

Technische Universität München

Fachgebiet Biotechnologie der Naturstoffe

Molekulare Charakterisierung von Glykosyltransferasen in *Vitis vinifera*

Paula Johanna Frotscher

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. C. Schwechheimer

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. W. Schwab

2. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. D. R. Treutter

Die Dissertation wurde am 01.07.2014 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 06.10.2014 angenommen.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Wilfried Schwab für die freundliche Betreuung und für die Möglichkeiten als Gast in seinem Labor an der TUM zu arbeiten. Prof. Dr. Ernst Rühl und Oliver Bitz von der Hochschule Geisenheim danke ich für ihre Unterstützung während der letzten drei Jahre. Besonders während der Zeit des Schreibens haben sie mir geholfen und mich ermutigt. Bei Prof. Dr. Ernst Rühl, Prof. Dr. Wilfried Schwab und der Gesellschaft zur Förderung der Hochschule Geisenheim bedanke ich mich außerdem dafür, dass sie es mir ermöglicht haben, an internationalen Konferenzen teilzunehmen.

Meinen lieben Kollegen danke ich für ihre Hilfe und sehr gute Zusammenarbeit im Feld und im Labor. Besonders möchte ich mich bei Sigrid Rolletter bedanken, die mich jederzeit praktisch und moralisch unterstützt hat. Den Praktikanten Caroline Schulze, Jan Rathlev und Mario Melles danke ich für ihre Hilfe im Feld, bei der Extraktion von RNA, Sequenzierungsarbeiten und für ihren Enthusiasmus. Bei Ingrid Chaluppa und Elke Zobus möchte ich mich für die Hilfe im Labor ganz herzlich bedanken.

Das gesamte Projekt wäre ohne den Außendienst und den Gärtnern der Rebenzüchtung nicht möglich gewesen. Ich danke ihnen für die Sorge um die Pflanzen im Feld, die Sämlinge und die Stecklinge. Aus der Rebenzüchtung danke ich außerdem besonders Dr. Elvira Bleser und Vera Pohl für die Durchführung von somatischer Embryogenese und Selbstungen und Frank Manty für seine Hilfe bei der Überarbeitung von englischen Texten. Bei allen anderen Kollegen, insbesondere Sarah Stanitzek, Friedericke Bönisch, Kristina Kammer, Sonja Grundler, Hannah Schmidt-Weis, Bastienne Brauksiepe und Uwe Schwan, bedanke ich mich für das super Arbeitsklima, die interessanten Fachgespräche und einfach für ihre Unterstützung.

Meiner Familie und meinen Freunden danke ich dafür, dass sie mich ermutigt und mich ertragen haben, insbesondere wenn es Probleme im Labor gab.

Meinem Freund Markus Schwarz danke ich dafür, dass er sich immer sicher war, dass diese Arbeit zustande kommt und mich unterstützt hat, auch praktisch, sei es durch Hilfe bei IT-Fragen oder dem Korrigieren der Arbeit.

Zusammenfassung

Terpenoide bilden eine der größten und vielfältigsten Gruppen der Naturstoffe. Sie spielen eine große Rolle für blumige und zitrusartige Aromen bei Kräutern, Früchten und Blüten. In den Beeren der Weinrebe *Vitis vinifera* sind insbesondere acyclische Monoterpene wie Linalool, Geraniol, Nerol und Citronellol für das sortentypische Aroma ausschlaggebend.

Terpenoide liegen in Pflanzen hauptsächlich an Zucker gebunden vor, was sie wasserlöslich und aromainaktiv macht. Die Enzyme, die die Bindung von Glukose an Sekundärmetabolite katalysieren, gehören zu den Uridindiphosphat-Glykosyltransferasen (UGTs). Trotz ihres starken Einflusses auf die aromatischen Eigenschaften von Pflanzen, sind bisher erst wenige UGTs die Terpenoide glykosylieren charakterisiert worden.

In dieser Arbeit wurde die Genfamilie der UGTs in *V. vinifera in silico* untersucht. Durch Sequenzvergleiche mit UGTs aus *Arabidopsis thaliana* und mit einem konservierten Motiv, welches in UGTs mit dem Zuckerdonor interagiert, wurden 156 Gene identifiziert, die potentiell für UGTs kodieren. Am Beispiel der Gruppe G konnte gezeigt werden, dass diese Genfamilie sich wahrscheinlich durch Tandemduplikationen vergrößerte, nachdem sich die Linien von *A. thaliana* und *V. vinifera* trennten.

Aus den 156 UGTs von *V. vinifera* wurden mit Hilfe von BLASTp die 15 Sequenzen ausgewählt, die die größten Sequenzähnlichkeiten zu funktionell charakterisierten Terpen-GTs aus *A. thaliana* aufweisen. Um die Expression dieser Kandidatengene zu untersuchen, wurde eine Multiplex-PCR mit anschließender Auftrennung und Quantifizierung der Amplifikate (GeXP) etabliert. Diese ermöglicht die gleichzeitige Bestimmung der Expression der 15 Kandidatengene (*VvGT7* bis *VvGT21*) sowie von fünf Referenzgenen (*VviActin*, *VviAP47*, *VviPP2A*, *VviSAND*, *VviTIP41*). Zur Validierung der Methode wurde die Expression in einigen Proben zusätzlich mittels quantitativer Real Time PCR bestimmt. Die Expressionsanalysen wurden in verschiedenen Geweben (Beerenhäute, Blätter, Infloreszenzen und Wurzeln), Entwicklungsstadien und Sorten (Weißer Riesling, Gelber Muskateller und Gewürztraminer) durchgeführt. Hierbei wurde festgestellt, dass alle 15 Kandidatengene transkribiert werden und ihre Expression auf mRNA-Ebene reguliert wird. Die Genexpression der UGTs unterscheidet sich sowohl zwischen den untersuchten Geweben als auch zwischen den verschiedenen Entwick-

lungsstadien einzelner Gewebe. Zudem werden einige UGTs (*VvGT12* und *VvGT14* bis *16*) sortenspezifisch exprimiert. In Beerenhäuten des Gelben Muskatellers wurde die Transkription der 15 Kandidatengene über den Zeitraum von zwei Jahren hinweg untersucht. Hierbei konnte eine Korrelation zwischen der Transkription und dem Reifeverlauf der Beeren nachgewiesen werden. Des Weiteren wurde der Einfluss von Licht auf die Expression dieser Enzyme untersucht. Eine Beschattung der Trauben führte bei vier Kandidatengenen zu einer Veränderung des Transkriptlevels.

Die Expression der 15 Kandidatengene in Beerenhäuten wurde während der gesamten Beerenentwicklung in fünf verschiedenen Sorten bzw. Klonen (Weißer Riesling 239-34 Gm, Weißer Riesling 24-196 Gm, Gewürztraminer 11-18 Gm, Gewürztraminer FR 46-107 und Gelber Muskateller FR 90) untersucht. Die so gewonnenen Expressionsprofile wurden mit Terpenoidprofilen verglichen, die von einem Kooperationspartner erstellt wurden (Stanitzek, 2014). Die Gehalte an freien und gebundenen Terpenoiden steigen während der Beerenentwicklung und sind gegen Ende der Reifeperiode besonders hoch. Daher wurden für eine nähere Charakterisierung fünf Gene ausgewählt, die während der Beerenreife stark exprimiert werden (*VvGT7*, *VvGT12*, *VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16*). Die offenen Leserahmen dieser fünf Gene wurden in mehreren Sorten sequenziert. Dabei konnten eine Vielzahl von Allelen und eine Spleißvariante identifiziert werden. Anhand der *VvGT7* wurden die Ursachen für die Allelvielfalt untersucht. Als Quelle für den Polymorphismus konnte sowohl das Auftreten von Periklinalchimären, als auch die Missinterpretation von mehreren Genen als ein Locus ausgeschlossen werden. Die erhaltenen Allele aller fünf ausgewählten Gene wurden an einen Kooperationspartner weitergegeben, heterolog exprimiert und die Enzyme *in vitro* funktionell charakterisiert (Bönisch, 2014). Zwei der fünf untersuchten Enzyme (*VvGT14* und *VvGT15*) glykosylieren mit hoher Wahrscheinlichkeit *in vivo* Terpenoide. Ein Vergleich der Genexpressionsprofile, der Terpenoidprofile und der *in vitro*-Aktivität von *VvGT14* und *VvGT15* legt nahe, dass diese Geraniol und Citronellol in Beerenhäuten, Wurzeln und Blättern von Weinreben glukosylieren.

Schlagwörter: Glykosyltransferasen, *Vitis vinifera*, Monoterpene, UGT, Aroma

Summary

Terpenoids form one of the largest and most diverse classes of natural products. They play a major role in the composition of flowery and citrus-like aromas in herbs, fruits and flowers. In berries of grapevine (*Vitis vinifera*) notably the acyclic monoterpenes such as linalool, geraniol, nerol and citronellol are crucial for the varietal flavor.

In plants a major fraction of the terpenoids is linked to sugars, which makes them water soluble and aroma-inactive. Enzymes which catalyze the glycosylation of secondary metabolites belong to the uridine diphosphate glycosyltransferases (UGTs). Although having a strong influence on the aromatic characteristics of plants, only few UGTs able to glycosylate terpenoids have been described so far.

In this study the gene family of UGTs in *V. vinifera* has been examined *in silico*. 156 genes that potentially encode for UGTs have been identified by sequence comparison with UGTs from *Arabidopsis thaliana* and with a consensus sequence that is thought to interact with the sugar donor. With group G it could be exemplified, that this gene family probably expanded by tandem duplications after the lines of *A. thaliana* and *V. vinifera* have separated from each other.

Out of these 156 UGTs from *V. vinifera* 15 sequences have been selected using BLASTp, which showed highest sequence similarity to functionally characterized terpene-GTs from *A. thaliana*. To determine the expression of these candidate genes, a multiplex-PCR followed by separation and quantification of the amplicates (GeXP) has been established. This allows the simultaneous measurement of the expression levels of the 15 candidate genes (*VvGT7* through *VvGT21*) as well as five reference genes (*VviActin*, *VviAP47*, *VviPP2A*, *VviSAND*, *VviTIP41*). To validate this method, in some of the samples the expression was additionally measured by quantitative real-time PCR. The expression analysis was carried out in several tissues (berry skins, leaves, inflorescences, roots) during various developmental stages of different grapevine varieties (White Riesling, Muscat à Petits Grains Blancs and Gewurztraminer).

It has been determined that all 15 candidate genes are being transcribed and that their expression is regulated on the mRNA level. The gene expression of the UGTs varied both, between the tissues and between the different development stages of the tissues.

Some UGTs (*VvGT12* and *VvGT14* through *16*) are expressed specifically in certain varieties. In berry skins of Muscat à Petits Grains Blancs the transcription of the 15 candidate genes has been surveyed over a period of two years. A correlation between transcription and berry ripening has been verified. Furthermore, the influence of light on the expression of these enzymes was examined. The shading of grapes led to a modification of the transcript levels of four of the candidate genes.

The expression of the 15 candidate genes has been analyzed in berry skins during the entire berry development of five different varieties and clones (White Riesling 239-34 Gm, White Riesling 24-196 Gm, Gewurztraminer 11-18 Gm, Gewurztraminer FR 46-107 and Muscat à Petits Grains Blancs FR 90). The resulting expression profiles were compared with terpenoid profiles, which have been provided by a cooperation partner (Bönisch, 2014). The amounts of free and bound terpenoids increase during berry development and are highest towards the end of the ripening period. Therefore five genes were selected for closer characterization, which are strongly expressed during berry ripening (*VvGT7*, *VvGT12*, *VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16*). The open reading frames (ORFs) of these five genes were sequenced in several varieties. Thus, a substantial number of alleles and one splice variant were identified. The cause for the observed abundance of alleles was examined in *VvGT7*. It was ascertained that neither the misinterpretation of several genes as one locus nor the occurrence of periclinal chimerism are the source of the observed polymorphism. The obtained alleles of all five selected genes were passed to a cooperation partner, heterologously expressed and functionally characterized *in vitro* (Bönisch, 2014). Two of the five analyzed enzymes (*VvGT14* and *VvGT15*) are most probably involved in the glycosylation of terpenoids *in vivo*. A comparison of the gene expression profiles of *VvGT14* and *VvGT15*, the terpenoid profiles and the *in vitro*-activity of these enzymes suggest, that they are glucosylating geraniol and citronellol in berry skins, roots and leaves of grapevine.

Keywords:

glycosyltransferases, *Vitis vinifera*, monoterpenes, UGT, aroma

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	II
Zusammenfassung.....	III
Summary.....	V
Inhaltsverzeichnis.....	VII
Abkürzungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis.....	XIV
Abbildungsverzeichnis.....	XVII
1. Einleitung	1
1.1 Die Weinrebe <i>Vitis vinifera</i> L.	1
1.1.1 Das Genom von <i>V. vinifera</i>	2
1.1.2 Rebsorten und Klone	3
1.1.3 Wein als genetisches Mosaik	5
1.2 Terpenoide.....	7
1.2.1 Terpenoidstoffwechsel	7
1.2.2 Biologische Funktion von Terpenoiden	9
1.2.3 Bedeutung von Terpenoiden für den Menschen.....	10
1.2.4 Terpenoide in <i>V. vinifera</i>	11
1.3 Glykosyltransferasen	13
1.3.1 Klassifizierung von Glykosyltransferasen.....	13
1.3.2 Uridindiphosphat-Glykosyltransferasen (UGTs)	14
1.4 Genexpressionsanalyse.....	21
1.4.1 Genexpressionsanalyse und Enzymfunktion.....	22
1.4.2 Methoden zur Genexpressionsanalyse	23
1.5 Problemstellung.....	27
2. Ergebnisse	28
2.1 <i>In silico</i> -Untersuchungen	28
2.1.1 <i>In silico</i> -Untersuchungen der UGT-Familie in <i>V. vinifera</i>	28
2.1.2 <i>In silico</i> -Untersuchungen der Gruppe G	28
2.1.3 <i>In silico</i> -Auswahl von Kandidatengenen	29
2.1.4 Lage der Kandidatengene im Genom	34
2.2 Genexpressionsanalyse.....	35
2.2.1 GeXP	36
2.2.2 Validierung von GeXP mittels quantitativer Real Time PCR.....	39
2.2.3 Die Genexpression während der Beerenentwicklung	41

2.2.4	Die Genexpression in Blättern, Gescheinen und Wurzeln	50
2.2.5	Einfluss von Licht auf die Genexpression.....	53
2.3	Vergleichende Sequenzierungen	56
2.3.1	Sequenzierung der <i>VvGT7</i>	57
2.3.2	Sequenzierung der <i>VvGT12</i>	58
2.3.3	Sequenzierung der <i>VvGT14</i>	60
2.3.4	Sequenzierung der <i>VvGT15</i>	62
2.3.5	Sequenzierung der <i>VvGT16</i>	63
2.3.6	Untersuchung des Polymorphismus der <i>VvGT7</i>	64
3.	Diskussion	69
3.1	<i>In silico</i> -Untersuchungen	69
3.1.1	Größe der UGT-Familie in <i>V. vinifera</i>	69
3.1.2	Evolution der UGT-Gene und ihre Lage im Genom.....	70
3.1.3	<i>In silico</i> Auswahl von Kandidatengenen.....	71
3.2	Funktionelle Charakterisierung.....	72
3.2.1	Versuche mit einzelnen Substraten	73
3.2.2	Enzymkinetik.....	73
3.2.3	„Activity-Based Metabolomic Profiling“	75
3.3	Genexpressionsanalyse	76
3.3.1	Validierung von GeXP	77
3.3.2	Expression der UGTs während der Beerenentwicklung	78
3.3.3	Expression der UGTs in Blättern, Gescheinen und Wurzeln.....	80
3.3.4	Einfluss von Licht auf die Expression von UGTs	83
3.4	Vergleichende Sequenzierungen	83
3.4.1	<i>VvGT7</i>	84
3.4.2	<i>VvGT14</i>	84
3.4.3	<i>VvGT15</i>	86
3.4.4	Mögliche Ursachen für den Polymorphismus der <i>VvGT7</i>	86
4.	Material und Methoden	91
4.1	Material	91
4.1.1	Pflanzenmaterial	91
4.1.2	Bakterienstämme und Vektoren	95
4.1.3	Enzyme und kommerzielle Kits	95
4.1.4	Chemikalien.....	96
4.1.5	Lösungen für mikrobiologische Arbeiten.....	96
4.1.6	Lösungen für molekularbiologische Arbeiten	96
4.1.7	Primer	98
4.1.8	Geräte	101

4.1.9	Software.....	102
4.1.10	Internetressourcen	103
4.2	Methoden.....	103
4.2.1	Bestimmung von Reifeparametern	103
4.2.2	Isolierung und Aufreinigung von RNA.....	103
4.2.3	Isolierung von DNA	104
4.2.4	In silico Untersuchung der UGTs.....	104
4.2.5	Primerdesign.....	105
4.2.6	Agarosegelelektrophorese	105
4.2.7	Photometrische Messung von Nukleinsäuren	106
4.2.8	cDNA-Synthese.....	107
4.2.9	Polymerase-Kettenreaktion (PCR).....	107
4.2.10	Klonieren von PCR-Produkten.....	108
4.2.11	Sequenzierungen und Sequenzauswertung	111
4.2.12	Transkriptionsanalyse.....	111
	Literaturverzeichnis.....	i
	Publikationen.....	xviii
	Anhang	xix

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Langform
%	Prozent
°C	Grad Celsius
μ	Mikro
3'-UTR	3' untranslatierter Bereich
5'-UTR	5' untranslatierter Bereich
<i>A. thaliana</i>	<i>Arabidopsis thaliana</i>
ABMP	Activity-Based Metabolomic Profiling
AS	Aminosäure
At	<i>Arabidopsis thaliana</i>
BBCH-Code	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und Chemische Industrie
BLAST	Basic Local Alignment Search Tool
BLASTp	Basic Local Alignment Search Tool für Proteine
bp	Basenpaare
bzw.	beziehungsweise
<i>C. unshiu</i>	<i>Citrus unshiu</i>
CAZy	carbohydrate active enzymes
cDNA	komplementäre DNA (<i>complementary DNA</i>)
Ct	<i>threshold Cycle</i>
CTAB	Cetyltrimethylammoniumbromid
Da	Dalton, atomare Masseneinheit
DD	<i>Differential Display</i>
DEPC	Diethylpyrocarbonat
DMADP	Dimethylallyldiphosphat
DMSO	Dimethylsulfoxid
DNA	Desoxyribonukleinsäure (<i>desoxyribonucleic acid</i>)
dNTP	Desoxynukleosidtriphosphat
EA	Elektronischer Anhang
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
EST	<i>Expressed Sequence Tag</i>
EtBr	Ethidiumbromid
FDP	Farnesyldiphosphat
for	vorwärts (<i>forward</i>)
FR	Freiburg

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Langform
g	Gramm
<i>G. jasminoides</i>	<i>Gardenia jasminoides</i>
GDP	Geranyldiphosphat
GeXP	Genome Lab GeXP Genetic Analysis System
GGDP	Geranylgeranyldiphosphat
Gm	Geisenheim
GSW	Geruchsschwellenwert
GT	Glykosyltransferase
ha	Hektar
IDP	Isopentenylidiphosphat
Indel	Insertion bzw. Deletion
IPTG	Isopropyl- β -D-thiogalaktosid
IUBMB	<i>International Union of Biochemistry and Molecular Biology</i>
k	Kilo
kb	Kilobasenpaare
k_{cat}	Wechselzahl (<i>catalytic constant</i>)
k_{cat}/K_M	katalytische Effizienz
kDA	Kilodalton
K_M	Michaelis-Konstante
l	Liter
LB	Nährmedium für Bakterien (<i>lysogeny broth</i>)
LC	Flüssigkeitschromatographie (<i>liquid chromatography</i>)
m	Milli
M	Mol pro Liter
Mb	Megabasenpaaren
MEP-Weg	Methylethritolphosphat-Weg
min	Minute
MOPS	3-(N-Morpholino)-Propansulfonsäure
mRNA	<i>messenger RNA</i>
MS	Massenspektrometrie
MVA-Weg	Mevalonat-Weg
n	Nano
NGS	<i>Next Generation Sequencing</i>
nt	Nukleotide
ORF	offener Leserahmen (<i>open reading frame</i>)
PCR	Polymerase-Kettenreaktion (<i>polymerase chain reaction</i>)

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Langform
PN40024	Inzuchtlinie Genotyp PN40024
PSPG-Motiv	<i>Plant Secondary Product Glycosyltransferase</i> -Motiv
PVPP	Polyvinylpolypyrrolidon
qPCR	Quantitative Real Time PCR
rev	rückwärts (<i>reverse</i>)
RFU	<i>Relative Fluorescence Unit</i>
RNA	Ribonukleinsäure (<i>ribonucleic acid</i>)
RNA-Seq	RNA Sequenzierung
rRNA	ribosomale RNA
<i>S. bicolor</i>	<i>Sorghum bicolor</i>
SAGE	<i>Serial Analysis of Gene Expression</i>
SDS	Natriumdodecylsulfat (<i>sodium dodecyl sulfate</i>)
SNP	Einzelnukleotid-Polymorphismus
TAE	Tris-Acetat-EDTA
TPS	Terpensynthasen
UDP	Uridindiphosphat
UGT	Uridindiphosphat-Glykosyltransferase
V	Volt
<i>V. cinerea</i>	<i>Vitis cinerea</i>
<i>V. riparia</i>	<i>Vitis riparia</i>
<i>V. vinifera</i>	<i>Vitis vinifera</i>
<i>V. labrusca</i>	<i>Vitis labrusca</i>
Vv	<i>Vitis vinifera</i>
X-Gal	5-Bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-galaktopyranosid

Aminosäure	Dreibuchstabencode	Einbuchstabencode
Alanin	Ala	A
Arginin	Arg	R
Asparagin	Asn	N
Asparaginsäure	Asp	D
Cystein	Cys	C
Glutamin	Gln	Q
Glutaminsäure	Glu	E
Glycin	Gly	G

Abkürzungsverzeichnis

Aminosäure	Dreibuchstabencode	Einbuchstabencode
Histidin	His	H
Isoleucin	Ile	I
Leucin	Leu	L
Lysin	Lys	K
Methionin	Met	M
Phenylalanin	Phe	F
Prolin	Pro	P
Serin	Ser	S
Threonin	Thr	T
Tryptophan	Trp	W
Tyrosin	Tyr	Y
Valin	Val	V

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der funktionellen Charakterisierung von Glykosyltransferasen in <i>A. thaliana</i> (Caputi et al., 2008). Die Tabelle enthält die Namen der UGTs, die phylogenetische Gruppe zu der sie gehören und die Substrate, gegen welche sie <i>in vitro</i> Aktivität zeigten. Die Aktivität ist angegeben als der prozentuale Anteil der angebotenen Glukose, die an den Akzeptor gebunden wurde. Gelb: 1- 10%; orange: 10-40%; rot: über 40%.	20
Tabelle 2: Die 15 ausgewählten Kandidatengene. Angegeben ist ihre Benennung in Übereinstimmung mit der Nomenklatur für UGTs aus <i>V. vinifera</i> nach Ono et al. (2010) und der universellen UGT-Nomenklatur (Mackenzie et al., 1997) (http://www.flinders.edu.au/medicine/sites/clinical-pharmacology/ugt-homepage.cfm). Außerdem ist die UGT-Gruppe nach Ross et al. (2001) angegeben und die Datenbankeinträge der vorausgesagten Gene des Referenzgenoms PN40024, unter welchen die UGTs auf den Seiten http://genomes.cribi.unipd.it/grape/ beziehungsweise http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ recherchierbar sind.....	30
Tabelle 3: Verteilung der Allele der <i>VvGT7</i> auf die untersuchten Sorten bzw. Klone. ...	57
Tabelle 4: Verteilung der Allele der <i>VvGT12</i> auf die untersuchten Sorten bzw. Klone. .	59
Tabelle 5: Verteilung der Allele der <i>VvGT14</i> auf die untersuchten Sorten bzw. Klone. .	61
Tabelle 6: Verteilung der Allele der <i>VvGT15</i> auf die untersuchten Sorten bzw. Klone. .	62
Tabelle 7: Vorkommen der Allele der <i>VvGT7</i> in verschiedenen Proben und Häufigkeit der entsprechenden Plasmide. Das Allel <i>VvGT7b</i> ist hellgrau, das Allel <i>VvGT7k</i> ist dunkelgrau hinterlegt.	67
Tabelle 8: Polymorphe Positionen der <i>VvGT7</i> im Weißen Riesling 239-34 Gm. Das zugrundeliegende Alignment wurde mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) im Programm MegAlign (DNASTAR) erstellt und befindet sich im EA 13. Positionen, in denen eine Sequenz <i>VvGT7b</i> entspricht, sind hellgrau hinterlegt, Positionen, in denen sie <i>VvGT7k</i> entspricht dunkelgrau.	67

Tabelle 9: Substrate der untersuchten UGTs. Als Zuckerdonor dient UDP-Glukose.	73
Tabelle 10: Kinetische Konstanten von UGTs aus <i>G. jasminoides</i> (Nagatoshi et al., 2011), <i>S. bicolor</i> (Hansen et al., 2003) und <i>V. vinifera</i> . Angegeben sind die Michaelis-Konstante (K_M), die Wechselzahl (k_{cat}) und die katalytische Effizienz (k_{cat}/K_M). Die Daten stammen aus Bönisch (2014).....	74
Tabelle 11: Kreuzungsschema der Selbstungen des Weißen Rieslings 239-34 Gm.	87
Tabelle 12: Die Standorte der fünf untersuchten Rebsorten bzw. Klone in den Weinbergen des Instituts für Rebenzüchtung. Die Standorte sind als Feld-Block-Zeile angegeben.....	91
Tabelle 13: Primer für PCR auf genomische DNA und cDNA für die anschließende Sequenzierung des ORFs der <i>VvGT7</i> bis <i>VvGT16</i>	99
Tabelle 14: Primer für die Synthese von cDNA.	99
Tabelle 15: Genspezifische Primer für die GeXP-Analyse. Die Sequenz der GeXP-Universal-Tags ist in Kleinbuchstaben dargestellt.	100
Tabelle 16: Primer für die qPCR.	101
Tabelle 17: Pipettierschema für eine 20 µl-PCR-Reaktion mit Phusion-Polymerase...	108
Tabelle 18: Temperaturprogramm der PCR mit Phusion Polymerase	108
Tabelle 19: Pipettierschema für einen 10 µl-A-tailing Ansatz.....	109
Tabelle 20: Pipettierschema für eine 10 µl Ligations-Reaktion.....	110
Tabelle 21: 25 µl-Ansatz für die qPCR mit iQ SYBR Green Supermix.....	112
Tabelle 22: Temperaturprogramm für die qPCR. Nach jeder Elongation und jedem Schritt der Schmelzkurve wird die Fluoreszenz gemessen.	112
Tabelle 23: 20 µl Reaktionsansatz für die Reverse Transkription beim GeXP.	114

Tabelle 24: 20 µl Reaktionsansatz für die GeXP-PCR. Der PCR-Puffer ist Teil des GeXP Start Kits. MgCl und Polymerase sind Produkte von Thermo Scientific..... 114

Tabelle 25: Temperaturprogramm der PCR mit Thermo-Start Polymerase..... 115

Tabelle 26: Endkonzentration der Reverse-Primer beim GeXP und die Größe der amplifizierten Fragmente der untersuchten Gene. 116

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Trauben des Blauen Spätburgunders 1-84 Gm während der Veraison.	2
Abbildung 2: Die Farbvarianten Pinot noir, Pinot gris und Pinot blanc (Viala und Vermorel, 1901).	6
Abbildung 3: Isopren.	7
Abbildung 4: Vereinfachte Darstellung der Biosynthese von Terpenoiden im Cytosol und in Plastiden. GA3P: Glycerinaldehyd-3-phosphat; Acetyl-CoA: Acetyl-Coenzym A; MVA: Mevalonat; MEP: 2-Methylerythritolphosphat; IDP: Isopentenylidiphosphat; DMADP: Dimethylallyldiphosphat; GDP: Geranylidiphosphat, FDP: Farnesylidiphosphat; GGDP: Geranylgeranylidiphosphat. Die Abbildung wurde nach Aharoni et al. (2006) und Martin et al. (2012) verändert.	8
Abbildung 5: Häufige Monoterpene in <i>V. vinifera</i> . Strukturen der Monoterpene und Geruchsschwellenwerte (in Klammern) (Guth, 1997; Wüst, 2003; Luan et al., 2004; Luan et al., 2005).	10
Abbildung 6: Uridindiphosphat (UDP)-Glukose.	13
Abbildung 7: WebLogo des PSPG-Motivs. In dieser graphischen Darstellung eines multiplen Aminosäure (AS)-Alignments entspricht die Größe eines Buchstabens der Häufigkeit, mit der an dieser Position die entsprechende Aminosäure vorliegt (Einbuchstaben-Coder der AS) (Schneider und Stephens, 1990). Dem WebLogo liegt ein Alignment pflanzlicher UGTs zugrunde. Die Abbildung stammt aus Osmani et al. (2009).	14
Abbildung 8: Bänder-Diagramm einer GT mit GT-B-Faltung (MurG (Hu et al., 2003)). Die beiden Rossmann-Domänen setzen sich aus β -Faltblättern (gelb) und α -Helices (grün) zusammen. Der Zuckerdonor ist als Stäbchenmodell dargestellt. Die Abbildung stammt von Breton et al. (2006).	16

Abbildung 9: Reaktion, die von invertierenden GTs katalysiert wird. R' ist der Zuckerakzeptor, R der Zuckerdonor. Die Abbildung ist verändert nach Osmani et al. (2009).....	16
Abbildung 10: Phylogenetische Analyse von UGTs der Gruppe G aus <i>A. thaliana</i> (grün hinterlegt) und <i>V. vinifera</i> (blau hinterlegt). Als Außengruppe wurde eine Sequenz aus Gruppe H von <i>A. thaliana</i> verwendet. Das zugrunde liegende AS-Alignment wurde mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) erstellt. Das Alignment, der phylogenetische Baum und das Bootstrapping wurden mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.....	29
Abbildung 11: Phylogenetische Analyse von UGTs aus <i>A. thaliana</i> (At), <i>V. vinifera</i> (Vv), <i>C. unshiu</i> (Cu) und <i>G. jasminoides</i> (Gj). Das zugrundeliegende AS-Alignment wurde mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) erstellt. Das Alignment, der phylogenetische Baum und das Bootstrapping wurden mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.....	32
Abbildung 12: Ausschnitt aus einem AS-Alignment der Kandidaten-UGTs aus <i>V. vinifera</i> . Oberhalb des Alignments ist das PSPG-Motiv aus Osmani et al. (2009) abgebildet.....	33
Abbildung 13: BLASTp-Ergebnisse der Iridoid-GT (GenBank Akzessionsnummer BAK55737) gegen <i>V. vinifera</i> . Von den genauer untersuchten UGTs sind die Namen angegeben.....	33
Abbildung 14: BLASTp-Ergebnisse der Limonoid-GT (GenBank Akzessionsnummer BAA93039) gegen <i>V. vinifera</i> . Von den genauer untersuchten UGTs sind die Namen angegeben.....	34
Abbildung 15: Graphische Darstellung der physikalischen Lage der Kandidatengene im Genom von <i>V. vinifera</i> . UGT-Gene, welche in direkter Nachbarschaft zu den Kandidatengenen liegen, sind nach ihrer Locus-ID innerhalb des betroffenen Supercontigs, benannt.	35
Abbildung 16: Ausschnitte aus Elektropherogrammen (Programm Fragment Analysis, Beckman Coulter). Jeder blaue Peak repräsentiert ein Gen (<i>TIP41</i> , <i>PP2A</i> , <i>SAND</i>). Die	

Fragmentlänge wurde mit Hilfe des Größenstandards (rote Peaks) abgeschätzt. Die Intensität der Peaks (*Dye Signal*) ist als relative Fluoreszenz in RFU (*relative fluorescence units*) angegeben. A) PCR-Ansatz enthielt alle Primer. B) PCR-Ansatz enthielt alle Primer außer dem GeXP-Forward-Primer für *VvPP2A*.37

Abbildung 17: Elektropherogramm (Programm Fragment Analysis, Beckman Coulter). Jeder blaue Peak repräsentiert ein Gen (*VvGT7-21*) oder ein Referenzgen (*Actin, TIP41, PP2A, SAND, AP47*). Oberhalb jedes Peaks ist die Fragmentlänge in Nukleotiden (nt), abgeschätzt mit Hilfe des Größenstandards (rote Peaks) und der Gen-Name angegeben. Die Intensität der Peaks (*Dye Signal*) ist als relative Fluoreszenz in RFU (*relative fluorescence units*) angegeben.38

Abbildung 18: Validierung des GeXP durch Vergleich mit qPCR. Angegeben ist die relative Expression der *VvGT7* im Gewürztraminer 11-18 Gm. Die untersuchten Gewebe sind Beerenhäute, gesammelt sechs bis 17 Wochen nach der Vollblüte (Be6 bis Be17), Infloreszenzen vier Wochen (In1) und zwei Wochen (In2) vor der Vollblüte und zur Vollblüte (In3), eine Woche alte Blätter (Bl1), drei Wochen alte Blätter (Bl2) und fünf Wochen alte Blätter (Bl3) und Wurzeln (Wu). Es werden jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.39

Abbildung 19: Validierung des GeXP durch Vergleich mit qPCR. Angegeben ist die relative Expression der *VvGT9* in Beeren von Weißem Riesling 198-25 Gm. Die Beeren waren entweder dem Tageslicht ausgesetzt (K) oder durch eine Box vom Licht abgeschirmt (Box). Außerdem wurden Beeren vor dem Sammeln zehn Stunden (Box*) bzw. zwei Wochen dem Licht ausgesetzt (Box**). Die Proben wurden vier und zwei Wochen vor der Lesereife (4 W. v. R. und 2 W. v. R.) und zur Lesereife (Reife) gesammelt. Es werden jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung von vier unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.40

Abbildung 20: Beeren des Muskatellers FR 90 während ihrer Entwicklung und Reifung im Jahr 2012. Gesammelt wurde zwischen der vierten (4) und der achtzehnten Woche nach der Blüte (18). Die Breite der Fotografien entspricht 10 cm in Realität.42

Abbildung 21: Expression der *VvGT7* bis *VvGT11* während der Beerenentwicklung im Jahr 2011. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Die Expression wurde in den Beerenhäuten von fünf verschiedenen Sorten

bzw. Klonen bestimmt. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.....43

Abbildung 22: Expression der *VvGT12* bis *VvGT16* während der Beerenentwicklung im Jahr 2011. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Die Expression wurde in den Beerenhäuten von fünf verschiedenen Sorten bzw. Klonen bestimmt. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt. *VvGT16* war in einigen Proben so stark exprimiert, dass sie nicht mehr quantifiziert werden konnte (n. q.).44

Abbildung 23: Expression der *VvGT17* bis *VvGT21* während der Beerenentwicklung im Jahr 2011. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Die Expression wurde in den Beerenhäuten von fünf verschiedenen Sorten bzw. Klonen bestimmt. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.....45

Abbildung 24: Expression der *VvGT7* bis *VvGT12* in den Jahren 2011 und 2012 in Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.47

Abbildung 25: Expression der *VvGT13* bis *VvGT19* in den Jahren 2011 und 2012 in Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.48

Abbildung 26: Expression der *VvGT20* und *VvGT21* in den Jahren 2011 und 2012 in Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.49

Abbildung 27: Mostgewichte und pH-Werte des Mostes vom Gelben Muskatellers FR 90 in den Jahren 2011 und 2012. Der Most wurde aus 100 Beeren hergestellt.49

Abbildung 28: Blätter des Gewürztraminers 11-18 Gm (A) und des Weißen Rieslings 239-34 Gm (B). Die Blätter wurden im ungefähren Alter von einer Woche (1), drei

Wochen (2) und fünf Wochen (3) gesammelt. Abgebildet sind jeweils das größte und das kleinste gesammelte Blatt.50

Abbildung 29: Infloreszenzen des Gewürztraminers 11-18 Gm (A) und des Weißen Rieslings 239-34 Gm (B). Die Infloreszenzen wurden vier Wochen vor der Vollblüte (1), zwei Wochen vor der Vollblüte (2) und zur Vollblüte (3) gesammelt. Dies entspricht, nach der BBCH-Skala für Weinreben, den morphologischen Entwicklungsstadien Code 55, 57 und 65 (Lorenz et al., 1994). 51

Abbildung 30: Die Expression ausgewählter UGTs in Nicht-Beeren-Geweben: Infloreszenzen vier Wochen (In1) und zwei Wochen (In2) vor der Vollblüte und zur Vollblüte (In3), Blätter im Alter von einer Woche (Bl1), drei Wochen (Bl2) und fünf Wochen (Bl3) und Wurzeln (Wu). Die relative Genexpression wurde mit GeXP in Gewürztraminer 11-18 Gm (schwarze Balken) und Weißem Riesling 239-34 Gm (graue Balken) quantifiziert. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt. *VvGT16* war in einigen Proben so stark exprimiert, dass sie nicht quantifiziert werden konnte (n. q.). 52

Abbildung 31: Die Expression ausgewählter UGTs in Beeren des Weißen Rieslings 198-25 Gm, die unterschiedlich dem Tageslicht ausgesetzt wurden. Die Proben wurden vier Wochen vor der Vollreife (4 W. v. R.), zwei Wochen vor der der Vollreife (2 W. v. R.) und zur Vollreife (Reife) gesammelt. Ein Teil der Trauben war während der gesamten Beerenentwicklung in lichtundurchlässigen Boxen untergebracht (Box). Bei einem Teil der Proben wurden die Boxen 12 Stunden vor der Probennahme entfernt (Box-12 h), bei einem weiteren Teil wurden sie zwei Wochen vor der Probenentnahme entfernt (Box-2 W). Die Kontrolltrauben wurden zu keinem Zeitpunkt künstlich vom Licht abgeschirmt. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von vier unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt. 55

Abbildung 32: Alignment von Alloenzymen der VvGT7. Mit dem Konsensus übereinstimmende Aminosäuren sind ausgeblendet, das PSPG-Motiv ist markiert. VvGT7PN stellt die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007) dar. Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt. 58

Abbildung 33: Alignment von Alloenzymen der VvGT12. Aminosäuren, die mit dem Konsensus übereinstimmen, sind ausgeblendet. Das PSPG-Motiv ist markiert. VvGT12PN ist die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007). Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt..... 59

Abbildung 34: Ausschnitt eines Alignments der ORFs von *VvGT14a* bis *VvGT14d* und des Referenzgenoms (VvGT14PN) mit der genomischen Sequenz des PN40024 (VvGT14PNgenom) (Jaillon et al., 2007)..... 60

Abbildung 35: Alignment von Alloenzymen der VvGT14. Aminosäuren, die mit dem Konsensus übereinstimmen sind ausgeblendet. Das PSPG-Motiv ist markiert. VvGT14PN ist die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007). Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt..... 61

Abbildung 36: Alignment von Alloenzymen der VvGT15. Aminosäuren, die mit dem Konsensus übereinstimmen, sind ausgeblendet. Das PSPG-Motiv ist markiert. VvGT15PN ist die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007). Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt..... 63

Abbildung 37: Alignment von Alloenzymen der VvGT16. Aminosäuren, die mit dem Konsensus übereinstimmen, sind ausgeblendet. Das PSPG-Motiv ist markiert. VvGT16PN ist die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007). Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt..... 64

Abbildung 38: Proben für die Sequenzierung der *VvGT7* in Stock 8 des Weißen Rieslings 239-34 Gm. DNA wurde extrahiert aus: Blättern (A), Pflanzen, die sich aus somatischen Embryonen (B) entwickelt haben und Selbstungen (C)..... 65

Abbildung 39: Phylogenetischer Baum der Allele der *VvGT7* im Weißen Riesling 239-34 Gm. Das Allel *VvGT7b* ist hellgrau, das Allel *VvGT7k* ist dunkelgrau markiert. Das zugrundeliegende Alignment wurde mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) im Programm MegAlign (DNASTAR) erstellt und befindet sich im EA 13. 68

Abbildung 40: Graphische Darstellung der physikalischen Lage der UGT-Gene der Gruppe G im Genom von *V. vinifera*. A: Schematische Darstellung der 19 Chromosomen von *V. vinifera*. Bereiche einer Farbe repräsentieren Regionen mit ähnlicher Genabfolge. Teil A der Abbildung stammt aus Jaillon et al. (2007). B: Die Lage der UGT-Gene der Gruppe G auf den Chromosomen 3 und 18. Gene, die nicht als Kandidatengene ausgewählt wurden, sind nach ihrer Locus-ID innerhalb des betroffenen Supercontigs benannt. Zwischen Vv03s0017g01140 (1140) und Vv03s0017g01370 (1370) liegen über 500 Gene die nicht dargestellt sind..... 70

Abbildung 41: Ursprüngliche Allele (A und D) und chimäre Klonierungsprodukte (R1 bis R7) des Gens *Myb3* in Baumwolle (*Gossypium hirsutum*). Die Anzahl der sequenzierten Klone mit einer bestimmten Sequenz sind in Klammern angegeben (Cronn et al., 2002). 90

Abbildung 42: Proben für die DNA-Extraktion von Stock 8 des Weißen Rieslings 239-34 Gm (A). Aus Antheren wurden somatische Embryonen erzeugt (C). Diese wurden *in vitro* zu Pflanzen regeneriert (D). Außerdem wurde durch die Abschirmung eines Gescheins mit einer Papiertüte eine Selbstbestäubung herbeigeführt (F). Von den, aus der Selbstbefruchtung hervorgegangenen Sämlingen (G) und den anderen Pflanzen, wurden junge Blätter gesammelt (B, E, H). 92

Abbildung 43: Weißer Riesling 239-34 Gm vier Wochen vor der Vollblüte mit markiertem etwa eine Woche altem Blatt. 94

1. Einleitung

1.1 Die Weinrebe *Vitis vinifera* L.

Die Weinrebe wird seit dem Neolithikum (Jungsteinzeit) angebaut und für die Weinherstellung genutzt. Die ältesten Funde stammen von vor etwa 7000 Jahren aus dem Gebiet des heutigen Iran (McGovern, 2003). Außer für die Weinherstellung werden die Beeren in erster Linie als Tafeltrauben oder Rosinen verwendet (Bisson et al., 2002). Weltweit wird Wein zu über 99 % aus der eurasischen Spezies *Vitis vinifera*, genauer gesagt aus der Edelrebe *V. vinifera* ssp. *sativa*, gekeltert. Sie gehört zur Familie der Vitaceae (Rebengewächse), der Gattung *Vitis* und der Untergattung *Euvtis*. Ihr nächster Verwandter ist die Wildrebe *V. vinifera* ssp. *sylvestris*, von der sie sich durch größere Trauben und Beeren, einen höheren Zuckergehalt und Zwitterigkeit unterscheidet (This et al., 2006).

Die Bezeichnung von *V. vinifera* als Art ist problematisch, da es sich im botanischen Sinne eher um eine leicht zu identifizierende Population handelt. Alle Arten der Untergattung *Euvtis* haben einen Chromosomensatz von $n=19$ und sind untereinander kreuzbar, reproduktive Barrieren fehlen. Trotzdem hat sich aus praktischen Gründen die Unterteilung von *Euvtis* in verschiedene Spezies wie *V. vinifera*, *Vitis riparia*, und *Vitis cinerea* durchgesetzt. Die Untergliederung geht auf die Arbeiten von Viala und Vermorel (1901) zurück (Currell et al., 1983).

Rebpflanzen tragen nach dem zweiten bis dritten Pflanzjahr über viele Jahre hinweg jährlich Früchte. Der Jahreszyklus der Rebpflanze beginnt mit der Mobilisierung von Reservestoffen und dem Austrieb. Die Blüten sind in rispenartigen Infloreszenzen, den so genannten Gescheinen, organisiert. Sie entwickeln sich im Frühjahr und erreichen im Mai bis Juni die Vollblüte, das Entwicklungsstadium, in dem 50 % der Blütenköpchen abgeworfen sind. Die Beerenentwicklung lässt sich in drei Abschnitte einteilen: Das Wachstum der grünen harten Beeren, eine Übergangsperiode, während der die Volumenzunahme stagniert und die Beerenreife. Die Übergangsperiode, während welcher die Beeren beginnen weich zu werden, wird als *Veraison* bezeichnet. In blauen und roten Beeren geht diese Phase mit einem Farbumschlag einher (Abbildung 1), weiße Beeren werden transparenter.



Abbildung 1: Trauben des Blauen Spätburgunders 1-1,5 Gm während der Veraison.

Während der anschließenden Beerenreifung sinkt der Säuregehalt, wobei der Zuckergehalt und das Volumen der Beeren zunimmt (Currell et al., 1983; Coombe, 1992). Die Entwicklungsstadien von Rebpflanzen können mit Hilfe verschiedener Systeme kategorisiert werden (Coombe, 1995). Weit verbreitet ist der BBCH (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und Chemische Industrie)-Code, ein einheitliches System für alle Ein- und Zweikeimblättrigen (Hack et al., 1992), welches von Lorenz et al. (1994) für die Weinrebe angepasst wurde.

1.1.1 Das Genom von *V. vinifera*

Das Genom von *V. vinifera* ist, im Gegensatz zu den Genomen vieler anderer Nutzpflanzen, diploid und die Genomgröße liegt bei lediglich ca. 500 Mb, verteilt auf 19 Chromosomen. Problematisch für die Sequenzierung des Genoms ist die hohe Heterozygotität dieser Art, die ein zuverlässiges Assemblieren erschwert (This et al., 2006; Velasco et al., 2007). Im Jahr 2007 wurde das Genom von *V. vinifera* als viertes Genom eines Bedecktsamers, unabhängig von zwei Forschungsgruppen, sequenziert und publiziert (Jaillon et al., 2007; Velasco et al., 2007).

Die Gruppe um Jaillon et al. (2007) versuchte die Probleme, die durch die hohe Heterozygotität von *V. vinifera* entstehen könnten, zu umgehen, indem sie den Genotyp PN40024, eine nahezu homozygote (ca. 93 %) Inzuchtlinie, sequenzierten. Fast die Hälfte (41,4 %) des Genoms setzt sich aus transposablen Elementen und anderen repetitiven Sequenzen zusammen. Von den meisten Regionen im Genom konnten zwei weite-

re ähnliche Regionen auf anderen Chromosomen identifiziert werden. Man spricht hierbei von paralogen Regionen und es wird davon ausgegangen, dass bei Vorfahren von *V. vinifera* eine Polyploidisierung stattfand und ein hexaploider Chromosomensatz zur Bildung des heutigen diploiden Chromosomensatzes von *V. vinifera* beitrug (Jaillon et al., 2007).

Bei der Sequenzierung des Genoms von PN40024 wurde festgestellt, dass Duplikationen von Genen, die eine Rolle für das Aroma von Wein spielen, überdurchschnittlich häufig sind. So liegt etwa die Anzahl von potentiell funktionellen Terpensynthase-Genen bei 69 (Martin et al., 2010) und damit etwa doppelt so hoch wie bei anderen Pflanzen wie *A. thaliana* oder Pappel (Jaillon et al., 2007; Martin et al., 2010; Giannuzzi et al., 2011).

1.1.2 Rebsorten und Klone

Viele der heute kultivierten Rebsorten gehen auf spontane Kreuzungen vor vielen Hundert Jahren zurück. Dies gilt auch für die in dieser Arbeit untersuchte Sorte Weißer Riesling. Sie hat ihren Ursprung vermutlich in einer Kreuzung von Weißem Heunisch mit *V. vinifera* ssp. *sylvestris* oder mit Traminer x *V. vinifera* ssp. *sylvestris* (Regner, 2000; Anhalt et al., 2011). Heute ist Riesling mit 22.580 ha Anbaufläche (Stand 2009) die am häufigsten angebaute Rebsorte in Deutschland (Schmid et al., 2011). Der genaue Ursprung der beiden weiteren untersuchten Sorten, Gelber Muskateller und Gewürztraminer ist nicht bekannt (Vitis International Variety Catalogue; <http://www.vivc.de/>). Gewürztraminer ähnelt phänotypisch und genotypisch allerdings stark *V. vinifera* ssp. *sylvestris* und es wird angenommen, dass Traminer direkt von dieser Subspezies abstammt (Regner et al., 2000a). Er wird in Deutschland auf einer Fläche von 838 ha angebaut (Stand 2009) (Schmid et al., 2011).

Reben werden vegetativ über Stecklinge vermehrt. Die Gesamtheit der vegetativen Nachkommen einer Pflanze wird als Klon bezeichnet. Innerhalb eines Klons entstehen genetische Unterschiede zwischen Pflanzen durch somatische Mutationen, welche sich unter bestimmten Bedingungen auf die gesamte Pflanze ausbreiten können (1.1.3). Eine systematische Auswahl von einzelnen Pflanzen eines Klons, mit überlegenen Merkmalen für die weitere vegetative Vermehrung, wird als Klonselektion bezeichnet. Sie wird seit Ende des 19ten Jahrhunderts durchgeführt und ist heute eine der wichtigsten Formen der Rebenzüchtung (Rühl et al., 2004; This et al., 2006). Die Beschränkung auf

eine Auswahl weniger Stöcke für die Vermehrung von Rebsorten birgt allerdings die Gefahr des Verlustes genetischer Vielfalt (Alleweldt und Possingham, 1988; Rühl et al., 2004).

In der vorliegenden Arbeit wurden zwei Klone des Weißen Rieslings untersucht. Weißer Riesling 239-34 Gm stammt aus Geisenheim (Gm) und ist der Rieslingklon mit der weltweit größten Verbreitung (Regner et al., 2000b). In einer Arbeit von Fehres (2006) wurde gezeigt, dass die Terpenegehalte dieses Klons etwa zehnmal höher sind als im zweiten untersuchten Klon Weißer Riesling 24-196 Gm. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Terpenegehalte wurden sie für diese Arbeit ausgewählt. Allerdings konnten diese Unterschiede von den Kooperationspartnern nicht bestätigt werden (Stanitzek, 2014). Möglicherweise ist die Ursache hierfür die Untersuchung von Saft aus ganzen Beeren durch Fehres (2006) im Gegensatz zur Extraktion aus Beerenhäuten durch Stanitzek (2014). Das Terpenspektrum beider Rieslingklone ist eingeschränkt. Nur Linalyl- β -D-Glukosid und Geranyl- β -D-Glukosid können über die gesamte Reifeperiode nachgewiesen werden. Der Gehalt beider Monoterpen-Glukoside steigt während der Beerenentwicklung an. Vom Weißen Riesling 239-34 Gm wurden neben den Beerenhäuten auch Infloreszenzen, Blätter und Wurzeln untersucht. Infloreszenzen und Blätter enthalten, wie auch die Beerenhäute, in erster Linie freies und gebundenes Geraniol und Linalool. In Wurzeln konnten ausschließlich Geraniol und Citronellol nachgewiesen werden (Stanitzek, 2014).

Vom Gewürztraminer (Synonym: Roter Traminer) wurden ebenfalls zwei Klone untersucht. Der Klon Gewürztraminer 11-18 Gm hat das typische Aroma des Traminers, welches an Rosen erinnert und stark durch Rosenoxid geprägt wird (Guth, 1997). Des Weiteren konnten in Beerenhäuten dieses Klons hohe Gehalte an freiem und gebundenem Geraniol, Nerol und Citronellol nachgewiesen werden. Besonders hoch sind die Gehalte in den letzten zwei Wochen vor der Lesereife und zur Lesereife. Vom Kooperationspartner wurden außerdem Infloreszenzen, Blätter und Wurzeln untersucht. Auch in diesen Geweben wurden freie und gebundene Monoterpene nachgewiesen. Am höchsten waren Gehalte in den Infloreszenzen während der Vollblüte (Stanitzek, 2014). Der zweite untersuchte Klon Gewürztraminer FR 46-107 stammt aus Freiburg (FR). Er enthält nur sehr geringe Konzentrationen an Monoterpenen, was möglicherweise auf Störungen der Terpenbiosynthese zurückzuführen ist (Nitsch, 2013; Stanitzek, 2014).

Das Aroma des Gelben Muskatellers (Synonym: Muscat à Petits Grains Blancs) wird stark durch Monoterpenalkohole geprägt (Palomo et al., 2006). In Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90 wurden dementsprechend auch Geranyl-, Neryl-, Citronellyl- und Linalyl-Glukoside gefunden. Die Konzentration der gebundenen Terpenoide steigt während der Beerenentwicklung, wobei Geranyl- β -D-Glukosid und Citronellyl- β -D-Glukosid kurz vor der Vollreife wieder leicht sinken. Für die freien Terpenoide konnten sehr ähnliche Muster festgestellt werden (Stanitzek, 2014).

Die Ergebnisse von Stanitzek (2014) stehen in Übereinstimmung mit Arbeiten von Martin et al. (2012), in denen ebenfalls der stärkste Anstieg der Monoterpen-Glykoside in Beeren ab der Veraison bis ungefähr zwei Wochen vor der Vollreife beobachtet wurde.

Im 19. Jahrhundert wurde aus Amerika die Reblaus (*Viteus vitifoliae*) nach Europa eingeschleppt. *V. vinifera* ist sehr anfällig für diesen Schädling und erst die Pfropfung der Edelreiser auf reblautolerante amerikanische Arten wie *V. riparia* und *Vitis berlandieri* konnte die Ausbreitung der Reblaus eindämmen (Downie, 2002). Alle in dieser Arbeit untersuchten Edelreiser sind im Freiland auf die Unterlagssorte Börner (Abstammung: *V. riparia* x *V. cinerea*) (Becker, 1989) gepfropft.

1.1.3 Wein als genetisches Mosaik

Das Apikalmeristem der Weinrebe besteht, wie bei den meisten anderen Pflanzen, aus mindestens zwei verschiedenen Zellschichten; der äußeren, sich antiklin teilenden L1 und der inneren, sich antiklin und periklin teilenden L2 (Thompson und Olmo, 1963). Treten somatische Mutationen in Zellen des Apikalmeristems auf, so können diese sich in den abstammenden Zellen ausbreiten. Die Pflanze wird zu einem genetischen Mosaik. Werden Stecklinge aus einem Bereich der Pflanze gewonnen, dessen Zellschichten verschiedene Genotypen haben, so wird sich dies über die gesamte neue Pflanze ausbreiten. Solche Pflanzen werden als Periklinalchimären bezeichnet (Hocquigny et al., 2004; Pelsy, 2009). Die Zellschichten sind allerdings nicht vollkommen stabil. Zellen der L1 können in die L2 einwandern und umgekehrt. Geschieht dies im Apikalmeristem der Pflanze, so kann eine Pflanze erneut einen homogenen Genotyp erhalten (Hocquigny et al., 2004).

Bei Untersuchungen von Rebsorten mittels Mikrosatelliten werden häufig mehr als zwei Allele in einem Individuum identifiziert (Franks et al., 2002; Riaz et al., 2002; Bertsch et al., 2005). Die Ursache hierfür kann ein neues, in einer Zellschicht zusätzlich auftretendes, Allel sein. Das wahrscheinlich bekannteste Beispiel für eine Periklinalchimäre in *V. vinifera* ist die Farbvariante Pinot gris der Pinot-Familie (Viala und Vermorel, 1901). Die Beerenfarbe hängt hauptsächlich von Anthocyanen ab, die den Beeren eine blaue oder rote Farbe geben. Die Biosynthese dieser Farbstoffe kann durch Mutationen in Transkriptionsfaktor-Genen verhindert werden. Im Pinot noir sind in beiden Zellschichten funktionelle Allele der Transkriptionsfaktoren vorhanden, wodurch die Beeren dunkelblau gefärbt sind. Pinot gris ist eine Periklinalchimäre, bei der nur die L1 funktionelle Allele trägt, wodurch die Beeren rötlich gefärbt sind. Im Pinot blanc tragen beide Zellschichten keine funktionellen Allele und die Beeren sind dementsprechend weiß (Abbildung 2) (Kobayashi et al., 2004; Walker et al., 2007; Vezzulli et al., 2012).



Abbildung 2: Die Farbvarianten Pinot noir, Pinot gris und Pinot blanc (Viala und Vermorel, 1901).

1.2 Terpene

Terpene bilden eine der größten und vielfältigsten Gruppen der Naturstoffe. Es sind über 40.000 verschiedene Substanzen bekannt, die sich in ihrem Kohlenstoffskelett und ihren funktionellen Gruppen unterscheiden und größtenteils pflanzlichen Ursprungs sind (Withers und Keasling, 2007; Bohlmann und Keeling, 2008). Alle Terpene sind strukturell aus 2-Methyl-1,3-butadien (Isopren)-Einheiten aufgebaut und werden dementsprechend auch als Isoprenoide bezeichnet (Roberts, 2007) (Abbildung 3).

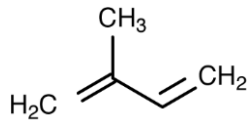


Abbildung 3: Isopren.

1.2.1 Terpenoidstoffwechsel

Alle Terpene werden ausgehend von Isopentenylidiphosphat (IDP) und seinem Isomer Dimethylallyldiphosphat (DMADP) synthetisiert. Diese Verbindungen werden auch als „aktiviertes Isopren“ bezeichnet. Die Synthese von IDP und DMADP findet in Pflanzenzellen über zwei verschiedene Wege statt. Im Cytosol werden sie über den Mevalonat (MVA)-Weg ausgehend von Acetyl-Coenzym A gebildet, in den Plastiden über den Methylerythritolphosphat (MEP)-Weg ausgehend von Pyruvat und Glycerinaldehyd-3-phosphat (Lichtenthaler et al., 1997; Lichtenthaler, 1999; Eisenreich et al., 2001; Rohdich et al., 2001).

Die Grundeinheiten IDP und DMADP sind C5-Körper. Durch Prenyltransferasen werden sie zu Geranylidiphosphat (GDP), einem C10-Körper, zu Farnesylidiphosphat (FDP), einem C15-Körper und zu Geranylgeranylidiphosphat (GGDP), einem C20-Körper verbunden. Aus den Prenylidiphosphaten wird durch Terpensynthasen der Aufbau vielfältiger Kohlenstoffskelette katalysiert. Im Cytosol werden hauptsächlich Sesquiterpene und Triterpene und in den Plastiden Monoterpene, Diterpene und Tetraterpene synthetisiert (Abbildung 4) (Bohlmann et al., 1998; Aharoni et al., 2006; Degenhardt et al., 2009).

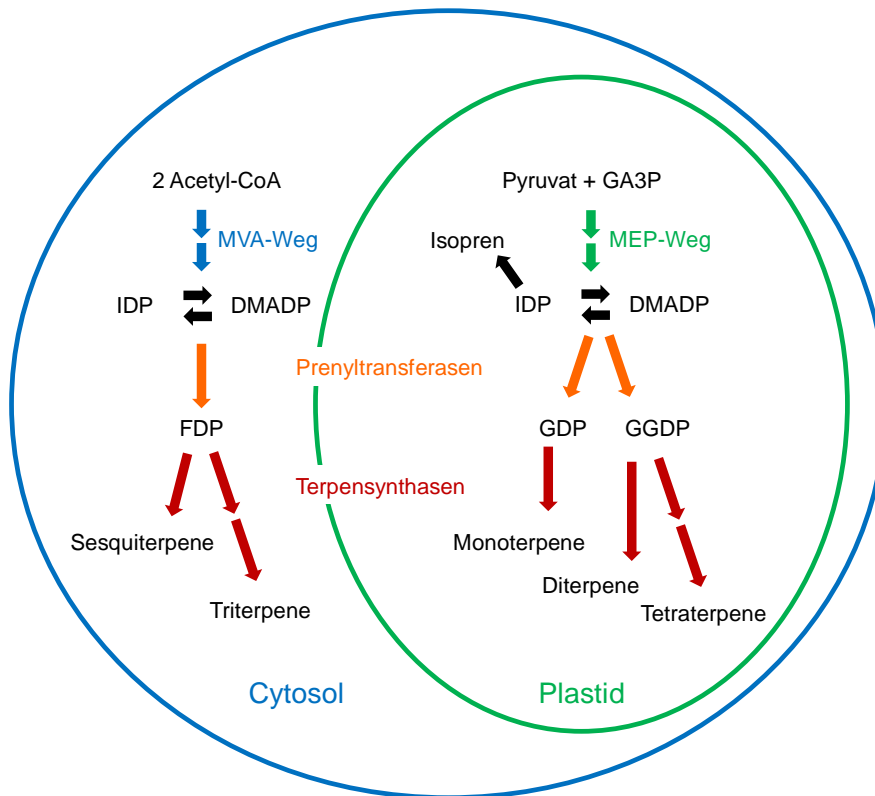


Abbildung 4: Vereinfachte Darstellung der Biosynthese von Terpenoiden im Cytosol und in Plastiden. GA3P: Glycerinaldehyd-3-phosphat; Acetyl-CoA: Acetyl-Coenzym A; MVA: Mevalonat; MEP: 2-Methylerythritolphosphat; IDP: Isopentenylidiphosphat; DMADP: Dimethylallyldiphosphat; GDP: Geranylidiphosphat, FDP: Farnesylidiphosphat; GGDP: Geranylgeranylidiphosphat. Die Abbildung wurde nach Aharoni et al. (2006) und Martin et al. (2012) verändert.

Terpensynthasen (TPS) liegen im Genom von Pflanzen als große Genfamilien vor und sind häufig in Clustern angeordnet. In *V. vinifera* kodieren 69 Gene für mutmaßlich funktionelle TPS. Das größte TPS-Cluster enthält 45 Gene und Pseudogene (Trapp und Croteau, 2001; Martin et al., 2010). Die große Vielfalt der Terpenoide gründet aber nicht allein auf den verschiedenen Kohlenstoffskeletten, die mit Hilfe der Terpensynthasen gebildet werden, sondern auch auf der Einführung funktioneller Gruppen und weiteren, durch eine Vielzahl von Enzymen katalysierten, Veränderungen (Aharoni et al., 2006; Pichersky et al., 2006). Die Einteilung der Terpenoide erfolgt nach der Anzahl ihrer C-Atome. Im Aroma von Weintrauben und Wein spielen Monoterpene (C10) und Sesquiterpene (C15) die wichtigste Rolle (Marais, 1983).

Die Synthese von Terpenoiden durch Pflanzen benötigt im Vergleich zur Synthese anderer Sekundärmetabolite, viel Energie. Zu ihrer Bildung sind umfangreiche Reduktionen notwendig. Außerdem wird eine große Zahl von Enzymen allein zu ihrer Synthese gebildet (Gershenzon, 1994). Es ist anzunehmen, dass ihr biologischer Nutzen (1.2.2) den

Aufwand ihrer Synthese aufwiegt. Das einfachste Produkt der Synthese ist Isopren, welches selbst meist nicht zu den Terpenoiden gezählt wird. Es wird von Pflanzen insbesondere bei Hitze abgegeben und dient wahrscheinlich dem Schutz des Photosyntheseapparates (Behnke et al., 2007; Velikova et al., 2012).

Die Speicherung von Terpenoiden erfolgt entweder in speziellen anatomischen Strukturen wie den Ölkammern bei Zitrusfrüchten (Thomson et al., 1976), oder aber als Terpen-Glykoside, wahrscheinlich in der Vakuole. Tatsächlich liegt in Pflanzen, wie auch in *V. vinifera*, ein Großteil der Terpenoide als *O*-Glukoside oder *O*-Diglykoside vor. An das Aglykon ist β -D-Glukopyranose gebunden, die ihrerseits gebunden an verschiedene Pentosen und Hexosen, wie Arabinose oder Rhamnose, vorliegen kann (Sarry und Günata, 2004; Palomo et al., 2006).

Terpen-Glykoside können durch Glykosidasen gespalten werden, beispielsweise wenn ihre toxische Wirkung auf Herbivoren benötigt wird (1.2.2). Glykosidasen stellen, ähnlich den Glykosyltransferasen, eine große Enzymfamilie dar (<http://www.cazy.org/Glycoside-Hydrolases.html>) (Davies und Henrissat, 1995). Die Abspaltung von Glukose erfolgt durch β -Glukosidasen. Die Abspaltung von Diglykosiden erfolgt entweder in zwei Schritten durch Exoglykosidasen und β -Glukosidasen oder in einem Schritt durch Diglykosidasen (Sarry und Günata, 2004).

1.2.2 Biologische Funktion von Terpenoiden

Terpenoide haben in der Natur eine Vielzahl verschiedener Aufgaben. Als Phytohormone (Abscisinsäure und Gibberellinsäure) regulieren sie die Entwicklung von Pflanzen, schützen als Pigmente die Pflanze vor Licht, dienen der Photosynthese (Carotinoide) und sind Bestandteil von Elektronentransportketten (Seitenketten des Ubichinon-10 und des Plastochinons) (McGarvey und Croteau, 1995). Zu den Terpenoiden zählen auch flüchtige Verbindungen, die in der Kommunikation von Pflanzen und bei Abwehrreaktionen von Bedeutung sind.

Das Aroma von Früchten und Blüten wird in hohem Maße von Monoterpenen und Sesquiterpenen bestimmt. Von Blüten freigesetzte Terpenoide dienen wahrscheinlich der Anlockung von bestäubenden Insekten (Pichersky und Gershenzon, 2002), könnten aber auch eine Rolle beim Schutz des Nektars vor Mikroben spielen (Schwab et al., 2008). Außerdem können Terpenoide von reifen Früchten zur Anlockung von Tieren abgege-

ben werden und so die Endozoochorie (Verdauungsausbreitung) von Samen ermöglichen (Rodríguez et al., 2013). Die Anlockung von Organismen kann auch der Abwehr von Herbivoren dienen und wird dann als indirekte Verteidigung bezeichnet. Angelockt werden solche Organismen, die die Herbivoren fressen oder parasitieren (Hilker et al., 2002; Harvey et al., 2005).

Die Abwehr von Herbivoren ist wahrscheinlich die wichtigste Rolle der Terpene (Paré und Tumlinson, 1999). Freie Iridoide schützen Pflanzen zum einen durch ihren stark bitteren Geschmack vor Fraß und sind außerdem toxisch (Harvey et al., 2005). In Pflanzenzellen liegen sie häufig glykosyliert vor und werden in ihrer wasserlöslichen und ungiftigen Form in der Vakuole gespeichert (Nagatoshi et al., 2011). Kommt es durch Fraß an der Pflanze zur Zerstörung der Membran der Vakuole, werden die Glykoside ins Cytosol freigesetzt und dort von Glykosidasen gespalten (Pentzold et al., 2013).

1.2.3 Bedeutung von Terpenoiden für den Menschen

Terpene sind flüchtige Verbindungen, die über die Atemluft zum Riechepithel gelangen und als Gerüche wahrgenommen werden können. Auf diese Weise sind sie von großer Bedeutung für das Aroma von Nahrungsmitteln sowie dem Duft von Kosmetika und Parfum (Schwab et al., 2008). Für die wahrgenommenen Gerüche einzelner Terpene ist neben ihrer Konzentration ihr Geruchsschwellenwert ausschlaggebend. Als Geruchsschwellenwert (GSW) wird die minimale Konzentration eines Stoffes bezeichnet, die vom Menschen wahrgenommen werden kann. Monoterpene unterscheiden sich stark in ihren GSWs, so liegt der GSW für Citronellol etwa bei 100 µg pro Liter und damit etwa 500fach höher als für Rosenoxid (Abbildung 5) (Guth, 1997; Wüst, 2003).

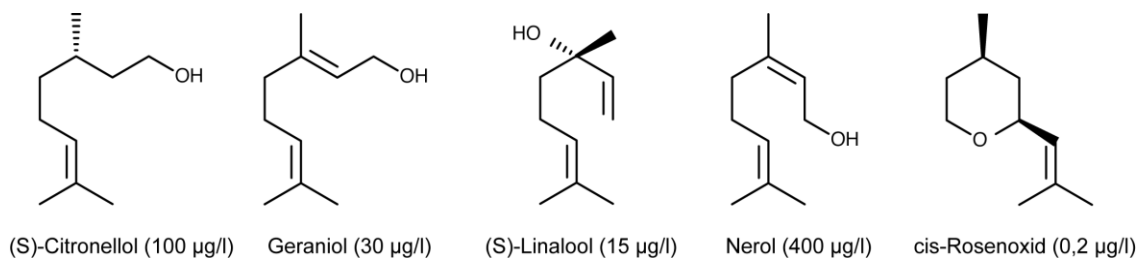


Abbildung 5: Häufige Monoterpene in *V. vinifera*. Strukturen der Monoterpene und Geruchsschwellenwerte (in Klammern) (Guth, 1997; Wüst, 2003; Luan et al., 2004; Luan et al., 2005).

Eine Vielzahl von Terpenoiden hat außerdem eine positive gesundheitliche Wirkung. Das Sesquiterpenoid Artemisinin ist beispielsweise ein vielgenutztes Medikament gegen Malaria (Liu et al., 2006) und Taxane werden als Krebsmedikamente eingesetzt (Rowinsky, 1997).

In Pflanzen liegen Terpene häufig nur in geringen Konzentrationen vor. Ihre Verfügbarkeit ist begrenzt und die Extraktion aufwändig. Aus diesen Gründen werden Terpene auch synthetisch hergestellt (Schwab et al., 2008). Die synthetische Herstellung hat allerdings den Nachteil, dass die Terpene nicht als „natürliche“ Aromastoffe klassifiziert werden können (Serra et al., 2005). Dies ist einer der Gründe, weshalb das Interesse an innovativen Wegen zur biotechnologischen Synthese von Terpenoiden, wächst.

1.2.4 Terpene in *V. vinifera*

In Weintrauben spielen Terpene eine entscheidende Rolle für fruchtige und blumige Aromen (Rapp und Mandery, 1986; Guth, 1997; Mateo und Jiménez, 2000). Besonders wichtig hierfür sind Monoterpene, vor allem acyclische Monoterpenalkohole wie Geraniol, Nerol, Linalool und Citronellol, aber auch Rosenoxid (Abbildung 5). Anhand der Konzentration freier Monoterpene im Most können Rebsorten in intensiv aromatisch muskatartige (bis zu 6 mg/L), aromatisch nicht-muskatartige (1-4 mg/L) und neutrale Sorten eingeteilt werden. Die in dieser Arbeit behandelten Sorten Gewürztraminer und Gelber Muskateller gehören zu den intensiv aromatisch-muskatartigen Sorten, Weißer Riesling zu den aromatischen nicht-muskatartigen Sorten (Mateo und Jiménez, 2000).

Für das sortenspezifische Aroma von Weintrauben und dem aus diesen Trauben hergestellten Wein ist allerdings nicht alleine die Gesamtkonzentration ausschlaggebend, sondern auch die Geruchsschwellenwerte für die einzelnen Monoterpene (Abbildung 5) und ihre Zusammensetzung (Rapp und Mandery, 1986; Guth, 1997). Neben den Monoterpenen sind auch einige C13-Norisoprenoide wichtig für das Aroma von Wein. Sie machen einen großen Teil der aromatischen Verbindungen aus, die während der Weinbereitung von Trauben neutraler Rebsorten, wie Chardonnay, freigesetzt werden (Sefton et al., 1993; Winterhalter und Schreier, 1994).

Während der Reifung der Weintrauben wird meist eine Zunahme glykosylierter und freier Terpene in Trauben festgestellt (Wilson et al., 1984; Martin et al., 2012). Der größte Teil der Terpene liegt glykosyliert vor und ist dementsprechend nicht aroma-

aktiv (Gunata et al., 1985; Lamorte et al., 2008). Die Fraktion der glykosylierten Terpene wird auch als „verborgene Aromapotential des Weins“ bezeichnet (Gunata et al., 1985). Terpenoide sind nicht gleichmäßig über die gesamte Beere verteilt, sondern unterscheiden sich in Konzentration und Zusammensetzung zwischen Mesocarp (Fruchtfleisch) und Exocarp (Beerenhaut). Die Konzentration der meisten Monoterpene ist im Exocarp höher (Wilson et al., 1986; Palomo et al., 2006).

Terpenoide wurden in *V. vinifera* häufig aus Beeren isoliert, befinden sich aber auch in Blättern und in den Wurzeln von Unterlagssorten, wo sie vermutlich eine Rolle in der Abwehr von Schädlingen spielen (Wirth et al., 2001; Lawo et al., 2011). Der Duft von Blüten wird ebenfalls stark durch Terpenoide geprägt. Ihre Freisetzung dient wahrscheinlich in erster Linie der Anlockung von bestäubenden Insekten (Pichersky und Gershenzon, 2002). Beim nächsten Verwandten der Edelrebe, der Wildrebe *V. vinifera* ssp. *sylvestris*, wurde beobachtet, dass die Blüten von Bienen besucht werden, ein Hinweis darauf, dass die Bestäubung durch Insekten erfolgt (Carmona et al., 2008). Möglicherweise hat sich die Freisetzung von Terpenoiden in der einhäusigen, selbstbestäubenden Edelrebe als evolutionäres Relikt erhalten. Von Blüten verschiedener Rebsorten werden in erster Linie Sesquiterpene freigesetzt (Martin et al., 2009). Monoterpene spielen nur eine untergeordnete Rolle. Linalool und Geraniol konnten jedoch in Headspace-Analysen nachgewiesen werden (Buchbauer et al., 1994; Buchbauer et al., 1995). Die Biosynthese der Monoterpene erfolgt in Trauben und Blättern größtenteils über den in den Plastiden lokalisierten MEP-Syntheseweg (Lichtenthaler, 1999; Luan und Wüst, 2002). Ein Teil der beteiligten Enzyme, insbesondere der Terpensynthasen, wurde bereits funktionell charakterisiert (Bohlmann et al., 1998; Martin et al., 2012).

Das genuine Aroma von Trauben hängt von klimatischen Bedingungen, der Bodenbeschaffenheit und vielen weiteren Faktoren ab. Beispielsweise erhöht sich die Konzentration glykosylierter Monoterpene, wenn weniger Trauben pro Spross stehen bleiben (Bureau et al., 2000). Während der Weinbereitung und Lagerung verändert sich das Aroma durch die Freisetzung glykosylierter Terpenoide. Die Hydrolyse kann durch Glykosidasen (Davies und Henrissat, 1995) katalysiert werden. Diese können von den Hefen und Bakterien stammen, die an der Fermentation des Mostes beteiligt sind oder aus beigesetzten, aus Pilzen gewonnenen, Enzympräparaten stammen (Maicas und Mateo, 2005). Außerdem kann die Freisetzung der Terpenoide im Most, mit seinem

niedrigen pH-Wert (ca. pH 3) und im Wein während der Lagerung auch säurekatalytisch erfolgen (Williams et al., 1982; Mateo und Jiménez, 2000).

1.3 Glykosyltransferasen

Glykosyltransferasen (GTs) sind Enzyme, die die Übertragung von Zuckerresten auf Akzeptormoleküle wie Proteine, Lipide, Kohlenhydrate und Sekundärmetabolite katalysieren. Sie bilden in Eu- sowie in Prokaryoten Enzymfamilien mit zahlreichen Mitgliedern, die wichtige Funktionen erfüllen. GTs sind beispielsweise an der Synthese von Cellulose, der quantitativ bedeutendsten organischen Verbindung der Erde (Richmond, 2000; Delmer und Haigler, 2002) und an der Regulation des Sekundärstoffwechsels beteiligt (Jones und Vogt, 2001). Als Zuckerdonor dient den meisten GTs ein aktivierter Nukleotidzucker, wie beispielsweise Uridindiphosphat (UDP)-Glukose (Abbildung 6).

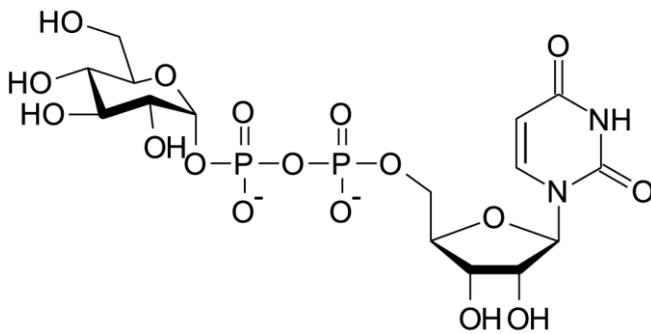


Abbildung 6: Uridindiphosphat (UDP)-Glukose.

1.3.1 Klassifizierung von Glykosyltransferasen

Die „International Union of Biochemistry and Molecular Biology“ (IUBMB) empfiehlt die Einteilung von Enzymen nach ihrer Donor-, Akzeptor- und Produktspezifität (Webb, 1992). Bei GTs ist dies problematisch, da häufig mehrere Substrate von einem Enzym umgesetzt werden und nur wenige Enzyme vollständig funktionell charakterisiert sind (Coutinho et al., 2003). Aufgrund dessen hat sich eine Klassifizierung von GTs anhand ihrer Primärstruktur durchgesetzt. Eine solche Einteilung ermöglicht die Einordnung von nicht funktionell charakterisierten GTs zu Familien und ist sinnvoll, um die Annotation von neu sequenzierten Genomen zu vereinfachen. Außerdem hat sich gezeigt, dass sich die Mitglieder einer Familie meist im Mechanismus der von ihnen katalysierten Reaktion und ihrer 3D-Struktur gleichen. Allerdings sind die auf diese Weise gebildeten Familien polyspezifisch. Dies bedeutet, dass sich anhand der sequenz-

basierten Einteilung nur bedingt Rückschlüsse auf die Funktion der Enzyme ziehen lassen (Campbell et al., 1997; Coutinho et al., 2003).

Derzeit werden 94 GT-Familien auf Grundlage ihrer Aminosäuresequenzen unterschieden (Stand Oktober 2013; Carbohydrate Active Enzymes database (<http://www.cazy.org>)). Nach dem Mechanismus der katalysierten Reaktion können GTs in zwei Gruppen eingeteilt werden: Invertierende „*inverting*“ GTs, welche die Konfiguration des anomeren C-Atoms des Zuckers ändern und beibehaltende „*retaining*“ GTs, welche die Stereochemie nicht ändern (Sinnott, 1990). Trotz der Vielfalt der Primärstrukturen von GTs unterscheidet man nur drei verschiedene 3D-Strukturen: GT-B und GT-A-Faltung und eine GT-A-ähnliche Faltung (Chen et al., 2003; Breton et al., 2006).

In der vorliegenden Arbeit wird eine Gruppe pflanzlicher GTs vorgestellt, die kleine, meist hydrophobe Moleküle, wie Terpenoide, glykosyliert. Diese werden den Uridindiphosphat-Glykosyltransferasen (UGTs) zugerechnet.

1.3.2 Uridindiphosphat-Glykosyltransferasen (UGTs)

UGTs sind Glykosyltransferasen denen als Zuckerdonor meist UDP-Glukose dient. Sie gehören zur GT-Familie 1, der größten der 94 momentan beschriebenen Familien und zeichnen sich in höheren Pflanzen durch das Vorhandensein einer 44 Aminosäuren (AS) langen konservierten Konsensus-Sequenz aus. Dieser konservierte Bereich wird auch als Pflanzen-Sekundärmetabolit-GT (*plant secondary product glycosyltransferase*, PSPG)-Motiv bezeichnet (Hughes und Hughes, 1994) (Abbildung 7).



Abbildung 7: WebLogo des PSPG-Motivs. In dieser graphischen Darstellung eines multiplen Aminosäure (AS)-Alignments entspricht die Größe eines Buchstabens der Häufigkeit, mit der an dieser Position die entsprechende Aminosäure vorliegt (Einbuchstaben-Coder der AS) (Schneider und Stephens, 1990). Dem WebLogo liegt ein Alignment pflanzlicher UGTs zugrunde. Die Abbildung stammt aus Osmani et al. (2009).

Alle pflanzlichen UGTs gehen vermutlich auf ein einziges Vorläufergen zurück. Die einzigen Ausnahmen bilden angeblich pflanzliche Lipid- und Sterol-GTs, welche eine größere Ähnlichkeit zu bakteriellen UGTs aufweisen (Paquette et al., 2003) und in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht werden.

UGTs glykosylieren eine große Zahl verschiedener Akzeptormoleküle, wie Terpenoide (Caputi et al., 2008; Nagatoshi et al., 2011), Alkaloide (Moehs et al., 1997), Flavonoide (Ono et al., 2010), Zimtsäurederivate (Lunkenbein et al., 2006) und diverse weitere Sekundärmetabolite (Gachon et al., 2005). Als Zuckerdonor sind neben UDP-Glukose (Abbildung 6) auch UDP-Galactose und UDP-Glukuronsäure (Ono et al., 2010), UDP-Xylose (Martin et al., 1999) und UDP-Rhamnose (Kamsteeg et al., 1979) bekannt.

Bisher sind größtenteils UGTs funktionell charakterisiert worden, die die Bindung eines Monosaccharids an Sekundärmetabolite katalysieren, obwohl viele Stoffe, darunter auch die Terpenoide, größtenteils als Diglykoside vorliegen (Mateo und Jiménez, 2000; Sarry und Günata, 2004; Palomo et al., 2006). Es gibt allerdings auch einige UGTs, wie beispielsweise UGT94E5 aus Gardenie (*Gardenia jasminoides*) und UGT76G1 aus *Stevia rebaudiana*, die die Bindung eines Zuckerrestes an OH-Gruppen des Zuckerrestes von Sekundärmetabolit-Glykosiden katalysieren (Bowles et al., 2005; Richman et al., 2005; Nagatoshi et al., 2012).

Weiterhin konnten schon mehrfach UGTs funktionell charakterisiert werden, die *in vitro* mehrere Akzeptormoleküle glykosylieren und seltener auch mehrere Zuckerdonoren akzeptieren (Jones et al., 1999; Hansen et al., 2003; Caputi et al., 2008; Ono et al., 2010). UGTs transferieren vermutlich auch *in planta* Zucker auf mehrere Substrate, da die Anzahl an glykosylierten Sekundärmetaboliten sehr viel höher ist, als die Anzahl an UGTs. Tatsächlich sind viele UGTs regiospezifisch. Das bedeutet, sie akzeptieren mehrere Akzeptormoleküle die sich strukturell, zumindest im Bereich der die Bindung an den Zucker eingeht, ähneln (Jones et al., 1999; Hansen et al., 2003; Caputi et al., 2008). Allerdings gibt es auch UGTs, die nur ein einziges Substrat glykosylieren (Fukuchi-Mizutani et al., 2003).

Innerhalb der UGTs gibt es große Sequenzunterschiede. Die Sekundär- und Tertiärstruktur ist allerdings stark konserviert. So weisen alle UGTs eine 3D-Struktur des Typs GT-B-Faltung auf, bestehend aus zwei Rossmann-Domänen, die über eine Verbindungs-

Region (*linker region*) verbunden sind. Das aktive Zentrum befindet sich in einer Tasche zwischen den beiden Domänen (Abbildung 8).

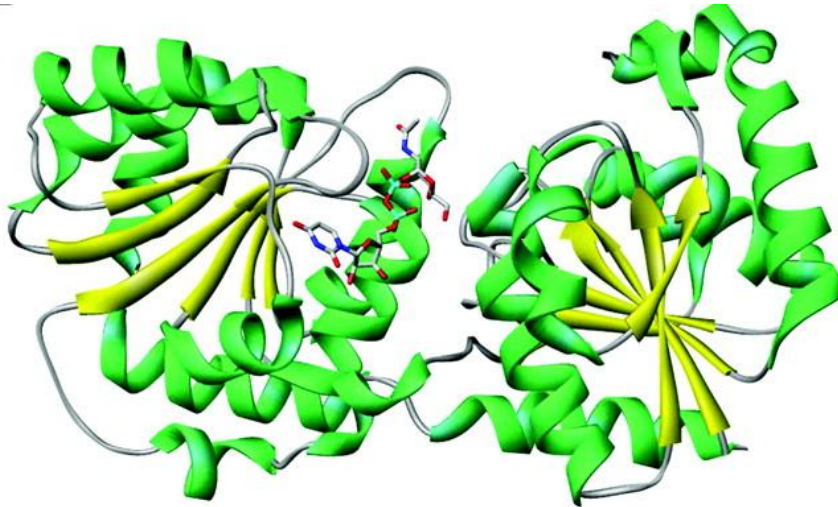


Abbildung 8: Bänder-Diagramm einer GT mit GT-B-Faltung (MurG (Hu et al., 2003)). Die beiden Rossmann-Domänen setzen sich aus β -Faltblättern (gelb) und α -Helices (grün) zusammen. Der Zuckerdonor ist als Stäbchenmodell dargestellt. Die Abbildung stammt von Breton et al. (2006).

Die eine Domäne wird aus dem C-terminalen Ende des Proteins gebildet. Sie enthält den einzigen sehr stark konservierten Sequenzbereich der UGTs, das PSPG-Motiv (Hughes und Hughes, 1994). Die Aminosäuren des PSPG-Motivs interagieren mit dem Zuckerdonor. Der N-terminale Teil des Proteins bildet die zweite Rossmann-Domäne. Wenig konservierte Sequenzbereiche, die Loops bilden, binden den Zuckerakzeptor (Osmani et al., 2009). Eine Bindestelle für divalente Kationen, wie es sie bei GTs mit GT-A-Faltung gibt, ist nicht bekannt (Breton et al., 2006). UGTs gehören zur Gruppe der invertierenden GTs, was bedeutet, dass die Konfiguration des anomeren C-Atoms des Zuckers sich bei der katalysierten Reaktion ändert (Abbildung 9) (Coutinho et al., 2003).

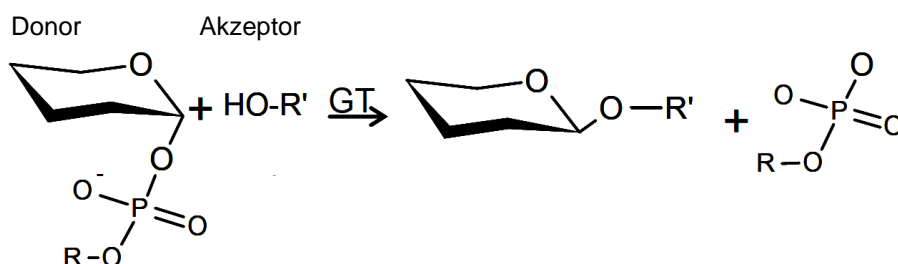


Abbildung 9: Reaktion, die von invertierenden GTs katalysiert wird. R' ist der Zuckerakzeptor, R der Zuckerdonor. Die Abbildung ist verändert nach Osmani et al. (2009).

Es wurde vorgeschlagen bei der Nomenklatur pflanzlicher UGTs der Nomenklatur für menschliche UGTs zu folgen. Auf die Bezeichnung der Superfamilie als „UGT“ folgt eine Zahl zwischen 71 bis 100 für die Familie, ein Buchstabe für die Subfamilie und eine weitere Zahl für die individuelle UGT. In einer Familie sind UGTs zusammengefasst, die in mindestens 40 % ihrer Aminosäuren identisch sind. Innerhalb einer Subfamilie gleichen sich 60 % der Aminosäuren (Mackenzie et al., 1997; Ross et al., 2001).

Pflanzliche UGTs bilden eine große und vielfältige Genfamilie. Ihre Mitglieder gleichen sich teilweise nur in unter 30 % ihrer Aminosäure-Sequenz. In den bisher sequenzierten Genomen von Pflanzen kodieren bis zu 241 Gene für UGTs (Kulturapfel, *Malus domestica*) (Caputi et al., 2012). Diese Gene verteilen sich auf 14 phylogenetische Gruppen in *Arabidopsis thaliana* und bis zu 16 Gruppen (Gruppe A bis Gruppe P) in anderen Gefäßpflanzen, darunter auch in *V. vinifera* (Ross et al., 2001; Caputi et al., 2012).

1.3.2.1 Biologische Funktion von UGTs

Die von UGTs katalysierte Bindung von Zuckern an Sekundärmetabolite ändert deren chemische Eigenschaften. Die Stabilität wird erhöht, da die nukleophilen OH-Gruppen geschützt werden und die Wasserlöslichkeit dieser Stoffe nimmt zu (Gachon et al., 2005). Wasserlöslichkeit und Stabilität erlauben die Speicherung von Sekundärmetaboliten in der Vakuole von Pflanzenzellen. So liegen Flavonole, denen eine wichtige Rolle beim Schutz von Pflanzen vor UV-Licht zukommt (Price et al., 1995), beispielsweise in Form von 3-*O*-Glykosiden in der Vakuole vor (Castillo-Muñoz et al., 2008). Auch Gifte, die Herbivoren abwehren sollen, werden erst durch Glykosylierung in größeren Mengen speicherbar. So wird etwa der letzte Schritt in der Biosynthese eines cyanogenen Glukosids durch eine UGT katalysiert. Das nicht-toxische Glukosid kann in der Vakuole gespeichert werden, bis es durch Fraß an der Pflanze zum Aufbruch der Vakuole kommt. Nun gelangen die Glukoside ins Cytosol, werden durch dort vorhandene Glykosidasen gespalten und beim weiteren Zerfall des Aglykons wird giftige Blausäure freigesetzt (Jones et al., 1999; Hansen et al., 2003). Neben pflanzeigenen Giften können auch Pflanzenschutzmittel und andere für die Pflanze schädliche Stoffe, wie sie beispielsweise von Pilzen freigesetzt werden, durch Glykosylierung entgiftet und anschließend in der Vakuole gelagert werden (Pedras et al., 2001; Gachon et al., 2005). Zusätzlich zur Entgiftung und Stabilisierung von Stoffen, sind auch Fälle bekannt, in

denen die Glykosylierung eines Sekundärmetabolits dessen Aktivitätssteigerung dient. Das Stilbenderivat Resveratrol zeigt beispielsweise in glykosylierter Form eine stärkere Wirkung als Fungizid (Schulze et al., 2005). Im Hormonhaushalt von Pflanzen spielen UGTs ebenfalls eine Rolle. Die Glykosylierung kann zur Inaktivierung von Hormonen führen, den Transport der Hormone im Xylem oder ihre Speicherung ermöglichen (Gachon et al., 2005; Hall und De Luca, 2007).

1.3.2.2 Funktionell charakterisierte UGTs von *V. vinifera*

Gesamtproteinextrakte aus *V. vinifera* zeigen Glykosyltransferaseaktivität gegenüber einer Vielzahl von Substraten, darunter auch von Monoterpenen (Ford und Høj, 1998). Funktionell charakterisiert wurden bisher allerdings nur UGTs denen Phenylpropanoide, Flavonoide, Phenolsäuren und Stilbenderivate als Substrat dienen.

Die erste aus *V. vinifera* funktionell charakterisierte UGT ist eine UDP-Glukose:Anthocyanidin-3-*O*-Glukosyltransferase (UFGT) (Ford et al., 1998). 3-*O*-Glukoside von Anthocyanidinen kommen in allen Rebsorten vor. Allerdings haben nur nicht-europäische Sorten die Fähigkeit zur Bildung von Anthocyanidin-3,5-di-*O*-Glukosiden. Eine Anthocyanidin-5-*O*-Glukosyltransferase (5GT-Cha) konnte aus einer Hybridsorte, einer Kreuzung europäischer und amerikanischer Sorten, kloniert und funktionell charakterisiert werden (Jánváry et al., 2009). Anhand von Sequenzähnlichkeiten zur UFGT wurden weitere Kandidatengene für die funktionelle Charakterisierung ausgewählt. Zwei der entsprechenden Genprodukte glykosylieren *in vitro* Flavonole, die UDP-Glukuronsäure:Flavonol-3-*O*-Glukuronosyltransferase (VvGT5) und die UDP-Glukose/UDP-Galactose:Flavonol-3-*O*-Glukosyltransferase/Galaktosyltransferase (VvGT6) (Ono et al., 2010). Zu den UGTs, die in *V. vinifera* Phenolsäuren glykosylieren gehören VvgGT1, VvgGT2 und VvgGT3. Das „g“ steht für Gallussäure, eines der bevorzugten Substrate neben den Phenylpropansäuren Coumar- und Kaffeesäure. Als Zuckerdonor nutzen diese Enzyme UDP-Glukose. Die UGTs zeigen jedoch keine Aktivität gegenüber Substraten wie den Flavonoiden und Resveratrol (Khater et al., 2012). In *Vitis labrusca* wurde das orthologe Gen zur *VvgGT2* (*VIRSGT*) kloniert und funktionell charakterisiert. Neben der Aktivität gegenüber Phenolsäuren wurde bei diesem Enzym auch eine *in vitro*-Aktivität gegenüber dem Stilbenderivat Resveratrol und Flavonoiden nachgewiesen (Hall und De Luca, 2007).

1.3.2.3 Terpenoid-Glykosyltransferasen

Terpenoide liegen in Pflanzen auch glykosyliert vor. Trotzdem wurde erst in den letzten Jahren mit der Identifizierung und Charakterisierung der Enzyme, die die Glykosylierung von Terpenoiden katalysieren, begonnen. So glykosylieren 27 von 107 potentiell funktionellen UGTs in *A. thaliana* Terpenoide (Tabelle 1) (Caputi et al., 2008). Weiterhin konnte gezeigt werden, dass verschiedene phylogenetische Gruppen der UGT-Superfamilie (Ross et al., 2001) unterschiedliche Substratspezifitäten aufweisen. UGTs der Gruppe G glykosylieren in erster Linie primäre Alkohole, während UGTs der Gruppen D und H auch sekundäre und tertiäre Alkohole umsetzen. In Gruppe L finden sich die einzigen UGTs, die Carboxylgruppen erkennen und Esterbindungen etablieren (Tabelle 1) (Caputi et al., 2008). In *A. thaliana*, die nur wenig Terpenoide enthält, bleibt die Funktion dieser UGTs *in planta* jedoch zunächst ungeklärt (Aharoni et al., 2003).

Des Weiteren glukosyliert UGT85B1 aus *Sorghum bicolor in vitro* bevorzugt das Cyanohydrin Mandelonitril. UGT85B zeigt allerdings ein weites Substratspektrum und setzt auch mehrere primäre Terpenalkohole, wie Geraniol und Citronellol, um (Jones et al., 1999; Hansen et al., 2003). In *G. jasminoides* hingegen konnte eine spezifische UDP-Glukose:Iridoid-Glukosyltransferase identifiziert werden (Nagatoshi et al., 2011). Iridoide sind bicyclische Monoterpene und kommen in der Natur größtenteils als 1-*O*-Glukoside vor. Sie spielen eine wichtige Rolle beim Schutz von Pflanzen vor Fraßfeinden (Harvey et al., 2005). In der Zitruspflanze *Citrus unshiu* wurde eine Limonoid-GT identifiziert. Limonoide sind Tetranortriterpenoide und neben anderen Stoffen für die Bitterkeit von Zitrusfrüchten verantwortlich. Limonoidglykosyde hingegen sind geschmacksneutral (Kita et al., 2000). Für Eukalyptus (*Eucalyptus perriniana*) sind zwei UGTs (EPGT-1 und EPGT-2) als Monoterpen-GTs annotiert (GenBank Akzessionsnummer BAD90934 und BAD90935). Eines dieser Enzyme (EPGT-1) wurde funktionell charakterisiert. Es glukosyliert allerdings bevorzugt Zimtsäure und hat nur eine sehr geringe Aktivität gegenüber Terpenoiden (Nagashima et al., 2004). Schließlich wurden drei UGTs der Orange (*Citrus sinensis*) als Terpenoid-GTs klassifiziert. Diese Einordnung beruht jedoch auf den Sequenzvergleichen mit den falsch annotierten UGTs aus Eukalyptus (Fan et al., 2010).

Tabelle 1: Ergebnisse der funktionellen Charakterisierung von Glykosyltransferasen in *A. thaliana* (Caputi et al., 2008). Die Tabelle enthält die Namen der UGTs, die phylogenetische Gruppe zu der sie gehören und die Substrate, gegen welche sie *in vitro* Aktivität zeigten. Die Aktivität ist angegeben als der prozentuale Anteil der angebotenen Glukose, die an den Akzeptor gebunden wurde. Gelb: 1- 10%; orange: 10-40%; rot: über 40%.

GT	Gruppe	Terpineol	Linalool	Citronellol	Menthol	Geraniol	Perillylalkohol	Farnesol	Artemisininsäure	Retinsäure
76E2	H			rot		rot				
76E11	H	gelb	orange	rot		orange				
76E12	H	gelb		rot		rot				
76D1	H	orange	orange	rot		orange	rot			
84A3	L								orange	orange
84A4	L								orange	orange
84B2	L		gelb						rot	gelb
84B1	L		orange						orange	orange
75B2	L		gelb						orange	orange
75B1	L		gelb						rot	gelb
75D1	L		orange						orange	orange
74E2	L								rot	orange
74F1	L								gelb	orange
74F2	L								gelb	orange
74D1	L								orange	orange
74B1	L								orange	gelb
85A1	G	orange		rot		rot	rot	orange		
85A5	G			gelb		gelb				
85A4	G			orange		rot	orange	orange		
85A2	G	gelb		rot		rot	orange	orange		
85A7	G	gelb		rot		rot	orange	orange		
73C	D	gelb		orange	orange	gelb	rot	orange		
73C	D	rot	orange	rot	rot	rot	rot	orange		
73C	D	orange	orange	rot	orange	orange	rot	orange		
73C	D	rot	orange	orange	gelb	orange	rot	orange		
71C2	E			gelb		gelb		gelb		
88A1	E			gelb		orange		orange		

1.3.2.4 Biotechnologische Nutzung von Terpen-Glykosyltransferasen

Nach europäischem und US-amerikanischem Recht müssen natürliche Aromastoffe entweder aus natürlichen Quellen isoliert sein, oder natürliche Vorläufersubstanzen dürfen ausschließlich durch Mikroorganismen bzw. isolierte Enzyme verändert worden sein (Serra et al., 2005). Konsumenten bevorzugen natürliche Aromastoffe, woraus sich ein hohes Interesse u.a. an der Erforschung der Enzyme des Terpenoidstoffwechsels, einschließlich der Terpen-GTs, ergibt. Das gewonnene Wissen kann in die Biotransformation mit isolierten Enzymen oder ganzen Zellen, Pflanzenzellkulturen und der Schaffung transgener Pflanzen einfließen (Aharoni et al., 2006; Schwab et al., 2008).

Die enzymatische Glykosylierung von Terpenoiden ist, zusätzlich zu dem Vorteil, dass die Produkte als „natürlich“ eingestuft werden können, auch aus ökologischer Sicht der chemischen Glykosylierung vorzuziehen, da für diese Reaktion weder organische Lösungsmittel noch Schwermetalle benötigt werden. Außerdem entstehen weniger unspezifische Nebenprodukte (Caputi et al., 2008; Rivas et al., 2013).

Die Glykosylierung von Terpenoiden erhöht ihre Stabilität und Wasserlöslichkeit und ändert ihre biologische Aktivität. Beispielsweise könnten Limonoid-GTs angewendet werden, um Säfte von Zitrusfrüchten zu „entbittern“. Während Limonoide für den bitteren Geschmack dieser Säfte verantwortlich sind, sind Limonoid-Glukoside geschmacksneutral (Karim und Hashinaga, 2002). Für die Glykosylierung von Terpenoiden können außer Glykosyltransferasen (Caputi et al., 2008) auch Trans-Glykosidasen und Glykosidasen eingesetzt werden (Bachhawat et al., 2004; Desmet und Soetaert, 2011).

1.4 Genexpressionsanalyse

Als Genexpressionsanalyse wird im Allgemeinen die Quantifizierung von RNA bestimmter Gene bezeichnet (Lockhart und Winzeler, 2000; Ding und Cantor, 2004; Maier et al., 2009). Die Bezeichnung Genexpressionsanalyse wird in der vorliegenden Arbeit ebenfalls genutzt, obwohl sie insofern irreführend ist, als dass Genexpression den gesamten Prozess von Transkription über Translation bis hin zum funktionsfähigen Protein beschreibt (Watson et al., 2011).

1.4.1 Genexpressionsanalyse und Enzymfunktion

Genexpressionsanalysen stellen einen wichtigen Teil von Untersuchungen zur biologischen Funktion eines Gens dar. In Arbeiten zur Charakterisierung bestimmter Enzyme werden standardmäßig Genexpressionsanalysen durchgeführt, so auch bei der Charakterisierung von UGTs im Genus *Vitis* (Ono et al., 2010; Hall et al., 2011; Khater et al., 2012). Mittels Genexpressionsanalyse wird überprüft, ob ein Gen überhaupt transkribiert wird. Außerdem kann untersucht werden, in welchen Geweben und Entwicklungsstadien es in welcher Höhe exprimiert wird. Die Untersuchung von mRNAs (*messenger RNAs*) ist im Vergleich zur direkten Analyse der kodierten Proteine erheblich einfacher, schneller und günstiger. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Korrelation von mRNA-Menge und Proteinmenge geringer ist als gemeinhin angenommen wird. Eine positive Korrelation zwischen mRNA- und Proteinkonzentration wurde in den meisten Studien festgestellt, jedoch ist sie häufig nur gering (Maier et al., 2009). Bei der Untersuchung von 319 proteinkodierenden Genen von *A. thaliana* während der Samenentwicklung, konnte lediglich bei 56 % der Gene ein Zusammenhang zwischen mRNA-Menge und Proteinmenge festgestellt werden (Hajdich et al., 2010). Die Ursache hierfür liegt in der posttranskriptionalen Kontrolle, beispielsweise durch den selektiven Abbau von mRNAs durch RNA-Interferenz und die posttranslationale Kontrolle, beispielsweise durch selektiven Abbau von Proteinen (Watson et al., 2011). Die posttranskriptionale und posttranslationale Kontrolle spielt bei Genen, die auf der Ebene der Transkription reguliert sind, allerdings nur eine untergeordnete Rolle, wie in Studien zur Korrelation zwischen mRNA und Proteinmengen in Hefe festgestellt wurde (Greenbaum et al., 2003). Bei der Kontrolle der Aktivität von UGTs ist die Regulation der Transkription wahrscheinlich der wichtigste Schritt, wie durch den erfolgreichen Einsatz von Transkriptom-Analysen zur Identifizierung von Enzymen mit einer bestimmten Funktion im Stoffwechsel von *A. thaliana* gezeigt werden konnte (Yonekura-Sakakibara, 2009).

Die Effizienz, mit der mRNA in Protein übersetzt wird (Translationseffizienz), unterscheidet sich sehr stark zwischen verschiedenen Genen. Es ist nicht ungewöhnlich, dass einige mRNAs 100fach effizienter in Proteine übersetzt werden als andere (Maier et al., 2009). Außerdem gibt es zwischen verschiedenen Genen häufig große Unterschiede in den Halbwertszeiten von mRNA und Protein. Es ist also nicht zulässig aus dem Verhält-

nis verschiedener mRNAs auf das Verhältnis der entsprechenden Proteine in der Zelle zu schließen (Ingolia et al., 2009; Maier et al., 2009; Hoppe, 2012).

Bei der Untersuchung von Enzymen wird die Genexpression häufig mit der Konzentration von Metaboliten verglichen. Folgt die Entwicklung der mRNA-Konzentration einem ähnlichen Muster, wie die des Produktes der katalysierten Reaktion, so wird dies als Hinweis auf die Enzymfunktion interpretiert (Kita et al., 2000; Khater et al., 2012). Der Zusammenhang zwischen mRNA-Konzentration und Produktkonzentration ist allerdings noch sehr viel komplexer, als der Zusammenhang zwischen mRNA- und Proteinkonzentration. Zu den beeinflussenden Faktoren gehören posttranslationale Modifikationen, subzelluläre Lokalisation und Substrat- und Produktkonzentrationen (Berg et al., 2012; Hoppe, 2012).

1.4.2 Methoden zur Genexpressionsanalyse

Es sind eine Vielzahl verschiedener Methoden zur Quantifizierung der RNA-Transkripte bestimmter Gene bekannt (Ding und Cantor, 2004; Wang et al., 2009). Eine der ältesten dieser Methoden ist Northern-Blot (Alwine et al., 1977), wobei RNA gelelektrophoretisch aufgetrennt und anschließend auf eine Membran übertragen wird. Die RNA-Bande, welche die Ziel-RNA enthält wird mit Hilfe von Hybridisierungssonden markiert und kann anschließend detektiert werden. Die Quantifizierung wird dann anhand der Intensität des detektierten Signals vorgenommen. Die Methode ist zeitaufwändig und benötigt große Mengen Proben-RNA. Ein Vorteil ist allerdings, dass nebenbei auch die Länge der analysierten RNA ermittelt wird (Pall und Hamilton, 2008). Northern-Blot wurde später durch neuere, genauere Methoden, etwa Reverse Transkription mit anschließender quantitativer Real Time PCR (qPCR) verdrängt.

1.4.2.1 Quantitative Real Time PCR (qPCR)

qPCR gilt aufgrund ihrer hohen Genauigkeit über einen großen Konzentrationsbereich auch als „Goldstandard“ bei der Genexpressionsanalyse (Ding und Cantor, 2004; Nolan et al., 2006; Derveaux et al., 2010).

Als Template (Matritze) für die qPCR dient in cDNA umgeschriebene RNA. Dem qPCR Reaktionsansatz werden entweder unspezifische interkalierende Farbstoffe wie SYBR Green (Morrison et al., 1998; Ponchel et al., 2003) oder Hybridisierungssonden

wie TaqMan (Heid et al., 1996) oder Molecular Beacons (Tyagi und Kramer, 1996) zugesetzt. Beide Methoden sorgen für eine Zunahme der Fluoreszenz mit steigender Menge von doppelsträngiger DNA. Die Fluoreszenz wird während der PCR nach jedem Zyklus, also in Echtzeit, bestimmt. Daher kommt auch die Bezeichnung *real time* PCR (Echtzeit-PCR). Der PCR-Zyklus, in welchem die Hintergrund-Fluoreszenz deutlich überschritten wird, wird als Ct (*threshold cycle*) bezeichnet. Er ist unter optimalen Bedingungen umgekehrt proportional zum Logarithmus der Kopienzahl der untersuchten cDNA und damit zur Kopienzahl der untersuchten RNA (Heid et al., 1996). Wenn unspezifisch Farbstoffe verwendet wurden, kann die Spezifität der qPCR mittels Schmelzkurvenanalyse überprüft werden (Ririe et al., 1997).

Mit Hilfe der Methoden Northern Blot, qPCR sowie dem RNase Schutzversuch (*RNase protection*) (Pape et al., 1991) oder Kompetitiver PCR (*Real competitive PCR*) (Becker-Andre und Hahlbrock, 1989) kann die Genexpression eines beziehungsweise einiger weniger Gene untersucht werden. Im Folgenden wird auf Methoden eingegangen, die die gleichzeitige Quantifizierung vieler Gene in einem Reaktionsansatz ermöglichen.

1.4.2.2 Das „Genome Lab GeXP Genetic Analysis System“ (GeXP)

Das „Genome Lab GeXP Genetic Analysis System“ (GeXP) ist eine von der Firma Beckman Coulter entwickelte Methode zur gleichzeitigen Genexpressionsanalyse von bis zu 30 Genen in einer Probe. Hierzu wird eine Reverse Transkription (RT) mit genspezifischen Reverse-Primern durchgeführt, welche eine zusätzliche Sequenz am 5'-Ende (GeXP-Universal-Tag) tragen. Im Anschluß wird mit der cDNA als Template eine konventionelle Endpunkt-PCR durchgeführt. Bei der PCR werden genspezifische Forward-Primer eingesetzt, die ebenfalls ein GeXP-Universal-Tag tragen. Die Amplifikate tragen dementsprechend am 3'- und 5'-Ende GeXP-Universal-Tags. Nach den ersten drei Zyklen geht die Amplifikation von fluoreszenzmarkierten Primern aus, welche an die GeXP-Universal-Tags binden. Die Amplifikate sind folglich fluoreszenzmarkiert. Durch Kapillargelelektrophorese werden die Amplifikate nach ihrer Größe aufgetrennt. Die Intensität der Signale jedes Amplifikats hängt von der Menge der entsprechenden RNA in der Probe ab. Für eine genaue Quantifizierung werden Standardkurven für jedes Gen ermittelt. Damit niedrig und stark exprimierte Gene gleichzeitig in einer Probe quantifiziert werden können, wird die Konzentration der einzelnen Reverse-Primer angepasst, so dass die Signalintensität für alle RNA-Transkripte in einem ähnlichen Größenbereich

liegt. Zur Überprüfung der Qualität von GeXP-Daten gibt es bisher nur wenige Arbeiten. Diese zeigen jedoch eine hohe Reproduzierbarkeit und Genauigkeit von GeXP, die mit der von qPCR vergleichbar ist (Rai et al., 2009; Drew et al., 2011). GeXP hat im Vergleich zu einer Singleplex-qPCR den Vorteil, dass Referenzgene und Zielgene gleichzeitig in einem einzigen Ansatz untersucht werden. Je nach Lage der Primer ist es außerdem möglich, Spleißvarianten von Genen zu identifizieren. Die Nachteile von GeXP liegen im hohen Aufwand bei der Etablierung der Methode für die ausgewählten Gene und darin, dass kein Vergleich der Expression verschiedener Gene möglich ist. Die Expression eines Gens in verschiedenen Proben kann jedoch verglichen werden, wenn geeignete Referenzgene für die Normalisierung der Daten gewählt wurden.

1.4.2.3 Referenzgene

Referenzgene, die auch als Haushaltsgene (*housekeeping genes*) bezeichnet werden, sind Gene die in allen zu untersuchenden Proben konstitutiv transkribiert werden. Die Daten zur Expression der Referenzgene werden zur Normalisierung genutzt. Auf diese Weise können Unterschiede in RNA-Qualität und -Quantität zwischen Proben ausgeglichen werden. Die Wahl geeigneter Referenzgene ist von entscheidender Bedeutung für die Aussagekraft von Genexpressionsanalysen. Allerdings ist es nahezu unmöglich Gene zu finden, deren Expression während der Entwicklung und in verschiedenen Geweben vollkommen stabil ist (Thellin et al., 1999; Reid et al., 2006). Durch die Normalisierung auf eine größere Anzahl von Referenzgenen kann die Instabilität einzelner Referenzgene zwischen Proben teilweise ausgeglichen werden (Vandesompele et al., 2002). Trotzdem wird bei qPCR-Studien häufig nur auf ein Referenzgen normalisiert, so auch bei Studien zur Expression pflanzlicher UGTs (Ono et al., 2010; Hall et al., 2011; Khater et al., 2012).

1.4.2.4 Weitere Methoden

Es gibt verschiedene neuere Methoden zur Genexpressionsanalyse, die die gleichzeitige Quantifizierung hunderter mRNAs in einer Probe ermöglichen, wie beispielsweise cDNA-Microarrays (Brown und Botstein, 1999). Im Prinzip ist ein cDNA-Microarray ein reverser Northern-Blot, bei dem die Hybridisierungs sonden auf einem Träger fixiert sind und sich die markierte Probe in Lösung befindet. Ein Feld des Microarrays ist jeweils mit mehreren DNA-Fragmenten der gleichen Sequenz beschichtet (*feature*). Der

erste DNA-Microarray trug nur 48 verschiedene *features* und diente der Untersuchung der Genexpression in *A. thaliana* (Schena et al., 1995). Neuere DNA-Microarrays können weit über 10.000 verschiedene *features* tragen. Im Idealfall ist die Intensität des Signals eines *features* proportional zur Höhe der Transkription des entsprechenden Gens in der Probe. Ein Nachteil der Methode liegt in ihren hohen Kosten. Außerdem kann es zu Kreuzhybridisierungen kommen, welche die Spezifität eines Microarrays schwer abschätzbar machen (Ding und Cantor, 2004; Draghici et al., 2006).

Eine weitere Methode zur Untersuchung differentiell exprimierter Gene ist DD (*Differential Display*) (Liang und Pardee, 1992). Im Gegensatz zu Microarrays erlaubt sie auch die Identifizierung neuer, bis dato unbekannter Gene (Liang, 2002). Mittels DD konnte beispielsweise eine Anthocyan-5-*O*-Glukosyltransferase aus *Perilla frutescens* identifiziert werden, die für die Lilafärbung von Blättern verantwortlich ist (Yamazaki et al., 1999).

Andere Methoden basieren auf der Sequenzierung von cDNA. Solche Methoden zeigen eine Momentaufnahme der RNAs, die in einer Probe vorhanden sind. Die Häufigkeit, mit der Sequenzbereiche bestimmter cDNAs sequenziert werden, gibt Aufschluss darüber, wie stark das entsprechende Gen transkribiert wird. Mit diesen Methoden können neben den Transkriptleveln bestimmter Gene auch neue Gene, Mutationen und Spleißvarianten identifiziert werden. Ältere Methoden dieser Art sind SAGE (*Serial Analysis of Gene Expression*) (Velculescu et al., 1995) oder die Ermittlung von ESTs (*expressed sequence tags*) (Adams et al., 1991). Wahrscheinlich wird RNA-Seq (RNA Sequenzierung oder *Whole Transcriptome Shotgun Sequencing*) (Mortazavi et al., 2008) diese Methoden, wie auch DNA-Microarrays und DD, ersetzen (Maier et al., 2009; Wang et al., 2009). RNA-Seq nutzt NGS (*Next Generation Sequencing*) zur schnellen Sequenzierung von bis zu mehreren hundert Basenpaaren (bp) langen Sequenzabschnitten (*reads*). Es übertrifft dabei andere Methoden, da es hohe Spezifität mit großer Genauigkeit über einen großen Konzentrationsbereich verbindet und in kurzer Zeit die Quantifizierung des gesamten Transkriptoms ermöglicht (Wang et al., 2009).

1.5 Problemstellung

Untersuchungen der UGT-Genfamilie in *A. thaliana* zeigten bereits, dass Enzyme, die von Mitgliedern dieser Genfamilie kodiert werden in der Lage sind verschiedene Terpenalkohole zu glukosylieren. Es sollte daher die gesamte UGT-Genfamilie in *V. vinifera* *in silico* untersucht und aus den 156 identifizierten UGT-Genen Kandidatengene anhand ihrer Sequenzähnlichkeit mit den Terpenoid-UGT-Genen aus *A. thaliana* ausgewählt werden. Von den ausgewählten 15 Genen sollte die Expression in verschiedenen Geweben und Entwicklungsstadien und unter Einfluss von Licht bestimmt werden. Die zu untersuchenden Proben stammen von Beerenhäuten von Weinbeeren während der gesamten Beerenentwicklung und Reifung von fünf verschiedenen Rebsorten und Klonen. Im Gelben Muskateller FR 90 sollte die Expression in Beerenhäuten zusätzlich während einer weiteren Reifeperiode ermittelt werden. Durch den Vergleich der Expressionsprofile mit Reifeparametern sollte untersucht werden, ob die Expression der UGTs mit der Beerenreife korreliert. Zudem sollten Beerenhäute von Trauben untersucht werden, die vom Licht abgeschirmt gereift waren, um den Einfluss von Licht auf die Genexpression zu untersuchen. Des Weiteren sollte die Genexpression in Blättern und Infloreszenzen zu drei verschiedenen Entwicklungszeitpunkten, sowie in Wurzeln ermittelt werden. Für diese Analysen sollte die GeXP-Methode zur gleichzeitigen Messung aller Kandidatengene sowie von fünf Referenzgenen etabliert und mittels qPCR validiert werden.

Die Genexpressionsprofile sollten mit Terpengehalten, die in den gleichen Proben durch einen Kooperationspartner ermittelt wurden, verglichen werden. Anhand des Vergleichs wurden fünf UGTs für eine genauere Untersuchung ausgewählt. Diese sollten in mehreren Sorten und Klonen sequenziert werden. Die sequenzierten Allele wurden durch einen dritten Partner in *E. coli* exprimiert und funktionell charakterisiert.

Die Kombination von Genexpressionsprofilen mit biochemischer Charakterisierung und Metabolitkonzentrationen sollte es ermöglichen, Rückschlüsse auf die physiologische Relevanz der untersuchten UGTs zu ziehen.

Ziel des Projektes, von welchem die vorliegende Arbeit einen Teil darstellt, ist die Identifizierung und Charakterisierung der ersten Terpen-GTs aus *V. vinifera*.

2. Ergebnisse

2.1 *In silico*-Untersuchungen

2.1.1 *In silico*-Untersuchungen der UGT-Familie in *V. vinifera*

Die UGT-Familie von *V. vinifera* wurde mit Hilfe der öffentlichen Genom-Datenbank des CRIBI Biotechnology Centers untersucht (<http://genomes.cribi.unipd.it/grape/>). Dabei wurde aus jeder der 14 phylogenetischen Gruppen der UGTs aus *A. thaliana* (Ross et al., 2001) je eine Aminosäuresequenz mittels BLASTp (*basic local alignment search tool* für Proteine) (Altschul et al., 1990) mit allen vorhergesagten Proteinen des Genoms des Genotyps PN40024 verglichen (1.1.1). Daraufhin wurden die Proteine mit der höchsten Ähnlichkeit zu den UGTs aus *A. thaliana* auf die Zugehörigkeit zu einer, als *gene family* bezeichneten, Gruppe untersucht. Alle auf diese Weise identifizierten *V. vinifera* UGTs fallen in die *gene family* Cluster 11-5. Zum Cluster 11-5 gehören 210 vorhergesagte Gene. Die *gene families* in der Genom-Datenbank werden ausschließlich nach Sequenzähnlichkeit erstellt. Funktionelle Domänen oder bestimmte konservierte Bereiche werden nicht besonders berücksichtigt (persönliche Kommunikation Nicola Vitulo, CRIBI Biotechnology Center, 2013). Um zu überprüfen, ob es sich bei allen 210 vorhergesagten Genen um UGT-Gene handelt, wurde ein Alignment der 210 AS-Sequenzen durchgeführt und diese auf das Vorhandensein des PSPG-Motivs untersucht. Nur 189 der 210 Sequenzen enthalten das PSPG-Motiv. Die restlichen 21 vorhergesagten Gene beginnen erst hinter dem PSPG-Motiv oder haben eine Deletion in diesem Bereich (elektronischer Anhang 1 (EA 1)). *A. thaliana* UGTs sind zwischen 435 AS und 507 AS lang (Ross et al., 2001). Für UGTs in *V. vinifera* wurde ein ähnlicher Größenbereich erwartet. Gene, die für Proteine kodieren, die unter 350 AS oder über 600 AS groß sind oder kein PSPG-Motiv enthalten, wurden nicht zur UGT-Familie gezählt. Nach dieser Einschränkung bleiben 156 Gene, die möglicherweise für funktionelle UGTs in *V. vinifera* kodieren.

2.1.2 *In silico*-Untersuchungen der Gruppe G

Die Gruppe G der UGTs wurde aufgrund ihrer überschaubaren Größe von sechs Sequenzen in *A. thaliana* ausgewählt, um beispielhaft die evolutionären Beziehungen zwischen diesen Enzymen von *A. thaliana* und *V. vinifera* näher zu untersuchen. Dazu wur-

de ein Alignment dieser sechs Aminosäuresequenzen (Ross et al., 2001) mit den am nächsten verwandten Sequenzen aus *V. vinifera* durchgeführt (EA 2). Der aus diesem Alignment abgeleitete phylogenetische Baum ist in Abbildung 10 zu sehen.

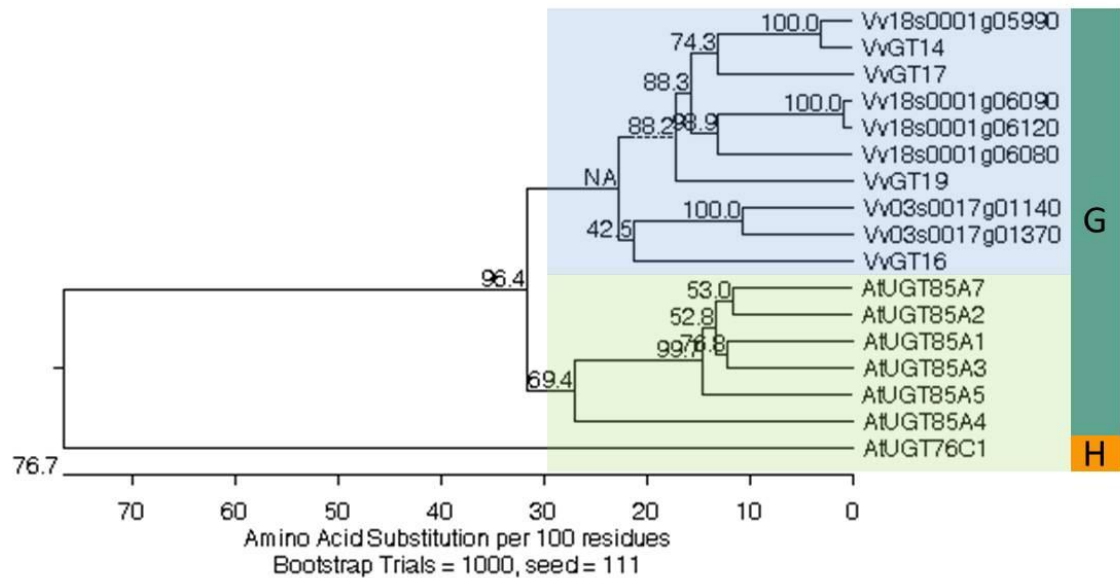


Abbildung 10: Phylogenetische Analyse von UGTs der Gruppe G aus *A. thaliana* (grün hinterlegt) und *V. vinifera* (blau hinterlegt). Als Außengruppe wurde eine Sequenz aus Gruppe H von *A. thaliana* verwendet. Das zugrunde liegende AS-Alignment wurde mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) erstellt. Das Alignment, der phylogenetische Baum und das Bootstrapping wurden mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.

Bei der Betrachtung des phylogenetischen Baumes fällt auf, dass die Sequenzen der Gruppe G aus *V. vinifera* untereinander eine größere Ähnlichkeit aufweisen, als mit den Sequenzen von *A. thaliana*. Innerhalb des *V. vinifera* Clusters fällt des Weiteren auf, dass sich die Sequenzen in zwei Untergruppen aufteilen lassen. Die Lage der zehn Gene, die diese UGTs der Gruppe G kodieren, im Genom von *V. vinifera*, wurde mit dem Genome Browser des CRIBI Biotechnology Centers (<http://genomes.cribi.unipd.it/grape/>) ermittelt. In der einen Untergruppe befinden sich ausschließlich Gene, die auf Chromosom 3 liegen, in der anderen nur solche, die auf Chromosom 18 liegen.

2.1.3 *In silico*-Auswahl von Kandidatengen

Für eine nähere Untersuchung wurden 15 Kandidatengene ausgewählt. Die Auswahl erfolgte anhand ihrer Sequenzähnlichkeit zu funktionell charakterisierten Terpen-GTs

aus *A. thaliana* (Caputi et al., 2008). Diese wurden einzeln mit BLASTp (Altschul et al., 1990) auf den Seiten des „National Center for Biotechnology Information“ (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) mit allen Proteineinträgen in *V. vinifera* (Referenzgenom des PN40024, (Jaillon et al., 2007)) verglichen. Die Proteine mit der größten Ähnlichkeit zu den Terpen-GTs wurden für eine nähere Charakterisierung ausgewählt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Die 15 ausgewählten Kandidatengene. Angegeben ist ihre Benennung in Übereinstimmung mit der Nomenklatur für UGTs aus *V. vinifera* nach Ono et al. (2010) und der universellen UGT-Nomenklatur (Mackenzie et al., 1997) (<http://www.flinders.edu.au/medicine/sites/clinical-pharmacology/ugt-homepage.cfm>). Außerdem ist die UGT-Gruppe nach Ross et al. (2001) angegeben und die Datenbank-einträge der vorausgesagten Gene des Referenzgenoms PN40024, unter welchen die UGTs auf den Seiten <http://genomes.cribi.unipd.it/grape/> beziehungsweise <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> recherchierbar sind.

Gen-Name (Ono)	Gen-Name (Mackenzie)	UGT-Gruppe	Akzessionsnummer (ncbi)	locus id (cribi)
<i>VvGT7</i>	UGT88A12	E	XM_002276510	Vv16s0050g01580
<i>VvGT8</i>	UGT75L9	L	XM_002262847	Vv05s0062g00630
<i>VvGT9</i>	UGT84A15	L	XM_002285343	Vv03s0180g00200
<i>VvGT10</i>	UGT84A16	L	XM_002285376	Vv03s0180g00320
<i>VvGT11</i>	UGT84A14	L	XM_002274220	Vv03s0091g00040
<i>VvGT12</i>	UGT73E8	D	XM_002265290	Vv08s0007g04580
<i>VvGT13</i>	UGT73E9	D	XM_002265180	Vv08s0007g04590
<i>VvGT14</i>	UGT85A28	G	XM_002285734	Vv18s0001g06060
<i>VvGT15</i>	UGT76Q1	H	XM_002281477	Vv06s0004g05780
<i>VvGT16</i>	UGT85A31	G	XM_002263122	Vv03s0017g01130
<i>VvGT17</i>	UGT85A29	G	XM_002285743	Vv18s0001g05950
<i>VvGT18</i>	UGT84J1	L	XM_002285372	Vv03s0180g00280
<i>VvGT19</i>	UGT85A30	G	XM_002285744	Vv18s0001g05910
<i>VvGT20</i>	UGT75L10	L	XM_002266592	Vv05s0062g00430
<i>VvGT21</i>	UGT75Q1	L	XM_002263496	Vv05s0062g00740

Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass von jeder UGT-Gruppe, die in *A. thaliana* aktiv gegenüber Terpenoiden ist (H, L, G, D und E), mindestens ein Kandidatengene aus *V. vinifera* eingeschlossen wurde.

Um die Verwandtschaft der funktionell charakterisierten Terpen-GTs und der 15 Kandidatengene darzustellen und zu überprüfen, ob die Gruppen H, L, G, D und E tatsächlich abgedeckt wurden, wurde ein Alignment der Aminosäuresequenzen durchgeführt (EA 3) und ein phylogenetischer Baum hiervon abgeleitet (Abbildung 11).

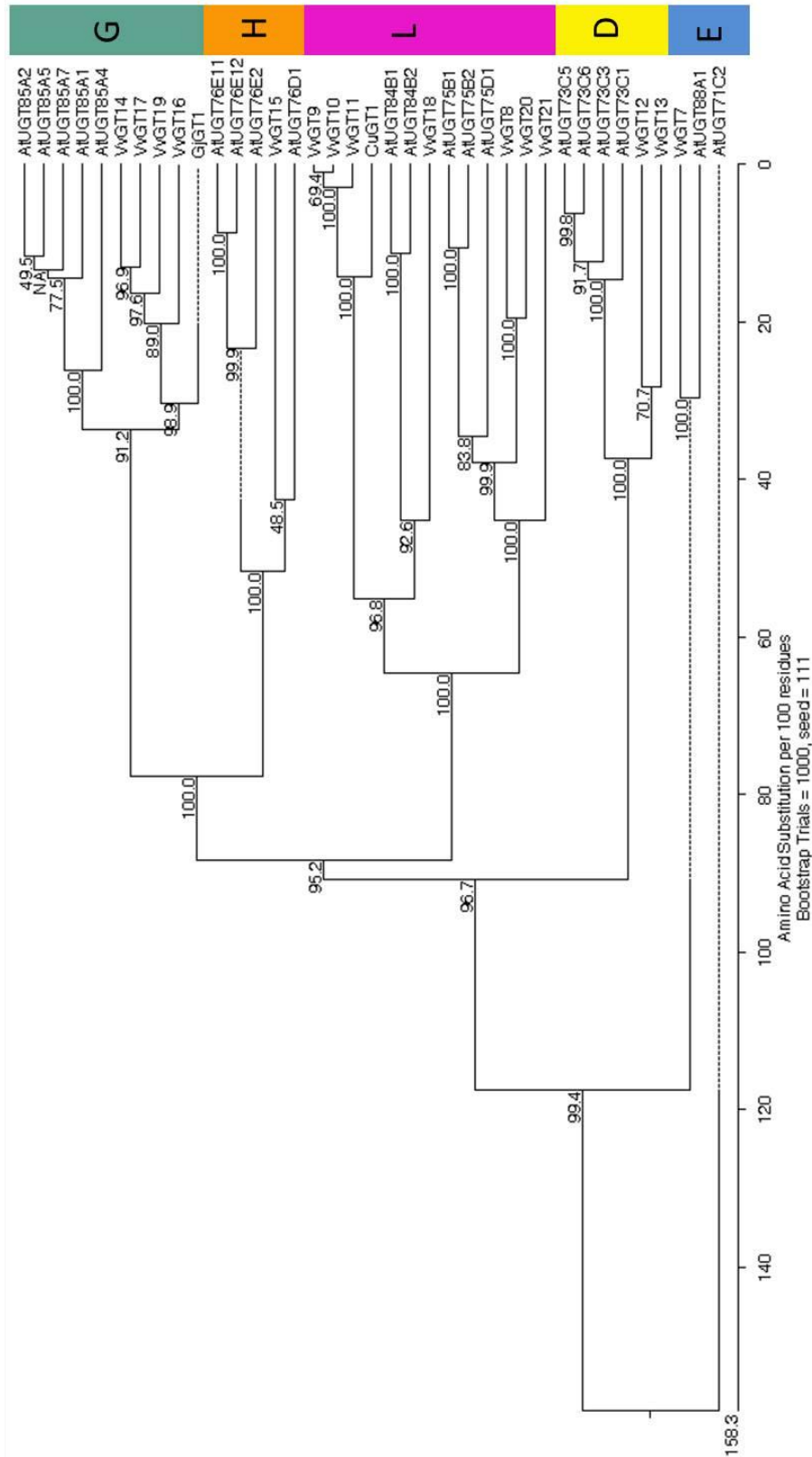


Abbildung 11: Phylogenetische Analyse von UGTs aus *A. thaliana* (At), *V. vinifera* (Vv), *C. unshiu* (Cu) und *G. jasminoides* (Gj). Das zugrundeliegende AS-Alignment wurde mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) erstellt. Das Alignment, der phylogenetische Baum und das Bootstrapping wurden mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.

Ergebnisse

Jede der 15 Kandidaten-UGTs wurde auf das Vorhandensein des PSPG-Motivs, einer konservierten AS-Sequenz, die für die Funktion der UGTs entscheidend ist (Hughes und Hughes, 1994), hin untersucht. Bei keinem der 15 Kandidatengene wurde eine Deletion oder Insertion in diesem Bereich detektiert (Abbildung 12).

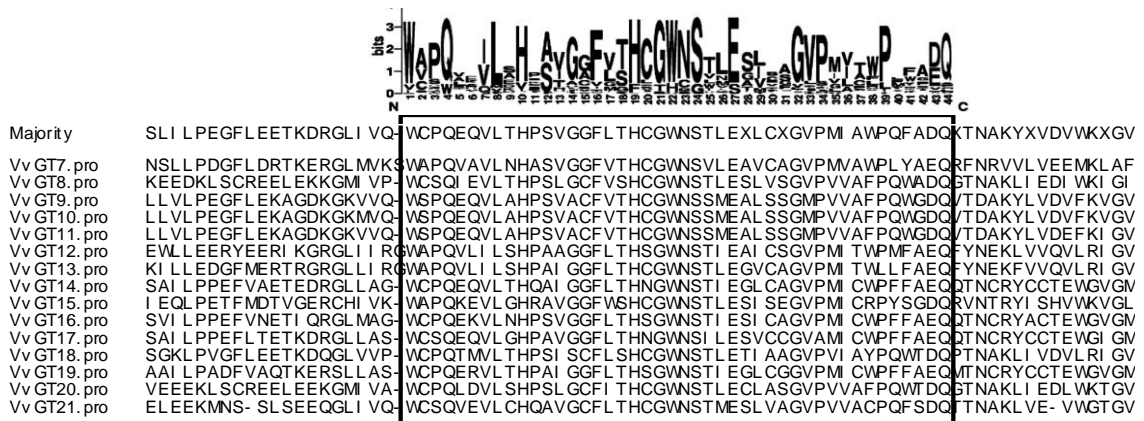


Abbildung 12: Ausschnitt aus einem AS-Alignment der Kandidaten-UGTs aus *V. vinifera*. Oberhalb des Alignments ist das PSPG-Motiv aus Osmani et al. (2009) abgebildet.

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A2 [Vitis vinifera] VvGT14	729	729	99%	0.0	71%	XP_002285770.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A3 [Vitis vinifera]	724	724	99%	0.0	72%	XP_002285767.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A1 isoform 1 [Vitis vinifera]	719	719	99%	0.0	72%	XP_002285771.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A2 isoform 1 [Vitis vinifera] VvGT19	706	706	98%	0.0	71%	XP_002285780.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A1 [Vitis vinifera] VvGT17	699	699	99%	0.0	68%	XP_002285779.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A2 isoform 1 [Vitis vinifera]	694	694	100%	0.0	70%	XP_002283056.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A2 [Vitis vinifera]	692	692	98%	0.0	67%	XP_003634476.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A2 [Vitis vinifera]	690	690	100%	0.0	68%	XP_002271368.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A1 [Vitis vinifera]	687	687	99%	0.0	70%	XP_002285778.1
hypothetical protein VITISV_012510 [Vitis vinifera]	689	689	98%	0.0	70%	CAN85645.1
PREDICTED: LOW QUALITY PROTEIN: UDP-glycosyltransferase 85A3-like [Vitis vinifera]	685	685	98%	0.0	69%	XP_003634416.1
PREDICTED: UDP-glycosyltransferase 85A2 isoform 1 [Vitis vinifera] VvGT16	681	681	98%	0.0	68%	XP_002283158.1

Abbildung 13: BLASTp-Ergebnisse der Iridoid-GT (GenBank Akzessionsnummer BAK55737) gegen *V. vinifera*. Von den genauer untersuchten UGTs sind die Namen angegeben.

Neben den Terpen-GTs aus *A. thaliana* sind noch zwei weitere Terpen-GTs funktionell charakterisiert worden; eine Iridoid-GT aus *G. jasminoides* (Nagatoshi et al., 2011) und eine Limonoid-GT aus *C. unshiu* (Kita et al., 2000). Die Proteinsequenz aus *V. vinifera* mit der größten Ähnlichkeit zur Iridoid-GT aus *G. jasminoides* ist VvGT14. Unter den ersten zwölf BLASTp-Ergebnissen befinden sich neben VvGT14 noch drei weitere

UGTs aus Gruppe G, VvGT19, VvGT17 und VvGT16, die in dieser Arbeit ebenfalls näher untersucht wurden (Abbildung 13).

Die Limonoid-GT aus *C. unshiu* hat hingegen größere Ähnlichkeit mit UGTs der Gruppe L. Das Protein in *V. vinifera*, welches der Limonoid-GT am ähnlichsten ist, ist VvGT9 (Abbildung 14).

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
PREDICTED: cinnamate beta-D-glucosyltransferase isoform 1 [Vitis vinifera] >ref|XP_003833	796	796	93%	0.0	77%	XP_002285379.1
glucosyltransferase [Vitis vinifera]	795	795	93%	0.0	77%	AEW31188.1
cinnamate beta-D-glucosyltransferase-like [Vitis vinifera] >emb|CAN71972.1| hypothetical protein VITISV_028318	786	786	93%	0.0	76%	NP_001267849.1
PREDICTED: cinnamate beta-D-glucosyltransferase-like [Vitis vinifera] VvGT11	783	783	93%	0.0	75%	XP_002274256.1

Abbildung 14: BLASTp-Ergebnisse der Limonoid-GT (GenBank Akzessionsnummer BAA93039) gegen *V. vinifera*. Von den genauer untersuchten UGTs sind die Namen angegeben.

Drei der ausgewählten Kandidatengene (*VvGT9* bis *VvGT11*) wurden bereits in anderen Rebsorten bzw. Arten untersucht. Von Khater et al. (2012) wurde gezeigt, dass die entsprechenden Genprodukte der Rebsorte Syrah *in vitro* Phenolsäuren glukosylieren. In *V. labrusca* wurde das orthologe Gen zur *VvGT9* untersucht. Das kodierte Enzym zeigt neben der Aktivität gegenüber Phenolsäuren auch Aktivität gegenüber Resveratrol und Flavonoiden (Hall und De Luca, 2007). Terpene wurden in beiden Arbeiten nicht als Zuckerakzeptor untersucht (Hall und De Luca, 2007; Khater et al., 2012).

2.1.4 Lage der Kandidatengene im Genom

Die Lage der 15 Kandidatengene im Genom von *V. vinifera* wurde mit dem Genome Browser des CRIBI Biotechnology Centers (<http://genomes.cribi.unipd.it/grape/>) ermittelt. Die Kandidatengene befinden sich auf den Chromosomen 3, 5, 6, 16 und 18. Alle ausgewählten UGT-Gene außer *VvGT15* liegen in Clustern vor. Es befinden sich also weitere UGTs in ihrer Nachbarschaft. Diese gehören ohne Ausnahme zur selben phylogenetischen UGT-Gruppe. *VvGT20* liegt beispielsweise innerhalb eines Clusters von neun UGTs der Gruppe L auf Chromosom 5. Zwischen den neun UGTs dieses Clusters liegen maximal zwei Nicht-UGT-Gene (Abbildung 15).



Abbildung 15: Graphische Darstellung der physikalischen Lage der Kandidatengene im Genom von *V. vinifera*. UGT-Gene, welche in direkter Nachbarschaft zu den Kandidatengenen liegen, sind nach ihrer Locus-ID innerhalb des betroffenen Supercontigs, benannt.

Die Gene dieses Clusters ähneln sich stark in ihrer Sequenz. So ist beispielsweise das Gen mit der Locus-ID 460 zu 89 % identisch mit seinem direkten Nachbarn, der *VvGT20*. Die Identität wurde anhand eines Alignments beider Sequenzen bestimmt (EA 4).

2.2 Genexpressionsanalyse

Expressionsanalysen der 15 Kandidatengene wurden in verschiedenen Geweben (Beerenhäute, Blätter, Infloreszenzen und Wurzeln), in unterschiedlichen Entwicklungsstadien bei mehreren Sorten (Weißer Riesling, Gelber Muskateller und Gewürztraminer) durchgeführt. In Beerenhäuten des Gelben Muskatellers wurde die Transkription der 15

Gene über zwei Jahre hinweg untersucht. Außerdem wurde analysiert, ob Licht einen Einfluss auf die Expression dieser Enzyme hat. Als Methode für die Genexpressionsanalyse wurde GeXP gewählt, welche es erlaubt gleichzeitig die Transkriptmengen von bis zu 30 Genen in einer RNA-Probe zu quantifizieren (1.4.2).

2.2.1 GeXP

GeXP ist eine Multiplex-PCR, mit anschließender Auftrennung und Quantifizierung der Amplifikate. Nach der Auftrennung mittels Kapillargelelektrophorese sind die Amplifikate der untersuchten Gene als Peaks im Elektropherogramm sichtbar. Die Zuordnung einzelner Peaks zu Genen erfolgt anhand der Größe der Amplifikate. Eine eindeutige Zuordnung war für alle untersuchten Gene möglich (1.4.2, Abbildung 17).

Gleichzeitig mit den 15 Kandidatengen wurden auch fünf Referenzgene (*VviActin*, *VviAP47*, *VviPP2A*, *VviSAND*, *VviTIP41*) quantifiziert, die aufgrund ihrer stabilen Expression in *V. vinifera* (Reid et al., 2006) ausgewählt wurden (Abbildung 17). Die 20 untersuchten Gene unterscheiden sich stark in ihrer Expression, was zu Peaks unterschiedlicher Höhe führte. Während beispielsweise der Peak für *VvGT17* unterhalb der Nachweisgrenze lag, hatte der Peak für *VvActin* eine Höhe, die außerhalb des zulässigen Bereichs lag. Damit die Peaks aller 20 Gene im quantifizierbaren, linearen Bereich liegen, wurde die Reverse-Primer Konzentration angepasst. So wurde beispielsweise die Konzentration der Reverse-Primer für das stark exprimierte *Actin* auf 0,1 nM, für die schwach exprimierte *VvGT17* auf 100 nM eingestellt (Tabelle 26).

Die Spezifität der GeXP-Primer wurde *in silico* mit BLAST überprüft (Altschul et al., 1990) (4.2.5). Außerdem wurden GeXP-PCRs durchgeführt, bei denen je einer der Forward-Primer weggelassen wurde. Anschließend wurde im Elektropherogramm überprüft, ob einzig der Peak des entsprechenden Gens fehlte. Dies war bei allen 20 untersuchten Genen der Fall und wird in Abbildung 16 beispielhaft für das Referenzgen *VvPP2A* gezeigt.

Für die Quantifizierung der Genexpression wurden Standardkurven für jedes der 20 Gene erstellt. Die Werte für jedes Gen in einer Probe wurden von der Standardkurve interpoliert. Die so ermittelten Werte wurden normalisiert, indem sie durch das geometrische Mittel der fünf Referenzgene geteilt wurden. Die auf diese Weise ermittelte relative Expression kann zwischen Proben verglichen werden, auch wenn diese sich in der

Qualität oder Quantität der RNA unterscheiden. Auf diese Weise können Unterschiede in der Transkription zwischen Geweben oder Änderungen während der Entwicklung einer Pflanze untersucht werden. Die relative Expression verschiedener Gene kann allerdings nicht verglichen werden. Ein Vergleich der Transkriptlevel ist aber grundsätzlich auch nicht geeignet, um Rückschlüsse auf die Menge der gebildeten Proteine zu ziehen, da Gene sich in ihren mRNA und Proteinhalbwertszeiten und in der Translationseffizienz stark unterscheiden können (1.4.1).

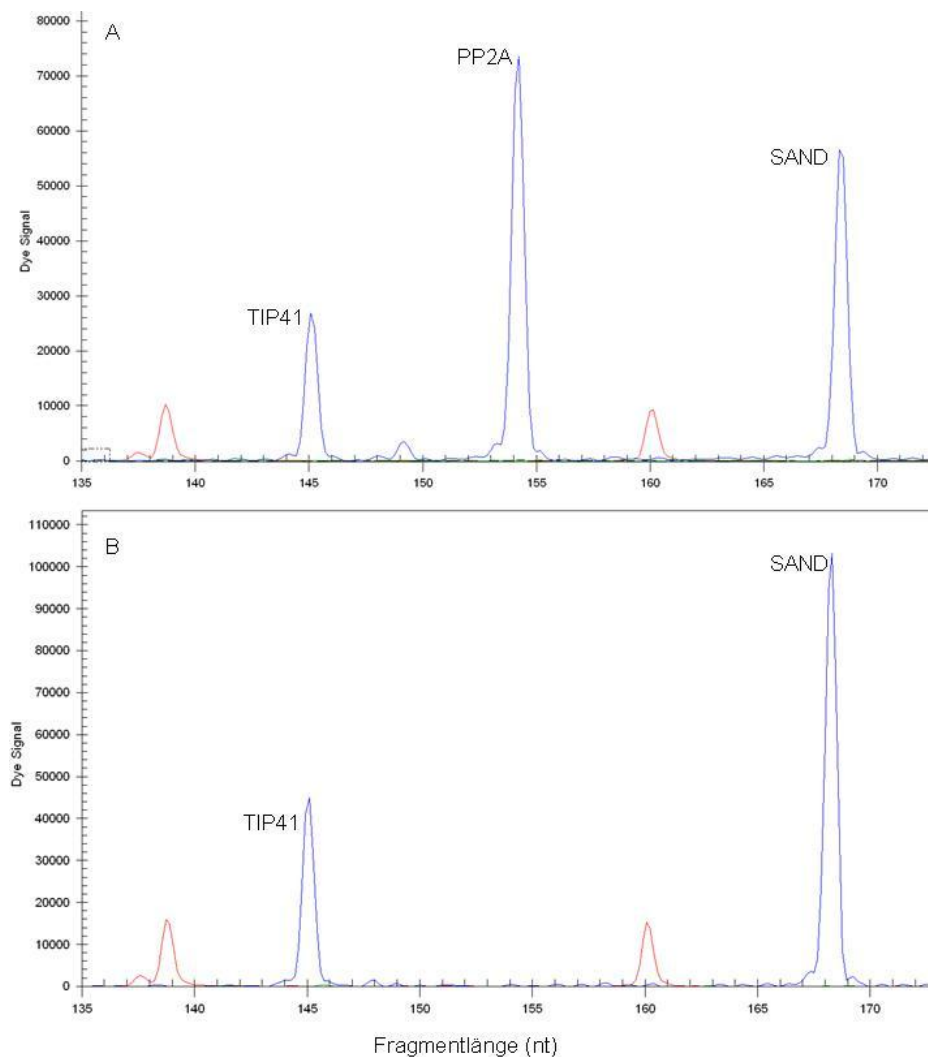


Abbildung 16: Ausschnitte aus Elektropherogrammen (Programm Fragment Analysis, Beckman Coulter). Jeder blaue Peak repräsentiert ein Gen (*TIP41*, *PP2A*, *SAND*). Die Fragmentlänge wurde mit Hilfe des Größenstandards (rote Peaks) abgeschätzt. Die Intensität der Peaks (*Dye Signal*) ist als relative Fluoreszenz in RFU (*relative fluorescence units*) angegeben. A) PCR-Ansatz enthielt alle Primer. B) PCR-Ansatz enthielt alle Primer außer dem GeXP-Forward-Primer für *VvPP2A*.

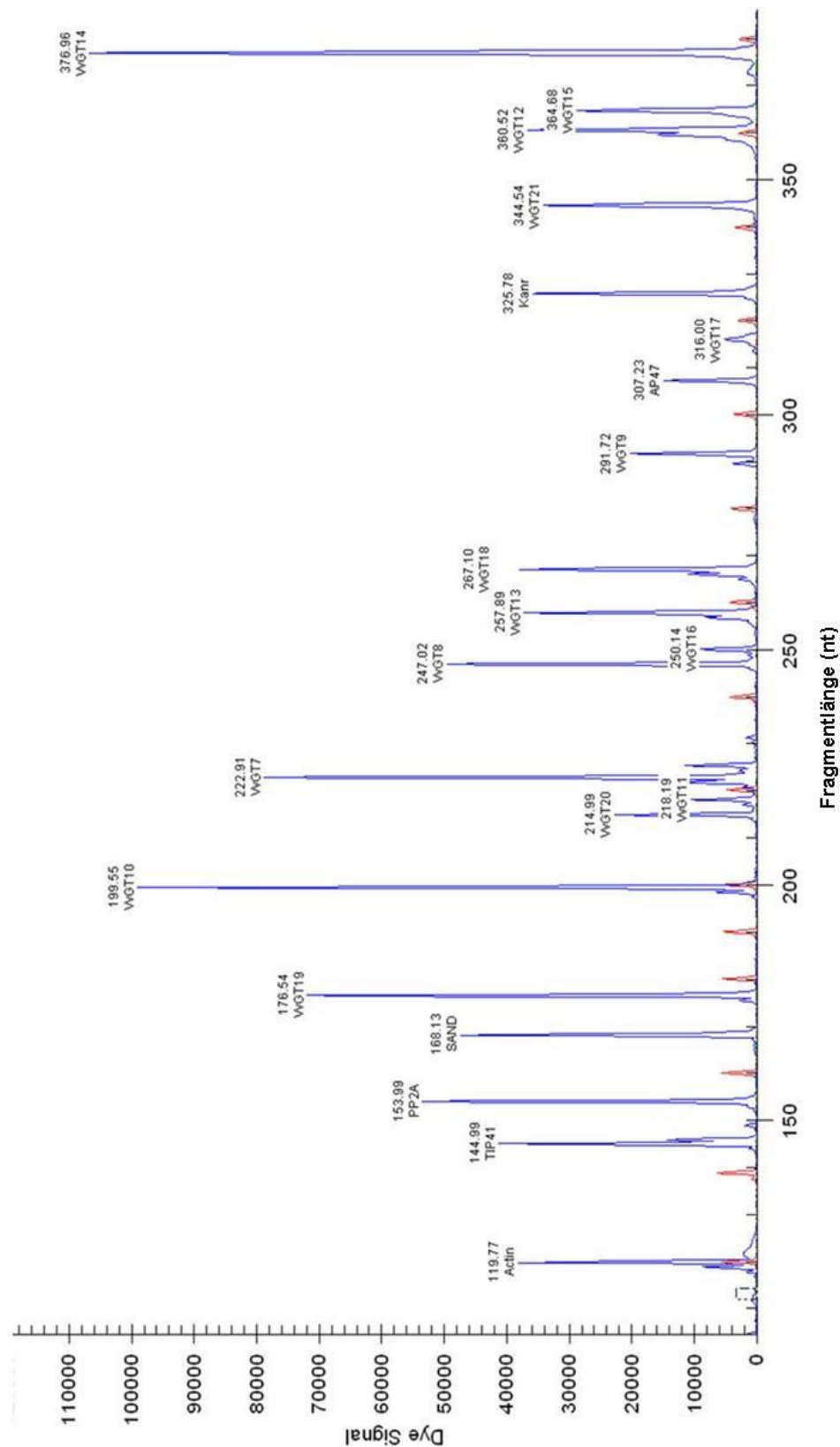


Abbildung 17: Elektropherogramm (Programm Fragment Analysis, Beckman Coulter). Jeder blaue Peak repräsentiert ein Gen (*VvGT7-21*) oder ein Referenzgen (*Actin*, *TIP41*, *PP2A*, *SAND*, *AP47*). Oberhalb jedes Peaks ist die Fragmentlänge in Nukleotiden (nt), abgeschätzt mit Hilfe des Größenstandards (rote Peaks) und der Gen-Name angegeben. Die Intensität der Peaks (*Dye Signal*) ist als relative Fluoreszenz in RFU (*relative fluorescence units*) angegeben.

2.2.2 Validierung von GeXP mittels quantitativer Real Time PCR

Ein Teil der Expressionsanalysen wurde zusätzlich zu GeXP auch mittels quantitativer Real Time PCR (qPCR) (1.4.2) durchgeführt, um die GeXP-Methode zu validieren. Ausgewählt wurden hierzu Proben verschiedener Gewebe von Gewürztraminer 11-18 Gm und Beeren von Weißem Riesling 198-25 Gm, die unter verschiedenen Lichtbedingungen gereift sind. Bei ersteren wurde die Expression der *VvGT7* gemessen, bei letzteren die Expression der *VvGT9* (Abbildung 18 und Abbildung 19). Während bei der GeXP-Methode auf fünf Referenzgene normalisiert wurde, wurde bei der qPCR nur auf *VviActin* und *VviSAND* normalisiert. Die Effizienz der qPCR für jedes Gen wurde anhand von Standardkurven bestimmt. Sie sollte ungefähr bei zwei liegen, was einer Verdopplung des PCR-Produktes in jedem Zyklus entspricht (4.2.12.1). Dies war für alle vier untersuchten Gene der Fall (*VvActin*: 1,99; *VvSAND*: 2,08; *VvGT7*:1,93; *VvGT9*:2,02). Die Spezifität der PCRs wurde mittels Schmelzkurvenanalyse bestätigt (4.2.12.1). Um die Daten aus qPCR und GeXP vergleichen zu können, wurden die Ergebnisse beider Methoden auf ihren Mittelwert normalisiert.

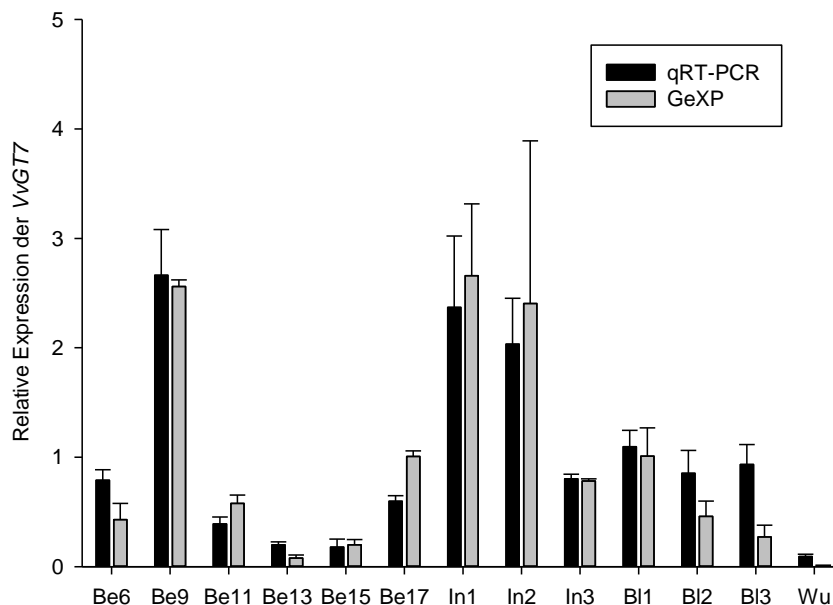


Abbildung 18: Validierung des GeXP durch Vergleich mit qPCR. Angegeben ist die relative Expression der *VvGT7* im Gewürztraminer 11-18 Gm. Die untersuchten Gewebe sind Beerenhäute, gesammelt sechs bis 17 Wochen nach der Vollblüte (Be6 bis Be17), Infloreszenzen vier Wochen (In1) und zwei Wochen (In2) vor der Vollblüte und zur Vollblüte (In3), eine Woche alte Blätter (Bl1), drei Wochen alte Blätter (Bl2) und fünf Wochen alte Blätter (Bl3) und Wurzeln (Wu). Es werden jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.

Mit GeXP und qPCR wurden ähnliche Expressionsmuster der *VvGT7* in verschiedenen Geweben und zu verschiedenen Entwicklungsstadien erhalten (Abbildung 18). Mit beiden Methoden wurde die höchste Expression in Infloreszenzen vor der Vollblüte und in Beerenhäuten neun Wochen nach der Vollblüte gemessen. Die niedrigste Transkriptmenge der *VvGT7* findet sich in Wurzeln, unabhängig welche Methode angewendet wurde. Eine Ausnahme stellen die drei und fünf Wochen alten Blätter dar. Die Expressionsdaten aus GeXP sind hier deutlich niedriger (Abbildung 18).

Für die Normalisierung der GeXP-Daten wurden in einer alternativen Auswertung nur *VviActin* und *VviSAND* genutzt, also die gleichen Referenzgene, die zur Normalisierung der qPCR-Daten genutzt wurden. Die Auswahl der Referenzgene führte zu keinen signifikanten Änderungen in der ermittelten relativen Genexpression (EA 5).

Die Expressionsdaten der GeXP- und der qPCR-Analyse ergeben ebenfalls ein ähnliches Muster bei der Bestimmung der *VvGT9*-Transkripte in Rieslingtrauben unter verschiedenen Lichtbedingungen. An allen drei untersuchten Sammelterminen ist die Expression in den Trauben, die im Licht gewachsen sind, am höchsten (Abbildung 19).

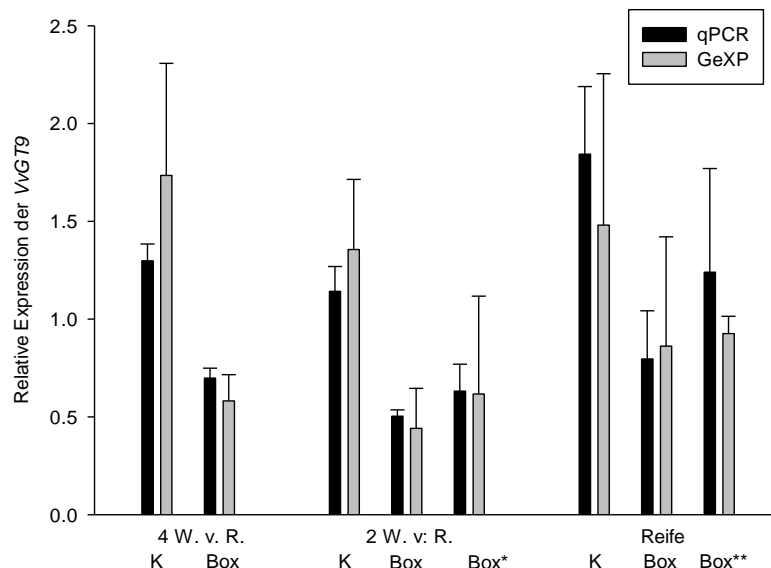


Abbildung 19: Validierung des GeXP durch Vergleich mit qPCR. Angegeben ist die relative Expression der *VvGT9* in Beeren von Weißem Riesling 198-25 Gm. Die Beeren waren entweder dem Tageslicht ausgesetzt (K) oder durch eine Box vom Licht abgeschirmt (Box). Außerdem wurden Beeren vor dem Sammeln zehn Stunden (Box*) bzw. zwei Wochen dem Licht ausgesetzt (Box**). Die Proben wurden vier und zwei Wochen vor der Lesereife (4 W. v. R. und 2 W. v. R.) und zur Lesereife (Reife) gesammelt. Es werden jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung von vier unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.

2.2.3 Die Genexpression während der Beerenentwicklung

Die Expression der 15 Kandidatengene wurde während der Beerenentwicklung und Reifung in Beerenhäuten von fünf Sorten bzw. Klonen gemessen (Abbildung 21, Abbildung 22 und Abbildung 23). Die analysierten Proben stammen von erbsengroßen grünen bis zu lesereifen Beeren (Abbildung 20). Nach der BBCH-Skala für Weinreben (1.1) entspricht dies den morphologischen Entwicklungsstadien Code 75 bis 89 (Lorenz et al., 1994). Proben des nicht-aromatischen Gewürztraminers FR 46-107 wurden nur an vier der sechs Sammeltermine genommen. Die Veraison (1.1) lag 2011 und 2012 zwischen der neunten und zwölften Woche nach der Vollblüte.



4



6



8



10



12



14



16



18

Abbildung 20: Beeren des Muskatellers FR 90 während ihrer Entwicklung und Reifung im Jahr 2012. Gesammelt wurde zwischen der vierten (4) und der achtzehnten Woche nach der Blüte (18). Die Breite der Fotografien entspricht 10 cm in Realität.

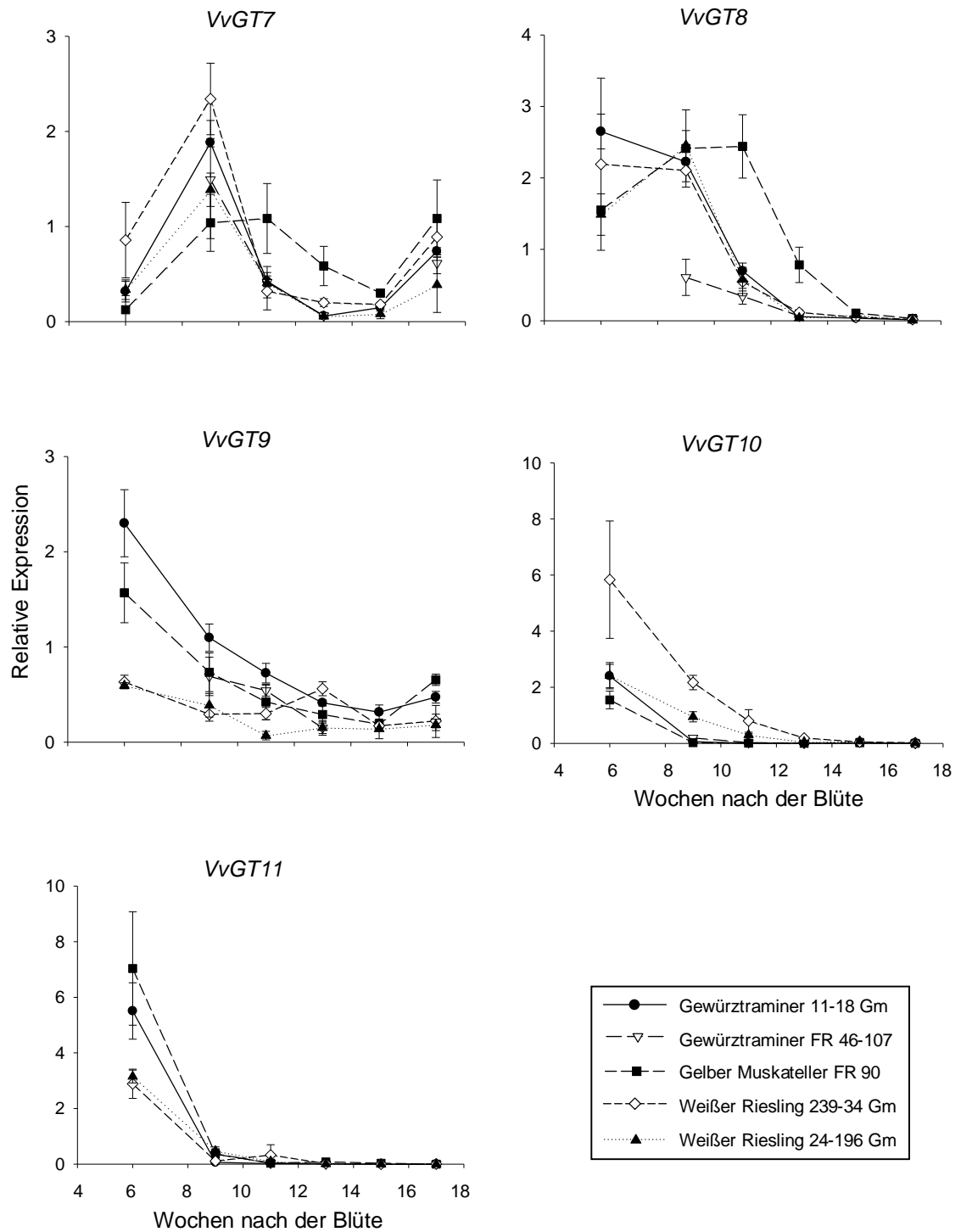


Abbildung 21: Expression der *VvGT7* bis *VvGT11* während der Beerenentwicklung im Jahr 2011. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Die Expression wurde in den Beerenhäuten von fünf verschiedenen Sorten bzw. Klonen bestimmt. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.

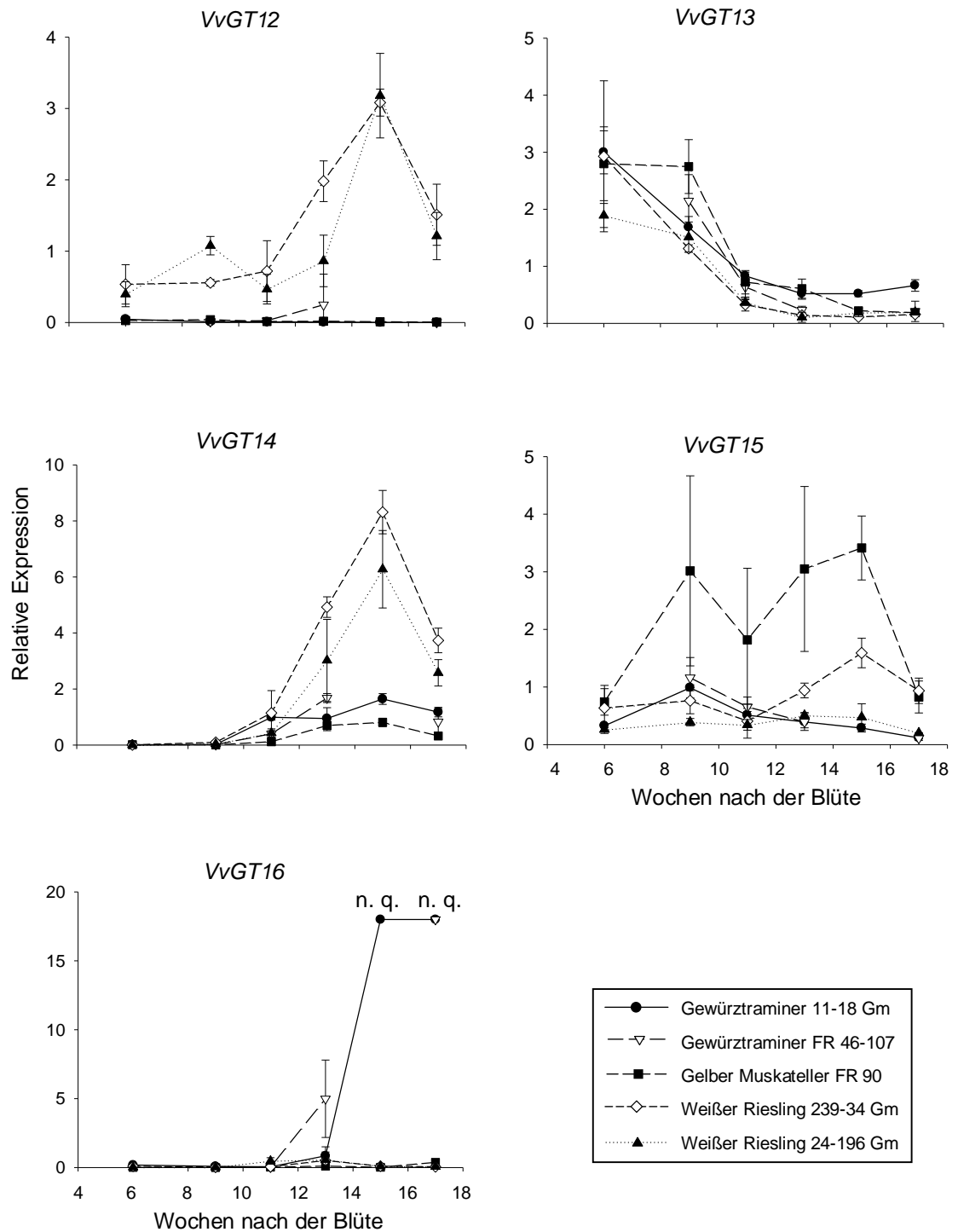


Abbildung 22: Expression der *VvGT12* bis *VvGT16* während der Beerenentwicklung im Jahr 2011. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Die Expression wurde in den Beerenhäuten von fünf verschiedenen Sorten bzw. Klonen bestimmt. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt. *VvGT16* war in einigen Proben so stark exprimiert, dass sie nicht mehr quantifiziert werden konnte (n. q.).

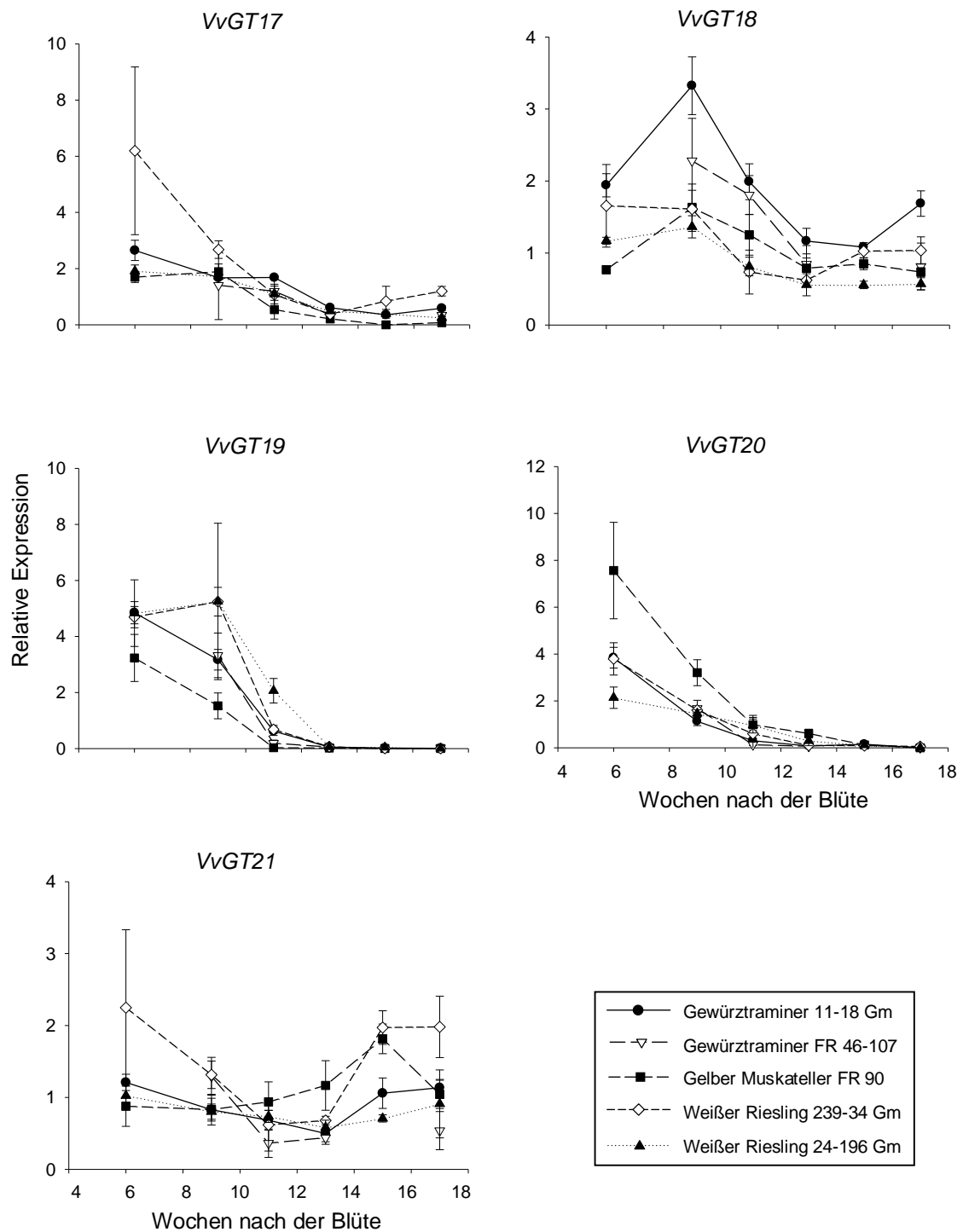


Abbildung 23: Expression der *VvGT17* bis *VvGT21* während der Beerenentwicklung im Jahr 2011. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Die Expression wurde in den Beerenhäuten von fünf verschiedenen Sorten bzw. Klonen bestimmt. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.

Bei allen 15 untersuchten Genen fällt auf, dass die Transkriptmenge der UGTs nicht konstant ist, sondern, im Gegenteil, während der Beerenentwicklung stark variiert. Es gibt vier UGTs, bei welchen die Expression sich stark zwischen den untersuchten Sorten unterscheidet. *VvGT12* und *VvGT14* sind in den Riesling-Klonen, *VvGT15* ist im Gelben Muskateller und *VvGT16* ist im Gewürztraminer um ein vielfaches stärker exprimiert, als in den anderen Sorten. Die restlichen elf UGTs zeigen eine ähnliche Höhe und einen ähnlichen Verlauf der relativen Expression in allen untersuchten Sorten und Klonen. Neun der 15 untersuchten Gene werden am stärksten in grünen Beeren vor Beginn der Beerenreife exprimiert. Zu den früh exprimierten Genen gehören *VvGT8* bis *VvGT11*, *VvGT18* und *VvGT20* aus Gruppe L, *VvGT17* und *VvGT19* aus Gruppe G und *VvGT13* aus Gruppe D. Die sortenspezifisch exprimierten UGTs (*VvGT12*, *VvGT14*, *VvGT15*, *VvGT16*) werden stark in reifenden Beeren exprimiert. Die Transkriptlevel von *VvGT7* und *VvGT21* sind in allen Sorten, sowohl in grünen als auch in lesereifen Beeren, hoch. Für die Sequenzierung (2.3) und anschließende funktionelle Charakterisierung durch den Kooperationspartner wurden *VvGT7*, *VvGT12*, *VvGT14*, *VvGT15*, und *VvGT16* ausgewählt.

2.2.3.1 Vergleich der Expression in zwei aufeinanderfolgenden Jahren

Die Transkription der Kandidatengene in 2011 und 2012 wurde verglichen, um zu überprüfen, ob die Genexpression in verschiedenen Jahren einem ähnlichen Muster folgt. Für diese Messungen wurde der Gelbe Muskateller FR 90 ausgewählt, der im Jahr 2012 während der gesamten Beerenentwicklung beprobt wurde (Abbildung 20).

Die Expression aller untersuchten Gene verläuft 2011 und 2012 im Gelben Muskateller FR 90 nach einem ähnlichen Muster. Bei der Mehrheit der Gene werden bestimmte Werte im Jahr 2012 ungefähr eine Woche früher nach der Blüte erreicht, als im Jahr 2011 (Abbildung 24, Abbildung 25 und Abbildung 26). Die Expression der *VvGT16*, eines fast ausschließlich im Gewürztraminer transkribierten Gens, ist im Gelben Muskatellers FR 90 so gering, dass sie nicht quantifiziert werden konnte.

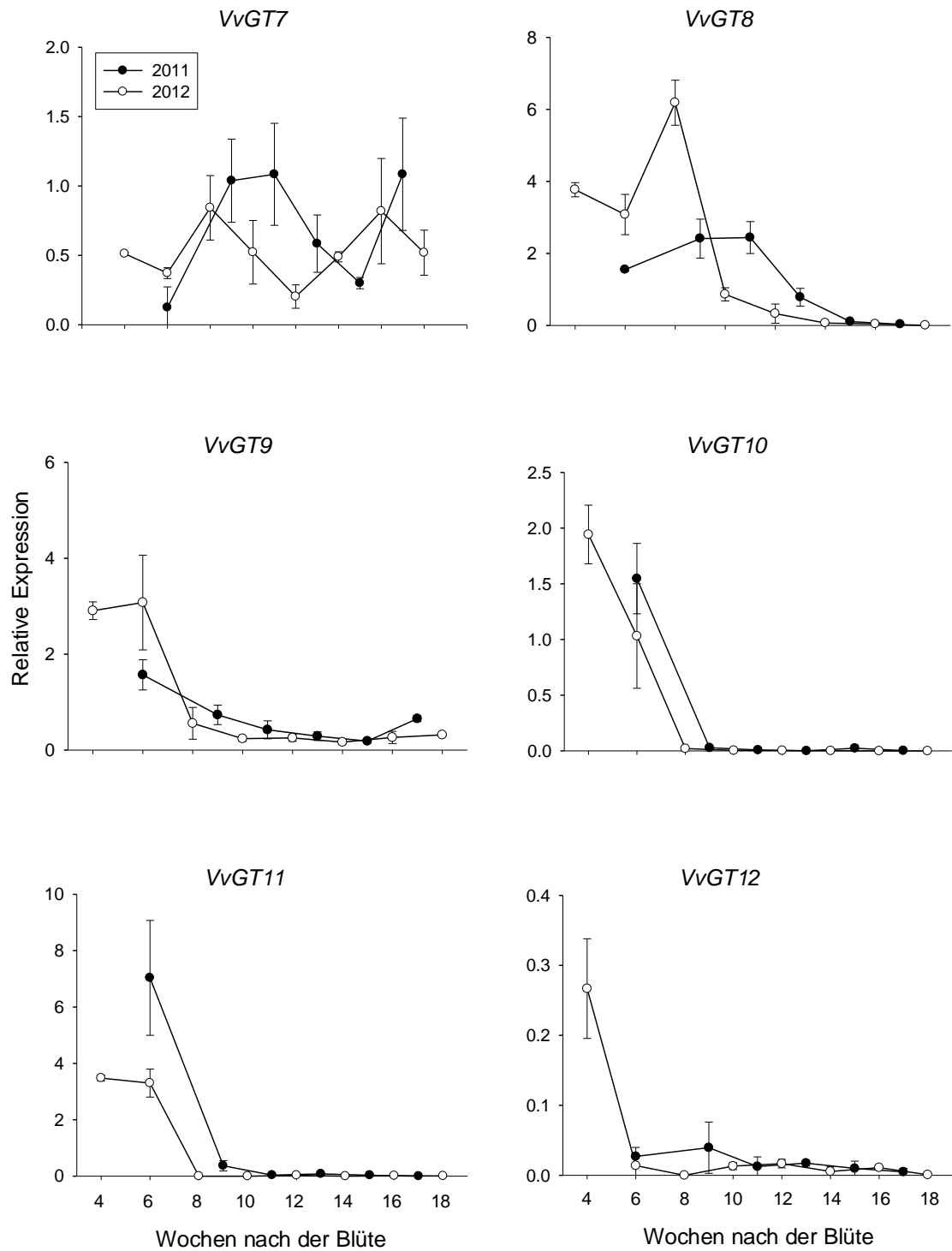


Abbildung 24: Expression der *VvGT7* bis *VvGT12* in den Jahren 2011 und 2012 in Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.

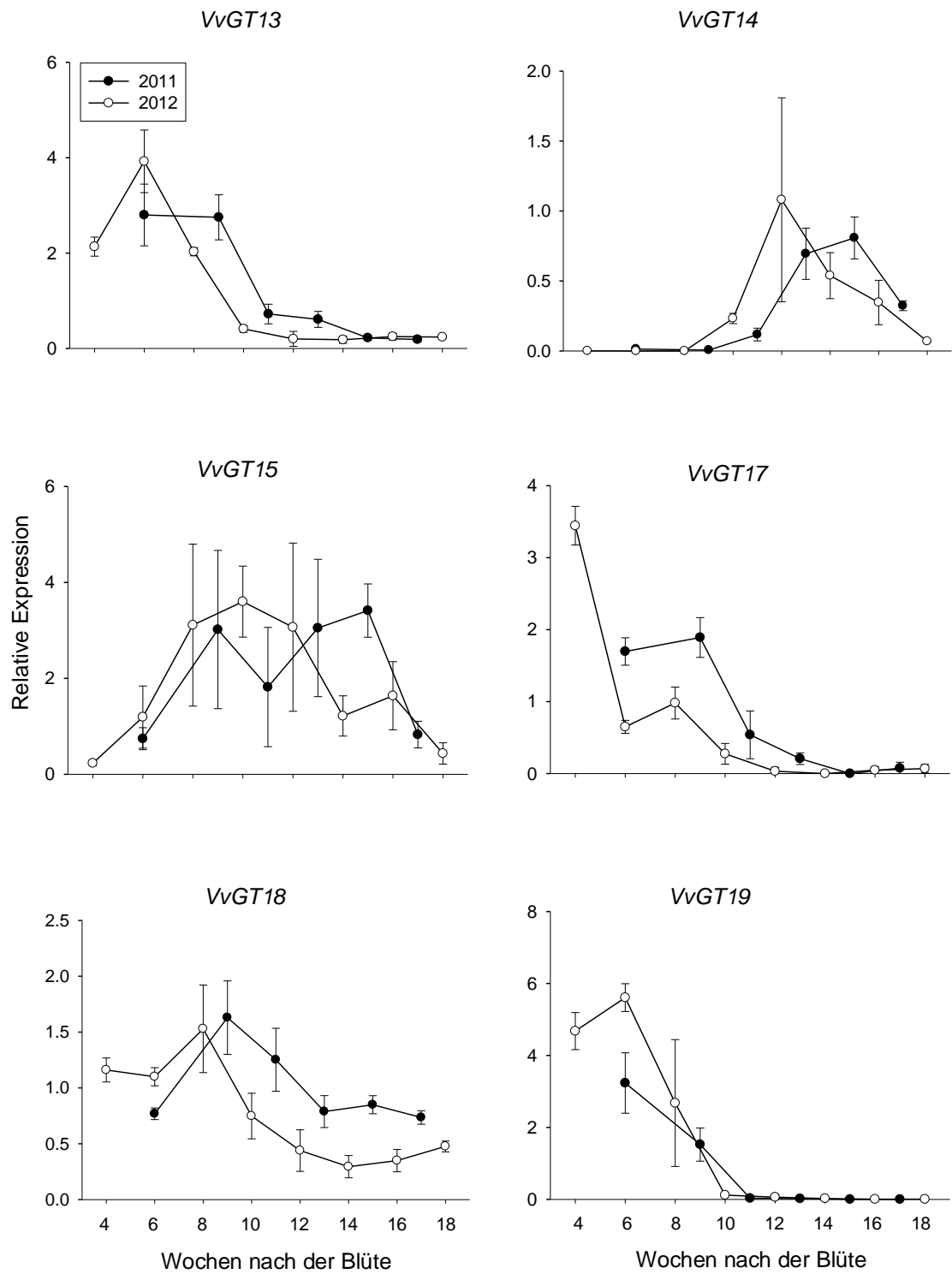


Abbildung 25: Expression der *VvGT13* bis *VvGT19* in den Jahren 2011 und 2012 in Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.

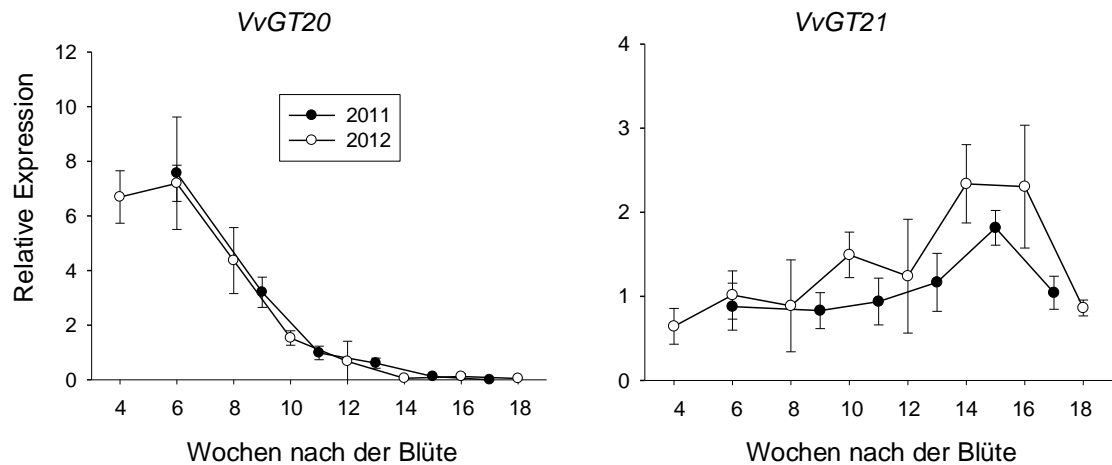


Abbildung 26: Expression der *VvGT20* und *VvGT21* in den Jahren 2011 und 2012 in Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90. Die Stadien der Beerenentwicklung sind als Wochen nach der Vollblüte angegeben. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.

In den Jahren 2011 und 2012 wurden im Gelben Muskateller FR 90 auch Reifeparameter bestimmt (Abbildung 27). Wie schon bei den Expressionsprofilen zu sehen war, wurden auch hier bestimmte Werte im Jahr 2012 ungefähr eine Woche früher nach der Blüte erreicht, als im Jahr 2011 (Abbildung 27).

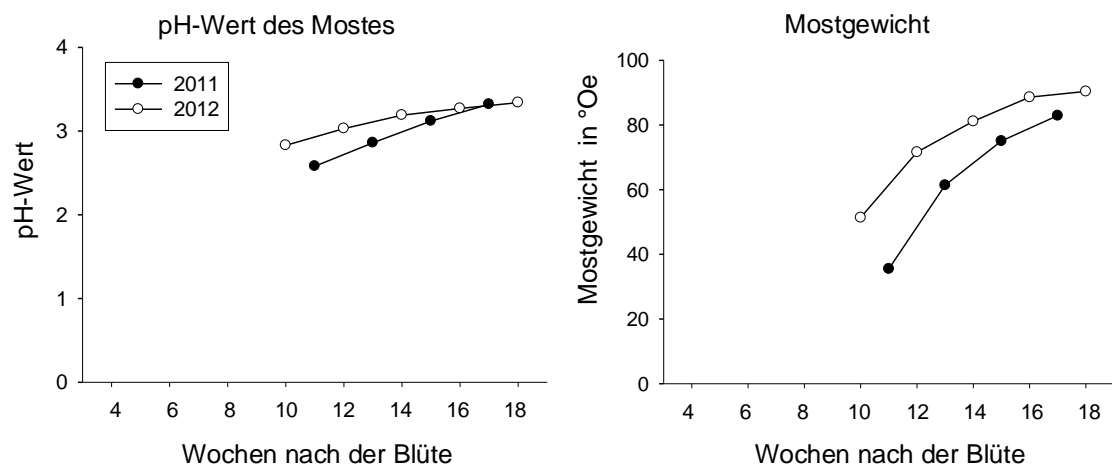


Abbildung 27: Mostgewichte und pH-Werte des Mostes vom Gelben Muskatellers FR 90 in den Jahren 2011 und 2012. Der Most wurde aus 100 Beeren hergestellt.

2.2.4 Die Genexpression in Blättern, Gescheinen und Wurzeln

Die Expressionsprofile der Kandidatengene wurden in zwei Klonen, Gewürztraminer 11-18 Gm und Weißer Riesling 239-34 Gm, zusätzlich zu den Beerenhäuten in Blättern, Gescheinen (Infloreszenzen) und in Wurzeln bestimmt.

Edelreiser sind im Weinberg auf Unterlagsreben gepfropft, weshalb bei den untersuchten Sorten im Feld keine Wurzelproben entnommen werden konnten. Um Wurzeln zu erhalten, wurden deshalb Topstecklinge der Edelreiser hergestellt. Blätter und Infloreszenzen wurden in drei verschiedenen Entwicklungsstadien untersucht (Abbildung 28 und Abbildung 29).

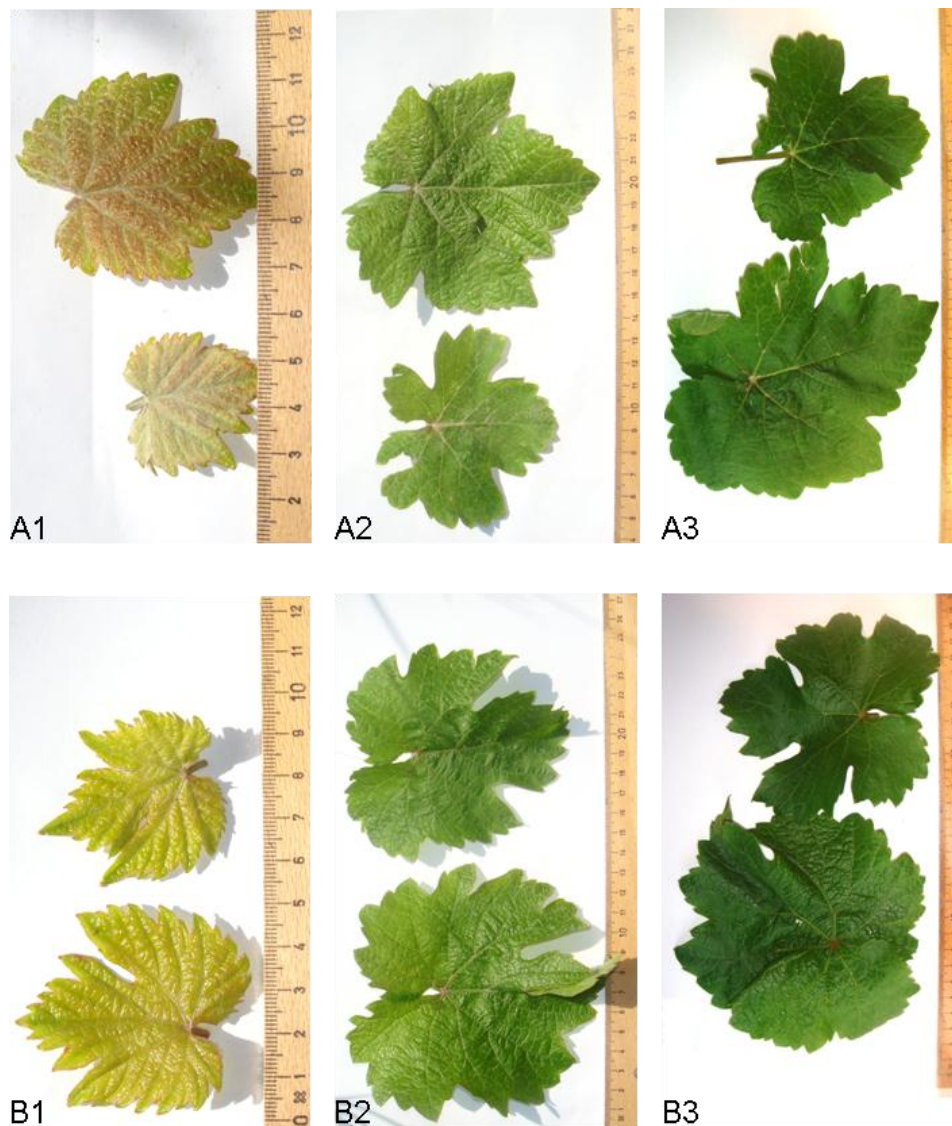


Abbildung 28: Blätter des Gewürztraminers 11-18 Gm (A) und des Weißen Rieslings 239-34 Gm (B). Die Blätter wurden im ungefähren Alter von einer Woche (1), drei Wochen (2) und fünf Wochen (3) gesammelt. Abgebildet sind jeweils das größte und das kleinste gesammelte Blatt.

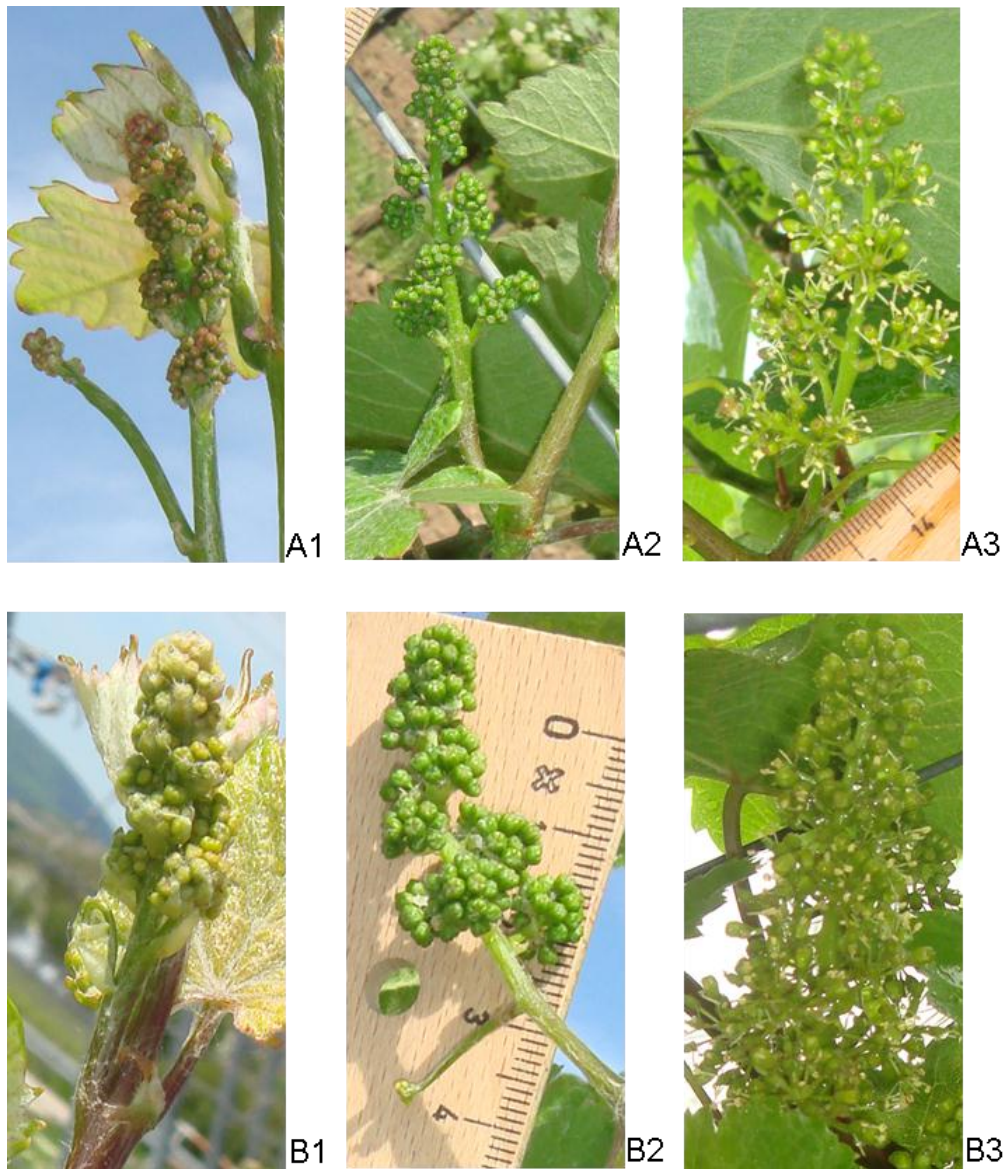


Abbildung 29: Infloreszenzen des Gewürztraminers 11-18 Gm (A) und des Weißen Rieslings 239-34 Gm (B). Die Infloreszenzen wurden vier Wochen vor der Vollblüte (1), zwei Wochen vor der Vollblüte (2) und zur Vollblüte (3) gesammelt. Dies entspricht, nach der BBCH-Skala für Weinreben, den morphologischen Entwicklungsstadien Code 55, 57 und 65 (Lorenz et al., 1994).

Die Expression der fünf Kandidatengene, welche in späten Stadien der Beerenentwicklung in Beerenhäuten hoch exprimiert wurden (*VvGT7*, *VvGT12* und *VvGT14* bis *VvGT16*), wurde auch in Infloreszenzen, Blättern und Wurzeln untersucht (Abbildung 30). Diese fünf untersuchten Gene sind in verschiedenen Geweben unterschiedlich stark exprimiert. In Infloreszenzen werden *VvGT7*, *VvGT15* und *VvGT16* stark transkribiert, in Blättern hat die *VvGT12* einen hohen Transkriptlevel. In Wurzeln ist die Expression der UGTs sehr niedrig. Eine Ausnahme bilden *VvGT14* und *VvGT15*.

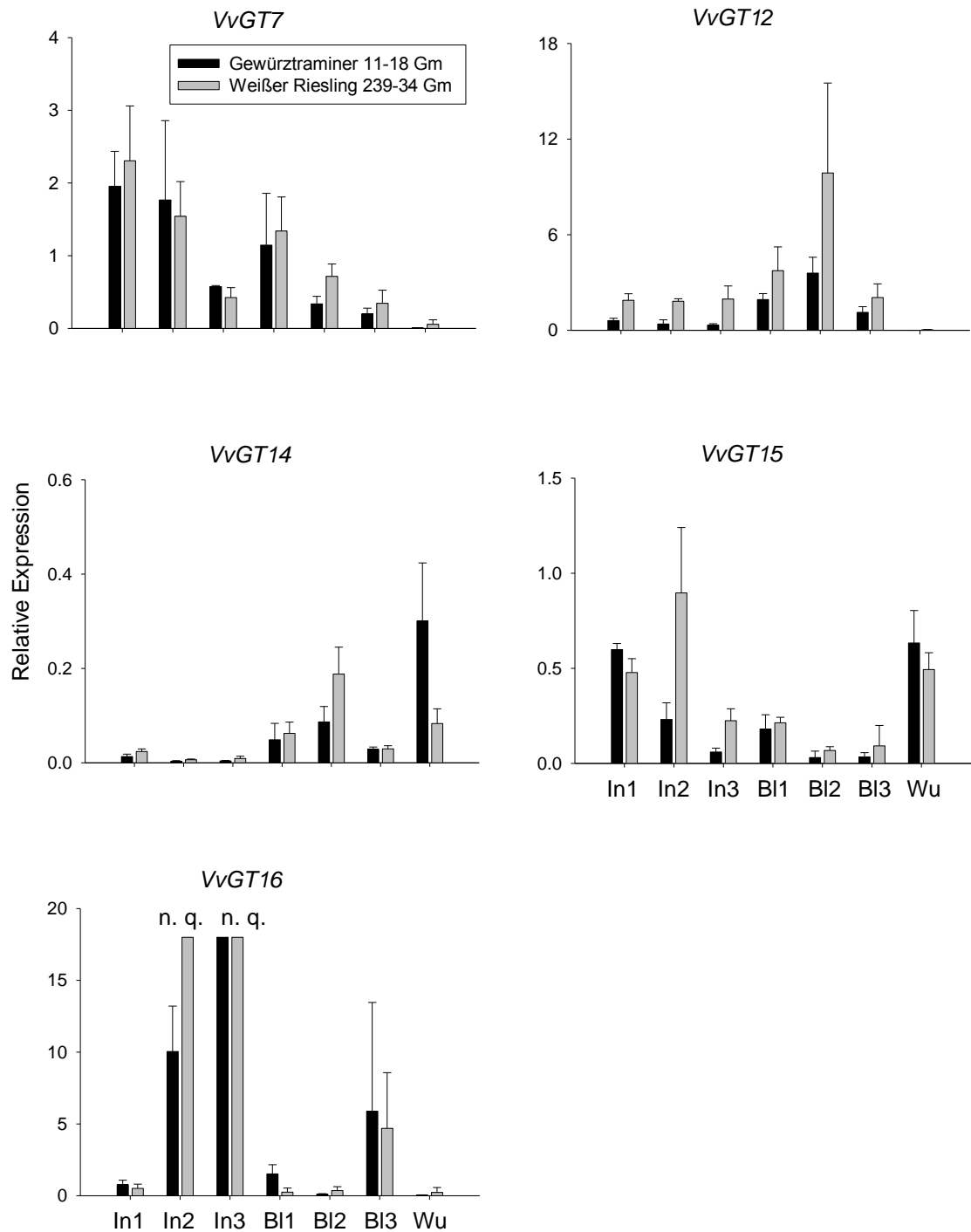


Abbildung 30: Die Expression ausgewählter UGTs in Nicht-Beeren-Geweben: Infloreszenzen vier Wochen (In1) und zwei Wochen (In2) vor der Vollblüte und zur Vollblüte (In3), Blätter im Alter von einer Woche (Bl1), drei Wochen (Bl2) und fünf Wochen (Bl3) und Wurzeln (Wu). Die relative Genexpression wurde mit GeXP in Gewürztraminer 11-18 Gm (schwarze Balken) und Weißem Riesling 239-34 Gm (graue Balken) quantifiziert. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt. *VvGT16* war in einigen Proben so stark exprimiert, dass sie nicht quantifiziert werden konnte (n. q.).

Die Transkriptionsprofile der Gene ähneln sich in den beiden untersuchten Sorten. Der größte Unterschied zeigt sich bei *VvGT12*, welche im Weißen Riesling stärker exprimiert wird. Zudem ist festzustellen, dass nicht nur der Gewebetyp für die Höhe der Expression entscheidend ist, sondern auch das Entwicklungsstadium eine Rolle spielt. *VvGT7* ist beispielsweise jeweils in jüngeren unreiferen Geweben höher exprimiert, während die Expression der *VvGT16* im Laufe der Entwicklung der Gescheine stark zunimmt und in der Vollblüte so stark exprimiert ist, dass eine Quantifizierung nicht möglich war (Abbildung 30).

Die Transkriptmengen der UGTs in Infloreszenzen, Blättern und Wurzeln können mit den Gehalten in Beerenhäuten während der Beerenentwicklung (2.2.3) verglichen werden. Die Expressionslevel der *VvGT7*, *VvGT12* und *VvGT15* bewegen sich in Blättern, Wurzeln und Gescheinen in einem ähnlichen Bereich wie in Beerenhäuten unter der Voraussetzung, dass die Referenzgene in den unterschiedlichen Geweben ähnlich stark exprimiert werden. *VvGT14* ist in Beerenhäuten des Weißen Rieslings bis zu 40fach höher exprimiert, als in den anderen untersuchten Geweben. *VvGT16* wird in Beerenhäuten ausschließlich im Gewürztraminer stark exprimiert. In Infloreszenzen und fünf Wochen alten Blättern ist die Expression der *VvGT16* auch im Gewürztraminer 11-18 Gm und im Weißen Riesling 239-34 Gm hoch (Abbildung 22 und Abbildung 30).

Die Transkriptgehalte der restlichen zehn Kandidatengene wurden ebenfalls in Infloreszenzen, Blättern und Wurzeln bestimmt und unterscheiden sich zwischen den verschiedenen Geweben und den Entwicklungsstadien der Gewebe (EA 6).

2.2.5 Einfluss von Licht auf die Genexpression

In früheren Studien konnte gezeigt werden, dass die Beschattung von Trauben zu geringeren Konzentrationen gebundener Monoterpene führt (Reynolds und Wardle, 1989; Skinkis et al., 2010). Es sollte deshalb überprüft werden, ob ein Einfluss von Licht auf die Expression der Enzyme, welche die Terpenoide glykosylieren, besteht und ob eine Herabregulation von putativen Terpen-GTs eine mögliche Ursache für die geringen Gehalte glykosylierter Terpenoide darstellt. Der Einfluss von Licht auf die Genexpression wurde in Proben von Beeren des Weißen Rieslings 198-25 Gm bestimmt, die von Matthias Friedel (Institut für allgemeinen und ökologischen Weinbau, Hochschule Geisenheim University) bereitgestellt wurden. Die Beeren wurden an drei verschiedenen Terminen nach der Veraison gesammelt (vier Wochen und zwei Wochen vor der Vollrei-

fe und zur Vollreife). Sie wurden in unterschiedlichem Maße, bzw. zu unterschiedlichen Zeitpunkten dem Tageslicht ausgesetzt. Ein Teil der Trauben war ab der Veraison bis zur Vollreife in lichtundurchlässigen Boxen untergebracht. Ein weiterer Teil war als Kontrolle dem Tageslicht ausgesetzt. Bei einem Teil der Proben wurden die Boxen zwölf Stunden bzw. zwei Wochen vor der Probennahme entfernt (4.1.1.3).

Um zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen der Expression der UGTs und der Belichtung der Beeren besteht (Abbildung 31), wurde eine faktorielle Varianzanalyse durchgeführt (SYSTAT 13.1). *VvGT7* ist an jedem der drei Termine in Beeren, die dem Licht ausgesetzt waren, höher exprimiert. Ein Einfluss von Licht auf die Expression dieser UGT ist sehr wahrscheinlich (p-Wert = 0,001). Auch die Expression der *VvGT12* ist an den ersten beiden Sammelterminen im Licht höher. Die Beschattung der Trauben hat auch bei dieser UGT einen Einfluss auf die Expression (p-Wert = 0,0001). Bei *VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16* hat Licht hingegen keinen signifikanten Einfluss auf die Expression.

Die Expression der restlichen zehn UGTs wurde ebenfalls gemessen (EA 7). Diese UGTs glukosylieren wahrscheinlich keine Monoterpene, da ihre Expression am Ende der Beerenreife gering ist. Sie spielen deswegen in der vorliegenden Arbeit eine untergeordnete Rolle. Die UGTs *VvGT8*, *VvGT11*, *VvGT17* und *VvGT20* wurden in den Beeren, die nach der Veraison gesammelt wurden, so niedrig exprimiert, dass sie nicht quantifiziert werden konnten. Auf die Expression von *VvGT9* und *VvGT19* hat Licht sehr wahrscheinlich einen Einfluss (p-Wert < 0,0001). In Beeren die im Dunkeln gereift sind ist *VvGT9* niedriger und *VvGT19* höher exprimiert.

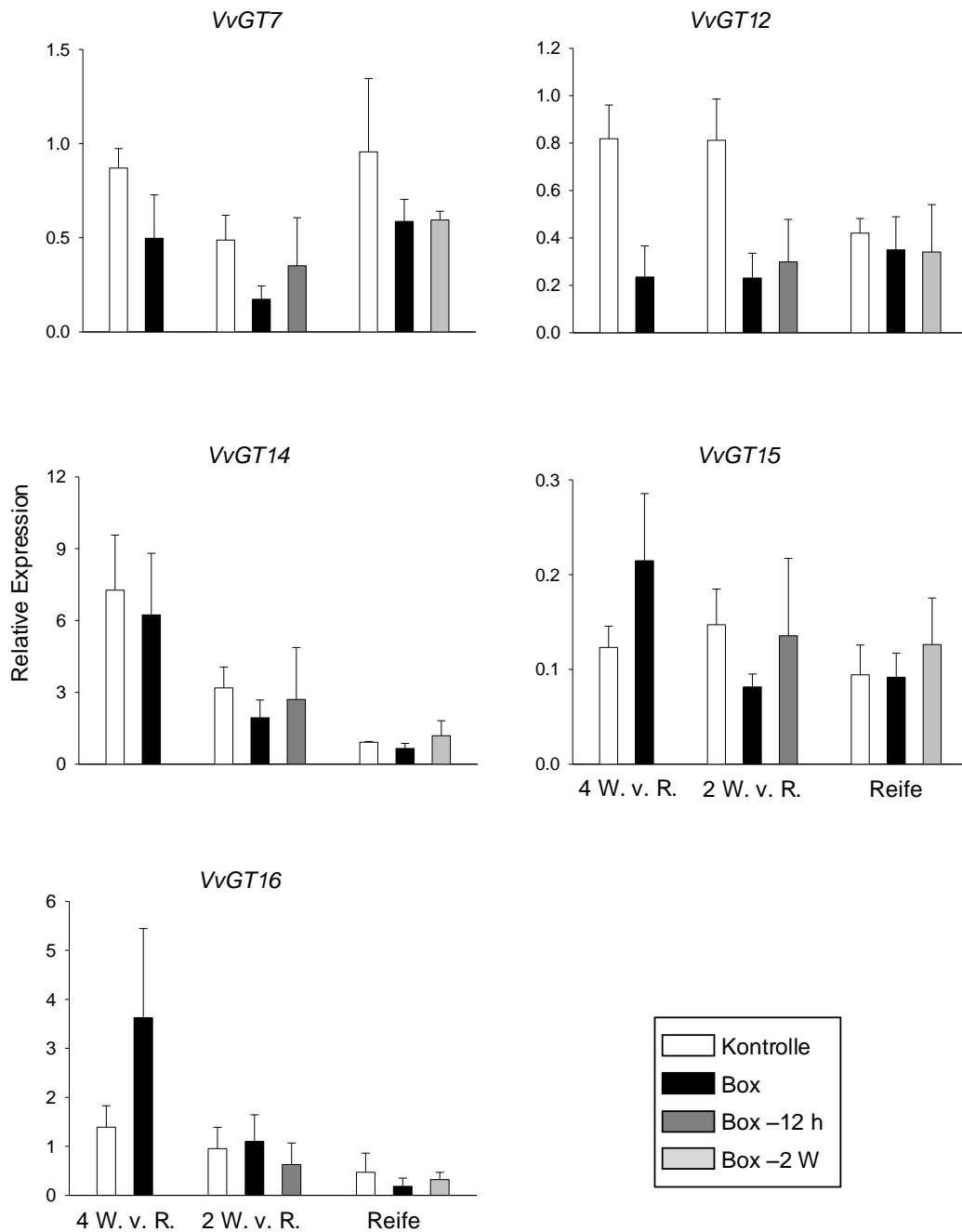


Abbildung 31: Die Expression ausgewählter UGTs in Beeren des Weißen Rieslings 198-25 Gm, die unterschiedlich dem Tageslicht ausgesetzt wurden. Die Proben wurden vier Wochen vor der Vollreife (4 W. v. R.), zwei Wochen vor der der Vollreife (2 W. v. R.) und zur Vollreife (Reife) gesammelt. Ein Teil der Trauben war während der gesamten Beerenentwicklung in lichtundurchlässigen Boxen untergebracht (Box). Bei einem Teil der Proben wurden die Boxen 12 Stunden vor der Probennahme entfernt (Box-12 h), bei einem weiteren Teil wurden sie zwei Wochen vor der Probenentnahme entfernt (Box-2 W). Die Kontrolltrauben wurden zu keinem Zeitpunkt künstlich vom Licht abgeschirmt. Es werden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von vier unabhängigen biologischen Replikaten gezeigt.

2.3 Vergleichende Sequenzierungen

Um allelische Variationen von UGTs in Sorten und Klonen näher zu untersuchen, wurden die fünf Gene (*VvGT7*, *VvGT12*, *VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16*), deren Expression am Ende der Beerenreife hoch ist (2.2.3), mehrfach sequenziert. Die Primer für die Sequenzierungen wurden so gestaltet, dass sie an die untranslatierten Bereiche am 3' und 5'-Ende der Gene (*untranslated region*, 5'-UTR, 3'-UTR) binden. Auf diese Weise konnte von den UGTs der gesamte offene Leserahmen (*open reading frame*, ORF) amplifiziert werden (4.1.7).

Gene, die keine Introns enthalten (*VvGT7* und *VvGT12*), wurden auf genomischer Ebene sequenziert. Das bedeutet, dass bei der PCR genomische DNA als Template eingesetzt wurde. Bei den anderen Genen (*VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16*) wurde RNA in cDNA umgeschrieben und als Template genutzt, da der ORF auf genomischer Ebene durch ein Intron unterbrochen ist.

Es wurde besonders auf Sequenzunterschiede geachtet, die einen Einfluss auf die katalytische Aktivität besitzen könnten. Außerdem diente das Klonieren und Sequenzieren dem Erhalt von Klonen für die funktionelle Charakterisierung von UGTs durch den Kooperationspartner (Bönisch, 2014).

In den folgenden Kapiteln wird jede durch Klonieren erhaltene Sequenz als Allel bezeichnet, auch wenn einige Sequenzunterschiede durch Fehler während der PCR oder dem Klonieren zu Stande gekommen sein könnten. Außerdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass paraloge Gene sequenziert wurden, die bei der Assemblierung des Referenzgenoms PN40024 (Jaillon et al., 2007) als ein Gen missinterpretiert wurden. Bei der Sequenzierung der *VvGT7* konnten besonders viele verschiedene Allele sequenziert werden. Deshalb wurden anhand dieses Gens mögliche Ursachen für die Heterogenität genauer untersucht (2.3.6).

Die abgeleiteten Aminosäuresequenzen aller ORFs wurden mit Hilfe des SignalP 4.1 Servers (Petersen et al., 2011) auf Signalpeptide hin analysiert. Bei keinem der Proteine konnte eine Signalsequenz detektiert werden, was darauf hindeutet, dass es sich bei den untersuchten UGTs um cytosolische Proteine handelt.

2.3.1 Sequenzierung der *VvGT7*

VvGT7 wurde in allen fünf in dieser Arbeit untersuchten Sorten und Klonen sequenziert. Die Sequenzierung wurde auf Ebene genomischer DNA durchgeführt. Insgesamt konnten zwölf verschiedene Allele identifiziert werden. Ein Alignment aller Nukleotidsequenzen befindet sich im Elektronischen Anhang (EA 8). Diese zwölf Allele lassen sich in zehn verschiedene Aminosäuresequenzen, *VvGT7a* bis *VvGT7j*, übersetzen (Abbildung 32). Die Aminosäuresequenzen *VvGT7g* und *VvGT7i* werden jeweils von zwei Nukleotidsequenzen codiert (*VvGT7g1*, *VvGT7g2*, *VvGT7i1* und *VvGT7i2*). Das Allel *VvGT7b* entspricht der Sequenz dieses Gens im Referenzgenom PN40024 (Jaillon et al., 2007). Die Verteilung der Allele auf die verschiedenen Sorten bzw. Klone ist in Tabelle 3 angegeben. Im ORF wurden in zwei Bereichen Insertionen bzw. Deletionen (Indels) und an 31 Stellen Einzelnukleotid-Polymorphismen (*single nucleotide polymorphism*, SNPs) identifiziert. 25 der 31 SNPs kommen in mindestens zwei Allelen vor. Die ORFs sind zwischen 1434 bp und 1446 bp lang. Die zehn abgeleiteten Aminosäuresequenzen haben eine Länge zwischen 477 AS und 481 AS und ihre Molekülmasse beträgt zwischen 52 kDa und 53 kDa. Die Unterschiede zwischen den Aminosäuresequenzen resultieren aus Aminosäureaustauschen an 19 Positionen und Insertionen von Aminosäuren in zwei Bereichen. Innerhalb des PSPG-Motivs sind alle Alloenzyme, also die verschiedenen Formen des Enzyms *VvGT7*, die sich in ihrer Aminosäuresequenz unterscheiden und von verschiedenen Allelen kodiert werden, identisch (Abbildung 32).

Tabelle 3: Verteilung der Allele der *VvGT7* auf die untersuchten Sorten bzw. Klone.

Sorte bzw. Klon	Allele
Gewürztraminer 11-18 Gm	<i>VvGT7b</i> , <i>VvGT7g1</i> , <i>VvGT7g2</i> und <i>VvGT7h</i>
Gewürztraminer FR 46-107	<i>VvGT7b</i> und <i>VvGT7g1</i>
Weißer Riesling 239-34 Gm	<i>VvGT7b</i> , <i>VvGT7c</i> und <i>VvGT7d</i>
Weißer Riesling 24-196 Gm	<i>VvGT7b</i> , <i>VvGT7e</i> und <i>VvGT7f</i>
Gelber Muskateller FR 90	<i>VvGT7a</i> , <i>VvGT7i1</i> , <i>VvGT7i2</i> und <i>VvGT7j</i>

Ergebnisse

Majority	MESVVLVYFSPGMGHLISMVELGKLIKHHPSFSITIFIVTPPYNTGSTAPYLARVSSTIPSTIFHHLPTISLPLDSFSSPNHETLAFELLRLNPNHQA	
	10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	
VvGT7a.pro	.....A.....	100
VvGT7b.pro	.....	100
VvGT7c.pro	.....	100
VvGT7d.pro	.....G.....	100
VvGT7e.pro	.....R.....	100
VvGT7f.pro	.....	100
VvGT7g.pro	.....	100
VvGT7h.pro	.....	100
VvGT7i.pro	.....A.....	100
VvGT7j.pro	.....A.....	100
VvGT7PN.pro	.....	100
Majority	LVSISNNSVRLIVDCFTAALSVAQNLNIPFYFFTSGACCLASFLYLPPFIHQQTTKSFKDLNTHLHPLPFPVSPASDMAKPIILDREDKAYELFVNMS	
	110 120 130 140 150 160 170 180 190 200	
VvGT7a.pro	.....S.....	200
VvGT7b.pro	.....	200
VvGT7c.pro	.....S.....S.....F.L.	200
VvGT7d.pro	.....	200
VvGT7e.pro	.....S.....S.....F.L.	200
VvGT7f.pro	.....	200
VvGT7g.pro	.....S.....	200
VvGT7h.pro	.....G.....	200
VvGT7i.pro	.....V.....	200
VvGT7j.pro	.....V.....	200
VvGT7PN.pro	.....	200
Majority	IHLPRISAGIIVNTFEALEPRAVKITILDGLCVLDGPTSPIFCIGPLIAADDRSGGGGGGGG-SGIPECLTWLESQPKRSVLFCLFCGSLGLFSEEQLKEIA	
	210 220 230 240 250 260 270 280 290 300	
VvGT7a.pro	.....P.....G.....	300
VvGT7b.pro	.....	299
VvGT7c.pro	.....E.....P.....V.....	297
VvGT7d.pro	.....	299
VvGT7e.pro	.....E.....P.....V.....	297
VvGT7f.pro	.....	299
VvGT7g.pro	.....P.....G.....	300
VvGT7h.pro	.....	299
VvGT7i.pro	.....L.....	299
VvGT7j.pro	.....L.....	299
VvGT7PN.pro	.....	299
	PSPG-Box	
Majority	VGLERSGQRFLLWVRSPPSKDPSRRFLAPPEPDNLNLLPDGFLDRTKERGLMVKWAPQVAVLNHASVGGFVTHCGWNSVLEAVCAGVPMVAWPLYAEQR	
	310 320 330 340 350 360 370 380 390 400	
VvGT7a.pro	.....	400
VvGT7b.pro	.....	399
VvGT7c.pro	.....V.....	397
VvGT7d.pro	.....	399
VvGT7e.pro	.....V.....	397
VvGT7f.pro	.....	399
VvGT7g.pro	.....	400
VvGT7h.pro	.....	399
VvGT7i.pro	.....A.....	399
VvGT7j.pro	.....A.....	399
VvGT7PN.pro	.....	399
Majority	FNRVLVEEMKLAFPMEESEEGFVTEVEKRVRELMSEEG-NTLRLRIMAMKEAAETAMSDGSSRTALTKLVKSWRPG	
	410 420 430 440 450 460 470 480	
VvGT7a.pro	.....M.....R.....	481
VvGT7b.pro	.....	479
VvGT7c.pro	.....K.....	477
VvGT7d.pro	.....	479
VvGT7e.pro	.....K.....	477
VvGT7f.pro	.....K.....T.....	479
VvGT7g.pro	.....M.....R.....	481
VvGT7h.pro	.....	479
VvGT7i.pro	.....	479
VvGT7j.pro	.....R.....	480
VvGT7PN.pro	.....	479

Abbildung 32: Alignment von Alloenzymen der VvGT7. Mit dem Konsensus übereinstimmende Aminosäuren sind ausgeblendet, das PSPG-Motiv ist markiert. VvGT7PN stellt die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007) dar. Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.

2.3.2 Sequenzierung der VvGT12

VvGT12 wurde im Gewürztraminer 11-18 Gm, in beiden untersuchten Riesling-Klonen (239-34 Gm und 24-196 Gm) und im Gelben Muskateller FR 90 sequenziert. Die Sequenzierung wurde auf genomischer Ebene durchgeführt. Der ORF der VvGT12 hat in

Ergebnisse

den hier sequenzierten Sorten eine Länge von 1236 bp. Innerhalb des ORF finden sich vier SNPs, die für die Unterschiede zwischen sechs verschiedenen Allelen (*VvGT12a1* bis *a3*, *VvGT12b1* und *b2* und *VvGT12c*) verantwortlich sind. Vergleicht man die sechs Allele mit der Sequenz im Referenzgenom, so fällt auf, dass sich im Referenzgenom eine Deletion von 12 bp befindet. Ein Alignment der Nukleotidsequenzen befindet sich im Elektronischen Anhang (EA 9). Das Vorkommen der Allele in den Sorten ist in Tabelle 4 beschrieben.

Tabelle 4: Verteilung der Allele der *VvGT12* auf die untersuchten Sorten bzw. Klone.

Sorte bzw. Klon	Allele
Gewürztraminer 11-18 Gm	<i>VvGT12a1</i> und <i>VvGT12b1</i>
Weißer Riesling 239-34 Gm	<i>VvGT12a2</i> , <i>VvGT12b1</i> und <i>VvGT12b2</i>
Weißer Riesling 24-196 Gm	<i>VvGT12a2</i> , <i>VvGT12a3</i> und <i>VvGT12b1</i>
Gelber Muskateller FR 90	<i>VvGT12b1</i> und <i>VvGT12c</i>

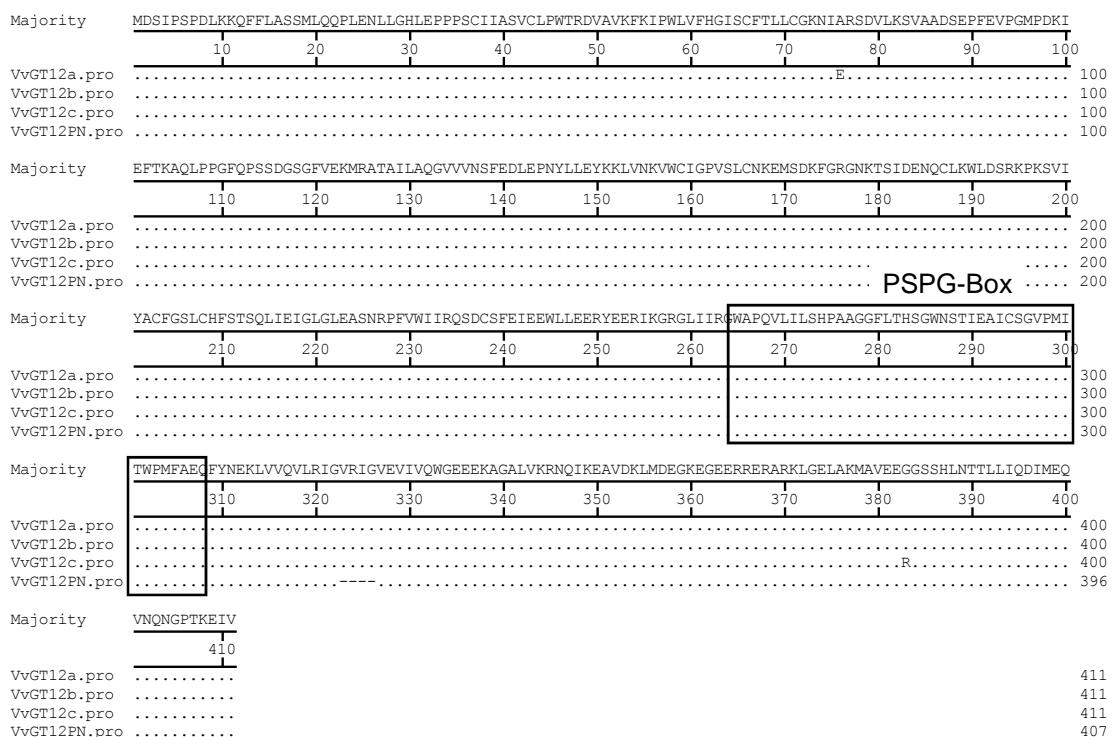


Abbildung 33: Alignment von Alloenzymen der *VvGT12*. Aminosäuren, die mit dem Konsensus übereinstimmen, sind ausgeblendet. Das PSPG-Motiv ist markiert. *VvGT12PN* ist die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007). Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.

Die sechs Allele wurden in Aminosäuresequenzen übersetzt. Die abgeleiteten Proteine sind 411 AS lang und ihre Molekülmasse liegt bei 46 kDa. Zwei der vier SNPs innerhalb des ORF führen zu einem AS-Austausch. Es können drei Alloenzyme unterschieden werden (VvGT12a, b und c). Die abgeleitete Proteinsequenz des Referenzgenoms (VvGT12PN) unterscheidet sich von VvGT12b durch eine Deletion von 4 AS (Abbildung 33). Innerhalb des PSPG-Motivs unterscheiden sich die Sequenzen der Proteine nicht.

2.3.3 Sequenzierung der *VvGT14*

VvGT14 wurde auf cDNA-Ebene sequenziert. Als Template für die Synthese der cDNA diente ein Gemisch von RNA aus Beerenhäuten verschiedener Sammeltermine der jeweiligen Sorten bzw. Klone. Die Gensequenz wurde im Weißen Riesling 239-34 Gm, im Gewürztraminer 11-18 Gm und im Gelben Muskateller FR 90 bestimmt. Aus den drei Sorten wurden vier verschiedene Allele erhalten. Im ORF unterscheiden sich die vier Allele durch drei SNPs. Bei *VvGT14c* fehlt außerdem ein 63 bp langer Bereich des ORF. Ein Alignment aller Nukleotidsequenzen befindet sich im Elektronischen Anhang (EA 10). Vergleicht man die ORFs der *VvGT14* mit der genomischen Sequenz des Referenzgenoms PN40024 so wird deutlich, dass die Ursache für den fehlenden Bereich der *VvGT14c* möglicherweise ein längeres Intron ist (Abbildung 34). Die Verteilung der Allele auf die Sorten ist in Tabelle 5 dargestellt.

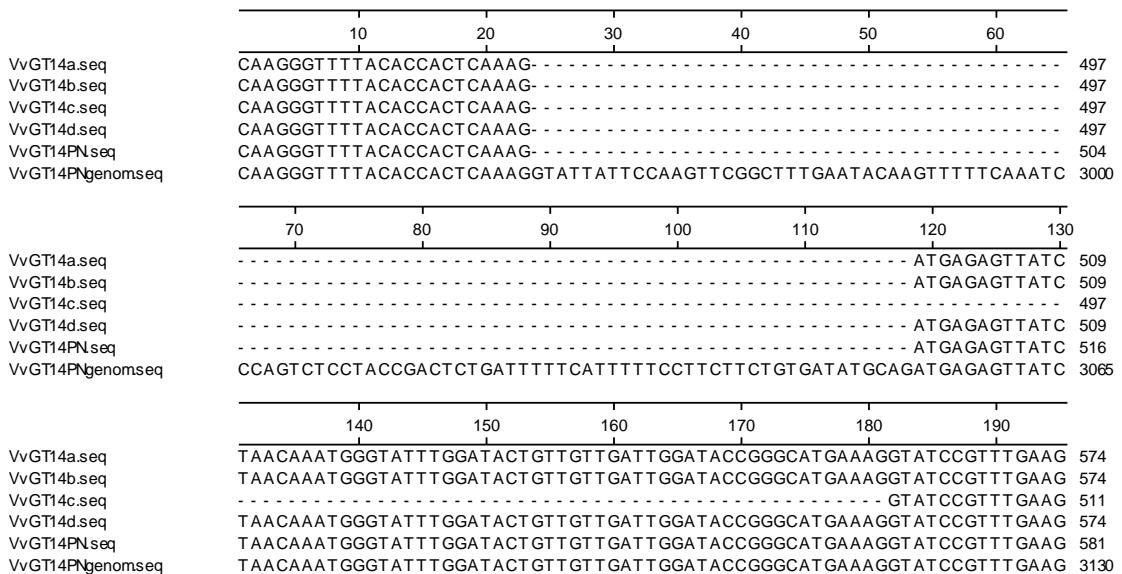


Abbildung 34: Ausschnitt eines Alignments der ORFs von *VvGT14a* bis *VvGT14d* und des Referenzgenoms (VvGT14PN) mit der genomischen Sequenz des PN40024 (VvGT14PNgenom) (Jaillon et al., 2007).

Tabelle 5: Verteilung der Allele der *VvGT14* auf die untersuchten Sorten bzw. Klone.

Sorte bzw. Klon	Allele
Gewürztraminer 11-18 Gm	<i>VvGT14a</i> und <i>VvGT14c</i>
Weißer Riesling 239-34 Gm	<i>VvGT14a</i> und <i>VvGT14b</i>
Gelber Muskateller FR 90	<i>VvGT14d</i>

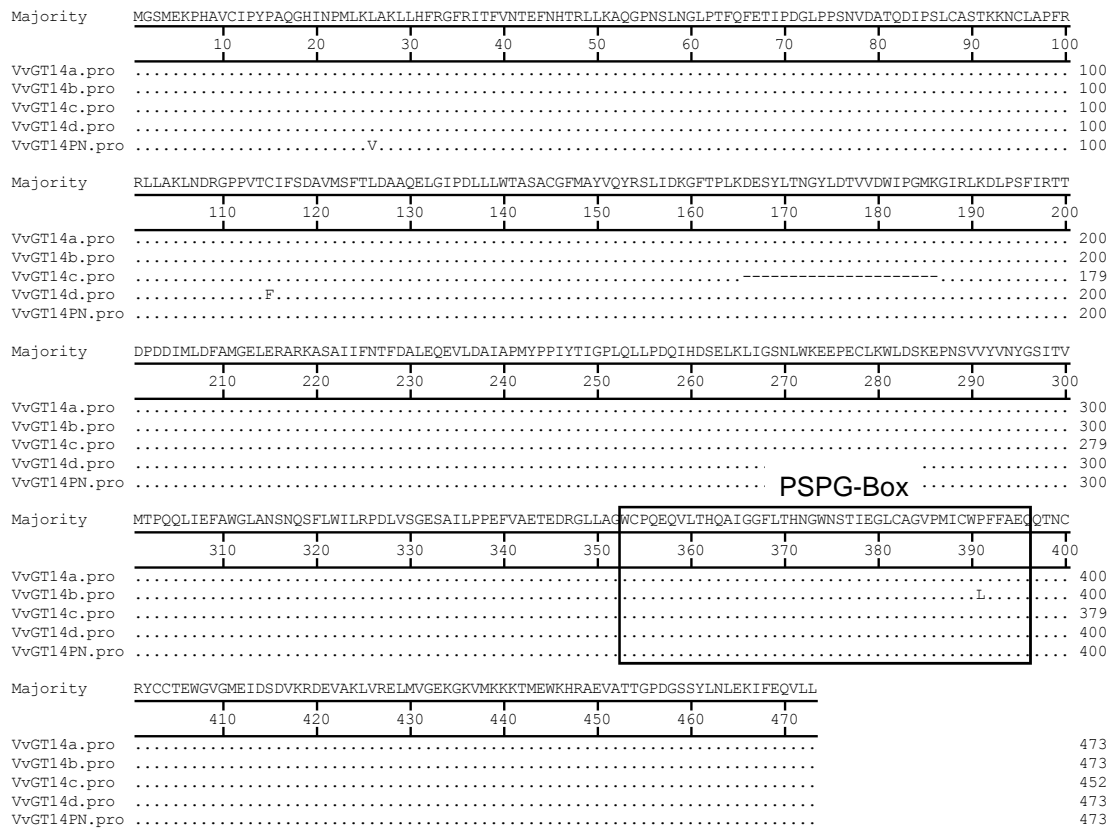


Abbildung 35: Alignment von Alloenzymen der *VvGT14*. Aminosäuren, die mit dem Konsensus übereinstimmen sind ausgeblendet. Das PSPG-Motiv ist markiert. *VvGT14PN* ist die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007). Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.

Die vier Allele wurden in Aminosäuresequenzen übersetzt. Zwei der drei SNPs innerhalb des ORF führen zu AS-Austauschen. Die Spleißvariante mit längerem Intron kodiert ein 21 AS kürzeres Protein. In *VvGT14b* ist innerhalb des PSPG-Motivs ein Prolin durch ein Leucin ersetzt. Die Aminosäuresequenzen unterscheiden sich auch von der abgeleiteten Proteinsequenz des Referenzgenoms in mindestens einer Aminosäure (Abbildung 35). Die ORFs der längeren Spleißvarianten (*VvGT14a*, *b*, *d*) sind 1422 bp lang, der ORF von *VvGT14c* ist 1359 bp lang. Die abgeleiteten Proteine besitzen eine

Länge von 473 AS bzw. 452 AS und ihre Molekülmasse beträgt ca. 53 kDa bzw. ca. 50,5 kDa.

2.3.4 Sequenzierung der *VvGT15*

VvGT15 wurde auf cDNA-Ebene sequenziert. Als Template für die Synthese der cDNA diente ein Gemisch von RNA aus Beerenhäuten verschiedener Sammeltermine der jeweiligen Sorten. *VvGT15* wurde im Weißen Riesling 239-34 Gm, im Gewürztraminer 11-18 Gm und im Gelben Muskateller FR 90 sequenziert. In den drei untersuchten Sorten wurden drei verschiedene Allele identifiziert. Der ORF dieser Allele hat eine Länge von 1329 bp. Die Verteilung der Allele auf die Sorten ist in Tabelle 6 dargestellt. Die Unterschiede zwischen den Allelen ergeben sich aus sieben SNPs, die innerhalb des ORFs der *VvGT15* auftreten. Ein Alignment der Nukleotidsequenzen befindet sich im Elektronischen Anhang (EA 11).

Tabelle 6: Verteilung der Allele der *VvGT15* auf die untersuchten Sorten bzw. Klone.

Sorte bzw. Klon	Allele
Gewürztraminer 11-18 Gm	<i>VvGT15a</i> und <i>VvGT15b</i>
Weißer Riesling 239-34 Gm	<i>VvGT15a</i>
Gelber Muskateller FR 90	<i>VvGT15a</i> und <i>VvGT15c</i>

Die drei Allele kodieren drei Alloenzyme, da fünf der sieben SNPs zu einem Aminosäureaustausch führen (Abbildung 36). Innerhalb des PSPG-Motivs unterscheiden sich die Sequenzen nicht. Die abgeleiteten Proteine sind 442 AS lang und ihre Masse beträgt ca. 50 kDa.

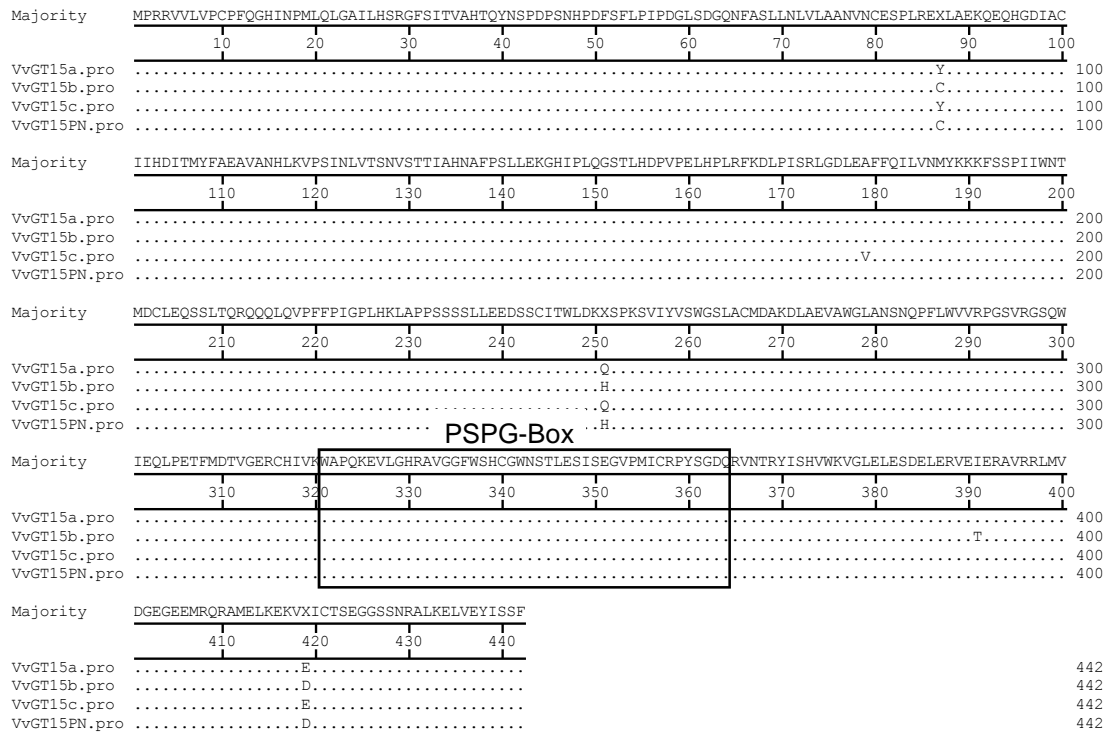


Abbildung 36: Alignment von Alloenzymen der VvGT15. Aminosäuren, die mit dem Konsensus übereinstimmen, sind ausgeblendet. Das PSPG-Motiv ist markiert. VvGT15PN ist die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007). Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.

2.3.5 Sequenzierung der VvGT16

VvGT16 wurde ausschließlich im Gewürztraminer 11-18 Gm sequenziert. Im Gewürztraminer wird dieses Gen sehr stark in Beerenhäuten am Ende der Reifeperiode exprimiert, während die Expression in allen anderen untersuchten Sorten niedrig bleibt (Abbildung 22). VvGT16 wurde auf cDNA-Ebene sequenziert. Als Template für die Synthese der cDNA diente RNA aus Beerenhäuten des Gewürztraminers 11-18 Gm am Ende der Reifeperiode. Es wurde nur ein Allel (VvGT16a) identifiziert. Dieses unterscheidet sich von der Sequenz des Referenzgenoms durch 14 SNPs. Ein Alignment beider Nukleotidsequenzen befindet sich im Elektronischen Anhang (EA 12). Übersetzt man den 1428 bp langen ORF in Aminosäuren, so erhält man ein Protein von 475 AS und einem Molekulargewicht von 52,9 kDa (Abbildung 37). Alle zehn Aminosäureaustausche in VvGT16a im Vergleich zu VvGT16PN liegen, vom PSPG-Motiv aus, in Richtung des N-Terminus.

Ergebnisse

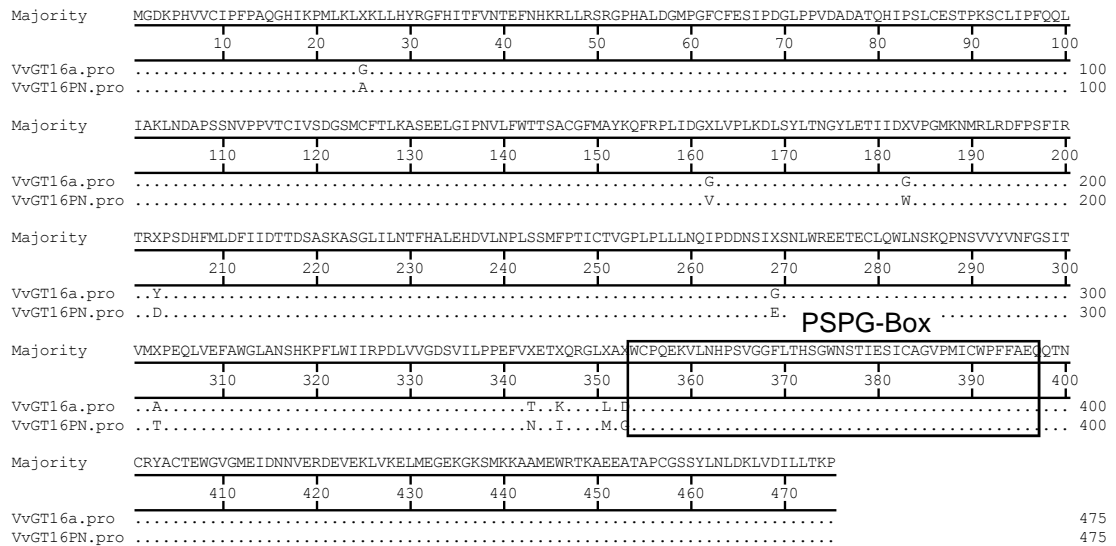


Abbildung 37: Alignment von Alloenzymen der VvGT16. Aminosäuren, die mit dem Konsensus übereinstimmen, sind ausgeblendet. Das PSPG-Motiv ist markiert. VvGT16PN ist die Sequenz aus dem Referenzgenom des PN40024 (Jaillon et al., 2007). Das Alignment wurde nach der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.

2.3.6 Untersuchung des Polymorphismus der VvGT7

In einem diploiden Organismus liegt die Zahl der Allele eines Gens normalerweise bei eins oder zwei. Bei der Sequenzierung der *VvGT7* und *VvGT12* wurden allerdings in mehreren Sorten bis zu vier verschiedene Sequenzvarianten identifiziert. Der Begriff Allel wird im Folgenden für alle Sequenzvarianten der *VvGT7* verwendet, auch wenn diese möglicherweise nur in einzelnen mutierten Zellen auftreten oder erst während der PCR oder dem Klonieren von PCR-Produkten entstanden sein könnten. Anhand der *VvGT7* im Weißen Riesling 239-34 Gm wurden mögliche Ursachen für die hohe Heterogenität dieses Gens untersucht.

Um mögliche Ursachen für das Auftreten von mehr als zwei Allelen zu überprüfen, wurde *VvGT7* zunächst in verschiedenen Zellschichten sequenziert. Zu diesem Zweck wurden Selbstungen, die sich aus der Zellschicht L2 entwickeln und somatische Embryonen, die sich aus der Zellschicht L1 entwickeln, hergestellt. Das Material für Selbstungen und somatische Embryogenese stammt von einem einzelnen Stock (Stock 8) des Weißen Rieslings 239-34 Gm. Von diesem Stock wurden zusätzlich Blätter gesammelt, die sich aus beiden Zellschichten (L1 und L2) zusammensetzen (Abbildung 38). Aus drei Selbstungen, zwei Pflanzen, die sich aus somatischen Embryonen entwickelten und aus Blättern wurde DNA extrahiert. *VvGT7* wurde mittels PCR amplifiziert. Die PCR-

Produkte wurden kloniert und insgesamt 60 Plasmide sequenziert. Bei zwei der 60 Plasmide wurde ein SNP identifiziert, den sie mit keiner anderen Sequenz teilen. Diese beiden Plasmide werden in den folgenden Abschnitten außer Acht gelassen, da es sich bei den SNPs möglicherweise um Fehler handelt, die während der PCR entstanden sind.

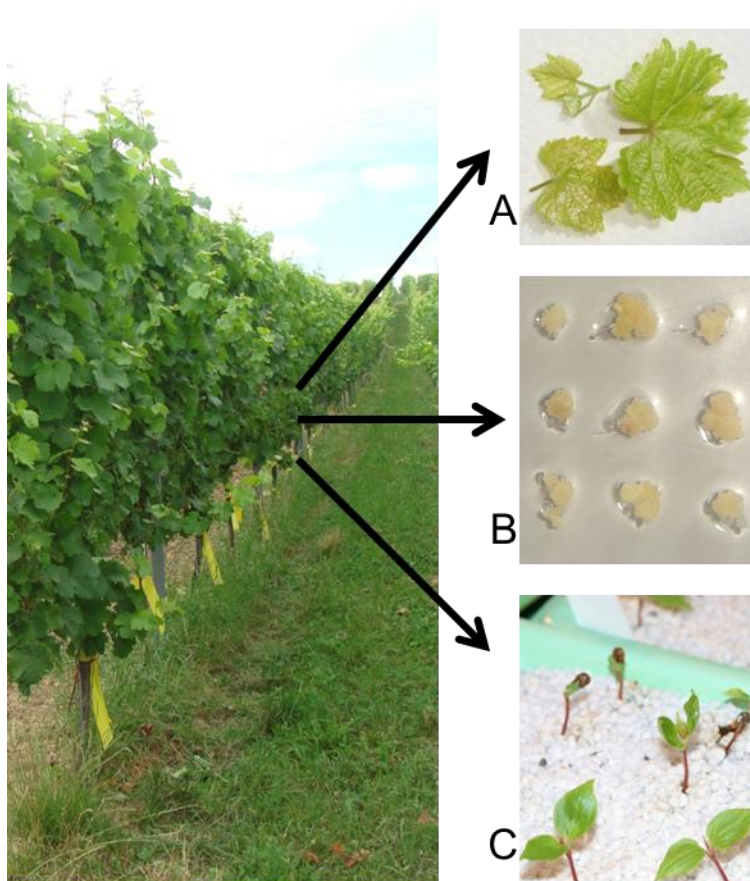


Abbildung 38: Proben für die Sequenzierung der *VvGT7* in Stock 8 des Weißen Rieslings 239-34 Gm. DNA wurde extrahiert aus: Blättern (A), Pflanzen, die sich aus somatischen Embryonen (B) entwickelt haben und Selbstungen (C).

2.3.6.1 Sequenzierung der *VvGT7* in Blättern

In Blättern des Weißen Rieslings 239-34 Gm, Stock 8 wurden vier verschiedene Allele identifiziert. Die Allele *VvGT7b* und *VvGT7k* wurden mehrfach sequenziert (Tabelle 7). Sie unterscheiden sich im ORF in 19 SNPs und einem Indel voneinander. *VvGT7b* ist identisch mit der Sequenz des Referenzgenoms. Die beiden anderen Allele, *VvGT7c* und *VvGT7l*, wurden jeweils nur einmal sequenziert. Interessanterweise unterscheiden sie

sich von *VvGT7b* und *VvGT7k* nicht durch neue SNPs, sondern erscheinen als Chimären dieser beiden Allele (Tabelle 8).

2.3.6.2 Sequenzierung der *VvGT7* in Selbstungen

Als Selbstungen werden aus einer Selbstbefruchtung hervorgegangene Pflanzen bezeichnet. *VvGT7* wurde in drei Selbstungen sequenziert (Se1, Se2 und Se3). Von Se1 wurden 14 Plasmide sequenziert, die alle das Allel *VvGT7k* tragen. Um zu überprüfen, ob Se1 homozygot für *VvGT7k* ist, wurde zusätzlich eine zweite PCR mit dem Primerpaar „*VvGT7* Nested for“ und „*VvGT7* Nested rev“ (4.1.7) durchgeführt. Das PCR-Produkt wurde direkt sequenziert. Die Sequenz des PCR-Produktes entspricht ebenfalls dem Allel *VvGT7k*. Se2 ist ebenfalls homozygot, allerdings für das Allel *VvGT7b*. Das PCR-Produkt wurde kloniert und zwölf Plasmide mit dieser Sequenz sequenziert. Se3 ist heterozygot. Nach der Klonierung des PCR-Produktes wurden drei Plasmide mit *VvGT7k* und eines mit *VvGT7b* sequenziert (Tabelle 7).

2.3.6.3 Sequenzierung der *VvGT7* nach somatischer Embryogenese

VvGT7 wurde in zwei Pflanzen, die aus somatischen Embryonen regeneriert wurden, sequenziert. Die Pflanzen tragen die Bezeichnungen FK und DM. Insgesamt wurden sieben verschiedene Allele erhalten. In beiden Pflanzen wurden *VvGT7b* und *VvGT7k* sequenziert. Zusätzlich wurden neue Allele identifiziert; in der Pflanze FK die Allele *VvGT7n*, *m* und *e* und in der Pflanze DM *VvGT7p* und *o*. Die neuen Allele wurden jeweils nur einmal sequenziert (Tabelle 7). Alle neuen Allele sind Mischformen aus *VvGT7b* und *VvGT7k* (Tabelle 8).

2.3.6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Insgesamt wurden neun verschiedene Allele der *VvGT7* im Stock 8 des Weißen Rieslings 239-34 Gm sequenziert. Im gesamten ORF gibt es 19 SNPs und ein Indel. Die zwei Allele, die sich in allen 20 polymorphen Bereichen unterscheiden, sind *VvGT7k* und *VvGT7b* (Tabelle 8). Diese zwei Allele konnten in allen Proben gefunden werden. Die einzige Ausnahme stellen die Selbstungen Se1 und Se2 dar, die homozygot für *VvGT7b* bzw. *VvGT7k* sind (Tabelle 7). Die restlichen sieben Allele stimmen in bestimmten Bereichen entweder mit *VvGT7b* oder *VvGT7k* überein (Tabelle 8). Die neun

sequenzierten Allele fallen in zwei verschiedene Gruppen. Die Allele innerhalb der einen Gruppe haben größere Ähnlichkeit zu *VvGT7b*, die der anderen Gruppe zu *VvGT7k* (Abbildung 39).

Tabelle 7: Vorkommen der Allele der *VvGT7* in verschiedenen Proben und Häufigkeit der entsprechenden Plasmide. Das Allel *VvGT7b* ist hellgrau, das Allel *VvGT7k* ist dunkelgrau hinterlegt.

Pflanzenmaterial	<i>b</i>	<i>l</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>p</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	<i>o</i>	<i>k</i>
Blätter	5	1				1			3
Selbstung Se1									14
Selbstung Se2	12								
Selbstung Se3	1								3
Som. Emb. FK	5		1	1			1		1
Som. Emb. DM	6					1		1	1

Tabelle 8: Polymorphe Positionen der *VvGT7* im Weißen Riesling 239-34 Gm. Das zugrundeliegende Alignment wurde mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) im Programm MegAlign (DNASTAR) erstellt und befindet sich im EA 13. Positionen, in denen eine Sequenz *VvGT7b* entspricht, sind hellgrau hinterlegt, Positionen, in denen sie *VvGT7k* entspricht dunkelgrau.

	45	83	350	394	432	389	564	585	589	627	667	709	743	Indel	954	1023	1051	1068	1149	1315
<i>b</i>	C	A	G	C	C	C	G	A	G	C	A	T	C	+6	C	T	A	T	G	G
<i>l</i>	C	A	G	C	C	C	G	A	G	C	A	T	C	+6	C	T	A	T	G	A
<i>n</i>	C	A	G	C	C	C	G	A	G	C	A	T	C	+6	C	T	A	T	A	A
<i>m</i>	C	A	G	C	C	C	G	A	G	C	A	T	C	+6	A	C	G	G	G	G
<i>p</i>	C	A	G	C	C	T	A	C	C	A	G	C	T	-	A	C	G	G	A	A
<i>c</i>	C	A	C	T	T	T	A	C	C	A	G	C	T	-	A	C	G	G	A	A
<i>e</i>	C	G	C	T	T	T	A	C	C	A	G	C	T	-	A	C	G	G	A	A
<i>o</i>	G	G	C	T	T	T	A	C	C	A	G	C	T	-	A	C	G	G	A	G
<i>k</i>	G	G	C	T	T	T	A	C	C	A	G	C	T	-	A	C	G	G	A	A

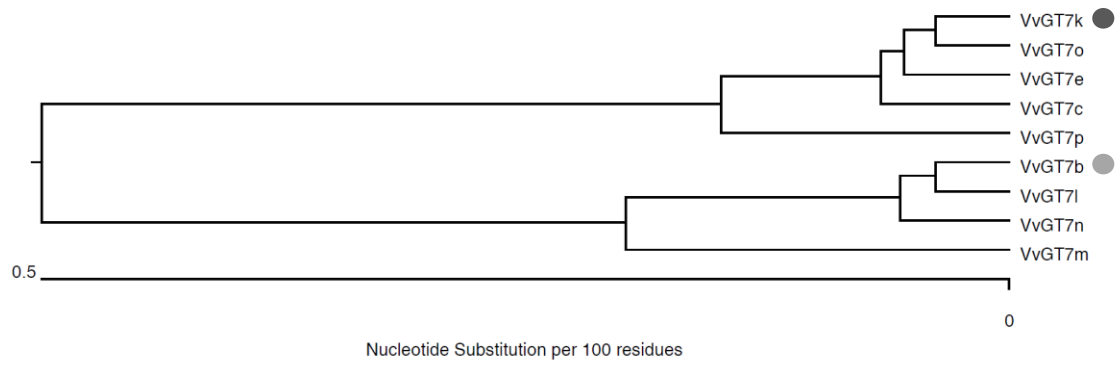


Abbildung 39: Phylogenetischer Baum der Allele der *VvGT7* im Weißen Riesling 239-34 Gm. Das Allel *VvGT7b* ist hellgrau, das Allel *VvGT7k* ist dunkelgrau markiert. Das zugrundeliegende Alignment wurde mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) im Programm MegAlign (DNASTAR) erstellt und befindet sich im EA 13.

3. Diskussion

3.1 *In silico*-Untersuchungen

3.1.1 Größe der UGT-Familie in *V. vinifera*

In der Genom-Datenbank des CRIBI Biotechnology Centers (<http://genomes.cribi.unipd.it/grape/>) werden alle vorhergesagten Gene bestimmten Gruppen, sogenannten *gene families* zugeordnet. In den *gene families* sind nur solche Sequenzen enthalten, die mit Genvorhersageprogrammen als Gene identifiziert worden sind. Es kann mit solchen Programmen sowohl zu einer Über- als auch zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Anzahl von Genen kommen (Mathé et al., 2002). UGTs von *V. vinifera*, die den verschiedenen phylogenetischen Gruppen, die in *A. thaliana* identifiziert wurden (Ross et al., 2001), zugeordnet werden können, fallen in die *gene family* Cluster 11-5. Die 210 Gene, die in dieser *gene family* enthalten sind verfügen über Sequenzähnlichkeit. Weitere Merkmale, wie die Länge des ORF oder das Vorhandensein des PSPG-Motivs, sind für die Zuordnung allerdings unerheblich. Eine manuelle Annotation findet bisher nicht statt (persönliche Kommunikation Nicola Vitulo, CRIBI Biotechnology Center, 2013). Um aus diesen 210 vorhergesagten Genen, solche zu isolieren, die tatsächlich für potentiell funktionelle UGTs kodieren, wurden nur Sequenzen mit PSPG-Motiv ausgewählt. Das PSPG-Motiv wird als das, die pflanzlichen UGTs definierende, Motiv bezeichnet und ist für ihre Funktion unerlässlich (Gachon et al., 2005; Osmani et al., 2009). Außerdem wurden nur solche vorhergesagten Gene ausgewählt, deren abgeleitete AS-Sequenz in ihrer Länge bisher funktionell charakterisierten pflanzlichen UGTs ähnelt. Nach Anwendung dieser Kriterien wird die Zahl von Genen, die in *V. vinifera* für potentiell funktionelle UGTs kodieren auf 156 geschätzt.

In anderen Arbeiten zur Untersuchung von UGT-Genfamilien in Pflanzen wurden ebenfalls die beiden oben genannten Kriterien angewandt. Beim Gemeinen Lein (*Linum usitatissimum*) wurden auf diese Weise 137 UGT-Gene identifiziert (Barvkar et al., 2012), bei der Pappel *Populus trichocarpa* 178 UGT-Gene (Caputi et al., 2012). Die Anzahl potentiell funktioneller UGTs in *V. vinifera* ist also vergleichbar mit ihrer Anzahl in anderen Pflanzen.

3.1.2 Evolution der UGT-Gene und ihre Lage im Genom

Die Evolution der UGT-Familie wurde exemplarisch anhand der phylogenetischen Gruppe G untersucht. Insgesamt gehören in *V. vinifera* zehn der 156 Gene, die für potentiell funktionelle UGTs kodieren (2.1.1), in diese Gruppe. Diese Gene liegen ausschließlich auf den Chromosomen 3 und 18. Nach Jaillon et al. (2007) weisen die Chromosomen 3, 4, 7 und 18 eine ähnliche Genabfolge auf und entwickelten sich wahrscheinlich aus den drei homologen Chromosomen eines ursprünglich hexaploiden Chromosomensatzes (Abbildung 40).

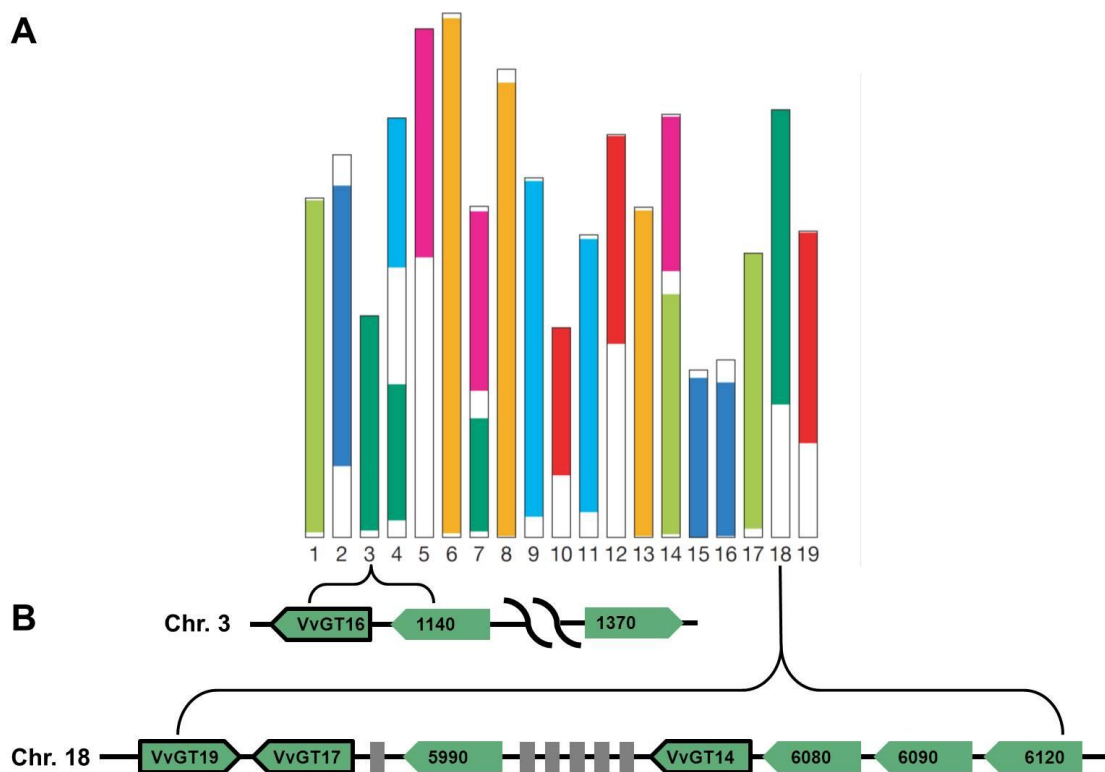


Abbildung 40: Graphische Darstellung der physikalischen Lage der UGT-Gene der Gruppe G im Genom von *V. vinifera*. A: Schematische Darstellung der 19 Chromosomen von *V. vinifera*. Bereiche einer Farbe repräsentieren Regionen mit ähnlicher Genabfolge. Teil A der Abbildung stammt aus Jaillon et al. (2007). B: Die Lage der UGT-Gene der Gruppe G auf den Chromosomen 3 und 18. Gene, die nicht als Kandidatengene ausgewählt wurden, sind nach ihrer Locus-ID innerhalb des betroffenen Supercontigs benannt. Zwischen Vv03s0017g01140 (1140) und Vv03s0017g01370 (1370) liegen über 500 Gene die nicht dargestellt sind.

Die Verteilung der Gruppe G-UGTs auf zwei paraloge Regionen auf den Chromosomen 3 und 18 deutet darauf hin, dass mindestens ein gemeinsames Vorläufergen bereits vor der Hexaploidisierung vorlag. Die Gene, die sich auf Chromosom 3 befinden, sind zu-

einander ähnlicher, als zu den Genen, die auf Chromosom 18 liegen (Abbildung 10). Dies spricht dafür, dass sich die Gruppe G-UGTs auf Chromosom 3 und Chromosom 18 erst vervielfältigten, nachdem die Hexaploidisierung stattgefunden hat. Im phylogenetischen Baum der Gruppe G (Abbildung 10) zeigt sich außerdem, dass die Sequenzen aus *V. vinifera* untereinander eine höhere Ähnlichkeit aufweisen, als zu den sechs Sequenzen dieser Gruppe von *A. thaliana* (Ross et al., 2001). Dies spricht dafür, dass die Genduplikationen erst nach der Trennung von *A. thaliana* und *V. vinifera* in zwei verschiedene Linien, folglich nach der Aufspaltung der Rosiden in Vitales und Eurosiden (AGP II, 2003) stattfand.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die heutige Größe der Gruppe G wahrscheinlich durch Genduplikationen nach der Trennung der Linien von *V. vinifera* und *A. thaliana* zustande gekommen ist. Ähnliches konnte von Caputi et al. (2012) für weitere Arten und weitere Gruppen von UGTs gezeigt werden. Die 14 phylogenetischen Gruppen der UGTs in *A. thaliana* (Ross et al., 2001) sind über alle Gefäßpflanzen hinweg konserviert. Innerhalb der einzelnen Linien kommt es aber häufig zur Expansion der Gruppen (Caputi et al., 2012).

Die Untersuchung der Lage der 15 Kandidatengene hat gezeigt, dass außer den Genen der Gruppe G auch die Gene der Gruppen D, L und E in Clustern vorliegen (2.1.4, Abbildung 15). Die UGTs eines Clusters gehören dabei immer zur selben phylogenetischen Gruppe. Solche Cluster aus ähnlichen Genen entstehen häufig durch Tandemduplikationen ursprünglicher Gene (Cannon et al., 2004). Die UGT-Gene eines Clusters sind vermutlich zueinander paralog, sie sind demnach durch Genduplikationen aus einem gemeinsamen Vorläufergen entstanden.

3.1.3 *In silico* Auswahl von Kandidatengen

Aus dem Referenzgenom PN40024 von *V. vinifera* (Jaillon et al., 2007) wurden 15 Kandidatengene anhand ihrer Ähnlichkeit zu Terpen-GTs aus *A. thaliana* (Caputi et al., 2008) ausgewählt. Es hat sich gezeigt, dass sich unter den Kandidatengen auch die Gene befanden, welche die größte Sequenzähnlichkeit zu Terpen-GTs aus *G. jasminoides* (Nagatoshi et al., 2011) und *C. unshiu* (Kita et al., 2000) aufweisen (2.1.1). In *A. thaliana* zeigten 27 von 107 untersuchten UGTs *in vitro* Aktivität gegenüber ausgewählten Terpenoiden (Caputi et al., 2008). Es gibt allerdings nicht zu jedem der 27 Terpen-GTs aus *A. thaliana* ein potentiell orthologes Protein in *V. vinifera*. Dies

zeigt sich dadurch, dass häufig mehrere UGT-Gene aus *A. thaliana* zum selben Gen aus *V. vinifera* die größte Ähnlichkeit aufweisen. Beispielsweise haben alle vier Gene, die in *A. thaliana* für Terpen-GTs der Gruppe H kodieren die größte Ähnlichkeit zu *VvGT15* aus *V. vinifera*, weshalb *VvGT15* das einzige Gen der Gruppe H ist, welches für eine genauere Charakterisierung ausgewählt wurde.

Anhand der Sequenz von UGTs können nur sehr bedingt Rückschlüsse auf ihre Substratspezifität gezogen werden. So kommt es vor, dass UGTs der gleichen phylogenetischen Gruppe verschiedene Substratklassen wie Flavonoide und Terpenoide glykosylieren oder UGTs verschiedener phylogenetischer Gruppen die gleichen Substrate umsetzen (Osmani et al., 2009). Allerdings hat sich in bisherigen Arbeiten gezeigt, dass eine phylogenetische Gruppe der UGTs häufig über die gleiche Regiospezifität verfügt (Vogt und Jones, 2000; Caputi et al., 2008). In *V. vinifera* spielen sowohl Terpenoide mit primärem Alkohol, wie Geraniol oder Nerol, als auch Terpenoide mit tertiärem Alkohol wie Linalool eine entscheidende Rolle für das sortenspezifische Aroma (Rapp und Mandery, 1986; Guth, 1997; Mateo und Jiménez, 2000). *In planta* sind dementsprechend wahrscheinlich UGTs mehrerer phylogenetischer Gruppen an der Glycosylierung von Terpenoiden beteiligt. Aus diesem Grund wurde bei der Auswahl der Kandidatengene darauf geachtet, dass alle Gruppen, die auch in *A. thaliana* Aktivität gegenüber Terpenoiden zeigen (Gruppen H, L, G, D und E) (Caputi et al., 2008) abgedeckt wurden (Abbildung 11).

Das PSPG-Motiv, ein konservierter Bereich der AS-Sequenz von UGTs, ist für ihre Funktion unabdingbar, da die Bindung des Zuckerdonors in diesem Bereich stattfindet (Hughes und Hughes, 1994; Osmani et al., 2009). Die 15 Kandidatengene enthalten das PSPG-Motiv, kodieren also für potentiell aktive UGTs (Abbildung 12).

3.2 Funktionelle Charakterisierung

Fünf UGTs (*VvGT7*, *VvGT12*, *VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16*) wurden anhand ihrer Expressionsprofile in Beerenhäuten (2.2.3 und 3.3.2) für eine funktionelle Charakterisierung ausgewählt. Diese wurden im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes von den Kooperationspartnern in *E. coli* exprimiert und mit verschiedenen Methoden funktionell charakterisiert.

3.2.1 Versuche mit einzelnen Substraten

In einem ersten Schritt wurden die rekombinanten UGTs mit radioaktiv markierter UDP-Glukose und ausgewählten potentiellen Substraten inkubiert. Mögliche Produkte wurden mittels Messungen der Radioaktivität nachgewiesen. Konnte auf diese Weise Produkt nachgewiesen werden, so wurde der oben beschriebene Ansatz mit unmarkierter UDP-Glukose wiederholt. Der Produktnachweis erfolgte via LC-MS/MS (Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie/Massenspektrometrie) (Bönisch, 2014).

Vier UGTs (VvGT7, VvGT14, VvGT15 und VvGT16) zeigten *in vitro* Aktivität u.a. gegenüber ausgewählten Terpenoiden (Tabelle 9). VvGT12 und einzelne Alloenzyme der aktiven UGTs (VvGT7i und j, VvGT14b und c) setzen keine Monoterpenalkohole um und wurden aus diesem Grund nicht eingehender untersucht.

Tabelle 9: Substrate der untersuchten UGTs. Als Zuckerdonor dient UDP-Glukose.

Aktive UGT-Alloenzyme	Substrate
VvGT7a bis h	Nerol, Geraniol, Citronellol
VvGT14a	Nerol, Geraniol, Citronellol, Linalool, 8-Hydroxylinalool, Terpeneol
VvGT15a bis c	Nerol, Geraniol, S-Citronellol, 8-Hydroxylinalool
VvGT16	Nerol, Geraniol, Citronellol

VvGT14a ist die einzige der untersuchten UGTs, welche den tertiären Alkohol Linalool glukosyliert. VvGT14 gehört zur phylogenetischen Gruppe G. Zu dieser Gruppe zählt eine weitere UGT, welche einen sekundären Alkohol glykosyliert, nämlich eine Iridoid-GT aus *G. jasminoides* (Nagatoshi et al., 2011). VvGT14 hat von allen Proteinen in *V. vinifera* die größte Ähnlichkeit zu dieser UGT. Die UGTs der Gruppe G aus *A. thaliana* glykosylieren hingegen ausschließlich primäre Alkohole (Caputi et al., 2008).

3.2.2 Enzymkinetik

Von den Proteinen, die in den oben beschriebenen Untersuchungen Aktivität gegenüber Monoterpenalkoholen zeigten, wurden vom Kooperationspartner die kinetischen Konstanten bestimmt (Bönisch, 2014) (Tabelle 10). Mit Hilfe dieser können Aussagen zur Effizienz der untersuchten Enzyme im Hinblick auf verschiedene Substrate getroffen werden. Als Zuckerdonor wurde ausschließlich UDP-Glukose untersucht, da in *V. vini-*

fera der erste an Terpenoide gebundene Zucker immer Glukose ist (Sarry und Günata, 2004; Palomo et al., 2006).

Tabelle 10: Kinetische Konstanten von UGTs aus *G. jasminoides* (Nagatoshi et al., 2011), *S. bicolor* (Hansen et al., 2003) und *V. vinifera*. Angegeben sind die Michaelis-Konstante (K_M), die Wechselzahl (k_{cat}) und die katalytische Effizienz (k_{cat}/K_M). Die Daten stammen aus Bönisch (2014).

Enzym (<i>Spezies</i>)	Bevorzugtes Substrat	K_M [mM]	k_{cat} [s^{-1}]	k_{cat}/K_M [$s^{-1} mM^{-1}$]
Hydroxymandelonitril-GT (<i>S. bicolor</i>)	Geraniol	0,14	0,1	0,69
	Mandelonitril	0,84	10,6	12,6
Iridoid-GT (<i>G. jasminoides</i>)	Genipin	8,82	1,04	0,12
	7-Deoxylogenin	0,61	0,13	0,21
VvGT7a (<i>V. vinifera</i>)	Nerol	0,4	0,0004	0,001
VvGT7b (<i>V. vinifera</i>)	Nerol	0,2	0,002	0,007
VvGT7c (<i>V. vinifera</i>)	Nerol	0,21	0,0014	0,007
VvGT14a (<i>V. vinifera</i>)	Geraniol bzw. Citronellol	0,009	0,02	2,6 bzw. 2,5
VvGT15a (<i>V. vinifera</i>)	Geraniol	0,063	0,12	1,9
VvGT15b (<i>V. vinifera</i>)	Geraniol	0,081	0,1	1,2
VvGT15c (<i>V. vinifera</i>)	Geraniol	0,043	0,17	3,9
VvGT16 (<i>V. vinifera</i>)	Nerol	0,118	0,009	0,08

Die kinetischen Daten weisen darauf hin, dass es sich bei VvGT14 und VvGT15 um Monoterpen-GTs mit physiologischer Relevanz handelt. Die enzymatische Aktivität der VvGT7 und VvGT16 ist sehr viel geringer, was darauf hindeutet, dass Monoterpene vermutlich nicht die natürlichen Substrate dieser Enzyme sind. Diese These wurde mittels „Activity-Based Metabolomic Profiling“ (ABMP) überprüft (3.2.3).

Die drei untersuchten Alloenzyme der VvGT7 (VvGT7a, VvGT7b und VvGT7c) setzen bevorzugt Nerol um. Die katalytische Effizienz von VvGT7b und VvGT7c ist vergleichbar (k_{cat}/K_M 0,007 $s^{-1} mM^{-1}$), die von VvGT7a geringer (k_{cat}/K_M 0,001 $s^{-1} mM^{-1}$). VvGT14a setzt die beiden Substrate Geraniol und Citronellol ähnlich effizient um (k_{cat}/K_M 2,6 $s^{-1} mM^{-1}$ und 2,5 $s^{-1} mM^{-1}$). Von VvGT15 wurden ebenfalls drei Alloenzyme (VvGT15a, VvGT15b und VvGT15c) untersucht. Die größte Wechselzahl (0,1 bis 0,17 s^{-1}) und katalytische Effizienz (1,2 bis 3,9 $s^{-1} mM^{-1}$) haben die drei Alloenzyme

gegenüber Geraniol. VvGT15c hat von ihnen den niedrigsten K_M -Wert für Geraniol (0,043 mM) und die größte Wechselzahl ($0,17 \text{ s}^{-1}$). VvGT16 zeigt, wie VvGT7, die größte Aktivität gegenüber Nerol, welches mit einer katalytischen Effizienz von $0,08 \text{ s}^{-1} \text{ mM}^{-1}$ umgesetzt wird.

Die katalytische Effizienz der VvGT14a und der VvGT15c liegen 12fach und 19fach über der Aktivität der Iridoid-GT gegenüber 7-Deoxylogenin ($0,21 \text{ s}^{-1} \text{ mM}^{-1}$) (Nagatoshi et al., 2011). Im Vergleich dazu ist die enzymatische Aktivität der VvGT16 und VvGT7b mit $0,08$ und $0,007 \text{ s}^{-1} \text{ mM}^{-1}$ jedoch niedrig. Die Nebenaktivität einer Hydroxymandelonitril-GT aus *S. bicolor* gegenüber Geraniol (k_{cat}/K_M $0,69 \text{ s}^{-1} \text{ mM}^{-1}$) (Hansen et al., 2003) ist 9fach bzw. 98fach höher, als die Aktivität der VvGT16 und VvGT7b gegenüber Nerol.

3.2.3 „Activity-Based Metabolomic Profiling“

Die funktionelle Charakterisierung von Enzymen mit einzelnen Substraten kann irreführend sein, wenn die *in vivo*-Funktion eines Enzyms aufgeklärt werden soll. Die natürlichen Substrate der Enzyme werden möglicherweise gar nicht untersucht oder es werden *in vitro* Reaktionen identifiziert, obwohl in der Pflanze die entsprechenden Substrate nicht vorliegen. Ein Beispiel hierfür ist die AtUGT73C6 aus *A. thaliana*, die *in vitro* Flavonoide glykosyliert, welche in dieser Pflanze allerdings bisher nicht identifiziert wurden (Caputi et al., 2012).

Das „Activity-Based Metabolomic Profiling“ (ABMP) ist eine Methode, die besser zur Identifizierung der natürlichen Substrate von Enzymen geeignet ist. Hierbei wird dem Enzym ein Extrakt aus Zellen angeboten, der potentielle pflanzeneigene Substrate enthält. Nachdem der Extrakt mit dem Enzym inkubiert wurde, wird über LC-MS (Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie) ermittelt, wie sich die Bestandteile des Extraktes verändert haben. Daraus kann geschlossen werden, welche Reaktion vom untersuchten Enzym katalysiert wurde (de Carvalho et al., 2010; Duckworth und Aldrich, 2010).

Zum Nachweis der natürlichen Substrate der VvGT Enzyme verwendeten wir eine modifizierte Methode des ABMP. Hierzu wurden die glykosidisch gebundenen Stoffe aus Beerenhäuten des Gewürztraminers 11-18 Gm extrahiert und enzymatisch mittels Glykosidasen gespalten. Die freigesetzten Verbindungen (Aglyka-Extrakt) wurden analy-

siert und anschließend mit einzelnen UGTs und UDP-Glukose umgesetzt. Nach der Inkubation des Aglyka-Extraktes mit den UGTs wurde untersucht, welche Verbindungen glykosidisch gebunden vorliegen. Für VvGT14a und VvGT15c konnten mit diesem Ansatz Geraniol, Nerol und Citronellol als natürliche Substrate identifiziert werden. VvGT7b und VvGT16 setzten jedoch keine in der Aglyka-Bibliothek enthaltenen Terpenoide um (Bönisch, 2014; Stanitzek, 2014).

3.3 Genexpressionsanalyse

Die Genexpressionsanalyse zeigt, dass alle 15 untersuchten UGTs in *V. vinifera* auf mRNA-Ebene reguliert werden. Bei Genen, die auf mRNA-Ebene reguliert werden, ist die Korrelation zwischen mRNA und Protein relativ hoch (1.4.1). Aus diesem Grund ist es zulässig von relativen Änderungen der mRNA-Konzentration auf Änderungen in der Konzentration der Enzyme zu schließen.

Die Transkriptlevel wurden mit, durch den Kooperationspartner ermittelten, Profilen freier und gebundener Terpenoide (Stanitzek, 2014) mit dem Ziel verglichen, UGTs für die funktionelle Charakterisierung auszuwählen und ihre biologische Funktion zu untersuchen. Neben der Konzentration des Enzyms in der Zelle, hängt die Menge des umgesetzten Substrates von vielen weiteren Faktoren ab (1.4.1). Für Terpen-GTs bedeutet dies, dass die Menge an gebildeten Terpen-Glukosiden beispielsweise auch von der Terpenkonzentration im Cytosol abhängig sein kann. In *V. vinifera* werden Terpenoide in ihrer gebundenen Form gespeichert (Gunata et al., 1985; Palomo et al., 2006). Daraus folgt, dass eine Akkumulation von Terpen-Glykosiden auch bei einer gleichbleibenden Aktivität von Terpen-GTs erreicht werden kann. Allerdings wurden in der vorliegenden Arbeit nur solche UGTs untersucht, die freie Terpene glukosylieren. Terpen-Monoglukoside haben allerdings nur einen Anteil von unter 10 % an den Terpen-Glykosiden. Die restlichen Terpene liegen an Disaccharide gebunden vor. Terpenmonoglukoside können also als Zwischenstufe zur Bildung von Terpendiglykosiden betrachtet werden, welche letztendlich in Beeren von *V. vinifera* akkumulieren (Mateo und Jiménez, 2000). Trotz dieser Einschränkungen, die bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden müssen, ist die Genexpressionsanalyse ein erster wichtiger Schritt bei der funktionellen Charakterisierung der UGTs. Hohe Transkriptlevel dieser Enzyme während eines Entwicklungsstadiums oder in einem Gewebe, in welchem hohe Gehalte

an Terpenglukosiden vorliegen, stellen einen Hinweis auf ihre Funktion als Terpen-Glukosyltransferasen dar.

Als Methode für die Genexpressionsanalyse wurde GeXP gewählt, da sie die gleichzeitige Quantifizierung von bis zu 30 Genen erlaubt und in der vorliegenden Arbeit die gleichzeitige Untersuchung von 15 Kandidatengenen (*VvGT7* bis *VvGT21*) und fünf Referenzgenen (*VviActin*, *VviAP47*, *VviPP2A*, *VviSAND*, *VviTIP41*) ermöglichte. Um die Expression dieser Gene in den untersuchten 182 RNA-Proben mittels quantitativer Real Time PCR (qPCR) zu bestimmen, wären 20 Gene mal 182 Proben, also 3640 qPCR-Ansätze, notwendig gewesen. GeXP wurde in Folge dessen als kostengünstigere und zeitsparendere Methode ausgewählt. Zudem wird für diese Methode weniger Probenmaterial benötigt. Die Messung der Genexpression mittels RNA-Seq oder Microarrays (1.4.2) hätte zwar die Messung der Expression aller ~150 UGTs von *V. vinifera* erlaubt, allerdings lagen die Kosten für diese Methoden bei Projektbeginn weitaus höher.

3.3.1 Validierung von GeXP

In der vorliegenden Arbeit wurde das erste Mal eine GeXP-Multiplex-Methode für Gene einer einzigen Genfamilie etabliert. Eine Herausforderung lag dabei in der Ermittlung von genspezifischen Primern und darin, dass die Amplifikate in ihrer Länge mindestens 3 bp voneinander abweichen müssen, um eine Auftrennung mittels Kapillargel-elektrophorese zu ermöglichen. Die Spezifität der Primer wurde bestätigt und eine eindeutige Zuordnung der Peaks im Elektropherogramm zu einzelnen Genen ist möglich (2.2.1).

Für die Normalisierung der Daten wurden fünf Referenzgene (*VviActin*, *VviAP47*, *VviPP2A*, *VviSAND*, *VviTIP41*) ausgewählt, die bereits von Reid et al. (2006) in Weinbeeren verschiedener Entwicklungsstadien evaluiert wurden. In anderen Geweben, wie Wurzeln, Infloreszenzen oder Blättern wurde ihre Stabilität bisher nicht untersucht. Die Instabilität einzelner Referenzgene kann allerdings durch die Normalisierung auf mehrere Referenzgene teilweise ausgeglichen werden (1.4.2).

Es gibt erst wenige Arbeiten zur Überprüfung der Qualität von GeXP-Daten. Diese zeigen eine Reproduzierbarkeit mit Variationskoeffizienten von 4,4 bis 25 % zwischen Läufen beim Einsatz im medizinischen Bereich (Rai et al., 2009; Jia et al., 2012). In

Arbeiten zu Darmkrebs konnte gezeigt werden, dass die Genauigkeit von GeXP mit der von qPCR vergleichbar ist (Drew et al., 2011). Um die GeXP-Methode für Transkriptionsanalysen in *V. vinifera* zu validieren wurde die Expression einer Auswahl von Genen in einigen Proben zusätzlich mittels qPCR gemessen (2.2.2). qPCR gilt als Goldstandard der Genexpressionsanalyse (1.4.2). Hierbei konnte eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse beider Methoden festgestellt werden (Abbildung 18 und Abbildung 19). Die einzige Ausnahme stellt die Expression der *VvGT7* in drei und fünf Wochen alten Blättern dar. Hier sind die mittels GeXP ermittelten Daten deutlich niedriger (Abbildung 18). Welche Ursache diese, auf ein Gewebe und zwei Entwicklungsstadien begrenzten, Unterschiede haben könnten, ist unklar.

Insgesamt kann bedingt durch die hohe Übereinstimmung der Ergebnisse aus GeXP und qPCR und aus dem Vergleich der Expression der UGTs in zwei aufeinanderfolgenden Jahren (2.2.3.1) davon ausgegangen werden, dass die durch GeXP gewonnenen Daten sehr aussagekräftig sind.

3.3.2 Expression der UGTs während der Beerenentwicklung

3.3.2.1 Regulation der UGTs

Bei keinem der untersuchten Gene bleibt die Expression während der gesamten Beerenentwicklung stabil. Die Transkription aller 15 Kandidatengene scheint in allen Rebsorten differenziert reguliert zu sein. Zwischen den verschiedenen UGTs gibt es große Unterschiede in den Expressionsmustern. Dies deutet darauf hin, dass verschiedene Transkriptionsfaktoren (Watson et al., 2011) für ihre Regulation zuständig sind (Abbildung 21, Abbildung 22 und Abbildung 23). Einzig von *VvGT9*, *VvGT10* und *VvGT11* ist bekannt, dass sie durch die gleichen Transkriptionsfaktoren VvMybPA1 und VvMybPA2 reguliert werden (Khater et al., 2012). Tatsächlich zeigen diese drei UGTs auch in der vorliegenden Arbeit sehr ähnliche Transkriptionsmuster.

Interessanterweise unterscheidet sich die Expression der UGTs kaum zwischen dem aromatischen Gewürztraminer 11-18 Gm und dem Gewürztraminer FR 46-107, in welchem kaum Terpenoide synthetisiert werden. Dies zeigt, dass die Transkriptmengen der 15 potentiellen Terpen-GTs in dieser Sorte nicht an die Terpenoidgehalte gekoppelt sind.

Die UGTs *VvGT12*, *VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16* werden sortenspezifisch exprimiert. *VvGT15* wird beispielsweise im Gelben Muskateller um ein vielfaches stärker exprimiert als im Weißen Riesling oder im Gewürztraminer. Eine Ursache hierfür könnten sortenspezifische Mutationen innerhalb von cis-Elementen (*Enhancern* oder *Silencern*) dieser Gene sein. Solche Mutationen könnten beispielsweise dazu führen, dass spezifische Transkriptionsfaktoren in einer bestimmten Sorte weniger effektiv binden (Zou et al., 2011).

3.3.2.2 Vergleich von Expressionsprofilen und Terpenoidprofilen

Die Expression von neun der 15 untersuchten UGTs (*VvGT8* bis *VvGT11*, *VvGT13* und *VvGT17* bis *VvGT20*) sinkt nach der Veraison, ungefähr zehn Wochen nach der Vollblüte. Demnach haben diese UGTs ihre biologische Funktion wahrscheinlich vor der Zeit, in der die meisten Terpen-Glukoside gebildet werden. Es ist deshalb unwahrscheinlich, dass diese Gene potentiell funktionelle Terpen-GTs kodieren, weshalb sie nicht eingehender untersucht wurden. Für vergleichende Sequenzierungen und anschließende funktionelle Charakterisierung wurden die fünf Gene *VvGT7*, *VvGT12*, *VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16*, deren Expression am Ende der Beerenreife hoch ist, ausgewählt. *VvGT21* konnte aus zeitlichen Gründen nicht näher untersucht werden.

3.3.2.3 Expression von Terpen-GTs in *V. vinifera*

Bei *VvGT14* und *VvGT15* handelt es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um Terpen-GTs, wie durch die funktionelle Charakterisierung gezeigt werden konnte (3.2). Die Expression der *VvGT14* ist in Beerenhäuten im Vergleich zu den anderen untersuchten Geweben (Gescheine, Blätter und Wurzeln) besonders hoch (Abbildung 22 und Abbildung 30). In den Beerenhäuten steigt der Transkriptgehalt nach der Veraison an, bis er 15 Wochen nach der Vollblüte ein Maximum erreicht. In den beiden untersuchten Rieslingklonen ist die Expression der *VvGT14* mit Abstand am höchsten (Abbildung 22). In Beerenhäuten des Weißen Rieslings treten 15 Wochen nach der Vollblüte ausschließlich Linalool-Glukosid und Geraniol-Glukosid in Beerenhäuten auf (Stanitzek, 2014). Es ist also naheliegend, dass *VvGT14* eine Rolle bei der Glykosylierung von Linalool und/oder Geraniol in Beerenhäuten spielt. *VvGT14* zeigt tatsächlich die höchste enzymatische Aktivität gegenüber Geraniol.

VvGT15 wird besonders stark in Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90 exprimiert. Die Expression ist ab der Veraison bis zwei Wochen vor der Vollreife hoch. Sie erreicht zwei Maxima; neun Wochen und 15 Wochen nach der Vollblüte (Abbildung 22). Die Gehalte an Citronellol-Glukosid und Geraniol-Glukosid folgen dem gleichen Muster (Stanitzek, 2014). Diese Ergebnisse unterstützen die Befunde der funktionellen Charakterisierung und legen nahe, dass *VvGT15 in vivo* eine wichtige Rolle bei der Glykosylierung von Citronellol und Geraniol spielt.

3.3.2.4 Vergleich der Expression in zwei aufeinanderfolgenden Jahren

Die Transkription der Kandidatengene während der Beerenentwicklung wurde im Gelben Muskateller FR 90 zusätzlich zum Jahr 2011 auch im Jahr 2012 bestimmt. In beiden Jahren folgt die Expression aller untersuchten Gene einem sehr ähnlichen Muster. Bei der Mehrheit der Gene wurden bestimmte Expressionsniveaus im Jahr 2012, im Vergleich zu 2011, ungefähr eine Woche früher nach der Blüte erreicht. Reifeparameter wie Mostgewicht und pH-Wert des Mostes wurden im Jahr 2012 ebenfalls früher erreicht.

Aus diesen Ergebnissen kann gefolgert werden, dass die Expression der UGTs mit der Reife der Beeren korreliert. Eventuell besteht ein kausaler Zusammenhang zwischen Reife und Expression, indem beispielsweise Zuckerkonzentration oder pH-Wert zur Regulation der Genexpression beitragen. Womöglich wird die Genexpression aber lediglich von den gleichen Umweltfaktoren beeinflusst, wie auch die Beerenreife. Hier sind in erster Linie Temperatur und Tageslichtmenge für eine Beschleunigung des Reifeprozesses verantwortlich (Currell et al., 1983).

3.3.3 Expression der UGTs in Blättern, Gescheinen und Wurzeln

Alle 15 Kandidatengene werden in allen untersuchten Geweben (Beerenhaut, Blatt, Wurzel und Geschein) exprimiert. Die Stärke der Expression unterscheidet sich allerdings, sowohl zwischen den Geweben, als auch zwischen den Entwicklungsstadien. Jedes der 15 untersuchten Gene hat ein einzigartiges Expressionsmuster (2.2.3 und 2.2.4). Beim Gemeinen Lein (*Linum usitatissimum*) konnten ebenfalls sehr diverse Expressionsmuster für alle 137 UGTs dieser Art festgestellt werden (Barvkar et al., 2012).

3.3.3.1 Gescheine

In Gescheinen vom Weißen Riesling 239-34 Gm und Gewürztraminer 11-18 Gm wurden sehr hohe Gehalte an Monoterpen-Glukosiden gemessen. Während in den Beerenhäuten Maximalkonzentrationen von 2 mg/kg gemessen wurden, erreichen die Monoterpen-Glukoside in voll entwickelten Blüten Konzentrationen von ungefähr 100 mg/kg. In beiden untersuchten Sorten bleiben die Gehalte an Monoterpen-Glukosiden während der ersten beiden Entwicklungszeitpunkte konstant, steigen aber bis zur Vollblüte stark an. Vor allem beim Gewürztraminer steigt die Konzentration von Linalyl- β -D-Glukosid und Geranyl- β -D-Glukosid in den letzten zwei Wochen vor der Vollblüte auf das zehnfache an. Die Gehalte an freien Terpenoiden bleiben während der gesamten Blütenentwicklung annähernd konstant (Stanitzek, 2014).

Die UGTs *VvGT7*, *VvGT15* und *VvGT16* werden in Infloreszenzen stark exprimiert. Geht man davon aus, dass die Aktivität der UGTs über ihre Transkription reguliert wird, wäre zu erwarten, dass die UGT, welche in Gescheinen Linalool und Geraniol glukosyliert, steigende Transkriptgehalte aufweist. Dies ist ausschließlich bei *VvGT16* der Fall. Diese UGT erreicht zwei Wochen vor der Vollblüte und während der Vollblüte in beiden untersuchten Sorten eine Expression, wie sie sonst nur in reifen Beeren des Gewürztraminers festgestellt wurde (Abbildung 22 und Abbildung 30). Die funktionelle Charakterisierung hat allerdings gezeigt, dass es sich bei *VvGT16* nicht um eine Terpen-GT handelt (3.2.3). Möglicherweise sind für die Glukosylierung von Monoterpenen in Blüten weitere UGTs verantwortlich, die in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht wurden.

Linalyl- β -D-Glukosid und Geranyl- β -D-Glukosid, die beiden wichtigsten Terpenglukoside der Blüten von *V. vinifera*, dienen vermutlich als schnell verfügbare Reserve, die durch enzymatische Spaltung im Bedarfsfall Terpene freisetzen können. Die *de novo*-Synthese von Terpenoiden würde möglicherweise zu lange dauern, um zu bestimmten Zeiten große Mengen an Terpenoiden bereitzustellen. Tatsächlich setzen Blüten von *V. vinifera* in nur drei Tagen um den Zeitpunkt der Vollblüte, die meisten Terpenoide frei und auch während dieser Tage nur etwa vier Stunden nach Tagesanbruch (Martin et al., 2009). Um die Vollblüte ist allerdings auch die Transkription von Genen der Terpensynthese hochreguliert (Martin et al., 2009). Möglicherweise finden zu diesem Zeitpunkt sowohl *de novo*-Synthese als auch die Freisetzung von gebundenen Terpenoiden statt.

3.3.3.2 Blätter

Blätter von Weißem Riesling 239-34 Gm und Gewürztraminer 11-18 Gm wurden im Alter von einer, drei und fünf Wochen gesammelt (Abbildung 28). Sie sind reich an Geranyl- β -D-Glukosid und Linalyl- β -D-Glukosid. Geraniol ist sowohl in freier als auch in gebundener Form das Monoterpen, mit der höchsten Konzentration (Stanitzek, 2014). Geraniol wurde auch schon in früheren Arbeiten in großen Mengen in Blättern von *V. vinifera* identifiziert (Gunata et al., 1986; Wirth et al., 2001). Die *de novo*-Synthese von Monoterpenen wird in Blättern durch Methyljasmonat angeregt und ist möglicherweise Teil der direkten oder indirekten Abwehr gegen Herbivoren und pathogene Mikroorganismen (Hilker et al., 2002; Hampel et al., 2005). Wasserlösliches Geranyl- β -D-Glukosid und Linalyl- β -D-Glukosid kann in der Vakuole gespeichert werden. Vermutlich können die Aglyka, ähnlich wie bei den Iridoiden, schnell freigesetzt werden, wenn sie für die Abwehr in Blättern benötigt werden (Pentzold et al., 2013). Alle 15 Kandidatengene werden in Blättern exprimiert, so auch die Terpen-GTs *VvGT14* und *VvGT15*. Ihre Expression ist in Blättern allerdings geringer als in Beerenhäuten (Abbildung 22 und Abbildung 30). Dies lässt vermuten, dass noch zusätzliche, bisher nicht analysierte, UGTs für die Glykosylierung von Terpenoiden in den Blättern von *V. vinifera* verantwortlich sind.

3.3.3.3 Wurzeln

Die Edelreiser Weißer Riesling 239-34 Gm und Gewürztraminer 11-18 Gm sind im Feld auf die Unterlagssorte Börner gepfropft. Um Wurzeln der Edelreiser zu erhalten, wurden in Töpfen Zweiaugen-Stecklinge gepflanzt und nach einem Jahr die Wurzeln beprobt. In diesem Gewebe wurden ausschließlich Geraniol und Geranyl- β -D-Glukosid sowie Citronellol und Citronellyl- β -D-Glukosid detektiert (Stanitzek, 2014). *VvGT14* und *VvGT15* werden stark in Wurzeln exprimiert. Die höchste enzymatische Aktivität haben diese UGTs gegenüber Geraniol, welches in den Wurzeln in hohen Konzentrationen gebunden vorliegt. Auch Citronellol wird von beiden Enzymen glukosyliert.

Wurzeln sind einer Vielzahl von pathogenen Mikroorganismen und Herbivoren ausgesetzt. Viele Pflanzen geben vermehrt Monoterpene ab, wenn sie von solchen Schadorganismen angegriffen werden (Gershenson und Dudareva, 2007). Bei der Unterlagssorte Teleki 5C (*Vitis berlandieri* x *V. riparia*) konnte gezeigt werden, dass in Wurzeln, die von der Reblaus befallen sind, vermehrt freie Monoterpene, darunter Geraniol, vorhan-

den sind (Lawo et al., 2011). Möglicherweise wird dieses freie Geraniol als Sofortantwort nicht *de novo* synthetisiert, sondern durch Glykosidasen aus den Monoterpen-Glukosiden freigesetzt. Die Pflanze kann mit Hilfe von Terpen-GTs möglicherweise ihre Abwehrstoffe vorproduzieren und so schneller auf Reblausbefall reagieren.

3.3.4 Einfluss von Licht auf die Expression von UGTs

Es konnte in bisherigen Arbeiten gezeigt werden, dass die Gehalte glykosidisch gebundener Terpenoide in Beeren geringer sind, wenn diese während der Beerenreifung vom Tageslicht abgeschirmt werden (Reynolds und Wardle, 1989; Skinkis et al., 2010). In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob die Ursache hierfür möglicherweise in einer Herabregulation der Genexpression von Terpen-GTs in beschatteten Trauben liegt. Hierzu wurde die Expression aller 15 Kandidatengene unter verschiedenen Lichtbedingungen analysiert. Ein Absinken der Expression in der Dunkelheit konnte bei *VvGT7*, *VvGT9* und *VvGT12* nachgewiesen werden. Diese drei UGTs spielen *in vivo* allerdings wahrscheinlich keine Rolle bei der Glykosylierung von Terpenoiden (3.3.2.2 und 3.2). *VvGT9* glykosyliert *in vitro* Phenolsäuren und unter Umständen auch Resveratrol und Flavonoide (Hall und De Luca, 2007; Khater et al., 2012). Zu den Flavonoiden gehören die Flavonole, welche eine wichtige Rolle beim Schutz von Pflanzen vor UV-Licht spielen (Price et al., 1995). Ihre Konzentration sinkt in Beerenhäuten von *V. vinifera*, wenn diese beschattet werden (Downey et al., 2004). Die Expression der *VvGT9* sinkt gleichzeitig mit der Flavonol-Konzentration, was als Hinweis auf ihre Funktion als Flavonol-GT betrachtet werden kann.

Für die Terpen-GT-Gene *VvGT14* und *VvGT15* wurde keine Korrelation zwischen Beschattung und Transkription beobachtet.

3.4 Vergleichende Sequenzierungen

Das Sequenzieren der UGTs diene vorrangig dem Isolieren von Allelen für die funktionelle Charakterisierung der kodierten Enzyme. Alle untersuchten UGTs sind wahrscheinlich im Cytosol gelöst, da mit Hilfe des SignalP 4.1 Servers (Petersen et al., 2011) keine Signalpeptide identifiziert wurden. Dies ist in Übereinstimmung mit anderen Arbeiten, die ebenfalls die Lokalisierung pflanzlicher UGTs im Cytosol nahelegen (Caputi et al., 2012). Es gibt nur einige Ausnahmen, in denen N-terminale Signalsequenzen in

pflanzlichen UGTs vorausgesagt wurden, deren Bestimmungsort folglich außerhalb des Cytosols liegt (Miller et al., 1999; Moraga et al., 2004).

Die Ergebnisse zur vergleichenden Sequenzierung von *VvGT12* und *VvGT16* werden nicht eingehender diskutiert. *VvGT12* zeigte keinerlei Aktivität *in vitro* und von *VvGT16* wurde ausschließlich ein Allel sequenziert. Dieses kodiert für ein Enzym, welches *in vivo* keine Rolle bei der Glukosylierung von Terpenoiden spielt (3.2).

3.4.1 VvGT7

In den fünf untersuchten Rebsorten und Klonen wurden insgesamt zwölf verschiedene Allele der *VvGT7* identifiziert. Die zwölf Nukleotidsequenzen lassen sich in zehn verschiedene Aminosäuresequenzen (*VvGT7a* bis *VvGT7j*) übersetzen. Die Unterschiede zwischen den Aminosäuresequenzen basieren auf Aminosäureaustauschen an 19 Positionen und Insertionen von Aminosäuren in zwei Bereichen. Innerhalb des PSPG-Motivs, welches bekanntermaßen entscheidend für die Aktivität der UGTs ist (Osmani et al., 2009), sind alle zehn Alloenzyme identisch. Die zehn Alloenzyme wurden auf ihre Aktivität gegenüber einzelnen Substraten hin untersucht. *VvGT7a* bis *VvGT7h* glukosylieren *in vitro* Nerol, Geraniol und Citronellol, wohingegen *VvGT7i* und *VvGT7j* nahezu kein Substrat umsetzen. Ein Vergleich der Aminosäuresequenzen zeigt, dass sich die inaktiven Alloenzyme nur durch drei Aminosäuren von den aktiven Alloenzymen unterscheiden (Abbildung 32). Mittels gerichteter Mutagenese (*site-directed mutagenesis*) konnte nachgewiesen werden, dass es tatsächlich diese drei Aminosäureaustausche sind, die zum Aktivitätsverlust der Alloenzyme *VvGT7i* und *VvGT7j* führen (Bönisch, 2014). Die drei relevanten Aminosäuren konnten in keiner bisherigen Arbeit mit der katalytischen Aktivität oder Substratspezifität von UGTs in Verbindung gebracht werden.

3.4.2 VvGT14

Es wurden vier Allele der *VvGT14* sequenziert. Diese Allele wurden in ihre Aminosäuresequenzen übersetzt (*VvGT14a-d*). Zwei der drei SNPs innerhalb des ORF führen zu AS-Austauschen. Bei *VvGT14b* ist innerhalb des PSPG-Motivs ein Prolin durch ein Leucin ersetzt. *VvGT14c* ist 63 bp kürzer als die anderen Allele und kodiert dementsprechend für ein 21 AS kürzeres Protein. Vergleicht man die ORFs der *VvGT14* mit der genomischen Sequenz des Referenzgenoms PN40024 so wird deutlich, dass sich die 63 bp, die bei *VvGT14c* fehlen, direkt an das Intron dieses Gens anschließen. Möglicher-

weise ist *VvGT14c* eine Spleißvariante von *VvGT14a* mit längerem Intron. Dafür spricht, dass beide Introns mit GT beginnen und mit AG enden und damit zum häufigsten Intronotyp, den GT-AG-Introns (Breathnach et al., 1978) gehören. Der Prozess, der es erlaubt von einem Gen und einer prä-mRNA mehrere verschiedene reife mRNAs und damit auch verschiedene Proteine zu bilden, wird als alternatives Spleißen bezeichnet (Watson et al., 2011). Im Fall von *VvGT14c* wird eine unterschiedliche 3' Spleiß-Stelle benutzt. Möglicherweise dient das alternative Spleißen der Genregulation. Während *VvGT14a* mehrere Monoterpene glykosylieren kann, ist *VvGT14c* nicht funktionell (Bönisch, 2014). Das Spleißen an der alternativen 3' Spleiß Stelle könnte also der Herabregulation der Aktivität von *VvGT14* dienen, wie bei anderen Enzymen beobachtet wurde (Stamm et al., 2005; Reddy, 2007).

Die genspezifischen Primer für *VvGT14*, die für die GeXP-PCR, also die Bestimmung der Transkriptmenge, benutzt wurden, umschließen beide möglichen Introns. Das PCR-Produkt von *VvGT14c* müsste also 63 bp kürzer sein als die Produkte von *VvGT14a*, *VvGT14b* und *VvGT14d*. Die errechnete Größe der kürzeren Spleißvariante liegt bei 311 bp. In diesem Größenbereich konnte allerdings kein Peak bei der GeXP-Analyse nachgewiesen werden. Das nicht funktionelle Allel *VvGT14c* scheint folglich in den untersuchten Geweben nur in geringem Umfang oder gar nicht transkribiert zu werden.

Einzig *VvGT14a* zeigt Aktivität gegenüber Geraniol, Citronellol, Nerol und Linalool. *VvGT14b* und *VvGT14c* sind inaktiv (Bönisch, 2014). Bei *VvGT14c* ist dies nicht überraschend, da das Protein 21 AS kürzer ist als die beiden anderen Alloenzyme. *VvGT14b* hingegen unterscheidet sich vom aktiven Allel *VvGT14a* nur durch den Austausch eines Prolins durch ein Leucin an Position 39 des PSPG-Motivs. Prolin ist in pflanzlichen UGTs die am häufigsten vorkommende Aminosäure an dieser Position, Leucin die zweithäufigste (Abbildung 7) (Osmani et al., 2009). In *A. thaliana* tragen UGTs, die Monoterpenalkohole glykosylieren ebenfalls Prolin an dieser Position (EA 14) (Caputi et al., 2008). Bei *VvGT14* scheint diese Aminosäure essentiell für die Funktion zu sein.

VvGT14 wurde im Weißen Riesling 239-34 Gm, im Gewürztraminer 11-18 Gm und im Gelben Muskateller FR 90 sequenziert. Das Allel *VvGT14d* kommt ausschließlich im Gelben Muskateller vor, wurde allerdings nicht funktionell charakterisiert. Gelber Muskateller FR 90 ist homozygot für dieses Allel. Der Weiße Riesling 239-34 Gm ist heterozygot und trägt ein Allel (*VvGT14a*), welches ein aktives Enzym kodiert und

ein Allel (*VvGT14b*), welches ein inaktives Enzym kodiert. Der Gewürztraminer 11-18 Gm ist wahrscheinlich homozygot für das Allel *VvGT14a*, welches ein aktives Alloenzym kodiert. In dieser Sorte konnte allerdings auch die Spleißvariante *VvGT14c* nachgewiesen werden. Anhand von GeXP-Profilen konnte gezeigt werden, dass diese Spleißvariante jedoch nicht oder nur in geringen Mengen gebildet wird.

3.4.3 VvGT15

Von *VvGT15* wurden drei verschiedene Allele sequenziert, welche sich in sieben SNPs voneinander unterscheiden. Die drei Allele kodieren drei verschiedene Proteine, die sich durch Austausch von Aminosäuren an fünf Positionen unterscheiden. Keine der Aminosäureaustausche liegt innerhalb des PSPG-Motivs, einem Bereich, der mit dem Zuckerdonor UDP-Glukose interagiert (Osmani et al., 2009). Die drei Alloenzyme unterscheiden sich leicht in ihrer Aktivität, setzen jedoch bevorzugt Geraniol um (Bönisch, 2014). *VvGT15c* ist das aktivste Alloenzym und unterscheidet sich nur in einer Aminosäure von dem weniger aktiven Alloenzym *VvGT15a*. An Position 179 ist beim aktivsten Alloenzym Alanin durch Valin ersetzt. Es zeigt sich auch hier, wie schon bei *VvGT7*, wie einzelne Aminosäuren, auch außerhalb des PSPG-Motivs, einen großen Einfluss auf die Aktivität der UGTs haben können.

Aufgrund der hohen katalytischen Effizienz der *VvGT15*, und der Ergebnisse des ABMP, ist es sehr wahrscheinlich, dass *VvGT15 in planta* Monoterpene glukosyliert. *VvGT15* wird besonders stark in Beerenhäuten des Gelben Muskatellers FR 90 exprimiert. Diese Sorte ist heterozygot für *VvGT15c* und *VvGT15a*, den Allelen die das aktivste und zweitaktivste Alloenzym kodieren. Ein Vergleich von Terpenkonzentrationsverläufen und Expressionsprofilen legt nahe, dass diese UGT in Beerenhäuten und Wurzeln Citronellol und Geraniol glukosyliert (3.3.2).

3.4.4 Mögliche Ursachen für den Polymorphismus der *VvGT7*

Bei der Sequenzierung der *VvGT7* in Blättern eines einzigen Stocks des Weißen Rieslings 239-34 Gm wurden vier verschiedene Allele (*VvGT7b*, *VvGT7c*, *VvGT7k* und *VvGT7l*) sequenziert. *V. vinifera* ist ein diploider Organismus. Dementsprechend besitzt diese Pflanze in ihren diploiden Zellen zwei homologe Chromosomensätze. Auf den beiden Chromosomensätzen können theoretisch an einem bestimmten Locus entweder das gleiche Allel, oder aber maximal zwei verschiedene Allele vorliegen (Klug et al., 2007). Mögliche Ursachen für die ungewöhnlich hohe Anzahl von vier Allelen wur-

den untersucht, indem dieses Gen, zusätzlich zu Blättern, in somatischen Embryonen und Selbstungen sequenziert wurde. Der Begriff Allel wird in der vorliegenden Arbeit für alle Sequenzvarianten eines Gens verwendet, auch wenn diese möglicherweise nur in einzelnen mutierten Zellen auftreten oder erst während der PCR oder dem Klonieren von PCR-Produkten entstanden sein könnten.

3.4.4.1 Handelt es sich bei *VvGT7* um mehrere Gene?

Eine mögliche Erklärung für das Auftreten von vier Allelen ist, dass sich hinter *VvGT7* mehrere Gene verbergen. Alle Allele der *VvGT7* haben zwar die größte Ähnlichkeit zu einem einzigen Locus auf Chromosom 16 des Referenzgenom PN40024 von *V. vinifera* (Jaillon et al., 2007), was normalerweise bedeutet, dass sie zu einem Gen gehören, allerdings könnte es sein, dass das Referenzgenom fehlerhaft assembliert wurde. Fehler während dem Assemblieren von Genomen treten häufig dann auf, wenn mehrere sehr ähnliche Sequenzbereiche vorliegen. Diese können als ein einziger Locus fehlinterpretiert werden (She et al., 2004; Claros et al., 2012). UGT-Gene liegen im Genom von *V. vinifera* tatsächlich häufig in Clustern vor (2.1.4). Diese UGT-Gene ähneln sich häufig sehr stark und sind wahrscheinlich durch Genduplikationen aus einem gemeinsamen Vorläufergen entstanden. Für die These, dass es sich bei *VvGT7* in Wirklichkeit um mehrere Gene handelt, spricht außerdem, dass die sequenzierten Allele in zwei verschiedene Gruppen fallen (Abbildung 39). Diese Gruppen könnten zwei nah-verwandte Gene sein.

Zwei der drei sequenzierten Selbstungen sind homozygot, Se1 für das Allel *VvGT7k* und Se2 für das Allel *VvGT7b*. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass die haploiden Gameten des Stocks 8 des Weißen Rieslings 239-34 Gm, entweder das Allel *VvGT7k* oder *VvGT7b* tragen, wie in Tabelle 11 dargestellt ist.

Tabelle 11: Kreuzungsschema der Selbstungen des Weißen Rieslings 239-34 Gm.

	<i>VvGT7b</i>	<i>VvGTk</i>
<i>VvGT7b</i>	<i>VvGT7b/VvGT7b</i>	<i>VvGT7b/VvGT7k</i>
<i>VvGTk</i>	<i>VvGT7b/VvGT7k</i>	<i>VvGT7k/VvGT7k</i>

Es kann somit ausgeschlossen werden, dass es sich bei den Sequenzvarianten um Allele mehrerer Gene handelt.

3.4.4.2 Ist der Stock 8 des Weißen Rieslings 239-34 Gm eine Periklinalchimäre?

Bei Untersuchungen von Rebsorten mittels Mikrosatelliten werden häufig mehr als zwei Allele in einem Individuum identifiziert (Franks et al., 2002; Riaz et al., 2002; Hocquigny et al., 2004; Bertsch et al., 2005). Die Ursache hierfür kann ein neues, in einer Zellschicht zusätzlich auftretendes, Allel sein. Reben, in denen die äußere Zellschicht (L1) einen anderen Genotyp als die innere Zellschicht (L2) aufweist, werden als Periklinalchimären (1.1.3) bezeichnet (Hocquigny et al., 2004; Pelsy, 2009). Blätter setzen sich aus beiden Zellschichten zusammen. Daher kann das Auftreten der vier Allele in Blättern des Stocks 8 des Weißen Rieslings 239-34 Gm möglicherweise darauf hindeuten, dass es sich bei der Pflanze um eine Periklinalchimäre handelt, bei der beide Zellschichten heterozygot sind und sich in beiden Allelen unterscheiden.

Ein Auftrennen der Zellschichten ist durch Selbstungen und somatische Embryogenese möglich. Bis auf wenige Ausnahmen (Marcotrigiano und Bernatzky, 1995) wird beobachtet, dass Gameten aus Zellen der L2 entstehen (Szymkowiak und Sussex, 1996; Hocquigny et al., 2004). In den Selbstungen, die aus der Verschmelzung zweier Gameten entstehen, konnten tatsächlich nur zwei der vier ursprünglichen Allele identifiziert werden (*VvGT7b* und *VvGT7k*). Somatische Embryonen entwickeln sich hingegen, von selten beobachteten Ausnahmen abgesehen (Franks et al., 2002), aus der äußeren Zellschicht L1 (Hocquigny et al., 2004; Bertsch et al., 2005). In den somatischen Embryonen dürften entsprechend der obigen Ergebnisse nur die beiden Allele *VvGT7c* und *VvGT7l* beobachtet werden. Allerdings wurden in den somatischen Embryonen FK und DM, die gleichen Allele wie in den Selbstungen gefunden (*VvGT7b* und *VvGT7k*). Daneben wurden zusätzliche neue Allele sequenziert. In FK waren dies die Allele *VvGT7n*, *m* und *e* und in DM *VvGT7p* und *o* (Tabelle 7).

Somit kann festgestellt werden, dass die Ursache für das Auftreten von vier Allelen in Blättern des Stocks 8 des Weißen Rieslings 239-34 nicht durch das Vorliegen einer Periklinalchimäre erklärt werden kann.

3.4.4.3 Entsteht der Polymorphismus der *VvGT7* während der PCR?

Fehler, die durch die DNA-Polymerase während der PCR entstehen, stellen eine weitere mögliche Quelle für den Polymorphismus der *VvGT7* dar. Für die PCR wurde Phusion High-Fidelity DNA-Polymerase (Thermo Scientific) eingesetzt. Dieses Enzym hat eine

Korrekturlese-Funktion (*proof reading*). Nach Angaben des Herstellers Thermo Scientific liegt sie bei Benutzung des HF-Puffers bei $4,4 \times 10^{-7}$ Fehler/bp/PCR-Zyklus. Kinde et al. (2011) stellten ähnlich niedrige Fehlerraten fest. Diese Fehlerrate ist zu gering, um die Ursache für den Polymorphismus der *VvGT7* zu sein. Außerdem wäre bei SNPs, die während der PCR, dem Klonieren oder dem Sequenzieren entstehen, eine zufällige Verteilung über die gesamte Sequenz zu erwarten. Dies ist bei den Allelen der *VvGT7* allerdings nicht der Fall. Ein bestimmtes Basenpaar an einer bestimmten Position kommt immer in mindestens zwei der sequenzierten Allele vor (Tabelle 8).

Betrachtet man das Alignment aller neun Allele, die sequenziert wurden, so fällt auf, dass zwei Allele sich in allen 20 polymorphen Bereichen unterscheiden. Diese zwei Allele, *VvGT7b* und *VvGT7k*, sind am häufigsten und wurden in allen Proben sequenziert. Die einzige Ausnahme stellen die Selbstungen Se1 und Se2 dar, die homozygot für *VvGT7b* bzw. *VvGT7k* sind (2.3.6.4). Alle weiteren Allele entsprechen in bestimmten Bereichen entweder *VvGT7b* oder *VvGT7k*. Eine Erklärung für dieses Muster könnte *in vitro*-Rekombination, auch bezeichnet als PCR-vermittelte Rekombination oder *in vitro*-Chimärenbildung, sein (Saiki et al., 1988).

Dieser Prozess findet während der PCR statt und führt zur Entstehung von Fragmenten, die nicht mit dem Template identisch sind. Voraussetzung ist das Vorhandensein ähnlicher, aber nicht-identischer Abschnitte auf der Template-DNA. Diese könnten im vorliegenden Fall die beiden Allele *VvGT7k* und *VvGT7b* auf den homologen Chromosomen sein. Wenn während der PCR unvollständig amplifiziert wird, so kann der amplifizierte Abschnitt im nächsten Zyklus der PCR an das zweite vorhandene Allel binden und als Primer fungieren. Das Produkt ist eine Chimäre, welche Sequenzanteile beider Allele trägt (Saiki et al., 1988). Beispielsweise konnten in Baumwolle, neben zwei ursprünglichen Allelen, sieben weitere Klonierungsprodukte des Gens *Myb3* beschrieben werden, die alle Mischformen aus den ursprünglichen Allelen darstellen (Cronn et al., 2002) (Abbildung 41).

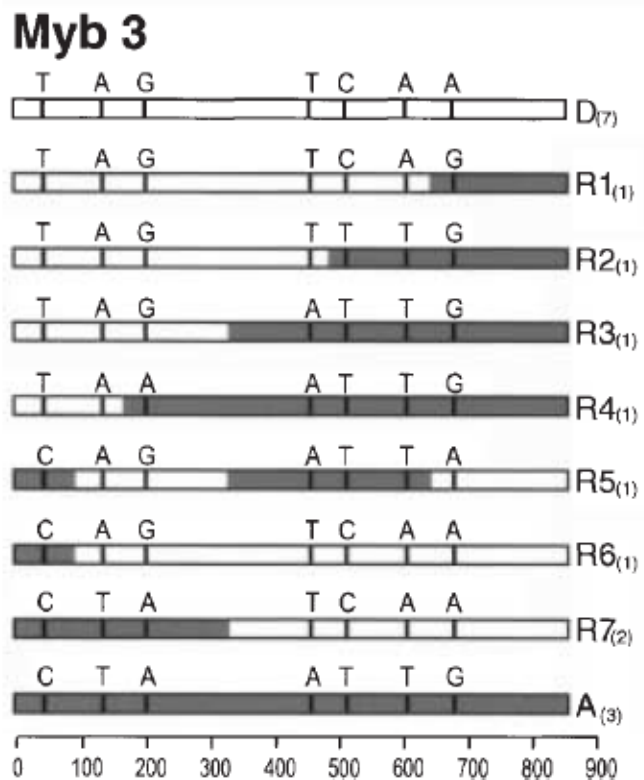


Abbildung 41: Ursprüngliche Allele (A und D) und chimäre Klonierungsprodukte (R1 bis R7) des Gens *Myb3* in Baumwolle (*Gossypium hirsutum*). Die Anzahl der sequenzierten Klone mit einer bestimmten Sequenz sind in Klammern angegeben (Cronn et al., 2002).

In vitro-Rekombination könnte daher die Ursache für den beobachteten Polymorphismus sein. Es sind Fälle bekannt, in denen über 25 % der PCR-Produkte Chimären waren (Cronn et al., 2002; Lenz und Becker, 2008), was sogar noch über den, in dieser Arbeit beobachteten, 12 % liegt.

3.4.4.4 Entsteht der Polymorphismus der *VvGT7* durch somatische Rekombination?

Mitotische Rekombination kann ebenfalls zur Entstehung von chimären Sequenzen führen, wenn ein Organismus heterozygot für ein bestimmtes Gen ist. Sie ist schwer von *in vitro*-Rekombination zu unterscheiden. Dieser Vorgang findet in somatischen Zellen von Pflanzen statt. Es kommt dabei zur Überkreuzung homologer Chromosomen, wie sie während der Meiose beobachtet wird (Molinier et al., 2004; LaFave und Sekelsky, 2009). Dieser Vorgang findet im Gegensatz zur *in vitro*-Rekombination allerdings nur selten statt (Cronn et al., 2002; Molinier et al., 2004), weshalb *in vitro*-Rekombination die wahrscheinlichste Erklärung für den beobachteten Polymorphismus darstellt.

4. Material und Methoden

4.1 Material

4.1.1 Pflanzenmaterial

Das gesamte Pflanzenmaterial von *V. vinifera* stammt aus den Weinbergen des Instituts für Rebenzüchtung der Hochschule Geisenheim University und wurde in den Jahren 2011 bis 2012 gesammelt. Es wurden Proben von zwei Klonen des Weißen Rieslings, von zwei Klonen des Gewürztraminers und einem Klon des Gelben Muskatellers geerntet (Tabelle 12). Die in dieser Arbeit untersuchten Edelreiser sind im Feld auf die Unterlagssorte Börner (Abstammung: *V. riparia* x *V. cinerea*) (Becker, 1989) gepfropft.

Tabelle 12: Die Standorte der fünf untersuchten Rebsorten bzw. Klone in den Weinbergen des Instituts für Rebenzüchtung. Die Standorte sind als Feld-Block-Zeile angegeben.

Sorte	Klon	Standort
Weißer Riesling	239-34 Gm	F-1-25
Weißer Riesling	24-196 Gm	F-1-3
Gewürztraminer	11-18 Gm	D-1-27
Gewürztraminer	FR 46-107	L-3-4
Gelber Muskateller	FR 90	L-3-11

4.1.1.1 Pflanzenmaterial für die DNA-Extraktion

Zur Extraktion von DNA wurden von allen fünf Rebsorten bzw. Klonen (Tabelle 12) junge Blätter gesammelt und bis zur Extraktion bei -20 °C aufbewahrt. Ein Stock des Weißen Rieslings 239-34 Gm (Stock 8 der Zeile 25) wurde 2011 ausgewählt und markiert. Von diesem Stock wurde ein einzelnes Auge markiert. Die Infloreszenzen dieses Auges wurden für die Erzeugung von somatischen Embryonen und von Selbstungen benutzt (Abbildung 42). Beide Arten der Vermehrung wurden größtenteils von Frau Dr. Elvira Bleser und ihrem Team (Institut für Rebenzüchtung, Hochschule Geisenheim University) durchgeführt und sollen im Folgenden kurz erläutert werden. Von, aus diesen Vermehrungsmethoden hervorgegangenen, Pflanzen wurden 2013 junge Blätter gesammelt und bis zur Extraktion bei -20 °C gelagert.

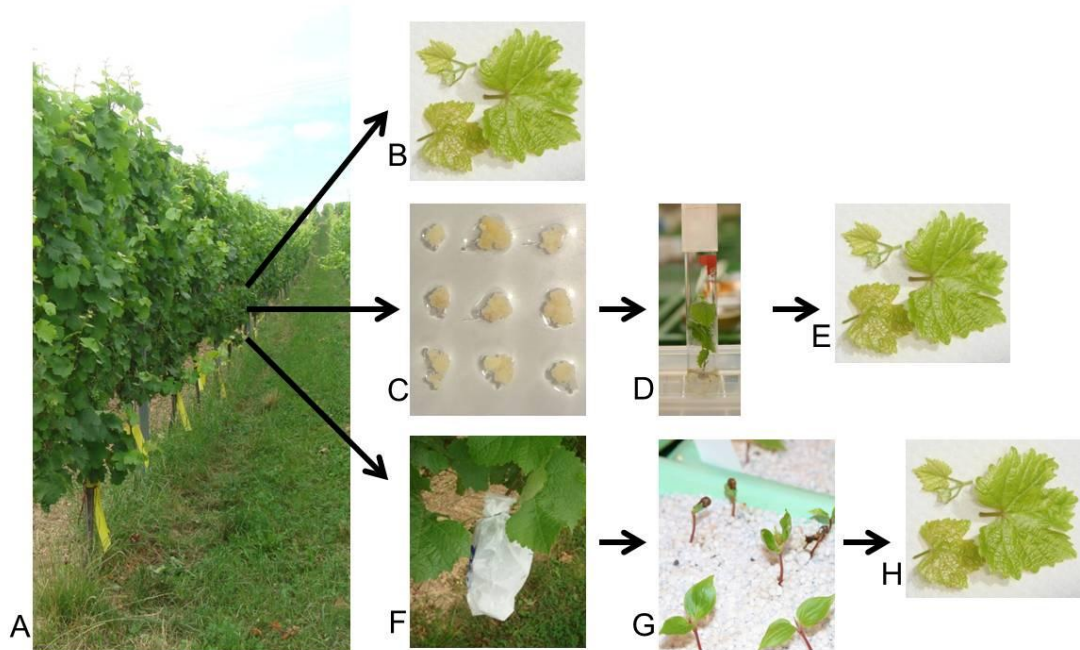


Abbildung 42: Proben für die DNA-Extraktion von Stock 8 des Weißen Rieslings 239-34 Gm (A). Aus Antheren wurden somatische Embryonen erzeugt (C). Diese wurden *in vitro* zu Pflanzen regeneriert (D). Außerdem wurde durch die Abschirmung eines Gescheins mit einer Papiertüte eine Selbstbestäubung herbeigeführt (F). Von den, aus der Selbstbefruchtung hervorgegangenen Sämlingen (G) und den anderen Pflanzen, wurden junge Blätter gesammelt (B, E, H).

Somatische Embryogenese

Als somatische Embryogenese wird die Erzeugung eines pflanzlichen Embryos aus somatischen Zellen bezeichnet. Hierfür wurden im Frühjahr 2011 aus einem Geschein des Weißen Rieslings 239-34 Gm unreife Antheren (Tetradenstadium) präpariert. Die Antheren wurden auf entsprechende Nährmedien aufgelegt, um embryogene Kalli zu erzeugen (Mauro et al., 1986) (Abbildung 42, Bild C). Die in dieser Arbeit verwendeten Kalli mit den Bezeichnungen FK und DM bildeten Embryonen, welche einzeln und *in vitro* zu Pflanzen regeneriert wurden (Abbildung 43, Bild D). Die Pflanzen wurden über 1-Augen-Stecklinge vermehrt, bis im Juli 2013 alle Blätter der Pflanzen für die Extraktion von DNA gesammelt wurden.

Selbstungen

Als Selbstungen werden aus einer Selbstbefruchtung hervorgegangene Pflanzen bezeichnet. Selbstbefruchtung (Autogamie) ist eine Sonderform der geschlechtlichen Fortpflanzung, bei der sowohl männliche als auch weibliche Gameten von demselben

Organismus stammen. Beim monözischen *V. vinifera* wurde die Selbstbefruchtung durch Abschirmen eines Gescheins (Infloreszenz) mit einer Papiertüte herbeigeführt (Abbildung 42, Bild F). Im Herbst 2011 wurden die reifen Beeren, welche aus der Selbstung hervorgingen, gesammelt. Frau Vera Pohl (Institut für Rebenzüchtung, Hochschule Geisenheim University) entfernte das Fruchtfleisch von den Kernen. Die Kerne wurden über Winter bei 4 °C gelagert. Im Frühjahr 2012 wurden sie in Perlit ausgesät (Abbildung 42, Bild G), später einzeln getopft und im Freiland kultiviert. Von den Topfpflanzen wurden 2013 junge Blätter für die DNA-Extraktion gesammelt.

4.1.1.2 Pflanzenmaterial für die RNA-Extraktion

Für die Extraktion von RNA wurden Beeren der fünf untersuchten Klone (Tabelle 12) in den Jahren 2011 und 2012 gesammelt. Das Sammeln erfolgte immer morgens von acht bis zehn Uhr auf der Sonnenseite der Rebzeilen. Gesammelt wurde während der gesamten Beerenentwicklung, ausgehend von erbsengroßen grünen Beeren bis zur Vollreife (Abbildung 20). Nach der BBCH-Skala für Weinreben entspricht dies den morphologischen Entwicklungsstadien Code 75 bis 89 (Lorenz et al., 1994). Es wurden an jedem Termin von jeder Sorte drei 50 ml Falcons mit Beeren gefüllt.

Von den Klonen Weißer Riesling 239-34 Gm und Gewürztraminer 11-18 Gm wurden 2012 zusätzlich zu den Beeren auch Blätter, Gescheine und Wurzeln gesammelt. Die Blätter wurden im ungefähren Alter von einer, drei und fünf Wochen gesammelt (Abbildung 28). Dazu wurden eine Woche alte Blätter markiert (Abbildung 43). Zwei bzw. vier Wochen später wurden Blätter gesammelt, die in ihrer Entwicklung den markierten Blättern glichen. Es wurden an jedem Termin von jedem Klon dreimal zehn Blätter beprobt.

Gescheine (die Infloreszenzen der Weinrebe) wurden vier Wochen vor der Vollblüte (Abbildung 43), zwei Wochen vor der Vollblüte und zur Vollblüte gesammelt (Abbildung 29). Dies entspricht, nach der BBCH-Skala für Weinreben, den morphologischen Entwicklungsstadien Code 55, 57 und 65 (Lorenz et al., 1994). Es wurden an jedem Termin von beiden Sorten dreimal zehn Gescheine gesammelt.



Abbildung 43: Weißer Riesling 239-34 Gm vier Wochen vor der Vollblüte mit markiertem etwa eine Woche altem Blatt.

Um Wurzeln zu erhalten, wurden vom Weißen Riesling 239-34 Gm und Gewürztraminer 11-18 Gm im Januar 2011 im Institut für Rebenzüchtung, Hochschule Geisenheim University 2-Augenstecklinge hergestellt. Im April 2012 wurden von diesen je drei komplette Wurzelballen gereinigt und kleingeschnitten.

Alle Proben für die RNA-Extraktion wurden direkt nach der Trennung von der Pflanze in flüssigem Stickstoff schockgefroren und bis zur Extraktion bei -80°C gelagert.

4.1.1.3 RNA aus Beeren von Weißem Riesling 198-25 Gm, die unterschiedlich dem Tageslicht ausgesetzt waren

Für einen Versuch zum Zusammenhang der Expression von UGTs in Beeren von Weißem Riesling 198-25 Gm und der Beschattung von Trauben, wurden RNA-Proben von Matthias Friedel (Institut für allgemeinen und ökologischen Weinbau, Hochschule Geisenheim University) aus dem Jahr 2012 genutzt. Die Beeren, aus denen die RNA extrahiert wurde, wurden an drei verschiedenen Zeitpunkten gesammelt; vier Wochen vor der Vollreife, zwei Wochen vor der Vollreife und zur Vollreife. Die gesammelten Beeren wurden in unterschiedlichem Maße bzw. zu unterschiedlichen Zeitpunkten dem Tageslicht ausgesetzt. Ein Teil der Trauben war ab der Veraison bis zur Vollreife in lichtundurchlässigen Boxen (Downey et al., 2004) untergebracht. Ein weiterer Teil war als Kontrolle dem Tageslicht ausgesetzt. Bei einem Teil der Proben wurden die Boxen

zwölf Stunden vor der Probennahme entfernt, bei einem weiteren Teil wurden sie zwei Wochen vor der Probennahme entfernt. Die RNA wurde jeweils von vier biologischen Replikaten extrahiert.

4.1.2 Bakterienstämme und Vektoren

- Bakterien: One Shot TOP10 Chemically Competent *Escherichia coli* (Life Technologies, Darmstadt)
- Vektor: pGEM-T Easy Vektor (Promega, Madison, USA)

4.1.3 Enzyme und kommerzielle Kits

- Extraktion von DNA: innuPREP Plant DNA Kit (Analytik Jena, Jena)
- Extraktion von Plasmid-DNA: PureYield Plasmid Miniprep System (Promega, Madison, USA)
- Aufreinigung von RNA: High Pure RNA Isolation Kit (Roche, Mannheim)
- Aufreinigung von PCR-Produkten und A-tailing-Produkten: Wizard SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega, Madison, USA)
- Ligation in den Vektor pGEM-T: T4 DNA Ligase im Kit pGEM-T Vector System I (Promega, Madison, USA)
- Reverse Transkription und PCR für GeXP: GenomeLab GeXP Start Kit (Beckman Coulter, Krefeld) und Thermo-Start DNA Polymerase (Thermo Scientific, Wilmington, USA)
- Reverse Transkription für anschließende Sequenzierung auf cDNA-Ebene: SuperScript III First-Strand Synthesis SuperMix (Life Technologies, Darmstadt)
- Reverse Transkription für quantitative Real-Time PCR: iScript cDNA Synthesis Kit (Bio-Rad, Hercules, USA)
- Quantitative Real-Time PCR: iQ SYBR Green Supermix (Bio-Rad, Hercules, USA)
- A-tailing: *Taq* DNA Polymerase (Thermo Scientific, Wilmington, USA)
- PCR: Phusion High-Fidelity DNA Polymerase und *Taq* DNA Polymerase (Thermo Scientific, Wilmington, USA)

4.1.4 Chemikalien

Sofern nicht anders angegeben, wurden alle verwendeten Chemikalien von den Firmen Carl Roth (Karlsruhe), Sigma-Aldrich (Taufkirchen), VWR International (Darmstadt) und AppliChem (Darmstadt) bezogen.

4.1.5 Lösungen für mikrobiologische Arbeiten

- LB-Medium: 25 g LB-Pulver wurden in dest. Wasser gelöst, auf pH 7,5 eingestellt, auf 1 l aufgefüllt und autoklaviert.
- LB-Amp-Medium: 250 µl Ampicillin-Lösung (20 mg/ml) wurden mit 49,75 ml LB-Medium gemischt.
- Ampicillin-Lösung: 200 mg Ampicillin-Natriumsalz (91 %ig) (Duchefa, Haarlem, Niederlande) wurden in 10 ml dest. Wasser gelöst und steril filtriert.
- IPTG-Lösung: 0,238 g IPTG wurden in 10 ml dest. Wasser gelöst und steril filtriert.
- X-Gal-Lösung: 200 mg X-Gal wurden in 10 ml DMSO gelöst.
- LB-Agarplatten:
 - 1 l LB-Medium (nicht autoklaviert)
 - 15 g/l Agarwurden gemischt und autoklaviert. Wenn das Medium auf ungefähr 60 °C abgekühlt war, wurde es mit folgenden Lösungen (siehe oben) versetzt:
 - 5 ml Ampicillin-Lösung
 - 1 ml IPTG-Lösung
 - 2 ml X-Gal-LösungMedium steril in Petrischalen ausgegossen.
- SOC-Medium: ist Teil des One Shot® TOP10 Chemically Competent *E. coli* Kits (Life Technologies, Darmstadt).

4.1.6 Lösungen für molekularbiologische Arbeiten

- DEPC-Wasser: 1 ml DEPC wurde zu 1 l Wasser gegeben, die Lösung über Nacht gerührt und anschließend autoklaviert.
- 10 x TAE-Puffer:
 - 0,4 M Tris

- 0,01 M EDTA
- 0,2 M Essigsäure
- wurden in dest. Wasser gelöst, auf pH 8,3 eingestellt und auf 1 l aufgefüllt.
- 10 x MOPS-Puffer:
 - 0,2 M MOPS
 - 50 mM Natriumacetat
 - 10 mM EDTA
 - wurden in DEPC Wasser gelöst, auf pH 7 eingestellt, mit DEPC-Wasser auf 1 l aufgefüllt und bei 4 °C aufbewahrt.
- CTAB-Puffer für die Extraktion von RNA (Reid et al., 2006):
 - 2 % CTAB
 - 2 % PVPP
 - 300 mM Tris-HCl
 - 25 mM EDTA
 - 2 M NaCl
 - 0,05 % Spermidin
 - wurden in dest. Wasser gelöst, auf pH 8 eingestellt, auf 0,5 l aufgefüllt und bei Raumtemperatur aufbewahrt. Direkt vor Gebrauch wurde die Suspension aufgerührt und 2 % Mercaptoethanol zugegeben.
- Laufpuffer für die Kapillargelelektrophorese: GenomeLab Separation Buffer (Beckman Coulter, Krefeld)
- Gel für die Kapillargelelektrophorese: GenomeLab Separation Gel (Beckman Coulter, Krefeld)
- DNA-Ladepuffer:
 - 3 ml Glycerin
 - 7 ml dest. Wasser
 - 1 Spatelspitze Bromphenolblau
 - 1 Spatelspitze Xylencyanol FF
- RNA-Ladepuffer:
 - 95 % Formamid
 - 0,025 % SDS
 - 0,025 % Bromphenolblau
 - 0,025 % Xylencyanol FF
 - 0,025 % Ethidiumbromid

0,5 mM EDTA

- Ladepuffer für die Kapillargelelektrophorese: GenomeLab Sample Loading Solution (Beckman Coulter, Krefeld)
- DNA-Größenstandard für Agarosegelelektrophorese: GeneRuler DNA Ladder Mix (Fisher Scientific, Schwerte)
- DNA-Größenstandard für Kapillargelelektrophorese: DNA Size Standard-400 (Beckman Coulter, Krefeld)
- dNTPs: dNTP-Set (Thermo Scientific, Wilmington, USA)
- 0,00025 %ige EtBr-Lösung:
 - 5 Tropfen (ca. 250 µl) einer 1%igen EtBr-Lösung wurde in 1 L dest. Wasser gegeben.

4.1.7 Primer

Alle Primer wurden von Eurofins MWG (Ebersberg) hergestellt. Die einzigen Ausnahmen stellen die GeXP-Universal-Primer dar, die Teil des GenomeLab GeXP Start Kits sind und die Mischung von zufälligen Hexameren und Oligo-dT-Primer, die Teil des iScript cDNA Synthesis Kits sind. Die übrigen Primer wurden selbst designt mit Ausnahme der vektorspezifischen Primer M13 uni und M13 rev (Yanisch-Perron et al., 1985) und der Actin-spezifischen Primer (Reid et al., 2006).

Tabelle 13: Primer für PCR auf genomische DNA und cDNA für die anschließende Sequenzierung des ORFs der *VvGT7* bis *VvGT16*.

Gen	Primer	Sequenz
<i>VvGT7</i>	for	TCCACTCTATGTGGGGTGCACGT
<i>VvGT7</i>	rev	AAGCTAAGACGAACAGCCTTCTC
<i>VvGT7</i>	Nested for	AGAGTCATCACTGACGTCTCC
<i>VvGT7</i>	Nested rev	TCATCCTGGCCTCCATGACTT
<i>VvGT12</i>	for	GCTCAGGCTAGACTTTCTGC
<i>VvGT12</i>	rev	TTGCTGATTTGAAGGTGATCC
<i>VvGT14</i>	for	AATGGGTTCCATGGAGAAGCC
<i>VvGT14</i>	rev	GGAAAGTTGAGATCTAGAGAAGC
<i>VvGT15</i>	for	TCACCTCTCAACTCTTCCACG
<i>VvGT15</i>	rev	GAGTTTGGTTGTACACAACCTCTG
<i>VvGT16</i>	for	TCCTCCCAGAGTGCAAG
<i>VvGT16</i>	rev	TGACCAACTCCTATAACAG

Tabelle 14: Primer für die Synthese von cDNA.

Gen	Primer	Sequenz
<i>VvGT14</i>	rev	Oligo-dT(20) bzw. GGAAAGTTGAGATCTAGAGAAGC
<i>VvGT15</i>	rev	Oligo-dT(20) bzw. CAGCCTGTTCTTTGAGTTTGG
<i>VvGT16</i>	rev	TGACCAACTCCTATAACAG

Material und Methoden

Tabelle 15: Genspezifische Primer für die GeXP-Analyse. Die Sequenz der GeXP-Universal-Tags ist in Kleinbuchstaben dargestellt.

Gen	Primer	Sequenz
<i>VvActin</i>	for	aggtgactatagaataCTTGCATCCCTCAGCACCTT
<i>VvActin</i>	rev	gtacgactactataggaTCCTGTGGACAATGGATGGA
<i>VvAP47</i>	for	aggtgactatagaataTGTTGTTGAGGCTGTTGCGCTGT
<i>VvAP47</i>	rev	gtacgactactataggaAGGCCCTCTCTCCTCCAACCAA
<i>VvPP2A</i>	for	aggtgactatagaataAGGGTTGTGCCACACTGGGC
<i>VvPP2A</i>	rev	gtacgactactataggaGCAACCATGTAGCGAACACGCC
<i>VvSAND</i>	for	aggtgactatagaataACCCCTTTGCTCGGAGGAACAGA
<i>VvSAND</i>	rev	gtacgactactataggaACCTGAAGCTTGCCTTGTTCGC
<i>VvTIP41</i>	for	aggtgactatagaataGCTACCGGAAACCAGCGGGC
<i>VvTIP41</i>	rev	gtacgactactataggaGCAATCCATGCCGTCCATCCGT
<i>VvGT7</i>	for	aggtgactatagaataACCGGCTCTGACATGGCGA
<i>VvGT7</i>	rev	gtacgactactataggaGGTGAGGTTGGACCGTCAAGGA
<i>VvGT8</i>	for	aggtgactatagaataCTTGTATAGTTCACACCCTACTGG
<i>VvGT8</i>	rev	gtacgactactataggaACTAGAGAGAAGCGGCAGTGC
<i>VvGT9</i>	for	aggtgactatagaataCCAAGTCACCGACGCCAAGTACC
<i>VvGT9</i>	rev	gtacgactactataggaACTCATCCTCCTGACCTCGTCCAC
<i>VvGT10</i>	for	aggtgactatagaataTCTTCAGGAGTTTGTGATGAAGTCAGT
<i>VvGT10</i>	rev	gtacgactactataggaTTATTTACGCTACATCGTGACTCCTGC
<i>VvGT11</i>	for	aggtgactatagaataAGGGCTTGCTTGTTACCTTCTCCACT
<i>VvGT11</i>	rev	gtacgactactataggaGCTGGGGCAAGTAAAGGTCCAAATC
<i>VvGT12</i>	for	aggtgactatagaataGACATTTGGAGCCGCCCT
<i>VvGT12</i>	rev	gtacgactactataggaCCACCACCCCTTGCGCCAAA
<i>VvGT13</i>	for	aggtgactatagaataGAGGTTGGGCTCCGCAGGTG
<i>VvGT13</i>	rev	gtacgactactataggaCCTCTCCCCACTTCACCGCG
<i>VvGT14</i>	for	aggtgactatagaataTGTGGCTTCATGGCCTATGTGCA
<i>VvGT14</i>	rev	gtacgactactataggaCCGGAAGTAGCTGAAGAGGACCA
<i>VvGT15</i>	for	aggtgactatagaataTCCGGACGGCTTATCTGATGGCC
<i>VvGT15</i>	rev	gtacgactactataggaTGAGGGGATGAAGCTCAGGCACTG

Gen	Primer	Sequenz
<i>VvGT16</i>	for	aggtgacctatagaataGCAGTTTCGCCCTCTTATTGATGGA
<i>VvGT16</i>	rev	gtacgactactataggaAGCTTTGGAAGCACTGTCCGTT
<i>VvGT17</i>	for	aggtgacctatagaataACCCAGCGGTAGGCGGGTTT
<i>VvGT17</i>	rev	gtacgactactataggaAGTGGTGGCCTCATGCGCAA
<i>VvGT18</i>	for	aggtgacctatagaataTGCCGGTGATCGCCTACCCA
<i>VvGT18</i>	rev	gtacgactactataggaAGCCGCCTTTGACGACTGCT
<i>VvGT19</i>	for	aggtgacctatagaataGGTTACGTGCAGTATCGCCATCT
<i>VvGT19</i>	rev	gtacgactactataggaTGGTAAATCCCTCAAACGCACGC
<i>VvGT20</i>	for	aggtgacctatagaataGAAAGATGGTGGATCTTCGGACT
<i>VvGT20</i>	rev	gtacgactactataggaATTTCAATGTGATCGCTCCATGC
<i>VvGT21</i>	for	aggtgacctatagaataCCTTCCATTCTGTTACCAACCAGTC
<i>VvGT21</i>	rev	gtacgactactataggaTGCAACGTCGCAAGACTCCCAA

Tabelle 16: Primer für die qPCR.

Gen	Primer	Sequenz
<i>VvSAND</i>	for	ACCCCTTTGCTCGGAGGAACAGA
<i>VvSAND</i>	rev	ACCTGAAGCTTGCCTTGTCGC
<i>VvActin</i>	for	CTTGCATCCCTCAGCACCTT
<i>VvActin</i>	rev	TCCTGTGGACAATGGATGGA
<i>VvGT7</i>	for	TTTAGCACCACCGGAACCGGA
<i>VvGT7</i>	rev	TTCAAGCACTGAGTTCCACCA
<i>VvGT9</i>	for	CCAAGTCACCGACGCCAAGTACC
<i>VvGT9</i>	rev	ACTCATCCTCCTGACCTCGTCCAC

4.1.8 Geräte

- Gelkassetten, Laufkammern, Gelgießständer und Käme für die vertikale Elektrophorese: GENTERphorese (GENTERprise, Mainz)
- Gelkammern, Laufkammern und Käme für die horizontale Elektrophorese: PEQLAB (Erlangen)
- Spannungsquellen: Powerpac 3000 (Bio-Rad, Hercules, USA) und Power Supply EV222 (PEQLAB, Erlangen)

- Thermocycler: Thermocycler T3000 (Biometra, Göttingen)
- Quantitative Real-Time PCR-Gerät: iQ5 Real-Time PCR System (Bio-Rad, Hercules, USA)
- Geldokumentation: MF-ChemiBIS 3.2 (DNR Bio-Imaging Systems, Jerusalem, Israel)
- Photometer: NanoDrop 1000 Spectrophotometer (Thermo Scientific, Wilmington, USA)
- Zentrifuge: Centrifuge 5804 R (Eppendorf, Hamburg)
- Thermomixer: Mixing Block MB-102 (Bioer Technology, Hangzhou, China)
- pH-Meter: UltraBasic (Denver Instruments, Bohemia, USA)
- Schüttler: Vortex-Genie 2 (Scientific Industries, Bohemia, USA)
- Mikrowelle: MW 7863 (Severin, Sundern)
- Autoklav: Varioklav (HP Medizintechnik, Oberschleißheim)
- Sterilbank: Sterilbank (Nunc, Wiesbaden)
- Kapillargelelektrophorese: GenomeLab GeXP Genetic Analysis System (Beckman Coulter, Krefeld)
- Inkubator: Incubator IPP 400 (Memmert, Schwabach) KS 4000 i control (IKA-Werke, Staufen)
- Labormühle zum Zerkleinern von Pflanzenmaterial: Labormühle (Tecan, Männedorf, Schweiz)

4.1.9 Software

- Steuerung der qRT-PCR und Auswertung der Rohdaten: iQ5 Optical System Software Version 2.1 (Bio-Rad, Hercules, USA)
- Auswertung der qRT-PCR: qbasePLUS2 (Biogazelle, Zwijnaarde, Belgien)
- Auswertung der Sequenzierungschromatogramme: FinchTV Version 1.4.0 (Geospiza, Seattle, USA)
- Sequenzanalyse: Softwarepaket DNASTAR Lasergene Version 10.0 (DNASTAR, Madison, USA)
- Erstellung von Grafiken: SigmaPlot Version 11.0 (Systat Software, San Jose, USA)
- Faktorielle Varianzanalyse: SYSTAT Version 13.1 (Systat Software, Erkrath)
- Software für die GeXP-Analyse: GenomeLab GeXP Version 10.2, GenomeLab eXpress Profiler 1.0.25, GeXP Quant Tool (Beckman Coulter, Krefeld)

- Software für das Zeichnen chemischer Verbindungen und Reaktionen: ChemSketch Version 12.1 (Advanced Chemistry Development, Toronto, Kanada)

4.1.10 Internetressourcen

- Suchen und Herunterladen von Sequenzen des PN40024 Referenzgenoms (Jaillon et al., 2007): National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)
- Vergleich von Nukleotidsequenzen und Proteinsequenzen: BLAST (basic local alignment search tool) (Altschul et al., 1990) des NCBI (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)
- Designen von genspezifischen Primern: Primer BLAST (Ye et al., 2012) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/>)
- Lokalisation der GT-Gene im Rebgenom: Grape genome project des CRIBI Biotechnology Centers (<http://genomes.cribi.unipd.it/grape/>)
- Vorhersage von Signalsequenzen: SignalP 4.1 Server (<http://www.cbs.dtu.dk/services/SignalP/>)
- Recherche zu Rebsorten: Vitis International Variety Catalogue (<http://www.vivc.de/>)

4.2 Methoden

4.2.1 Bestimmung von Reifeparametern

Ab der Veraison, dem Beginn der Beerenreife, wurden zusätzlich an jedem Sammeltermin 100 Beeren für die Bestimmung von Reifeparametern gesammelt. In diesen, von Frau Vera Pohl (Institut für Rebenzüchtung, Hochschule Geisenheim University) durchgeführten Messungen, wurden der pH-Wert des Mostes und das Mostgewicht bestimmt.

4.2.2 Isolierung und Aufreinigung von RNA

Die Extraktion von RNA erfolgte nach der CTAB-Methode (Zeng und Yang, 2002), die von Reid et al. (2006) modifiziert wurde, damit aus Weintrauben, mit ihrem niedrigen pH-Wert, qualitativ hochwertige RNA extrahiert werden kann. Das tiefgefrorene Pflanzenmaterial (ca. 2 g) wurde in flüssigem Stickstoff mit einem Gummihammer oder mit Mörser und Pistill pulverisiert. Anschließend wurde das Material in einen Extraktions-

beutel (Extraction Bag Universal, Bioreba, Reinach, Schweiz) gegeben. Zu dem Pulver wurden 7 ml CTAB-Puffer gegeben und in einer Labormühle wurde das Material weiter zerkleinert. Alle weiteren Schritte der Isolierung erfolgten nach dem Protokoll von Reid et al. (2006). Anschließend wurden DNA-Reste verdaut und die RNA aufgereinigt. Beides erfolgte mit dem High Pure RNA Isolation Kit nach den Angaben des Herstellers.

4.2.3 Isolierung von DNA

DNA wurde aus jungen Blättern isoliert. Das Blattmaterial wurde in Aluminiumfolie verpackt, in flüssigen Stickstoff getaucht und mit einem Gummihammer zerkleinert. Die Extraktion erfolgte mit dem innuPREP Plant DNA Kit (Analytik Jena, Jena) gemäß der Anleitung des Herstellers.

4.2.4 In silico Untersuchung der UGTs

In *A. thaliana* wurden bereits 107 UGTs, auf ihre Fähigkeit Terpenoide zu glykosylieren, untersucht. Tatsächlich glykosylieren 27 der untersuchten Enzyme *in vitro* Terpenoide. 20 von ihnen Monoterpenoide wie α -Terpineol, Linalool, Citronellol und Geraniol (Caputi et al., 2008) (Tabelle 1). Mit Hilfe der Sequenzen dieser Enzyme wurden Proteindatenbanken mit BLASTp (Altschul et al., 1990) nach ähnlichen Proteineinträgen in *V. vinifera* durchsucht (über NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Blast>). Die Proteine mit der höchsten Ähnlichkeit wurden als Kandidaten ausgewählt und die Gene dieser Kandidaten werden in dieser Arbeit untersucht. Von allen UGT-Gruppen, die in *A. thaliana* aktiv sind (Gruppe H, L, G, D, E) ist mindestens ein Mitglied in *V. vinifera* unter den Kandidatengenen.

Außer in *A. thaliana* sind noch zwei weitere funktionell charakterisierte Monoterpen-GTs bekannt: eine Iridoid-GT aus *G. jasminoides* (Nagatoshi et al., 2011) und eine Limonoid-GT aus *C. unshiu* (Kita et al., 2000). Mit den abgeleiteten Proteinsequenzen beider Gene wurde ebenfalls eine Suche nach ähnlichen Sequenzen in *V. vinifera* mit BLASTp durchgeführt.

Die Lokalisation der GT-Gene im Rebgenom wurde mit Hilfe der Datenbank des Grape genome projects des CRIBI Biotechnology Centers (<http://genomes.cribi.unipd.it/grape/>) ermittelt. Alle Alignments wurden mit der ClustalW-Methode (Thompson et al., 1994) erstellt. Alignments, phylogenetische Bäume und das Bootstrapping wurden mit dem Programm MegAlign (DNASTAR) durchgeführt.

4.2.5 Primerdesign

Die Primer wurden mit Primer-BLAST (Ye et al., 2012), einem Tool der Seiten des NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>), entwickelt. Primer-BLAST verwendet Primer3, um in hohem Umfang die Bindung an die Zielsequenz zu ermöglichen, beispielsweise durch das Auffinden von Zielsequenzen ohne „inverted repeats“ und mit einem optimalen GC-Gehalt. Außerdem wird die Spezifität der Primer anschließend mit dem BLAST überprüft (Altschul et al., 1990). Mit Hilfe von Alignments der sequenzierten Allele wurde außerdem überprüft, ob die Primer bei allen Allelen binden können. Für die *VvGT9*, *VvGT10* und *VvGT11* konnten mit Primer-BLAST keine geeigneten genspezifischen Primer identifiziert werden, da sich die Sequenzen in hohem Maße ähneln. Für diese drei Gene wurden die Primer manuell erstellt. Zuerst wurde dazu mit MegAlign ein Alignment der drei Sequenzen erstellt. In polymorphe Bereiche wurden unter Beachtung bestimmter Kriterien, wie Primerlänge und Nukleotidzusammensetzung (Dieffenbach et al., 1993), Primer geplant. Die Spezifität der Primer wurde anschließend mit Primer-BLAST überprüft.

4.2.6 Agarosegelelektrophorese

4.2.6.1 Agarosegelelektrophorese von DNA

Für die Gele der DNA-Agarosegelelektrophorese wurde 1 g Agarose in 100 ml TAE-Puffer gegeben und die Lösung in der Mikrowelle mehrmals aufgeköcht. Wenn die Lösung auf ca. 70 °C abgekühlt war, wurde sie zu Gelen gegossen. Die auspolymerisierten Gele wurden in die Laufkammern, gefüllt mit TAE-Puffer, gestellt. Jede zu analysierende DNA-Probe (2 µl) wurde mit 2 µl DNA-Ladepuffer vermischt und anschließend aufgetragen. Zusätzlich zu den Proben wurde auf jedem Gel ein Größenstandard mitgeführt. Für lineare DNA-Moleküle wurde der „GeneRuler DNA Ladder Mix“ genutzt, für zirkuläre DNA wurden Plasmide ohne Integrat bzw. mit Integrat bekannter Länge genutzt. Der Lauf fand bei einer Spannung von 10 V/cm Gel für 30 bis 60 min statt. Anschließend wurde das Gel in EtBr-Lösung gefärbt. Die Visualisierung erfolgte in einem Geldokumentations-Gerät durch UV-Belichtung. Zur Isolierung von Fragmenten bestimmter Größe wurden die entsprechenden Banden aus dem Gel ausgeschnitten.

4.2.6.2 Agarosegelelektrophorese von RNA

Die Integrität der aus Pflanzenteilen isolierten Gesamt-RNA wurde durch die Detektion der 18S und 28S rRNA überprüft (Sambrook und Russel, 2001). Zur Herstellung von RNA-Agarosegelen wurden 0,6 g Agarose in 42,5 ml MOPS-Puffer gegeben und die Lösung in der Mikrowelle mehrmals aufgeköcht. Nach dem Abkühlen der Lösung auf ca. 60°C, wurden 7,5 ml 37 %iges Formaldehyd hinzugegeben und die Gele gegossen. Nachdem sie auspolymerisiert waren, wurden sie in die Laufkammern (gefüllt mit MOPS-Puffer) gestellt. Die zu analysierenden RNA-Proben (4 µl) wurden mit RNA-Ladepuffer (4 µl) gemischt, für 10 min im Thermocycler bei 70 °C denaturiert und direkt auf das Gel aufgetragen. Der Lauf fand bei einer Spannung von 5 V/cm Gel statt und dauerte ca. 45 min. Der RNA-Ladepuffer enthielt EtBr, weshalb die RNA direkt im Geldokumentations-Gerät durch UV-Belichtung sichtbar gemacht werden konnte. Lag das Verhältnis der Intensität von 28S zu 18S rRNA-Bande bei mindestens eins, so wurde die RNA Qualität für ausreichend befunden.

4.2.7 Photometrische Messung von Nukleinsäuren

Die Konzentration und Reinheit der DNA bzw. RNA wurde photometrisch mit einem NanoDrop 1000 (Thermo Scientific, Wilmington, USA) gemessen. Dazu wurden 2 µl der Lösungen in das Gerät gegeben und die Extinktion bei 260 nm, 280 nm und 230 nm bestimmt. Aus der Extinktion bei 260 nm kann die Konzentration der Nukleinsäuren wie folgt berechnet werden.

$$c = (E \times \epsilon) / d$$

(c = Konzentration (ng / µl); E = Extinktion; ε = Extinktionskoeffizient (ng × cm / µl); d = Schichtdicke (cm))

Der Extinktionskoeffizient beträgt 50 ng × cm / µl für dsDNA und 40 ng × cm / µl für RNA.

Proteine absorbieren Licht der Wellenlänge 280 nm. Die Stärke der Verunreinigung mit Proteinen kann aus dem Verhältnis der Extinktion bei 260 nm zu 280 nm geschlossen werden. Es wurden nur Proben weiterverwendet, bei denen das Verhältnis bei 1,7 oder höher lag. Eine Verunreinigung mit Kohlenhydraten und vielen weiteren Stoffen, die

Licht der Wellenlänge 230 nm absorbieren, wurde über das Verhältnis der Extinktion bei 260 nm zu 230 nm bestimmt.

4.2.8 cDNA-Synthese

Drei der sequenzierten UGT-Gene enthalten Introns, weshalb sie auf cDNA-Ebene sequenziert wurden. Als Template für die Synthese der cDNA diente jeweils ein Gemisch von RNA aus Beerenhäuten verschiedener Sammeltermine pro Sorte. *VvGT14* und *VvGT15* wurden im Weißen Riesling 239-34, im Gewürztraminer 11-18 Gm und im Gelben Muskateller FR 90 sequenziert. Die *VvGT16* wurde ausschließlich im Gewürztraminer 11-18 Gm sequenziert. Als Primer für die Reverse Transkription der *VvGT14* im Gelben Muskateller und der *VvGT15* im Weißen Riesling dienten Oligo-dT-Primer. Ansonsten wurden genspezifische Primer benutzt (Tabelle 14). Die Synthese der cDNA wurde mit SuperScript III First-Strand Synthesis SuperMix nach dem Protokoll des Herstellers durchgeführt.

4.2.9 Polymerase-Kettenreaktion (PCR)

Zu sequenzierende DNA Fragmente wurden mittels PCR amplifiziert. Der gesamte ORF und Teile der 5' und 3'-UTRs von zehn verschiedenen UGT-Genen wurden in mehreren Rebsorten sequenziert. Die Gene für die *VvGT7* bis *VvGT13* bestehen aus einem Exon und konnten dementsprechend auf Ebene der genomischen DNA sequenziert werden. *VvGT14*, *VvGT15* und *VvGT16* enthalten Introns, weshalb bei der Amplifikation dieser Gene cDNA als Template benutzt wurde. Um Fehler in den neu synthetisierten Strängen zu minimieren, wurde eine fehlerkorrigierende (*proof-reading*) Polymerase (Phusion High-Fidelity DNA Polymerase) benutzt. Das Pipettierschema und das Temperaturprogramm sind in Tabelle 17 und Tabelle 18 angegeben.

Tabelle 17: Pipettierschema für eine 20 µl-PCR-Reaktion mit Phusion-Polymerase

Reagenz	Konzentration der Stammlösung	Menge/ Ansatz
Wasser		8,4 µl
dNTPs	10 mM	0,4 µl
Primer rev	10 µM	1 µl
Primer for	10 µM	1 µl
HF Buffer	5 x	4 µl
Phusion Pol.	2 U/µl	0,2 µl
Template (genom. DNA bzw. cDNA)	5 ng/µl bzw. 1:10 verdünnt	5 µl

Tabelle 18: Temperaturprogramm der PCR mit Phusion Polymerase

Schritt	Temperatur	Dauer	Anzahl der Zyklen
Vordenaturierung	98 °C	30 s	1
Denaturierung	98 °C	5 s	30
Annealing	60 °C	5 s	
Elongation	72 °C	30 s	
Abschließende Elongation	72 °C	60 s	1

4.2.10 Klonieren von PCR-Produkten

Für eine vergleichende Sequenzierung von Glykosyltransferasen in verschiedenen Sorten, Klonen und Zellschichten, wurden PCR-Produkte kloniert. Beim Klonieren werden bestimmte DNA-Moleküle vervielfältigt und können daraufhin untersucht und weiterverwendet werden.

4.2.10.1 Aufreinigung von DNA-Fragmenten

Die Aufreinigung von PCR- und A-tailing-Produkten erfolgte mit einem Wizard SV Gel and PCR Clean-Up System nach den Angaben des Herstellers. PCR-Produkte wurden direkt aufgereinigt, wenn in der Agarosegelelektrophorese nur eine deutliche Bande sichtbar war. Wurden mehrere Banden detektiert, so wurde die Bande mit dem erwünschten Produkt aus dem Gel ausgeschnitten und das Produkt anschließend aus dem Gel aufgereinigt.

4.2.10.2 A-tailing

Die in der PCR verwendete Phusion Polymerase erzeugt DNA-Fragmente mit glatten Enden. Für die Ligation in den Vektor pGEM-T werden allerdings Fragmente mit Adenosin-Überhang benötigt. Die Erzeugung dieses Überhangs am 3`-Ende von DNA-Fragmenten wird als A-tailing bezeichnet. Hierfür wurde die template-unabhängige terminale Transferase-Aktivität der *Taq*-Polymerase genutzt. Die Reaktion setzte sich wie in Tabelle 19 beschrieben zusammen und wurde für 30 min bei 70 °C inkubiert.

Tabelle 19: Pipettierschema für einen 10 µl-A-tailing Ansatz

Reagenz	Konzentration der Stammlösung	Menge/ Ansatz
Wasser		2,2 µl
PCR-Produkt		4 µl
<i>Taq</i> Buffer	10 x	1 µl
dATP	4 mM	1 µl
MgCl	25 mM	0,8 µl
<i>Taq</i> -Pol	5 U/µl	1 µl

4.2.10.3 Ligation

Als Ligation wird das Einbringen eines DNA-Fragments, in diesem Fall des A-tailing Produktes, in die Multiple Cloning Site eines linearisierten Vektors bezeichnet. Als Vektor diente pGEM-T, welcher mit einem Thymidin-Überhang ausgestattet ist und für die spätere Selektion von Bakterienkolonien ein Ampicillin-Resistenz- und ein lac-Z-Gen trägt. Die Verknüpfung beider DNA-Fragmente wurde durch die T4-DNA Ligase aus dem Kit pGEM-T Vector System I katalysiert. Der Ansatz wurde nach Angaben des Herstellers angesetzt (Tabelle 20), wobei darauf geachtet wurde, dass das molare Verhältnis des A-tailing Produktes zum Vektor bei 1:1 lag. Mit Wasser wurde auf 10 µl aufgefüllt und über Nacht bei 4 °C inkubiert.

Tabelle 20: Pipettierschema für eine 10 µl Ligations-Reaktion.

Reagenz	Konzentration der Stammlösung	Menge/ Ansatz
Wasser		X µl
Rapid Ligation Buffer	2 x	5 µl
A-tailing Produkt		X µl
pGEM-T	50 ng/µl	1 µl
T4 DNA Ligase	3 U/µl	1 µl

4.2.10.4 Transformation

Die Übertragung von DNA in Zellen wird als Transformation bezeichnet. In diesem Fall wurde das Ligations-Produkt in chemisch kompetente Zellen (One Shot TOP10 Chemically Competent *Escherichia coli*) eingeschleust, um eine Vervielfältigung der inserttragenden Plasmide zu ermöglichen. Dazu wurden 50 µl Zellen auf Eis aufgetaut und 2,5 µl Ligations-Produkt hinzugegeben. Nach einer Inkubation von 30 min auf Eis wurde der Transformationsansatz 30 s auf 42 °C erhitzt und direkt im Anschluss auf Eis abgekühlt. Daraufhin wurden 250 µl SOC-Medium zugegeben und die Zellen 45 min bei 37 °C und 180 rpm geschüttelt. Danach wurde ein Teil der Suspension (50 bis 200 µl) auf LB-Agarplatten mit Ampicillin, IPTG und X-Gal ausplattiert und über Nacht bei 37 °C im Dunkeln inkubiert. Die Anzucht auf solchen Nährböden dient dem Erhalt von Einzelkolonien.

4.2.10.5 Selektion und Über-Nacht-Kulturen

Um Kolonien auszuwählen, deren Bakterien das Ziel-Plasmid enthalten, wurde die „Blau-Weiß-Selektion“ genutzt (Sambrook und Russel, 2001). Von weißen Kolonien wurde ein Teil genommen und mit diesem 5 ml LB-Amp-Medium angeimpft. Diese so genannten „Über-Nacht-Kulturen“ wurden für mindestens zwölf Stunden bei 37 °C und 180 upm inkubiert.

4.2.10.6 Plasmidisolierung und Überprüfung transformierter Kolonien

Die Isolierung der Plasmide aus den „Über-Nacht-Kulturen“ wurde nach Angaben des Herstellers mit dem PureYield Plasmid Miniprep System durchgeführt. Anschließend wurde überprüft, ob die Plasmide die gewünschte Insertion (das PCR-Produkt mit Adenosin-Überhang) tragen. Dazu wurde eine Agarosegelelektrophorese (4.2.6.1) des zirku-

lären Plasmids durchgeführt. Als Größenmarker wurden leere und Insertions-tragende Plasmide verwendet.

4.2.11 Sequenzierungen und Sequenzauswertung

Für die Sequenzierungen wurde der StarSEQ Sequencing Service U-mix von StarSeq (Mainz) genutzt. Dafür wurden 350 ng Plasmid-DNA bzw. 200 ng PCR-Produkt mit 1 µl einer 10 µM Primerlösung versetzt und mit Wasser auf 7 µl aufgefüllt. Für die Sequenzierung von Plasmiden wurden vektorspezifische Primer, für die Sequenzierung von PCR-Produkten genspezifische Primer, benutzt. Die Qualität der Sequenzierung wurde mit der Software FinchTV (Geospiza) überprüft. Gegebenenfalls wurden Vektoranteile in der Sequenz entfernt und Bereiche geringer Qualität editiert. Die editierten Chromatogramme wurden mit der Software SeqMan assembliert und der Konsensus exportiert. Zum Vergleichen mehrerer Konsensi wurden mit MegAlign Alignments erstellt. Die Nukleotidsequenzen der ORFs wurden mit EditSeq in Aminosäuresequenzen übersetzt. Mit dem gleichen Programm wurde auch die Molekülmasse der abgeleiteten Proteine bestimmt. EditSeq, SeqMan und MegAlign sind Teile des Software-Paketes DNASTAR Lasergene.

4.2.12 Transkriptionsanalyse

In dieser Arbeit wurde die Transkription einiger UGT-Gene in verschiedenen Geweben, zu verschiedenen Entwicklungsstadien und unter Einfluss von Licht untersucht. Dazu wurden zwei verschiedene Methoden genutzt. Zum einen GeXP, welches die gleichzeitige Messung der Transkription vieler Gene in einer Probe erlaubt, zum anderen qPCR, welche nur bei einer Auswahl von Proben und Genen durchgeführt wurde, um die Ergebnisse des GeXP zu überprüfen. Da die Qualität und Menge der RNA in den Proben schwanken kann, wurden die Daten auf Referenzgene normalisiert. In der vorliegenden Arbeit basiert die Auswahl der Referenzgene auf einer Arbeit von Reid et al. (2006).

4.2.12.1 Reverse Transkription und quantitative Real Time PCR

Die Reverse Transkription der Proben-RNA wurde mit einem iScript cDNA Synthesis Kit durchgeführt. Es wurde nach den Angaben des Herstellers verfahren, wobei 150 ng RNA je 20 µl Reaktionsansatz eingesetzt wurden. Bevor eine quantitative Real Time PCR (qPCR) durchgeführt wurde, wurde die cDNA auf Reste von genomischer DNA

hin untersucht. Dafür wurde eine PCR mit *Taq* DNA Polymerase nach Angaben des Herstellers durchgeführt. In der PCR wurden Teile des Actin-Gens mit den VvActin-Primern aus Reid et al. (2006) amplifiziert. Auf cDNA-Ebene sind die resultierenden Fragmente 82 bp lang, auf genomischer Ebene 166 bp. Nur cDNA, die frei von Resten genomischer DNA war, wurde in der qPCR eingesetzt. Die cDNA wurde 1:8 verdünnt in der qPCR eingesetzt. Außerdem wurde eine zweifache Verdünnungsreihe aus einer Mischung der cDNAs aller untersuchten Proben hergestellt. Die cDNA wurde unverdünnt und bis zu 1:64 verdünnt eingesetzt. Zusätzlich wurde für jedes Gen eine Kontrolle ohne cDNA angesetzt, um eine Verunreinigung der Reagenzien auszuschließen. Die qPCR wurde, wie in Tabelle 21 beschrieben, mit iQ SYBR Green Supermix nach dem Protokoll des Herstellers angesetzt.

Tabelle 21: 25 µl-Ansatz für die qPCR mit iQ SYBR Green Supermix.

Reagenz	Konzentration der Stammlösung	Menge/ Ansatz
iQ SYBR Green Supermix	2 x	12,5 µl
Forward-Primer	10 µM	0,625 µl
Reverse-Primer	10 µM	0,625 µl
cDNA	Unverdünnt bis 1:64 verdünnt	2,5 µl
Wasser		8,75 µl

Der Lauf fand wie in Tabelle 22 beschrieben auf dem iQ5 Real-Time PCR System statt.

Tabelle 22: Temperaturprogramm für die qPCR. Nach jeder Elongation und jedem Schritt der Schmelzkurve wird die Fluoreszenz gemessen.

Schritt	Temperatur	Dauer	Anzahl der Zyklen
Vordenaturierung	95 °C	3 min	1
Denaturierung	95 °C	30 s	40
Annealing	55 °C	45 s	
Elongation	72 °C	30 s	
Schmelzkurve	50 °C erhöht um 0,5 °C je Zyklus	10 s	91

Für jede Probe wurde der Ct-Wert (Heid et al., 1996) unter Zuhilfenahme der iQ5 Software bestimmt. Mittels der iQ5 Software wurde außerdem die Effizienz der q-PCR für jedes Gen anhand von Standardkurven bestimmt. Man spricht von einer Effizienz von 100% oder von 2, wenn während eines PCR-Zyklus eine Verdopplung der dsDNA, also des PCR-Produktes, stattfindet. Dies ist bis zum Erreichen der Plateauphase meist annähernd der Fall. Nach einigen Zyklen sind die Reagenzien aufgebraucht und die Poly-

merase verliert an Aktivität, was dazu führt, dass die Effizienz nachlässt und eine Plateauphase erreicht wird. Für die Quantifizierung der Transkripte ist es wichtig, dass die Ct-Werte in einem Bereich gemessen werden, in dem die Effizienz nahezu bei 100% liegt. Die Spezifität der PCR wurde ebenfalls mit Hilfe der iQ5 Software analysiert. Hierfür wurde im Anschluss an die q-PCR die Temperatur schrittweise erhöht (Tabelle 22). Wenn die DNA denaturiert, also der Doppelstrang aufgebrochen wird, sinkt die Fluoreszenz drastisch. Die Temperatur, bei der dies geschieht, wird als Schmelztemperatur bezeichnet und hängt in erster Linie von der Länge der DNA-Fragmente und ihrem GC-Gehalt ab. Kommt es nur bei einer bestimmten Temperatur zu einem Abfall der Fluoreszenz, so kann davon ausgegangen werden, dass nur ein Sequenzbereich amplifiziert wurde (Ririe et al., 1997). Die Relative Transkription wurde aus den Ct-Werten der Kandidaten-Gene und der Referenzgene errechnet. Als Referenzgene wurden bei der qPCR *VviActin* und *VviSAND* eingesetzt (Tabelle 16). Die Berechnung erfolgte nach einer modifizierten delta-delta-Ct Methode mit der qbasePLUS Software (www.biogazelle.com) (Hellemans et al., 2007).

4.2.12.2 Multiplex Transkriptionsanalyse mit GeXP

Das Genome Lab GeXP Genetic Analysis System (GeXP) ist eine Methode zur gleichzeitigen Quantifizierung der Transkription mehrerer Gene in einer RNA-Probe. Die Genexpression von 15 Kandidatengen, den ausgewählten UGTs (Tabelle 2) und fünf Referenzgenen (*VviActin*, *VviAP47*, *VviPP2A*, *VviSAND*, *VviTIP41*), wurde mit dieser Methode untersucht. Zusätzlich wurde als interne Kontrolle eine KANr-RNA analysiert. Die Reverse Transkription und die anschließende PCR wurden mit dem GenomeLab GeXP Start Kit folgendermaßen durchgeführt: Als erster Schritt wurde die RNA in cDNA übersetzt, wozu eine Reverse Transkription (RT) mit genspezifischem Reverse-Primer durchgeführt wurde. Zusätzlich zur genspezifischen Sequenz tragen diese an ihrem 5'-Ende eine 19 nt lange Sequenz, einen so genannten GeXP-Universal-Tag (Tabelle 15). Zusätzlich zu den normalen Proben, wurden bei jeder Reversen Transkription auch zwei Negativ-Kontrollen durchgeführt. Zum einen eine Kontrolle ohne Reverse Transkriptase, die dazu dient, die Proben auf das Vorhandensein von genomischer DNA hin zu überprüfen und zweitens eine Kontrolle ohne Proben-RNA um eine Verunreinigung der Reagenzien auszuschließen.

Tabelle 23: 20 µl Reaktionsansatz für die Reverse Transkription beim GeXP.

Reagenz	Konzentration der Stammlösung	Menge/ Ansatz
Wasser		4 µl
RT-Puffer	5 x	4 µl
Reverse-Primer Mix	Mix aus Primern unterschiedlicher Konzentration	4 µl
Reverse Transkriptase	20 U/µl	1 µl
KANr-RNA	1:32	2 µl
RNA	10 ng/µl	5 µl

Die Reverse Transkription fand für eine Stunde bei 42 °C statt. Anschließend wurde die Reaktion für 5 min bei 95 °C gestoppt. Die Produkte der Reversen Transkription sind Fragmente mit einem 19 nt langen GeXP-Universal-Tag an ihrem 5'-Strich Ende. Die Menge der erhaltenen Fragmente hängt mit der Ausgangsmenge der entsprechenden mRNA zusammen. In der nun folgenden PCR dient das Produkt der Reversen Transkription als Template. Als Forward-Primer dienen genspezifische Primer, die an ihrem 5'-Ende eine 18 nt lange Sequenz, einen weiteren GeXP-Universal-Tag tragen (Tabelle 15). Außerdem sind im PCR-Mix des GeXP Start Kits universelle Forward- und Reverse-Primer enthalten, deren Zielsequenz die GeXP-Universal-Tags sind. Nach Herstellerangaben übernehmen die universellen Primer nach drei Zyklen die Amplifikation. Der universelle Forward-Primer ist fluoreszenzmarkiert. Dadurch können die PCR-Produkte in der folgenden Kapillargelelektrophorese detektiert werden.

Tabelle 24: 20 µl Reaktionsansatz für die GeXP-PCR. Der PCR-Puffer ist Teil des GeXP Start Kits. MgCl und Polymerase sind Produkte von Thermo Scientific.

Reagenz	Konzentration der Stammlösung	Menge/ Ansatz
MgCl	25 mM	4 µl
PCR-Puffer	5 x	4 µl
Forward-Primer-Mix	Mix aus Primern, alle 0,2 µM	2 µl
Thermo-Start Polymerase	5 U/µl	0,7 µl
Produkt der RT		9,3 µl

Tabelle 25: Temperaturprogramm der PCR mit Thermo-Start Polymerase.

Schritt	Temperatur	Dauer	Anzahl der Zyklen
Vordenaturierung	95 °C	10 min	1
Denaturierung	94 °C	30 s	35
Annealing	55 °C	30 s	
Elongation	70 °C	1 min	

Die PCR-Produkte wurden im Anschluss durch Kapillargelelektrophorese auf dem GenomeLab Genetic Analysis System aufgetrennt. Dazu wurden 5 µl PCR-Produkt mit 34,5 µl Ladepuffer (Sample Loading Solution) und 0,5 µl eines Größenstandards (Size Standard-400) versetzt. Die Proben wurden bei 90 °C denaturiert und die Auftrennung erfolgte bei 6 kV über 40 min. Jedes der PCR-Produkte erscheint nach der Auftrennung als Peak. Die Größe der PCR-Produkte kann anhand des Größenstandards bestimmt werden. Um die Produkte eindeutig voneinander unterscheiden zu können, wurde beim Design der Primer darauf geachtet, dass die resultierenden Fragmente in ihrer Länge mindestens fünf nt voneinander abweichen und zwischen 119 und 374 bp groß sind (Tabelle 26).

Die Spezifität der Primer wurde überprüft, indem GeXP-PCRs durchgeführt wurden, bei denen je einer der Forward-Primer weggelassen wurde. Anschließend wurde im Elektropherogramm überprüft, ob der Peak des entsprechenden Gens fehlte.

Die Konzentration jedes einzelnen Reverse-Primers wurde so angepasst, dass sie die verschieden hohe Transkription der Gene ausgleicht. So konnten von allen PCR-Produkten Peaks von 1000 bis 120000 RFU erreicht werden. Die Endkonzentration der Reverse-Primer in der Reverse Transkriptase-Reaktion reichte von 0,1 nM für *VvActin* bis 100 nM für *VvGT17* (Tabelle 26).

Tabelle 26: Endkonzentration der Reverse-Primer beim GeXP und die Größe der amplifizierten Fragmente der untersuchten Gene.

Gen	Konzentration	PCR-Produkt
<i>VvActin</i>	0.1 nM	119 bp
<i>VvAP47</i>	1 nM	304 bp
<i>VvPP2A</i>	2 nM	152 bp
<i>VvSAND</i>	2 nM	166 bp
<i>VvTIP41</i>	1 nM	144 bp
<i>VvGT7</i>	25 nM	223 bp
<i>VvGT8</i>	50 nM	243 bp
<i>VvGT9</i>	2 nM	293 bp
<i>VvGT10</i>	2 nM	197 bp
<i>VvGT11</i>	50 nM	217 bp
<i>VvGT12</i>	50 nM	358 bp
<i>VvGT13</i>	25 nM	256 bp
<i>VvGT14</i>	12.5 nM	374 bp
<i>VvGT15</i>	50 nM	363 bp
<i>VvGT16</i>	50 nM	248 bp
<i>VvGT17</i>	100 nM	315 bp
<i>VvGT18</i>	25 nM	268 bp
<i>VvGT19</i>	25 nM	175 bp
<i>VvGT20</i>	0.5 nM	211 bp
<i>VvGT21</i>	25 nM	342 bp

Für jedes der 20 untersuchten Gene wurde eine Standardkurve erstellt. Hierfür wurde eine zweifache Verdünnungsreihe aus einer Mischung von RNAs aus Beerenhäuten aller untersuchten Klone und Entwicklungsstadien hergestellt. Die Menge an RNA, die in der Reversen Transkription für die Standardkurven eingesetzt wurde, reichte von 3,91 ng bis 500 ng. Die Rohdaten wurden mit GenomeLab GeXP analysiert. Außerdem wurden mit dieser Software die Peakflächen einzelnen Genen zugeordnet. Diese Daten wurden in die Software GenomeLab eXpress Profiler übertragen. Hier wurde eine Normalisierung auf die Peakfläche der KANr RNA durchgeführt. Die Berechnung der Standardkurven erfolgte mit GeXP Quant Tool. Mit dieser Software wurde auch das relative Signal aus der dazugehörigen Standardkurve interpoliert. Die so gewonnenen Daten wurden auf das geometrische Mittel der fünf Referenzgene normalisiert.

Literaturverzeichnis

- Adams, M. D., Kelley, J. M., Gocayne, J. D., Dubnick, M., Polymeropoulos, M. H., Xiao, H., Merril, C. R., Wu, A., Olde, B. und Moreno, R. F.** (1991) Complementary DNA sequencing: expressed sequence tags and human genome project. *Science* 252(5013): 1651-1656.
- AGP II** (2003) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Aharoni, A., Giri, A. P., Deuerlein, S., Griepink, F., de Kogel, W.-J., Verstappen, F. W. A., Verhoeven, H. A., Jongsma, M. A., Schwab, W. und Bouwmeester, H. J.** (2003) Terpenoid metabolism in wild-type and transgenic *Arabidopsis* plants. *Plant Cell* 15(12): 2866-2884.
- Aharoni, A., Jongsma, M. A., Kim, T.-Y., Ri, M.-B., Giri, A. P., Verstappen, F. W., Schwab, W. und Bouwmeester, H. J.** (2006) Metabolic engineering of terpenoid biosynthesis in plants. *Phytochemistry Reviews* 5(1): 49-58.
- Alleweldt, G. und Possingham, J.** (1988) Progress in grapevine breeding. *Theoretical and Applied Genetics* 75(5): 669-673.
- Altschul, S., Gish, W., Miller, W., Myers, E. und Lipman, D.** (1990) Basic Local Alignment Search Tool. *Journal of Molecular Biology* 215: 403 - 410.
- Alwine, J. C., Kemp, D. J. und Stark, G. R.** (1977) Method for detection of specific RNAs in agarose gels by transfer to diazobenzyloxymethyl-paper and hybridization with DNA probes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 74(12): 5350-5354.
- Anhalt, U. C., Martínez, S. C., Rühl, E. und Forneck, A.** (2011) Dynamic grapevine clones—an AFLP-marker study of the *Vitis vinifera* cultivar Riesling comprising 86 clones. *Tree Genetics & Genomes* 7(4): 739-746.
- Bachhawat, P., Mishra, S., Bhatia, Y. und Bisaria, V.** (2004) Enzymatic synthesis of oligosaccharides, alkyl and terpenyl glucosides, by recombinant *Escherichia coli*-expressed *Pichia etchellsii* β -glucosidase II. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 118(1-3): 269-282.
- Barvkar, V. T., Pardeshi, V. C., Kale, S. M., Kadoo, N. Y. und Gupta, V. S.** (2012) Phylogenomic analysis of UDP glycosyltransferase 1 multigene family in *Linum usitatissimum* identified genes with varied expression patterns. *BMC Genomics* 13(1): 175.
- Becker-Andre, M. und Hahlbrock, K.** (1989) Absolute mRNA quantification using the polymerase chain reaction (PCR). A novel approach by a PCR aided transcript titration assay (PATTY). *Nucleic Acids Research* 17(22): 9437-9446.
- Becker, H.** (1989) The new rootstock Börner. *Der Deutsche Weinbau* 44: 960-962.

- Behnke, K., Ehlting, B., Teuber, M., Bauerfeind, M., Louis, S., Hänsch, R., Polle, A., Bohlmann, J. und Schnitzler, J. P.** (2007) Transgenic, non-isoprene emitting poplars don't like it hot. *Plant Journal* 51(3): 485-499.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L. und Stryer, L.** (2012) Stryer Biochemie. Heidelberg, Springer Spektrum.
- Bertsch, C., Kieffer, F., Maillot, P., Farine, S., Butterlin, G., Merdinoglu, D. und Walter, B.** (2005) Genetic chimerism of *Vitis vinifera* cv. Chardonnay 96 is maintained through organogenesis but not somatic embryogenesis. *BMC Plant Biology* 5(1): 20.
- Bisson, L. F., Waterhouse, A. L., Ebeler, S. E., Walker, M. A. und Lapsley, J. T.** (2002) The present and future of the international wine industry. *Nature* 418(6898): 696-699.
- Bohlmann, J. und Keeling, C. I.** (2008) Terpenoid biomaterials. *Plant Journal* 54(4): 656-669.
- Bohlmann, J., Meyer-Gauen, G. und Croteau, R.** (1998) Plant terpenoid synthases: Molecular biology and phylogenetic analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95(8): 4126-4133.
- Bönisch, F. A.** (2014) Funktionelle Charakterisierung von Terpenglykosyltransferasen aus *Vitis vinifera*. Fachgebiet Biotechnologie der Naturstoffe, Technische Universität München, Dissertation.
- Bowles, D., Isayenkova, J., Lim, E.-K. und Poppenberger, B.** (2005) Glycosyltransferases: managers of small molecules. *Current Opinion in Plant Biology* 8(3): 254-263.
- Breathnach, R., Benoist, C., O'hare, K., Gannon, F. und Chambon, P.** (1978) Ovalbumin gene: evidence for a leader sequence in mRNA and DNA sequences at the exon-intron boundaries. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 75(10): 4853-4857.
- Breton, C., Snajdrova, L., Jeanneau, C., Koca, J. und Imberty, A.** (2006) Structures and mechanisms of glycosyltransferases. *Glycobiology* 16(2): 29R-37R.
- Brown, P. O. und Botstein, D.** (1999) Exploring the new world of the genome with DNA microarrays. *Nature Genetics* 21: 33-37.
- Buchbauer, G., Jirovetz, L., Wasicky, M. und Nikiforov, A.** (1994) Headspace analysis of *Vitis vinifera* (Vitaceae) flowers. *Journal of Essential Oil Research* 6(3): 311-314.
- Buchbauer, G., Jirovetz, L., Wasicky, M. und Nikiforov, A.** (1995) Aroma von Rotweinblüten: Korrelation sensorischer Daten mit Headspace-Inhaltsstoffen. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 200(6): 443-446.
- Bureau, S. M., Razungles, A. J. und Baumes, R. L.** (2000) The aroma of Muscat of Frontignan grapes: effect of the light environment of vine or bunch on volatiles

and glycoconjugates. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80(14): 2012-2020.

- Campbell, J., Davies, G., Bulone, V. und Henrissat, B.** (1997) A classification of nucleotide-diphospho-sugar glycosyltransferases based on amino acid sequence similarities. *Biochemical Journal* 326(Pt 3): 929.
- Cannon, S. B., Mitra, A., Baumgarten, A., Young, N. D. und May, G.** (2004) The roles of segmental and tandem gene duplication in the evolution of large gene families in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Plant Biology* 4(1): 10.
- Caputi, L., Lim, E. K. und Bowles, D. J.** (2008) Discovery of new biocatalysts for the glycosylation of terpenoid scaffolds. *Chemistry* 14(22): 6656-6662.
- Caputi, L., Malnoy, M., Goremykin, V., Nikiforova, S. und Martens, S.** (2012) A genome-wide phylogenetic reconstruction of family 1 UDP-glycosyltransferases revealed the expansion of the family during the adaptation of plants to life on land. *Plant Journal* 69(6): 1030-1042.
- Carmona, M. J., Chaïb, J., Martínez-Zapater, J. M. und Thomas, M. R.** (2008) A molecular genetic perspective of reproductive development in grapevine. *Journal of Experimental Botany* 59(10): 2579-2596.
- Castillo-Muñoz, N., Gómez-Alonso, S., García-Romero, E., Gómez, M. V., Velders, A. H. und Hermosín-Gutiérrez, I.** (2008) Flavonol 3-O-glycosides series of *Vitis vinifera* cv. Petit Verdot red wine grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(1): 209-219.
- Chen, F., Tholl, D., D'Auria, J. C., Farooq, A., Pichersky, E. und Gershenzon, J.** (2003) Biosynthesis and emission of terpenoid volatiles from *Arabidopsis* flowers. *Plant Cell* 15(2): 481-494.
- Claros, M. G., Bautista, R., Guerrero-Fernández, D., Benzerki, H., Seoane, P. und Fernández-Pozo, N.** (2012) Why assembling plant genome sequences is so challenging. *Biology* 1(2): 439-459.
- Coombe, B. G.** (1992) Research on development and ripening of the grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture* 43(1): 101 - 110.
- Coombe, B. G.** (1995) Growth stages of the grapevine: Adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1(2): 104-110.
- Coutinho, P. M., Deleury, E., Davies, G. J. und Henrissat, B.** (2003) An evolving hierarchical family classification for glycosyltransferases. *Journal of Molecular Biology* 328(2): 307-317.
- Cronn, R., Cedroni, M., Haselkorn, T., Grover, C. und Wendel, J. F.** (2002) PCR-mediated recombination in amplification products derived from polyploid cotton. *Theoretical and Applied Genetics* 104(2-3): 482-489.

- Currle, O., Bauer, O., Hofäcker, W., Schumann, F. und Frisch, W.** (1983) Biologie der Rebe–Aufbau, Entwicklung und Wachstum., Neustadt an der Weinstraße, Meiningen.
- Davies, G. und Henrissat, B.** (1995) Structures and mechanisms of glycosyl hydrolases. *Structure* 3(9): 853-859.
- de Carvalho, L. P. S., Zhao, H., Dickinson, C. E., Arango, N. M., Lima, C. D., Fischer, S. M., Ouerfelli, O., Nathan, C. und Rhee, K. Y.** (2010) Activity-based metabolomic profiling of enzymatic function: Identification of Rv1248c as a mycobacterial 2-hydroxy-3-oxoadipate synthase. *Chemistry & Biology* 17(4): 323-332.
- Degenhardt, J., Köllner, T. G. und Gershenzon, J.** (2009) Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. *Phytochemistry* 70(15–16): 1621-1637.
- Delmer, D. P. und Haigler, C. H.** (2002) The regulation of metabolic flux to cellulose, a major sink for carbon in plants. *Metabolic Engineering* 4(1): 22-28.
- Derveaux, S., Vandesompele, J. und Hellemans, J.** (2010) How to do successful gene expression analysis using real-time PCR. *Methods* 50(4): 227-230.
- Desmet, T. und Soetaert, W.** (2011) Enzymatic glycosyl transfer: mechanisms and applications. *Biocatalysis and Biotransformation* 29(1): 1-18.
- Dieffenbach, C. W., Lowe, T. M. und Dveksler, G. S.** (1993) General concepts for PCR primer design. *Genome Research* 3(3): S30-S37.
- Ding, C. und Cantor, C. R.** (2004) Quantitative analysis of nucleic acids-the last few years of progress. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology* 37(1): 1-10.
- Downey, M. O., Harvey, J. S. und Robinson, S. P.** (2004) The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10(1): 55-73.
- Downie, D.** (2002) Locating the sources of an invasive pest, grape phylloxera, using a mitochondrial DNA gene genealogy. *Molecular Ecology* 11(10): 2013-2026.
- Draghici, S., Khatri, P., Eklund, A. C. und Szallasi, Z.** (2006) Reliability and reproducibility issues in DNA microarray measurements. *Trends in Genetics* 22(2): 101-109.
- Drew, J. E., Mayer, C. D., Farquharson, A. J., Young, P. und Barrera, L. N.** (2011) Custom design of a GeXP multiplexed assay used to assess expression profiles of inflammatory gene targets in normal colon, polyp, and tumor tissue. *Journal of Molecular Diagnostics* 13(2): 233-242.
- Duckworth, B. P. und Aldrich, C. C.** (2010) Assigning enzyme function from the metabolic milieu. *Chemistry & Biology* 17(4): 313-314.

- Eisenreich, W., Rohdich, F. und Bacher, A.** (2001) Deoxyxylulose phosphate pathway to terpenoids. *Trends in Plant Science* 6(2): 78-84.
- Fan, J., Chen, C., Yu, Q., Li, Z. und Gmitter, F.** (2010) Characterization of three terpenoid glycosyltransferase genes in 'Valencia' sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Genome* 53: 816-823.
- Fehres, K.** (2006) Charakterisierung verschiedener Rieslingklone anhand flüchtiger Verbindungen. Fachhochschule Wiesbaden, Diplomarbeit.
- Ford, C. M., Boss, P. K. und Høj, P. B.** (1998) Cloning and characterization of *Vitis vinifera* UDP-glucose:flavonoid 3-O-glucosyltransferase, a homologue of the enzyme encoded by the Maize Bronze-1 locus that may primarily serve to glucosylate anthocyanidins in vivo. *Journal of Biological Chemistry* 273(15): 9224-9233.
- Ford, C. M. und Høj, P.** (1998) Multiple glucosyltransferase activities in the grapevine *Vitis vinifera* L. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 4(2): 48-58.
- Franks, T., Botta, R. und Thomas, M.** (2002) Chimerism in grapevines: implications for cultivar identity, ancestry and genetic improvement. *Theoretical and Applied Genetics* 104: 192 - 199.
- Fukuchi-Mizutani, M., Okuhara, H., Fukui, Y., Nakao, M., Katsumoto, Y., Yonekura-Sakakibara, K., Kusumi, T., Hase, T. und Tanaka, Y.** (2003) Biochemical and molecular characterization of a novel UDP-glucose: anthocyanin 3'-O-glucosyltransferase, a key enzyme for blue anthocyanin biosynthesis, from gentian. *Plant Physiology* 132(3): 1652-1663.
- Gachon, C. M., Langlois-Meurinne, M. und Saindrenan, P.** (2005) Plant secondary metabolism glycosyltransferases: the emerging functional analysis. *Trends in Plant Science* 10(11): 542-549.
- Gershenson, J.** (1994) Metabolic costs of terpenoid accumulation in higher plants. *Journal of Chemical Ecology* 20(6): 1281-1328.
- Gershenson, J. und Dudareva, N.** (2007) The function of terpene natural products in the natural world. *Nature Chemical Biology* 3(7): 408-414.
- Giannuzzi, G., D'Addabbo, P., Gasparro, M., Martinelli, M., Carelli, F., Antonacci, D. und Ventura, M.** (2011) Analysis of high-identity segmental duplications in the grapevine genome. *BMC Genomics* 12(1): 436.
- Greenbaum, D., Colangelo, C., Williams, K. und Gerstein, M.** (2003) Comparing protein abundance and mRNA expression levels on a genomic scale. *Genome Biology* 4(9): 117.
- Gunata, Y., Bayonove, C., Baumes, R. und Cordonnier, R.** (1985) The aroma of grapes I. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components. *Journal of Chromatography A* 331: 83-90.

- Gunata, Y. Z., Bayonove, C. L., Baumes, R. L. und Cordonnier, R. E.** (1986) Changes in free and bound fractions of aromatic components in vine leaves during development of muscat grapes. *Phytochemistry* 25(4): 943-946.
- Guth, H.** (1997) Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(8): 3027-3032.
- Hack, H., Bleiholder, H., Buhr, L., Meier, U., Schnock-Fricke, U., Weber, E. und Witzemberger, A.** (1992) Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen-Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. *Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes* 44(12): 265-270.
- Hajduch, M., Hearne, L. B., Miernyk, J. A., Casteel, J. E., Joshi, T., Agrawal, G. K., Song, Z., Zhou, M., Xu, D. und Thelen, J. J.** (2010) Systems analysis of seed filling in *Arabidopsis*: using general linear modeling to assess concordance of transcript and protein expression. *Plant Physiology* 152(4): 2078-2087.
- Hall, D. und De Luca, V.** (2007) Mesocarp localization of a bi-functional resveratrol/hydroxycinnamic acid glucosyltransferase of Concord grape (*Vitis labrusca*). *Plant Journal* 49(4): 579-591.
- Hall, D., Kim, K. H. und De Luca, V.** (2011) Molecular cloning and biochemical characterization of three Concord grape (*Vitis labrusca*) flavonol 7-O-glucosyltransferases. *Planta* 234(6): 1201-1214.
- Hampel, D., Mosandl, A. und Wüst, M.** (2005) Induction of de novo volatile terpene biosynthesis via cytosolic and plastidial pathways by methyl jasmonate in foliage of *Vitis vinifera* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(7): 2652-2657.
- Hansen, K. S., Kristensen, C., Tattersall, D. B., Jones, P. R., Olsen, C. E., Bak, S. und Møller, B. L.** (2003) The in vitro substrate regiospecificity of recombinant UGT85B1, the cyanohydrin glucosyltransferase from *Sorghum bicolor*. *Phytochemistry* 64(1): 143-151.
- Harvey, J. A., Van Nouhuys, S. und Biere, A.** (2005) Effects of quantitative variation in allelochemicals in *Plantago lanceolata* on development of a generalist and a specialist herbivore and their endoparasitoids. *Journal of Chemical Ecology* 31(2): 287-302.
- Heid, C. A., Stevens, J., Livak, K. J. und Williams, P. M.** (1996) Real time quantitative PCR. *Genome Research* 6(10): 986-994.
- Hellemans, J., Mortier, G., De Paepe, A., Speleman, F. und Vandesompele, J.** (2007) qBase relative quantification framework and software for management and automated analysis of real-time quantitative PCR data. *Genome Biology* 8(2): R19.

- Hilker, M., Kobs, C., Varama, M. und Schrank, K.** (2002) Insect egg deposition induces *Pinus sylvestris* to attract egg parasitoids. *Journal of Experimental Biology* 205(4): 455-461.
- Hocquigny, S., Pelsy, F., Dumas, V., Kindt, S., Heloir, M. und Merdinoglu, D.** (2004) Diversification within grapevine cultivars goes through chimeric states. *Genome* 47: 579 - 589.
- Hoppe, A.** (2012) What mRNA abundances can tell us about metabolism. *Metabolites* 2(3): 614-631.
- Hu, Y., Chen, L., Ha, S., Gross, B., Falcone, B., Walker, D., Mokhtarzadeh, M. und Walker, S.** (2003) Crystal structure of the MurG: UDP-GlcNAc complex reveals common structural principles of a superfamily of glycosyltransferases. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(3): 845-849.
- Hughes, J. und Hughes, M. A.** (1994) Multiple secondary plant product UDP-glucose glucosyltransferase genes expressed in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cotyledons. *Mitochondrial DNA* 5(1): 41-49.
- Ingolia, N. T., Ghaemmaghami, S., Newman, J. R. und Weissman, J. S.** (2009) Genome-wide analysis in vivo of translation with nucleotide resolution using ribosome profiling. *Science* 324(5924): 218-223.
- Jaillon, O., Aury, J., Noel, B., Policriti, A., Clepet, C., Casagrande, A., Choisne, N., Aubourg, S., Vitulo, N. und Jubin, C.** (2007) The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. *Nature* 449: 463 - 467.
- Jánváry, L. s., Hoffmann, T., Pfeiffer, J., Hausmann, L., Töpfer, R., Fischer, T. C. und Schwab, W.** (2009) A double mutation in the anthocyanin 5-O-glucosyltransferase gene disrupts enzymatic activity in *Vitis vinifera* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(9): 3512-3518.
- Jia, X., Ju, H., Yang, L. und Tian, Y.** (2012) A novel multiplex polymerase chain reaction assay for profile analyses of gene expression in peripheral blood. *BMC Cardiovascular Disorders* 12(1): 51.
- Jones, P. und Vogt, T.** (2001) Glycosyltransferases in secondary plant metabolism: tranquilizers and stimulant controllers. *Planta* 213(2): 164-174.
- Jones, P. R., Møller, B. L. und Høj, P. B.** (1999) The UDP-glucose:p-hydroxymandelonitrile-O-glucosyltransferase that catalyzes the last step in synthesis of the cyanogenic glucoside dhurrin in *Sorghum bicolor*: Isolation, cloning, heterologous expression and substrate specificity. *Journal of Biological Chemistry* 274(50): 35483-35491.
- Kamsteeg, J., van Brederode, J. und van Nigtevecht, G.** (1979) Properties and genetic control of udp-l-rhamnose: anthocyanidin 3-O-glucoside, 6-O-rhamnosyl-transferase from petals of red campion, *Silene dioica*. *Phytochemistry* 18(4): 659-660.

- Karim, M. und Hashinaga, F.** (2002) Preparation and properties of immobilized pummelo limonoid glucosyltransferase. *Process Biochemistry* 38(5): 809-814.
- Khater, F., Fournand, D., Vialet, S., Meudec, E., Cheynier, V. und Terrier, N.** (2012) Identification and functional characterization of cDNAs coding for hydroxybenzoate/hydroxycinnamate glucosyltransferases co-expressed with genes related to proanthocyanidin biosynthesis. *Journal of Experimental Botany* 63(3): 1201-1214.
- Kinde, I., Wu, J., Papadopoulos, N., Kinzler, K. W. und Vogelstein, B.** (2011) Detection and quantification of rare mutations with massively parallel sequencing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(23): 9530-9535.
- Kita, M., Hirata, Y., Moriguchi, T., Endo-Inagaki, T., Matsumoto, R., Hasegawa, S., Suhayda, C. G. und Omura, M.** (2000) Molecular cloning and characterization of a novel gene encoding limonoid UDP-glucosyltransferase in Citrus. *FEBS Letters* 469(2-3): 173-178.
- Klug, W. S., Cummings, M. R. und Spencer, C. A.** (2007) Genetik. München, Pearson Studium.
- Kobayashi, S., Goto-Yamamoto, N. und Hirochika, H.** (2004) Retrotransposon-induced mutations in grape skin color. *Science* 304(5673): 982.
- LaFave, M. C. und Sekelsky, J.** (2009) Mitotic recombination: why? when? how? where? *PLoS Genetics* 5(3): e1000411.
- Lamorte, S., Gambuti, A., Genovese, A., Selicato, S. und Moio, L.** (2008) Free and glycoconjugated volatiles of *V. vinifera* grape Falanghina. *Vitis* 47(4): 241-243.
- Lawo, N. C., Weingart, G. J. F., Schuhmacher, R. und Forneck, A.** (2011) The volatile metabolome of grapevine roots: First insights into the metabolic response upon phylloxera attack. *Plant Physiology and Biochemistry* 49(9): 1059-1063.
- Lenz, T. L. und Becker, S.** (2008) Simple approach to reduce PCR artefact formation leads to reliable genotyping of MHC and other highly polymorphic loci - Implications for evolutionary analysis. *Gene* 427(1): 117-123.
- Liang, P.** (2002) A decade of differential display. *Biotechniques* 33(2): 338-347.
- Liang, P. und Pardee, A. B.** (1992) Differential display of eukaryotic messenger RNA by means of the polymerase chain reaction. *Science* 257(5072): 967-971.
- Lichtenthaler, H. K.** (1999) The 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate pathway of isoprenoid biosynthesis in plants. *Annual Review of Plant Biology* 50(1): 47-65.
- Lichtenthaler, H. K., Rohmer, M. und Schwender, J.** (1997) Two independent biochemical pathways for isopentenyl diphosphate and isoprenoid biosynthesis in higher plants. *Physiologia Plantarum* 101(3): 643-652.

- Liu, C., Zhao, Y. und Wang, Y.** (2006) Artemisinin: current state and perspectives for biotechnological production of an antimalarial drug. *Applied Microbiology and Biotechnology* 72(1): 11-20.
- Lockhart, D. J. und Winzler, E. A.** (2000) Genomics, gene expression and DNA arrays. *Nature* 405(6788): 827-836.
- Lorenz, D. H., Eichhorn, K. W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U. und Weber, E.** (1994) Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala. *Wein-Wissenschaft* 49(2): 66–70.
- Luan, F., Hampel, D., Mosandl, A. und Wüst, M.** (2004) Enantioselective analysis of free and glycosidically bound monoterpene polyols in *Vitis vinifera* L. cvs. Morio Muscat and Muscat Ottonel: evidence for an oxidative monoterpene metabolism in grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(7): 2036-2041.
- Luan, F., Mosandl, A., Münch, A. und Wüst, M.** (2005) Metabolism of geraniol in grape berry mesocarp of *Vitis vinifera* L. cv. Scheurebe: demonstration of stereoselective reduction, E/Z-isomerization, oxidation and glycosylation. *Phytochemistry* 66(3): 295-303.
- Luan, F. und Wüst, M.** (2002) Differential incorporation of 1-deoxy-d-xylulose into (3S)-linalool and geraniol in grape berry exocarp and mesocarp. *Phytochemistry* 60(5): 451-459.
- Lunkenbein, S., Bellido, M., Aharoni, A., Salentijn, E. M. J., Kaldenhoff, R., Coiner, H. A., Muñoz-Blanco, J. und Schwab, W.** (2006) Cinnamate metabolism in ripening fruit. Characterization of a UDP-glucose:cinnamate glucosyltransferase from strawberry. *Plant Physiology* 140(3): 1047-1058.
- Mackenzie, P. I., Owens, I. S., Burchell, B., Bock, K. W., Bairoch, A., Belanger, A., Gignoux, S. F., Green, M., Hum, D. W., Iyanagi, T., Lancet, D., Louisot, P., Magdalou, J., Roy Chowdhury, J., Ritter, J. K., Tephly, T. R., Schachter, H., Tephly, T., Tipton, K. F. und Nebert, D. W.** (1997) The UDP glycosyltransferase gene superfamily: recommended nomenclature update based on evolutionary divergence. *Pharmacogenetics and Genomics* 7(4): 255-269.
- Maicas, S. und Mateo, J. J.** (2005) Hydrolysis of terpenyl glycosides in grape juice and other fruit juices: a review. *Applied Microbiology and Biotechnology* 67(3): 322-335.
- Maier, T., Güell, M. und Serrano, L.** (2009) Correlation of mRNA and protein in complex biological samples. *FEBS Letters* 583(24): 3966-3973.
- Marais, J.** (1983) Terpenes in the aroma of grapes and wines: a review. *South African Journal for Enology and Viticulture* 4(2): 49-60.
- Marcotrigiano, M. und Bernatzky, R.** (1995) Arrangement of cell layers in the shoot apical meristems of periclinal chimeras influences cell fate. *Plant Journal* 7(2): 193-202.

- Martin, D., Aubourg, S., Schouwey, M., Daviet, L., Schalk, M., Toub, O., Lund, S. und Bohlmann, J.** (2010) Functional annotation, genome organization and phylogeny of the grapevine (*Vitis vinifera*) terpene synthase gene family based on genome assembly, FLcDNA cloning, and enzyme assays. *BMC Plant Biology* 10(1): 226.
- Martin, D., Chiang, A., Lund, S. und Bohlmann, J.** (2012) Biosynthesis of wine aroma: transcript profiles of hydroxymethylbutenyl diphosphate reductase, geranyl diphosphate synthase, and linalool/nerolidol synthase parallel monoterpenol glycoside accumulation in Gewürztraminer grapes. *Planta* 236(3): 919-929.
- Martin, D. M., Toub, O., Chiang, A., Lo, B. C., Ohse, S., Lund, S. T. und Bohlmann, J.** (2009) The bouquet of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) flowers arises from the biosynthesis of sesquiterpene volatiles in pollen grains. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(17): 7245-7250.
- Martin, R. C., Mok, M. C. und Mok, D. W.** (1999) A gene encoding the cytokinin enzyme zeatin-O-xylosyltransferase of *Phaseolus vulgaris*. *Plant Physiology* 120(2): 553-558.
- Mateo, J. J. und Jiménez, M.** (2000) Monoterpenes in grape juice and wines. *Journal of Chromatography A* 881(1-2): 557-567.
- Mathé, C., Sagot, M. F., Schiex, T. und Rouzé, P.** (2002) Current methods of gene prediction, their strengths and weaknesses. *Nucleic Acids Research* 30(19): 4103-4117.
- Mauro, M., Nef, C. und Fallot, J.** (1986) Stimulation of somatic embryogenesis and plant regeneration from anther culture of *Vitis vinifera* cv. Cabernet-Sauvignon. *Plant Cell Reports* 5: 377 - 380.
- McGarvey, D. J. und Croteau, R.** (1995) Terpenoid metabolism. *Plant Cell* 7(7): 1015.
- McGovern, P.** (2003) Ancient wine: the search for the origins of viticulture, Princeton, USA, Princeton University Press.
- Miller, K. D., Guyon, V., Evans, J. N., Shuttleworth, W. A. und Taylor, L. P.** (1999) Purification, cloning, and heterologous expression of a catalytically efficient flavonol 3-O-galactosyltransferase expressed in the male gametophyte of *Petunia hybrida*. *Journal of Biological Chemistry* 274(48): 34011-34019.
- Moehs, C. P., Allen, P. V., Friedman, M. und Belknap, W. R.** (1997) Cloning and expression of solanidine UDP-glucose glucosyltransferase from potato. *Plant Journal* 11(2): 227-236.
- Molinier, J., Ries, G., Bonhoeffer, S. und Hohn, B.** (2004) Interchromatid and interhomolog recombination in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 16(2): 342-352.

- Moraga, A. R., Nohales, P. F., Pérez, J. A. F. und Gómez-Gómez, L.** (2004) Glucosylation of the saffron apocarotenoid crocetin by a glucosyltransferase isolated from *Crocus sativus* stigmas. *Planta* 219(6): 955-966.
- Morrison, T. B., Weis, J. J. und Wittwer, C. T.** (1998) Quantification of low-copy transcripts by continuous SYBR Green I monitoring during amplification. *Biotechniques* 24(6): 954-958, 960, 962.
- Mortazavi, A., Williams, B. A., McCue, K., Schaeffer, L. und Wold, B.** (2008) Mapping and quantifying mammalian transcriptomes by RNA-Seq. *Nature Methods* 5(7): 621-628.
- Nagashima, S., Tomo, S., Orihara, Y. und Yoshikawa, T.** (2004) Cloning and characterization of glucosyltransferase cDNA from *Eucalyptus perriniana* cultured cells. *Plant Biotechnology* 21(5): 343-348.
- Nagatoshi, M., Terasaka, K., Nagatsu, A. und Mizukami, H.** (2011) Iridoid-specific glucosyltransferase from *Gardenia jasminoides*. *Journal of Biological Chemistry* 286(37): 32866-32874.
- Nagatoshi, M., Terasaka, K., Owaki, M., Sota, M., Inukai, T., Nagatsu, A. und Mizukami, H.** (2012) UGT75L6 and UGT94E5 mediate sequential glucosylation of crocetin to crocin in *Gardenia jasminoides*. *FEBS Letters* 586(7): 1055-1061.
- Nitsch, M.** (2013) Untersuchungen zur Monoterpensynthese, insbesondere des α -Terpineols, in verschiedenen Sorten der Weinrebe (*Vitis vinifera* L.). Göttingen, Cuvillier, E., Dissertation.
- Nolan, T., Hands, R. E. und Bustin, S. A.** (2006) Quantification of mRNA using real-time RT-PCR. *Nature Protocols* 1(3): 1559-1582.
- Ono, E., Homma, Y., Horikawa, M., Kunikane-Doi, S., Imai, H., Takahashi, S., Kawai, Y., Ishiguro, M., Fukui, Y. und Nakayama, T.** (2010) Functional differentiation of the glycosyltransferases that contribute to the chemical diversity of bioactive flavonol glycosides in grapevines (*Vitis vinifera*). *Plant Cell* 22(8): 2856-2871.
- Osmani, S. A., Bak, S. und Møller, B. L.** (2009) Substrate specificity of plant UDP-dependent glycosyltransferases predicted from crystal structures and homology modeling. *Phytochemistry* 70(3): 325-347.
- Pall, G. S. und Hamilton, A. J.** (2008) Improved northern blot method for enhanced detection of small RNA. *Nature Protocols* 3(6): 1077-1084.
- Palomo, E. S., Pérez-Coello, M., Díaz-Maroto, M., González Viñas, M. und Cabezudo, M.** (2006) Contribution of free and glycosidically-bound volatile compounds to the aroma of muscat "a petit grains" wines and effect of skin contact. *Food Chemistry* 95(2): 279-289.

- Pape, M. E., Melchor, G. W. und Marotti, K. R.** (1991) mRNA quantitation by a simple and sensitive RNase protection assay. *Genetic Analysis: Biomolecular Engineering* 8(7): 206-213.
- Paquette, S., Møller, B. L. und Bak, S.** (2003) On the origin of family 1 plant glycosyltransferases. *Phytochemistry* 62(3): 399-413.
- Paré, P. W. und Tumlinson, J. H.** (1999) Plant volatiles as a defense against insect herbivores. *Plant Physiology* 121(2): 325-332.
- Pedras, M. S. C., Zaharia, I. L., Gai, Y., Zhou, Y. und Ward, D. E.** (2001) In planta sequential hydroxylation and glycosylation of a fungal phytotoxin: Avoiding cell death and overcoming the fungal invader. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98(2): 747-752.
- Pelsy, F.** (2009) Molecular and cellular mechanisms of diversity within grapevine varieties. *Heredity* 104(4): 331-340.
- Pentzold, S., Zagrobelny, M., Rook, F. und Bak, S.** (2013) How insects overcome two-component plant chemical defence: plant β -glucosidases as the main target for herbivore adaptation. *Biological Reviews* doi: 10.1111/brv.12066.
- Petersen, T. N., Brunak, S., von Heijne, G. und Nielsen, H.** (2011) SignalP 4.0: discriminating signal peptides from transmembrane regions. *Nature Methods* 8(10): 785-786.
- Pichersky, E. und Gershenzon, J.** (2002) The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. *Current Opinion in Plant Biology* 5(3): 237-243.
- Pichersky, E., Noel, J. P. und Dudareva, N.** (2006) Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity. *Science* 311(5762): 808-811.
- Ponchel, F., Toomes, C., Bransfield, K., Leong, F. T., Douglas, S. H., Field, S. L., Bell, S. M., Combaret, V., Puisieux, A. und Mighell, A. J.** (2003) Real-time PCR based on SYBR-Green I fluorescence: an alternative to the TaqMan assay for a relative quantification of gene rearrangements, gene amplifications and micro gene deletions. *BMC Biotechnology* 3(1): 18.
- Price, S. F., Breen, P. J., Valladao, M. und Watson, B. T.** (1995) Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wine. *American Journal of Enology and Viticulture* 46(2): 187-194.
- Rai, A., Kamath, R., Gerald, W. und Fleisher, M.** (2009) Analytical validation of the GeXP analyzer and design of a workflow for cancer-biomarker discovery using multiplexed gene-expression profiling. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 393(5): 1505-1511.
- Rapp, A. und Mandery, H.** (1986) Wine aroma. *Experientia* 42(8): 873-884.
- Reddy, A. S.** (2007) Alternative splicing of pre-messenger RNAs in plants in the genomic era. *Annual Review of Plant Biology* 58: 267-294.

- Regner, F.** (2000) Die genetische Analyse von Rebsorten. *Deutsches Weinbaujahrbuch* 51: 125-132.
- Regner, F., Stadlhuber, A., Eisenheld, C. und Kaserer, H.** (2000a) Considerations about the evolution of grapevine and the role of Traminer. *ISHS Acta Horticulturae* 528: 177-181.
- Regner, F., Wiedeck, E. und Stadlbauer, A.** (2000b) Differentiation and identification of White Riesling clones by genetic markers. *Vitis* 39(3): 103-107.
- Reid, K., Olsson, N., Schlosser, J., Peng, F. und Lund, S.** (2006) An optimized grapevine RNA isolation procedure and statistical determination of reference genes for real-time RT-PCR during berry development. *BMC Plant Biology* 6(1): 27.
- Reynolds, A. G. und Wardle, D. A.** (1989) Influence of fruit microclimate on monoterpene levels of Gewürztraminer. *American Journal of Enology and Viticulture* 40(3): 149-154.
- Riaz, S., Garrison, K., Dangl, G., Boursiquot, J. und Meredith, C.** (2002) Genetic divergence and chimerism within ancient asexually propagated wine grape cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127: 508 - 514.
- Richman, A., Swanson, A., Humphrey, T., Chapman, R., McGarvey, B., Pocs, R. und Brandle, J.** (2005) Functional genomics uncovers three glucosyltransferases involved in the synthesis of the major sweet glucosides of *Stevia rebaudiana*. *Plant Journal* 41(1): 56-67.
- Richmond, T.** (2000) Higher plant cellulose synthases. *Genome Biology* 1(4): 3001.3001-3001.3006.
- Ririe, K. M., Rasmussen, R. P. und Wittwer, C. T.** (1997) Product differentiation by analysis of DNA melting curves during the polymerase chain reaction. *Analytical Biochemistry* 245(2): 154-160.
- Rivas, F., Parra, A., Martinez, A. und Garcia-Granados, A.** (2013) Enzymatic glycosylation of terpenoids. *Phytochemistry Reviews* 12(2): 327-339.
- Roberts, S.** (2007) Production and engineering of terpenoids in plant cell culture. *Nature Chemical Biology* 3(7): 387 - 395.
- Rodríguez, A., Alquézar, B. und Pena, L.** (2013) Fruit aromas in mature fleshy fruits as signals of readiness for predation and seed dispersal. *New Phytologist* 197(1): 36-48.
- Rohdich, F., Kis, K., Bacher, A. und Eisenreich, W.** (2001) The non-mevalonate pathway of isoprenoids: genes, enzymes and intermediates. *Current Opinion in Chemical Biology* 5(5): 535-540.
- Ross, J., Li, Y., Lim, E.-K. und Bowles, D.** (2001) Higher plant glycosyltransferases. *Genome Biology* 2(2): 3004.3001-3004.3006.

- Rowinsky, M., Eric K** (1997) The development and clinical utility of the taxane class of antimicrotubule chemotherapy agents. *Annual Review of Medicine* 48(1): 353-374.
- Rühl, E., Konrad, H., Lindner, B. und Bleser, E.** (2004) Quality criteria and targets for clonal selection in grapevine. *ISHS Acta Horticulturae* 652: 29-33.
- Saiki, R. K., Gelfand, D. H., Stoffel, S., Scharf, S. J., Higuchi, R., Horn, G. T., Mullis, K. B. und Erlich, H. A.** (1988) Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science* 239(4839): 487-491.
- Sambrook, J. und Russel, D. W.** (2001) Molecular cloning: a laboratory manual. New York, USA, Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Sarry, J.-E. und Günata, Z.** (2004) Plant and microbial glycoside hydrolases: volatile release from glycosidic aroma precursors. *Food Chemistry* 87(4): 509-521.
- Schena, M., Shalon, D., Davis, R. W. und Brown, P. O.** (1995) Quantitative monitoring of gene expression patterns with a complementary DNA microarray. *Science* 270(5235): 467-470.
- Schmid, J., Manty, F. und Lindner, B.** (2011) Geisenheimer Rebsorten und Klone. Geisenheim, Forschungsanstalt Geisenheim.
- Schneider, T. D. und Stephens, R. M.** (1990) Sequence logos: a new way to display consensus sequences. *Nucleic Acids Research* 18(20): 6097-6100.
- Schulze, K., Schreiber, L. und Szankowski, I.** (2005) Inhibiting effects of resveratrol and its glucoside piceid against *Venturia inaequalis*, the causal agent of apple scab. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(2): 356-362.
- Schwab, W., Davidovich-Rikanati, R. und Lewinsohn, E.** (2008) Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. *Plant Journal* 54(4): 712-732.
- Sefton, M., Francis, I. und Williams, P.** (1993) The volatile composition of Chardonnay juices: a study by flavor precursor analysis. *American Journal of Enology and Viticulture* 44(4): 359-370.
- Serra, S., Fuganti, C. und Brenna, E.** (2005) Biocatalytic preparation of natural flavours and fragrances. *Trends in Biotechnology* 23(4): 193-198.
- She, X., Jiang, Z., Clark, R., Liu, G., Cheng, Z., Tuzun, E., Church, D., Sutton, G., Halpern, A. und Eichler, E.** (2004) Shotgun sequence assembly and recent segmental duplications within the human genome. *Nature* 431: 927 - 930.
- Sinnott, M. L.** (1990) Catalytic mechanism of enzymic glycosyl transfer. *Chemical Reviews* 90(7): 1171-1202.
- Skinkis, P. A., Bordelon, B. P. und Butz, E. M.** (2010) Effects of sunlight exposure on berry and wine monoterpenes and sensory characteristics of Traminette. *American Journal of Enology and Viticulture* 61(2): 147-156.

- Stamm, S., Ben-Ari, S., Rafalska, I., Tang, Y., Zhang, Z., Toiber, D., Thanaraj, T. und Soreq, H.** (2005) Function of alternative splicing. *Gene* 344: 1-20.
- Stanitzek, S.** (2014) Monoterpenylglucosyltransferasen aus *Vitis vinifera*: Funktionelle Charakterisierung und Analytik der Produkte mittels LC-MS/MS. Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Dissertation.
- Szymkowiak, E. J. und Sussex, I. M.** (1996) What chimeras can tell us about plant development. *Annual Review of Plant Biology* 47(1): 351-376.
- Thellin, O., Zorzi, W., Lakaye, B., De Borman, B., Coumans, B., Hennen, G., Grisar, T., Igout, A. und Heinen, E.** (1999) Housekeeping genes as internal standards: use and limits. *Journal of Biotechnology* 75(2): 291-295.
- This, P., Lacombe, T. und Thomas, M. R.** (2006) Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics* 22(9): 511-519.
- Thompson, J. D., Higgins, D. G. und Gibson, T. J.** (1994) CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research* 22(22): 4673-4680.
- Thompson, N. M. und Olmo, H. P.** (1963) Cytohistological studies of cytochimeric and tetraploid grapes. *American Journal of Botany* 50(9): 901 - 906.
- Thomson, W. W., Platt-Aloia, K. A. und Endress, A. G.** (1976) Ultrastructure of oil gland development in the leaf of *Citrus sinensis* L. *Botanical Gazette*: 330-340.
- Trapp, S. C. und Croteau, R. B.** (2001) Genomic organization of plant terpene synthases and molecular evolutionary implications. *Genetics* 158(2): 811-832.
- Tyagi, S. und Kramer, F. R.** (1996) Molecular beacons: probes that fluoresce upon hybridization. *Nature Biotechnology* 14(3): 303-308.
- Vandesompele, J., De Preter, K., Pattyn, F., Poppe, B., Van Roy, N., De Paepe, A. und Speleman, F.** (2002) Accurate normalization of real-time quantitative RT-PCR data by geometric averaging of multiple internal control genes. *Genome Biology* 3(7): 34.31-34.11.
- Velasco, R., Zharkikh, A., Troggio, M., Cartwright, D., Cestaro, A., Pruss, D., Pindo, M., Fitzgerald, L., Vezzulli, S. und Reid, J.** (2007) A high quality draft consensus sequence of the genome of a heterozygous grapevine variety. *PLoS One* 2: e1326.
- Velculescu, V. E., Zhang, L., Vogelstein, B. und Kinzler, K. W.** (1995) Serial analysis of gene expression. *Science* 270(5235): 484-487.
- Velikova, V., Sharkey, T. D. und Loreto, F.** (2012) Stabilization of thylakoid membranes in isoprene-emitting plants reduces formation of reactive oxygen species. *Plant Signaling & Behavior* 7(1): 139-141.

- Vezzulli, S., Leonardelli, L., Malossini, U., Stefanini, M., Velasco, R. und Moser, C.** (2012) Pinot blanc and Pinot gris arose as independent somatic mutations of Pinot noir. *Journal of Experimental Botany* 63(18): 6359-6369.
- Viala, P. und Vermorel, V.** (1901) Traite general de viticulture. Ampelographie. Paris, Frankreich, Masson.
- Vogt, T. und Jones, P.** (2000) Glycosyltransferases in plant natural product synthesis: characterization of a supergene family. *Trends in Plant Science* 5(9): 380-386.
- Walker, A. R., Lee, E., Bogs, J., McDavid, D. A., Thomas, M. R. und Robinson, S. P.** (2007) White grapes arose through the mutation of two similar and adjacent regulatory genes. *Plant Journal* 49(5): 772-785.
- Wang, Z., Gerstein, M. und Snyder, M.** (2009) RNA-Seq: a revolutionary tool for transcriptomics. *Nature Reviews Genetics* 10(1): 57-63.
- Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., Gann, A., Levine, M. und Losick, R.** (2011) Molekularbiologie. München, Pearson Studium.
- Webb, E. C.** (1992) Enzyme nomenclature 1992. Recommendations of the nomenclature committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology on the nomenclature and classification of enzymes. Watham, USA, Academic Press.
- Williams, P. J., Strauss, C. R., Wilson, B. und Massy-Westropp, R. A.** (1982) Studies on the hydrolysis of *Vitis vinifera* monoterpene precursor compounds and model monoterpene. beta.-D glucosides rationalizing the monoterpene composition of grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 30(6): 1219-1223.
- Wilson, B., Strauss, C. R. und Williams, P. J.** (1984) Changes in free and glycosidically bound monoterpenes in developing Muscat grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 32(4): 919-924.
- Wilson, B., Strauss, C. R. und Williams, P. J.** (1986) The distribution of free and glycosidically-bound monoterpenes among skin, juice, and pulp fractions of some white grape varieties. *American Journal of Enology and Viticulture* 37(2): 107-111.
- Winterhalter, P. und Schreier, P.** (1994) C13-Norisoprenoid glycosides in plant tissues: An overview on their occurrence, composition and role as flavour precursors. *Flavour and Fragrance Journal* 9(6): 281-287.
- Wirth, J., Guo, W., Baumes, R. und Günata, Z.** (2001) Volatile compounds released by enzymatic hydrolysis of glycoconjugates of leaves and grape berries from *Vitis vinifera* Muscat of Alexandria and Shiraz cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(6): 2917-2923.
- Withers, S. T. und Keasling, J. D.** (2007) Biosynthesis and engineering of isoprenoid small molecules. *Applied Microbiology and Biotechnology* 73(5): 980-990.

- Wüst, M.** (2003) Wein - Qualität entscheidet sich in Nanogramm: Zur Biochemie des sortentypischen Weinaromas. *Chemie in unserer Zeit* 37(1): 8-17.
- Yamazaki, M., Gong, Z., Fukuchi-Mizutani, M., Fukui, Y., Tanaka, Y., Kusumi, T. und Saito, K.** (1999) Molecular cloning and biochemical characterization of a novel anthocyanin 5-O-glucosyltransferase by mRNA differential display for plant forms regarding anthocyanin. *Journal of Biological Chemistry* 274(11): 7405-7411.
- Yanisch-Perron, C., Vieira, J. und Messing, J.** (1985) Improved M13 phage cloning vectors and host strains: nucleotide sequences of the M13mp18 and pUC19 vectors. *Gene* 33(1): 103-119.
- Ye, J., Coulouris, G., Zaretskaya, I., Cutcutache, I., Rozen, S. und Madden, T.** (2012) Primer-BLAST: A tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction. *BMC Bioinformatics* 13(1): 134.
- Yonekura-Sakakibara, K.** (2009) Functional genomics of family 1 glycosyltransferases in *Arabidopsis*. *Plant Biotechnology* 26(3): 267-274.
- Zeng, Y. und Yang, T.** (2002) RNA isolation from highly viscous samples rich in polyphenols and polysaccharides. *Plant Molecular Biology Reporter* 20(4): 417a-417e.
- Zou, C., Sun, K., Mackaluso, J. D., Seddon, A. E., Jin, R., Thomashow, M. F. und Shiu, S.-H.** (2011) Cis-regulatory code of stress-responsive transcription in *Arabidopsis thaliana*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(36): 14992-14997.

Publikationen

Auszüge aus dieser Dissertation wurden bereits zur Veröffentlichung eingereicht bzw. veröffentlicht.

Originalartikel:

Bönisch, F., Frotscher, J., Stanitzek, S., Rühl, E., Wüst, M., Bitz, O. und Schwab, W. (2014) A UDP-glucose: monoterpenol glucosyltransferase adds to the chemical diversity of the grapevine metabolome (*Vitis vinifera* L). *Plant Physiology* 165(2): 561-581.

Bönisch, F., Frotscher, J., Stanitzek, S., Rühl, E., Wüst, M., Bitz, O. und Schwab, W. (2014) Activity-based profiling of a physiologic aglycone library reveals sugar acceptor promiscuity of family 1 UDP-glucosyltransferases from grape. *Plant Physiology* 166(1):23-39.

Frotscher, J., Bleser, E., Rühl, E., Schwab, W. und Bitz, O. (submitted). Preliminary results on high polymorphism of glycosyltransferase VvGT7 in grapevine (*Vitis vinifera*). *Acta Horticulturae*.

Poster:

Gordon Research Conference Plant Volatiles, Ventura Beach, USA. "Which enzymes are hiding the aroma of grapes?", Feb. 2012

Vorträge:

III International Symposium on Molecular Markers in Horticulture, Riva del Garda, Italien. "High intraorganismal genetic heterogeneity in *Vitis vinifera*", Sep. 2013

Plant Biotechnology – Applications in Breeding and Production, Geisenheim. "Identification of terpene glycosyltransferases in grapevine – transcriptional analysis and metabolic profiles", Aug. 2013

53. Arbeitstagung des Forschungsrings des Deutschen Weinbaus, Veitshöchheim. „Terpenglycosyltransferasen - Enzymen des Aromenstoffwechsels auf der Spur“, Mrz. 2013

Anhang

EA1_Alignment 210 Sequenzen aus Cluster 11-5 von *Vitis vinifera*

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv08s0007g08920.pro	0
Vv08s0040g01470.pro	0
Vv08s0040g01520.pro	0
Vv09s0002g06590.pro	0
Vv11s0052g01580.pro	0
Vv11s0052g01600.pro	0
Vv11s0052g01630.pro	0
Vv11s0052g01640.pro	0
Vv12s0034g00030.pro	0
Vv12s0034g00040.pro	0
Vv12s0034g00060.pro	0
Vv12s0034g00080.pro	0
Vv12s0034g00130.pro	0
Vv12s0034g00140.pro	0
Vv12s0034g00160.pro	0
Vv12s0034g01120.pro	0
Vv12s0055g00020.pro	0
Vv12s0055g00030.pro	0
Vv12s0055g00050.pro	0
Vv12s0055g00060.pro	0
Vv12s0055g00070.pro	0
Vv12s0055g00160.pro	0
Vv12s0055g00170.pro	0
Vv12s0055g00180.pro	0
Vv12s0055g00200.pro	0
Vv12s0055g00250.pro	0
Vv12s0055g00280.pro	0
Vv12s0055g00290.pro	0
Vv12s0055g00310.pro	0
Vv12s0055g00320.pro	0
Vv13s0019g02810.pro	0
Vv13s0019g02860.pro	0
Vv13s0019g02880.pro	0
Vv13s0019g02890.pro	0
Vv13s0019g02910.pro	0
Vv13s0019g02940.pro	0
Vv13s0019g02950.pro	0
Vv13s0019g02990.pro	0
Vv13s0019g03020.pro	0
Vv13s0019g03040.pro	0
Vv13s0019g03060.pro	0
Vv13s0019g03100.pro	0
Vv13s0019g03120.pro	0
Vv13s0019g03130.pro	0
Vv14s0006g02140.pro	0
Vv14s0066g01480.pro	0
Vv14s0066g01490.pro	0
Vv14s0066g01520.pro	0
Vv14s0068g00440.pro	0
Vv14s0068g00450.pro	0
Vv14s0068g00460.pro	0
Vv14s0068g00470.pro	0
Vv14s0068g00480.pro	0
Vv14s0068g00490.pro	0
Vv14s0068g00500.pro	0
Vv15s0022g02060.pro	0
Vv15s0046g01190.pro	0
Vv15s0046g01210.pro	0
Vv16s0022g01970.pro	0
Vv16s0039g02230.pro	0
Vv16s0050g00240.pro	0
Vv16s0050g01580.pro	0
Vv16s0050g01590.pro	0
Vv16s0050g01600.pro	0
Vv16s0050g01610.pro	0
Vv16s0050g01660.pro	0
Vv16s0050g01670.pro	0
Vv16s0050g01680.pro	0
Vv16s0115g00340.pro	0
Vv16s0115g00360.pro	0
Vv17s0000g04750.pro	0
Vv17s0000g04760.pro	0
Vv17s0000g07020.pro	0
Vv17s0000g07030.pro	0
Vv17s0000g07060.pro	0
Vv17s0000g07070.pro	0
Vv17s0000g07080.pro	0
Vv17s0000g07100.pro	0
Vv17s0000g07790.pro	0
Vv17s0000g08100.pro	0
Vv18s0001g05910.pro	0
Vv18s0001g05950.pro	0
Vv18s0001g05990.pro	0
Vv18s0001g06060.pro	0
Vv18s0001g06080.pro	0
Vv18s0001g06090.pro	0
Vv18s0001g06120.pro	0
Vv18s0001g10110.pro	0
Vv18s0001g12040.pro	0
Vv18s0041g00710.pro	0
Vv18s0041g00740.pro	0
Vv18s0041g00790.pro	0
Vv18s0041g00800.pro	0
Vv18s0041g00810.pro	0
Vv18s0041g00830.pro	0
Vv18s0041g00840.pro	0
Vv18s0041g00890.pro	0
Vv18s0041g00900.pro	0
Vv18s0041g00910.pro	0
Vv18s0041g00920.pro	0
Vv18s0041g00930.pro	0
Vv18s0041g00950.pro	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv18s0041g00970.pro	-----	0
Vv18s0041g00980.pro	-----	0
Vv18s0041g01000.pro	-----	0
Vv18s0041g01010.pro	-----	0
Vv18s0041g01040.pro	-----	0
Vv18s0041g01080.pro	-----	0
Vv19s0085g00750.pro	-----	0
Vv19s0085g00760.pro	-----	0
Vv19s0085g00800.pro	-----	0
Majority		

	90 100 110 120 130 140 150 160	
Vv00s0324g00050.pro	-----	0
Vv00s0324g00060.pro	-----	0
Vv00s0324g00070.pro	-----	0
Vv00s0324g00080.pro	-----	0
Vv00s0324g00100.pro	-----	0
Vv00s0391g00010.pro	-----	0
Vv00s1251g00010.pro	-----	0
Vv00s1602g00010.pro	-----	0
Vv00s2707g00010.pro	-----	0
Vv01s0010g00530.pro	-----	0
Vv01s0026g00630.pro	-----	0
Vv02s0012g02830.pro	-----	0
Vv02s0025g01240.pro	-----	0
Vv02s0033g00130.pro	-----	0
Vv02s0033g00180.pro	-----	0
Vv02s0033g00240.pro	-----	0
Vv03s0017g01040.pro	-----	0
Vv03s0017g01130.pro	-----	0
Vv03s0017g01140.pro	-----	0
Vv03s0017g01360.pro	-----	0
Vv03s0017g01370.pro	-----	0
Vv03s0017g01990.pro	-----	0
Vv03s0017g02000.pro	-----	0
Vv03s0017g02110.pro	-----	0
Vv03s0017g02120.pro	-----	0
Vv03s0017g02140.pro	-----	0
Vv03s0063g00040.pro	-----	0
Vv03s0063g00050.pro	-----	0
Vv03s0091g00040.pro	-----	0
Vv03s0180g00200.pro	-----	0
Vv03s0180g00280.pro	-----	0
Vv03s0180g00320.pro	-----	0
Vv04s0023g01240.pro	-----	0
Vv04s0023g01290.pro	-----	0
Vv05s0062g00270.pro	-----	0
Vv05s0062g00300.pro	-----	0
Vv05s0062g00310.pro	-----	0
Vv05s0062g00350.pro	-----	0
Vv05s0062g00360.pro	-----	0
Vv05s0062g00400.pro	-----	0
Vv05s0062g00430.pro	-----	0
Vv05s0062g00460.pro	-----	0
Vv05s0062g00470.pro	-----	0
Vv05s0062g00520.pro	-----	0
Vv05s0062g00570.pro	-----	0
Vv05s0062g00590.pro	-----	0
Vv05s0062g00630.pro	-----	0
Vv05s0062g00640.pro	-----	0
Vv05s0062g00700.pro	-----	0
Vv05s0062g00710.pro	-----	0
Vv05s0062g00720.pro	-----	0
Vv05s0062g00740.pro	-----	0
Vv05s0062g01270.pro	-----	0
Vv05s0062g01280.pro	-----	0
Vv05s0094g00960.pro	-----	0
Vv05s0094g00990.pro	-----	0
Vv05s0094g01000.pro	-----	0
Vv05s0094g01010.pro	-----	0
Vv05s0094g01020.pro	-----	0
Vv05s0094g01030.pro	-----	0
Vv05s0094g01040.pro	-----	0
Vv05s0094g01050.pro	-----	0
Vv05s0094g01060.pro	-----	0
Vv05s0102g00930.pro	-----	0
Vv05s0102g00990.pro	-----	0
Vv06s0004g01640.pro	-----	0
Vv06s0004g01660.pro	-----	0
Vv06s0004g01670.pro	-----	0
Vv06s0004g05780.pro	-----	0
Vv06s0004g06370.pro	-----	0
Vv06s0004g06380.pro	-----	0
Vv06s0004g06390.pro	-----	0
Vv06s0004g06400.pro	-----	0
Vv06s0004g07220.pro	-----	0
Vv06s0004g07230.pro	-----	0
Vv06s0004g07240.pro	-----	0
Vv06s0004g07250.pro	-----	0
Vv06s0004g07270.pro	-----	0
Vv06s0004g07280.pro	-----	0
Vv06s0004g07310.pro	-----	0
Vv06s0009g01960.pro	-----	0
Vv06s0009g01990.pro	-----	0
Vv06s0009g02000.pro	-----	0
Vv06s0009g02010.pro	-----	0
Vv06s0009g02450.pro	-----	0
Vv06s0061g00360.pro	-----	0
Vv07s0151g00540.pro	-----	0
Vv07s0151g00560.pro	-----	0
Vv07s0289g00050.pro	-----	0

PDATQDI | ALSI STANNCFI PFRNLLAKLNGGAPEI PPVTCVI YDGL MSFAL EAAQQVGVPGVAFWTVSACFSI CLLHFP 160

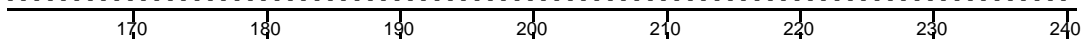
Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv07s0289g00060.pro	0
Vv07s0289g00080.pro	0
Vv07s0289g00090.pro	0
Vv08s0007g04570.pro	0
Vv08s0007g04580.pro	0
Vv08s0007g04590.pro	0
Vv08s0007g04600.pro	0
Vv08s0007g04610.pro	0
Vv08s0007g05130.pro	0
Vv08s0007g08910.pro	0
Vv08s0007g08920.pro	0
Vv08s0040g01470.pro	0
Vv08s0040g01520.pro	0
Vv09s0002g06590.pro	0
Vv11s0052g01580.pro	0
Vv11s0052g01600.pro	0
Vv11s0052g01630.pro	0
Vv11s0052g01640.pro	0
Vv12s0034g00030.pro	0
Vv12s0034g00040.pro	0
Vv12s0034g00060.pro	0
Vv12s0034g00080.pro	0
Vv12s0034g00130.pro	0
Vv12s0034g00140.pro	0
Vv12s0034g00160.pro	0
Vv12s0034g01120.pro	0
Vv12s0055g00020.pro	0
Vv12s0055g00030.pro	0
Vv12s0055g00050.pro	0
Vv12s0055g00060.pro	0
Vv12s0055g00070.pro	0
Vv12s0055g00160.pro	0
Vv12s0055g00170.pro	0
Vv12s0055g00180.pro	0
Vv12s0055g00200.pro	0
Vv12s0055g00250.pro	0
Vv12s0055g00280.pro	0
Vv12s0055g00290.pro	0
Vv12s0055g00310.pro	0
Vv12s0055g00320.pro	0
Vv13s0019g02810.pro	0
Vv13s0019g02860.pro	0
Vv13s0019g02880.pro	0
Vv13s0019g02890.pro	0
Vv13s0019g02910.pro	0
Vv13s0019g02940.pro	0
Vv13s0019g02950.pro	0
Vv13s0019g02990.pro	0
Vv13s0019g03020.pro	0
Vv13s0019g03040.pro	0
Vv13s0019g03060.pro	0
Vv13s0019g03100.pro	0
Vv13s0019g03120.pro	0
Vv13s0019g03130.pro	0
Vv14s0006g02140.pro	0
Vv14s0066g01480.pro	0
Vv14s0066g01490.pro	0
Vv14s0066g01520.pro	0
Vv14s0068g00440.pro	0
Vv14s0068g00450.pro	0
Vv14s0068g00460.pro	0
Vv14s0068g00470.pro	0
Vv14s0068g00480.pro	0
Vv14s0068g00490.pro	0
Vv14s0068g00500.pro	0
Vv15s0021g02060.pro	0
Vv15s0046g01190.pro	0
Vv15s0046g01210.pro	0
Vv16s0022g01970.pro	0
Vv16s0039g02230.pro	0
Vv16s0050g00240.pro	0
Vv16s0050g01580.pro	0
Vv16s0050g01590.pro	0
Vv16s0050g01600.pro	0
Vv16s0050g01610.pro	0
Vv16s0050g01660.pro	0
Vv16s0050g01670.pro	0
Vv16s0050g01680.pro	0
Vv16s0115g00340.pro	0
Vv16s0115g00360.pro	0
Vv17s0000g04750.pro	0
Vv17s0000g04760.pro	0
Vv17s0000g07020.pro	0
Vv17s0000g07030.pro	0
Vv17s0000g07060.pro	0
Vv17s0000g07070.pro	0
Vv17s0000g07080.pro	0
Vv17s0000g07100.pro	0
Vv17s0000g07790.pro	0
Vv17s0000g08100.pro	0
Vv18s0001g05910.pro	0
Vv18s0001g05950.pro	0
Vv18s0001g05990.pro	0
Vv18s0001g06060.pro	0
Vv18s0001g06080.pro	0
Vv18s0001g06090.pro	0
Vv18s0001g06120.pro	0
Vv18s0001g10110.pro	0
Vv18s0001g12040.pro	0
Vv18s0041g00710.pro	0
Vv18s0041g00740.pro	0
Vv18s0041g00790.pro	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv18s0041g00800.pro	.....	0
Vv18s0041g00810.pro	.....	0
Vv18s0041g00830.pro	.....	0
Vv18s0041g00840.pro	.....	0
Vv18s0041g00890.pro	.....	0
Vv18s0041g00900.pro	.....	0
Vv18s0041g00910.pro	.....	0
Vv18s0041g00920.pro	.....	0
Vv18s0041g00930.pro	.....	0
Vv18s0041g00950.pro	.....	0
Vv18s0041g00970.pro	.....	0
Vv18s0041g00980.pro	.....	0
Vv18s0041g01000.pro	.....	0
Vv18s0041g01010.pro	.....	0
Vv18s0041g01040.pro	.....	0
Vv18s0041g01080.pro	.....	0
Vv19s0085g00750.pro	.....	0
Vv19s0085g00760.pro	.....	0
Vv19s0085g00800.pro	.....	0

Majority



Vv00s0324g00050.pro	.....	0
Vv00s0324g00060.pro	.....	0
Vv00s0324g00070.pro	.....	0
Vv00s0324g00080.pro	.....	0
Vv00s0324g00100.pro	.....	0
Vv00s0391g00010.pro	HLL ERGFTPFKDVSCCKTGNLDTI | DW PGI PKI RL RDI PSSTRITDPNDAFL EFI KGEI SRAYKASASI L NTFDAL ERD	240
Vv00s1251g00010.pro	.....	0
Vv00s1602g00010.pro	.....	0
Vv00s2707g00010.pro	.....	0
Vv01s0010g00530.pro	.....	0
Vv01s0026g00630.pro	.....	0
Vv02s0012g02830.pro	.....	0
Vv02s0025g01240.pro	.....	0
Vv02s0033g00130.pro	.....	0
Vv02s0033g00180.pro	.....	0
Vv02s0033g00240.pro	.....	0
Vv03s0017g01040.pro	.....	0
Vv03s0017g01130.pro	.....	0
Vv03s0017g01140.pro	.....	0
Vv03s0017g01360.pro	.....	0
Vv03s0017g01370.pro	.....	0
Vv03s0017g01990.pro	.....	0
Vv03s0017g02000.pro	.....	0
Vv03s0017g02110.pro	.....	0
Vv03s0017g02120.pro	.....	0
Vv03s0017g02140.pro	.....	0
Vv03s0063g00040.pro	.....	0
Vv03s0063g00050.pro	.....	0
Vv03s0091g00040.pro	.....	0
Vv03s0180g00200.pro	.....	0
Vv03s0180g00280.pro	.....	0
Vv03s0180g00320.pro	.....	0
Vv04s0023g01240.pro	.....	0
Vv04s0023g01290.pro	.....	0
Vv05s0062g00270.pro	.....	0
Vv05s0062g00300.pro	.....	0
Vv05s0062g00310.pro	.....	0
Vv05s0062g00350.pro	.....	0
Vv05s0062g00360.pro	.....	0
Vv05s0062g00400.pro	.....	0
Vv05s0062g00430.pro	.....	0
Vv05s0062g00460.pro	.....	0
Vv05s0062g00470.pro	.....	0
Vv05s0062g00520.pro	.....	0
Vv05s0062g00570.pro	.....	0
Vv05s0062g00590.pro	.....	0
Vv05s0062g00630.pro	.....	0
Vv05s0062g00640.pro	.....	0
Vv05s0062g00700.pro	.....	0
Vv05s0062g00710.pro	.....	0
Vv05s0062g00720.pro	.....	0
Vv05s0062g00740.pro	.....	0
Vv05s0062g01270.pro	.....	0
Vv05s0062g01280.pro	.....	0
Vv05s0094g00960.pro	.....	0
Vv05s0094g00990.pro	.....	0
Vv05s0094g01000.pro	.....	0
Vv05s0094g01010.pro	.....	0
Vv05s0094g01020.pro	.....	0
Vv05s0094g01030.pro	.....	0
Vv05s0094g01040.pro	.....	0
Vv05s0094g01050.pro	.....	0
Vv05s0094g01060.pro	.....	0
Vv05s0102g00930.pro	.....	0
Vv05s0102g00990.pro	.....	0
Vv06s0004g01640.pro	.....	0
Vv06s0004g01660.pro	.....	0
Vv06s0004g01670.pro	.....	0
Vv06s0004g05780.pro	.....	0
Vv06s0004g06370.pro	.....	0
Vv06s0004g06380.pro	.....	0
Vv06s0004g06390.pro	.....	0
Vv06s0004g06400.pro	.....	0
Vv06s0004g07220.pro	.....	0
Vv06s0004g07230.pro	.....	0
Vv06s0004g07240.pro	.....	0
Vv06s0004g07250.pro	.....	0
Vv06s0004g07270.pro	.....	0
Vv06s0004g07280.pro	.....	0

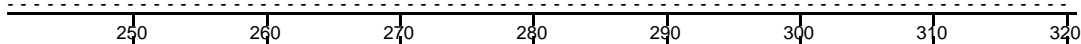
Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv06s0004g07310.pro	0
Vv06s0009g01960.pro	0
Vv06s0009g01990.pro	0
Vv06s0009g02000.pro	0
Vv06s0009g02010.pro	0
Vv06s0009g02450.pro	0
Vv06s0061g00360.pro	0
Vv07s0151g00540.pro	0
Vv07s0151g00560.pro	0
Vv07s0289g00050.pro	0
Vv07s0289g00060.pro	0
Vv07s0289g00080.pro	0
Vv07s0289g00090.pro	0
Vv08s0007g04570.pro	0
Vv08s0007g04580.pro	0
Vv08s0007g04590.pro	0
Vv08s0007g04600.pro	0
Vv08s0007g04610.pro	0
Vv08s0007g05130.pro	0
Vv08s0007g08910.pro	0
Vv08s0007g08920.pro	0
Vv08s0040g01470.pro	0
Vv08s0040g01520.pro	0
Vv09s0002g06590.pro	0
Vv11s0052g01580.pro	0
Vv11s0052g01600.pro	0
Vv11s0052g01630.pro	0
Vv11s0052g01640.pro	0
Vv12s0034g00030.pro	0
Vv12s0034g00040.pro	0
Vv12s0034g00060.pro	0
Vv12s0034g00080.pro	0
Vv12s0034g00130.pro	0
Vv12s0034g00140.pro	0
Vv12s0034g00160.pro	0
Vv12s0034g01120.pro	0
Vv12s0055g00020.pro	0
Vv12s0055g00030.pro	0
Vv12s0055g00050.pro	0
Vv12s0055g00060.pro	0
Vv12s0055g00070.pro	0
Vv12s0055g00160.pro	0
Vv12s0055g00170.pro	0
Vv12s0055g00180.pro	0
Vv12s0055g00200.pro	0
Vv12s0055g00250.pro	0
Vv12s0055g00280.pro	0
Vv12s0055g00290.pro	0
Vv12s0055g00310.pro	0
Vv12s0055g00320.pro	0
Vv13s0019g02810.pro	0
Vv13s0019g02860.pro	0
Vv13s0019g02880.pro	0
Vv13s0019g02890.pro	0
Vv13s0019g02910.pro	0
Vv13s0019g02940.pro	0
Vv13s0019g02950.pro	0
Vv13s0019g02990.pro	0
Vv13s0019g03020.pro	0
Vv13s0019g03040.pro	0
Vv13s0019g03060.pro	0
Vv13s0019g03100.pro	0
Vv13s0019g03120.pro	0
Vv13s0019g03130.pro	0
Vv14s0006g02140.pro	0
Vv14s0066g01480.pro	0
Vv14s0066g01490.pro	0
Vv14s0066g01520.pro	0
Vv14s0068g00440.pro	0
Vv14s0068g00450.pro	0
Vv14s0068g00460.pro	0
Vv14s0068g00470.pro	0
Vv14s0068g00480.pro	0
Vv14s0068g00490.pro	0
Vv14s0068g00500.pro	0
Vv15s0021g02060.pro	0
Vv15s0046g01190.pro	0
Vv15s0046g01210.pro	0
Vv16s0022g01970.pro	0
Vv16s0039g02230.pro	0
Vv16s0050g00240.pro	0
Vv16s0050g01580.pro	0
Vv16s0050g01590.pro	0
Vv16s0050g01600.pro	0
Vv16s0050g01610.pro	0
Vv16s0050g01660.pro	0
Vv16s0050g01670.pro	0
Vv16s0050g01680.pro	0
Vv16s0115g00340.pro	0
Vv16s0115g00360.pro	0
Vv17s0000g04750.pro	0
Vv17s0000g04760.pro	0
Vv17s0000g07020.pro	0
Vv17s0000g07030.pro	0
Vv17s0000g07060.pro	0
Vv17s0000g07070.pro	0
Vv17s0000g07080.pro	0
Vv17s0000g07100.pro	0
Vv17s0000g07790.pro	0
Vv17s0000g08100.pro	0
Vv18s0001g05910.pro	0
Vv18s0001g05950.pro	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv18s0001g05990.pro	.....	0
Vv18s0001g06060.pro	.....	0
Vv18s0001g06080.pro	.....	0
Vv18s0001g06090.pro	.....	0
Vv18s0001g06120.pro	.....	0
Vv18s0001g10110.pro	.....	0
Vv18s0001g12040.pro	.....	0
Vv18s0041g00710.pro	.....	0
Vv18s0041g00740.pro	.....	0
Vv18s0041g00790.pro	.....	0
Vv18s0041g00800.pro	.....	0
Vv18s0041g00810.pro	.....	0
Vv18s0041g00830.pro	.....	0
Vv18s0041g00840.pro	.....	0
Vv18s0041g00890.pro	.....	0
Vv18s0041g00900.pro	.....	0
Vv18s0041g00910.pro	.....	0
Vv18s0041g00920.pro	.....	0
Vv18s0041g00930.pro	.....	0
Vv18s0041g00950.pro	.....	0
Vv18s0041g00970.pro	.....	0
Vv18s0041g00980.pro	.....	0
Vv18s0041g01000.pro	.....	0
Vv18s0041g01010.pro	.....	0
Vv18s0041g01040.pro	.....	0
Vv18s0041g01080.pro	.....	0
Vv19s0085g00750.pro	.....	0
Vv19s0085g00760.pro	.....	0
Vv19s0085g00800.pro	.....	0

Majority



Vv00s0324g00050.pro	.....	0
Vv00s0324g00060.pro	.....	0
Vv00s0324g00070.pro	.....	0
Vv00s0324g00080.pro	.....	0
Vv00s0324g00100.pro	.....	0
Vv00s0391g00010.pro	VLDSLSSMLNRLYTMGPMHLLLNQIQYEDTKLIGSNLWKEEPCGCFQWLDKPKGSSVYVNFSGITVLSPKQLIEFAWGLA	320
Vv00s1251g00010.pro	.....	0
Vv00s1602g00010.pro	.....	0
Vv00s2707g00010.pro	.....	0
Vv01s0010g00530.pro	.....	0
Vv01s0026g00630.pro	.....	0
Vv02s0012g02830.pro	.....	0
Vv02s0025g01240.pro	.....	0
Vv02s0033g00130.pro	.....	0
Vv02s0033g00180.pro	.....	0
Vv02s0033g00240.pro	.....	0
Vv03s0017g01040.pro	.....	0
Vv03s0017g01130.pro	.....	0
Vv03s0017g01140.pro	.....	0
Vv03s0017g01360.pro	.....	0
Vv03s0017g01370.pro	.....	0
Vv03s0017g01990.pro	.....	0
Vv03s0017g02000.pro	.....	0
Vv03s0017g02110.pro	.....	0
Vv03s0017g02120.pro	.....	0
Vv03s0017g02140.pro	.....	0
Vv03s0063g00040.pro	.....	0
Vv03s0063g00050.pro	.....	0
Vv03s0091g00040.pro	.....	0
Vv03s0180g00200.pro	.....	0
Vv03s0180g00280.pro	.....	0
Vv03s0180g00320.pro	.....	0
Vv04s0023g01240.pro	.....	0
Vv04s0023g01290.pro	.....	0
Vv05s0062g00270.pro	.....	0
Vv05s0062g00300.pro	.....	0
Vv05s0062g00310.pro	.....	0
Vv05s0062g00350.pro	.....	0
Vv05s0062g00360.pro	.....	0
Vv05s0062g00400.pro	.....	0
Vv05s0062g00430.pro	.....	0
Vv05s0062g00460.pro	.....	0
Vv05s0062g00470.pro	.....	0
Vv05s0062g00520.pro	.....	0
Vv05s0062g00570.pro	.....	0
Vv05s0062g00590.pro	.....	0
Vv05s0062g00630.pro	.....	0
Vv05s0062g00640.pro	.....	0
Vv05s0062g00700.pro	.....	0
Vv05s0062g00710.pro	.....	0
Vv05s0062g00720.pro	.....	0
Vv05s0062g00740.pro	.....	0
Vv05s0062g01270.pro	.....	0
Vv05s0062g01280.pro	.....	0
Vv05s0094g00960.pro	.....	0
Vv05s0094g00990.pro	.....	0
Vv05s0094g01000.pro	.....	0
Vv05s0094g01010.pro	.....	0
Vv05s0094g01020.pro	.....	0
Vv05s0094g01030.pro	.....	0
Vv05s0094g01040.pro	.....	0
Vv05s0094g01050.pro	.....	0
Vv05s0094g01060.pro	.....	0
Vv05s0102g00930.pro	.....	0
Vv05s0102g00990.pro	.....	0
Vv06s0004g01640.pro	.....	0
Vv06s0004g01660.pro	.....	0
Vv06s0004g01670.pro	.....	0
Vv06s0004g05780.pro	.....	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv06s0004g06370.pro	.....	0
Vv06s0004g06380.pro	.....	0
Vv06s0004g06390.pro	.....	0
Vv06s0004g06400.pro	.....	0
Vv06s0004g07220.pro	.....	0
Vv06s0004g07230.pro	.....	0
Vv06s0004g07240.pro	.....	0
Vv06s0004g07250.pro	.....	0
Vv06s0004g07270.pro	.....	0
Vv06s0004g07280.pro	.....	0
Vv06s0004g07310.pro	.....	0
Vv06s0009g01960.pro	.....	0
Vv06s0009g01990.pro	.....	0
Vv06s0009g02000.pro	.....	0
Vv06s0009g02010.pro	.....	0
Vv06s0009g02450.pro	.....	0
Vv06s0061g00360.pro	.....	0
Vv07s0151g00540.pro	.....	0
Vv07s0151g00560.pro	.....	0
Vv07s0289g00050.pro	.....	0
Vv07s0289g00060.pro	.....	0
Vv07s0289g00080.pro	.....	0
Vv07s0289g00090.pro	.....	0
Vv08s0007g04570.pro	.....	0
Vv08s0007g04580.pro	.....	0
Vv08s0007g04590.pro	.....	0
Vv08s0007g04600.pro	.....	0
Vv08s0007g04610.pro	.....	0
Vv08s0007g05130.pro	.....	0
Vv08s0007g08910.pro	.....	0
Vv08s0007g08920.pro	.....	0
Vv08s0040g01470.pro	.....	0
Vv08s0040g01520.pro	.....	0
Vv09s0002g06590.pro	.....	0
Vv11s0052g01580.pro	.....	0
Vv11s0052g01600.pro	.....	0
Vv11s0052g01630.pro	.....	0
Vv11s0052g01640.pro	.....	0
Vv12s0034g00030.pro	.....	0
Vv12s0034g00040.pro	.....	0
Vv12s0034g00060.pro	.....	0
Vv12s0034g00080.pro	.....	0
Vv12s0034g00130.pro	.....	0
Vv12s0034g00140.pro	.....	0
Vv12s0034g00160.pro	.....	0
Vv12s0034g01120.pro	.....	0
Vv12s0055g00020.pro	.....	0
Vv12s0055g00030.pro	.....	0
Vv12s0055g00050.pro	.....	0
Vv12s0055g00060.pro	.....	0
Vv12s0055g00070.pro	.....	0
Vv12s0055g00160.pro	.....	0
Vv12s0055g00170.pro	.....	0
Vv12s0055g00180.pro	.....	0
Vv12s0055g00200.pro	.....	0
Vv12s0055g00250.pro	.....	0
Vv12s0055g00280.pro	.....	0
Vv12s0055g00290.pro	.....	0
Vv12s0055g00310.pro	.....	0
Vv12s0055g00320.pro	.....	0
Vv13s0019g02810.pro	.....	0
Vv13s0019g02860.pro	.....	0
Vv13s0019g02880.pro	.....	0
Vv13s0019g02890.pro	.....	0
Vv13s0019g02910.pro	.....	0
Vv13s0019g02940.pro	.....	0
Vv13s0019g02950.pro	.....	0
Vv13s0019g02990.pro	.....	0
Vv13s0019g03020.pro	.....	0
Vv13s0019g03040.pro	.....	0
Vv13s0019g03060.pro	.....	0
Vv13s0019g03100.pro	.....	0
Vv13s0019g03120.pro	.....	0
Vv13s0019g03130.pro	.....	0
Vv14s0006g02140.pro	.....	0
Vv14s0066g01480.pro	.....	0
Vv14s0066g01490.pro	.....	0
Vv14s0066g01520.pro	.....	0
Vv14s0068g00440.pro	.....	0
Vv14s0068g00450.pro	.....	0
Vv14s0068g00460.pro	.....	0
Vv14s0068g00470.pro	.....	0
Vv14s0068g00480.pro	.....	0
Vv14s0068g00490.pro	.....	0
Vv14s0068g00500.pro	.....	0
Vv15s0021g02060.pro	.....	0
Vv15s0046g01190.pro	.....	0
Vv15s0046g01210.pro	.....	0
Vv16s0022g01970.pro	.....	0
Vv16s0039g02230.pro	.....	0
Vv16s0050g00240.pro	.....	0
Vv16s0050g01580.pro	.....	0
Vv16s0050g01590.pro	.....	0
Vv16s0050g01600.pro	.....	0
Vv16s0050g01610.pro	.....	0
Vv16s0050g01660.pro	.....	0
Vv16s0050g01670.pro	.....	0
Vv16s0050g01680.pro	.....	0
Vv16s0115g00340.pro	.....	0
Vv16s0115g00360.pro	.....	0
Vv17s0000g04750.pro	.....	0
Vv17s0000g04760.pro	.....	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv05s0094g01030.pro	.....	0
Vv05s0094g01040.pro	.....	0
Vv05s0094g01050.pro	.....	0
Vv05s0094g01060.pro	.....	0
Vv05s0102g00930.pro	.....	0
Vv05s0102g00990.pro	.....	0
Vv06s0004g01640.pro	.....	0
Vv06s0004g01660.pro	.....	0
Vv06s0004g01670.pro	.....	0
Vv06s0004g05780.pro	.....	0
Vv06s0004g06370.pro	.....	0
Vv06s0004g06380.pro	.....	0
Vv06s0004g06390.pro	.....	0
Vv06s0004g06400.pro	.....	0
Vv06s0004g07220.pro	.....	0
Vv06s0004g07230.pro	.....	0
Vv06s0004g07240.pro	.....	0
Vv06s0004g07250.pro	.....	0
Vv06s0004g07270.pro	.....	0
Vv06s0004g07280.pro	.....	0
Vv06s0004g07310.pro	.....	0
Vv06s0009g01960.pro	.....	0
Vv06s0009g01990.pro	.....	0
Vv06s0009g02000.pro	.....	0
Vv06s0009g02010.pro	.....	0
Vv06s0009g02450.pro	.....	0
Vv06s0061g00360.pro	.....	0
Vv07s0151g00540.pro	.....	0
Vv07s0151g00560.pro	.....	0
Vv07s0289g00050.pro	.....	0
Vv07s0289g00060.pro	.....	0
Vv07s0289g00080.pro	.....	0
Vv07s0289g00090.pro	.....	0
Vv08s0007g04570.pro	.....	0
Vv08s0007g04580.pro	.....	0
Vv08s0007g04590.pro	.....	0
Vv08s0007g04600.pro	.....	0
Vv08s0007g04610.pro	.....	0
Vv08s0007g05130.pro	.....	0
Vv08s0007g08910.pro	.....	0
Vv08s0007g08920.pro	.....	0
Vv08s0040g01470.pro	.....	0
Vv08s0040g01520.pro	.....	0
Vv09s0002g06590.pro	.....	0
Vv11s0052g01580.pro	.....	0
Vv11s0052g01600.pro	.....	0
Vv11s0052g01630.pro	.....	0
Vv11s0052g01640.pro	.....	0
Vv12s0034g00030.pro	.....	0
Vv12s0034g00040.pro	.....	0
Vv12s0034g00060.pro	.....	0
Vv12s0034g00080.pro	.....	0
Vv12s0034g00130.pro	.....	0
Vv12s0034g00140.pro	.....	0
Vv12s0034g00160.pro	.....	0
Vv12s0034g01120.pro	.....	0
Vv12s0055g00020.pro	.....	0
Vv12s0055g00030.pro	.....	0
Vv12s0055g00050.pro	.....	0
Vv12s0055g00060.pro	.....	0
Vv12s0055g00070.pro	.....	0
Vv12s0055g00160.pro	.....	0
Vv12s0055g00170.pro	.....	0
Vv12s0055g00180.pro	.....	0
Vv12s0055g00200.pro	.....	0
Vv12s0055g00250.pro	.....	0
Vv12s0055g00280.pro	.....	0
Vv12s0055g00290.pro	.....	0
Vv12s0055g00310.pro	.....	0
Vv12s0055g00320.pro	.....	0
Vv13s0019g02810.pro	.....	0
Vv13s0019g02860.pro	.....	0
Vv13s0019g02880.pro	.....	0
Vv13s0019g02890.pro	.....	0
Vv13s0019g02910.pro	.....	0
Vv13s0019g02940.pro	.....	0
Vv13s0019g02950.pro	.....	0
Vv13s0019g02990.pro	.....	0
Vv13s0019g03020.pro	.....	0
Vv13s0019g03040.pro	.....	0
Vv13s0019g03060.pro	.....	0
Vv13s0019g03100.pro	.....	0
Vv13s0019g03120.pro	.....	0
Vv13s0019g03130.pro	.....	0
Vv14s0006g02140.pro	.....	0
Vv14s0066g01480.pro	.....	0
Vv14s0066g01490.pro	.....	0
Vv14s0066g01520.pro	.....	0
Vv14s0068g00440.pro	.....	0
Vv14s0068g00450.pro	.....	0
Vv14s0068g00460.pro	.....	0
Vv14s0068g00470.pro	.....	0
Vv14s0068g00480.pro	.....	0
Vv14s0068g00490.pro	.....	0
Vv14s0068g00500.pro	.....	0
Vv15s0021g02060.pro	.....	0
Vv15s0046g01190.pro	.....	0
Vv15s0046g01210.pro	.....	0
Vv16s0022g01970.pro	.....	0
Vv16s0039g02230.pro	.....	0
Vv16s0050g00240.pro	.....	0
Vv16s0050g01580.pro	.....	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv16s0050g01590.pro	.....	0
Vv16s0050g01600.pro	.....	0
Vv16s0050g01610.pro	.....	0
Vv16s0050g01660.pro	.....	0
Vv16s0050g01670.pro	.....	0
Vv16s0050g01680.pro	.....	0
Vv16s0115g00340.pro	.....	0
Vv16s0115g00360.pro	.....	0
Vv17s0000g04750.pro	.....	0
Vv17s0000g04760.pro	.....	0
Vv17s0000g07020.pro	.....	0
Vv17s0000g07030.pro	.....	0
Vv17s0000g07060.pro	.....	0
Vv17s0000g07070.pro	.....	0
Vv17s0000g07080.pro	.....	0
Vv17s0000g07100.pro	.....	0
Vv17s0000g07790.pro	.....	0
Vv17s0000g08100.pro	.....	0
Vv18s0001g05910.pro	.....	0
Vv18s0001g05950.pro	.....	0
Vv18s0001g05990.pro	.....	0
Vv18s0001g06060.pro	.....	0
Vv18s0001g06080.pro	.....	0
Vv18s0001g06090.pro	.....	0
Vv18s0001g06120.pro	.....	0
Vv18s0001g10110.pro	.....	0
Vv18s0001g12040.pro	.....	0
Vv18s0041g00710.pro	.....	0
Vv18s0041g00740.pro	.....	0
Vv18s0041g00790.pro	.....	0
Vv18s0041g00800.pro	.....	0
Vv18s0041g00810.pro	.....	0
Vv18s0041g00830.pro	.....	0
Vv18s0041g00840.pro	.....	0
Vv18s0041g00890.pro	.....	0
Vv18s0041g00900.pro	.....	0
Vv18s0041g00910.pro	.....	0
Vv18s0041g00920.pro	.....	0
Vv18s0041g00930.pro	.....	0
Vv18s0041g00950.pro	.....	0
Vv18s0041g00970.pro	.....	0
Vv18s0041g00980.pro	.....	0
Vv18s0041g01000.pro	.....	0
Vv18s0041g01010.pro	.....	0
Vv18s0041g01040.pro	.....	0
Vv18s0041g01080.pro	.....	0
Vv19s0085g00750.pro	.....	0
Vv19s0085g00760.pro	.....	0
Vv19s0085g00800.pro	.....	0

Majority

-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
410	420	430	440	450	460	470	480		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		

Vv00s0324g00050.pro	.....	0
Vv00s0324g00060.pro	.....	0
Vv00s0324g00070.pro	.....	0
Vv00s0324g00080.pro	.....	0
Vv00s0324g00100.pro	.....	0
Vv00s0391g00010.pro	DQHTNCYYSCHEWGFGEI AYDVKREEVERVVREL MEGEKKGKGMKKVMKWRKAEAEATSPCGERCSSMHEL KQI YAHVI	480
Vv00s1251g00010.pro	.....	0
Vv00s1602g00010.pro	.....	0
Vv00s2707g00010.pro	.....	0
Vv01s0010g00530.pro	.....	0
Vv01s0026g00630.pro	.....	0
Vv02s0012g02830.pro	.....	0
Vv02s0025g01240.pro	.....	0
Vv02s0033g00130.pro	.....	0
Vv02s0033g00180.pro	.....	0
Vv02s0033g00240.pro	.....	0
Vv03s0017g01040.pro	.....	0
Vv03s0017g01130.pro	.....	0
Vv03s0017g01140.pro	.....	0
Vv03s0017g01360.pro	.....	0
Vv03s0017g01370.pro	.....	0
Vv03s0017g01990.pro	.....	0
Vv03s0017g02000.pro	.....	0
Vv03s0017g02110.pro	.....	0
Vv03s0017g02120.pro	.....	0
Vv03s0017g02140.pro	.....	0
Vv03s0063g00040.pro	.....	0
Vv03s0063g00050.pro	.....	0
Vv03s0091g00040.pro	.....	0
Vv03s0180g00200.pro	.....	0
Vv03s0180g00280.pro	.....	0
Vv03s0180g00320.pro	.....	0
Vv04s0023g01240.pro	.....	0
Vv04s0023g01290.pro	.....	0
Vv05s0062g00270.pro	.....	0
Vv05s0062g00300.pro	.....	0
Vv05s0062g00310.pro	.....	0
Vv05s0062g00350.pro	.....	0
Vv05s0062g00360.pro	.....	0
Vv05s0062g00400.pro	.....	0
Vv05s0062g00430.pro	.....	0
Vv05s0062g00460.pro	.....	0
Vv05s0062g00470.pro	.....	0
Vv05s0062g00520.pro	.....	0
Vv05s0062g00570.pro	.....	0
Vv05s0062g00590.pro	.....	0
Vv05s0062g00630.pro	.....	0
Vv05s0062g00640.pro	.....	0
Vv05s0062g00700.pro	.....	0

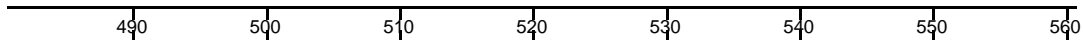
Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv05s0062g00710.pro	0
Vv05s0062g00720.pro	0
Vv05s0062g00740.pro	0
Vv05s0062g01270.pro	0
Vv05s0062g01280.pro	0
Vv05s0094g00960.pro	0
Vv05s0094g00990.pro	0
Vv05s0094g01000.pro	0
Vv05s0094g01010.pro	0
Vv05s0094g01020.pro	0
Vv05s0094g01030.pro	0
Vv05s0094g01040.pro	0
Vv05s0094g01050.pro	0
Vv05s0094g01060.pro	0
Vv05s0102g00930.pro	0
Vv05s0102g00990.pro	0
Vv06s0004g01640.pro	0
Vv06s0004g01660.pro	0
Vv06s0004g01670.pro	0
Vv06s0004g05780.pro	0
Vv06s0004g06370.pro	0
Vv06s0004g06380.pro	0
Vv06s0004g06390.pro	0
Vv06s0004g06400.pro	0
Vv06s0004g07220.pro	0
Vv06s0004g07230.pro	0
Vv06s0004g07240.pro	0
Vv06s0004g07250.pro	0
Vv06s0004g07270.pro	0
Vv06s0004g07280.pro	0
Vv06s0004g07310.pro	0
Vv06s0009g01960.pro	0
Vv06s0009g01990.pro	0
Vv06s0009g02000.pro	0
Vv06s0009g02010.pro	0
Vv06s0009g02450.pro	0
Vv06s0061g00360.pro	0
Vv07s0151g00540.pro	0
Vv07s0151g00560.pro	0
Vv07s0289g00050.pro	0
Vv07s0289g00060.pro	0
Vv07s0289g00080.pro	0
Vv07s0289g00090.pro	0
Vv08s0007g04570.pro	0
Vv08s0007g04580.pro	0
Vv08s0007g04590.pro	0
Vv08s0007g04600.pro	0
Vv08s0007g04610.pro	0
Vv08s0007g05130.pro	0
Vv08s0007g08910.pro	0
Vv08s0007g08920.pro	0
Vv08s0040g01470.pro	0
Vv08s0040g01520.pro	0
Vv09s0002g06590.pro	0
Vv11s0052g01580.pro	0
Vv11s0052g01600.pro	0
Vv11s0052g01630.pro	0
Vv11s0052g01640.pro	0
Vv12s0034g00030.pro	0
Vv12s0034g00040.pro	0
Vv12s0034g00060.pro	0
Vv12s0034g00080.pro	0
Vv12s0034g00130.pro	0
Vv12s0034g00140.pro	0
Vv12s0034g00160.pro	0
Vv12s0034g01120.pro	0
Vv12s0055g00020.pro	0
Vv12s0055g00030.pro	0
Vv12s0055g00050.pro	0
Vv12s0055g00060.pro	0
Vv12s0055g00070.pro	0
Vv12s0055g00160.pro	0
Vv12s0055g00170.pro	0
Vv12s0055g00180.pro	0
Vv12s0055g00200.pro	0
Vv12s0055g00250.pro	0
Vv12s0055g00280.pro	0
Vv12s0055g00290.pro	0
Vv12s0055g00310.pro	0
Vv12s0055g00320.pro	0
Vv13s0019g02810.pro	0
Vv13s0019g02860.pro	0
Vv13s0019g02880.pro	0
Vv13s0019g02890.pro	0
Vv13s0019g02910.pro	0
Vv13s0019g02940.pro	0
Vv13s0019g02950.pro	0
Vv13s0019g02990.pro	0
Vv13s0019g03020.pro	0
Vv13s0019g03040.pro	0
Vv13s0019g03060.pro	0
Vv13s0019g03100.pro	0
Vv13s0019g03120.pro	0
Vv13s0019g03130.pro	0
Vv14s0066g02140.pro	0
Vv14s0066g01480.pro	0
Vv14s0066g01490.pro	0
Vv14s0066g01520.pro	0
Vv14s0068g00440.pro	0
Vv14s0068g00450.pro	0
Vv14s0068g00460.pro	0
Vv14s0068g00470.pro	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv14s0068g00480.pro	.....	0
Vv14s0068g00490.pro	.....	0
Vv14s0068g00500.pro	.....	0
Vv15s0021g02060.pro	.....	0
Vv15s0046g01190.pro	.....	0
Vv15s0046g01210.pro	.....	0
Vv16s0022g01970.pro	.....	0
Vv16s0039g02230.pro	.....	0
Vv16s0050g00240.pro	.....	0
Vv16s0050g01580.pro	.....	0
Vv16s0050g01590.pro	.....	0
Vv16s0050g01600.pro	.....	0
Vv16s0050g01610.pro	.....	0
Vv16s0050g01660.pro	.....	0
Vv16s0050g01670.pro	.....	0
Vv16s0050g01680.pro	.....	0
Vv16s0115g00340.pro	.....	0
Vv16s0115g00360.pro	.....	0
Vv17s0000g04750.pro	.....	0
Vv17s0000g04760.pro	.....	0
Vv17s0000g07020.pro	.....	0
Vv17s0000g07030.pro	.....	0
Vv17s0000g07060.pro	.....	0
Vv17s0000g07070.pro	.....	0
Vv17s0000g07080.pro	.....	0
Vv17s0000g07100.pro	.....	0
Vv17s0000g07790.pro	.....	0
Vv17s0000g08100.pro	.....	0
Vv18s0001g05910.pro	.....	0
Vv18s0001g05950.pro	.....	0
Vv18s0001g05990.pro	.....	0
Vv18s0001g06060.pro	.....	0
Vv18s0001g06080.pro	.....	0
Vv18s0001g06090.pro	.....	0
Vv18s0001g06120.pro	.....	0
Vv18s0001g10110.pro	.....	0
Vv18s0001g12040.pro	.....	0
Vv18s0041g00710.pro	.....	0
Vv18s0041g00740.pro	.....	0
Vv18s0041g00790.pro	.....	0
Vv18s0041g00800.pro	.....	0
Vv18s0041g00810.pro	.....	0
Vv18s0041g00830.pro	.....	0
Vv18s0041g00840.pro	.....	0
Vv18s0041g00890.pro	.....	0
Vv18s0041g00900.pro	.....	0
Vv18s0041g00910.pro	.....	0
Vv18s0041g00920.pro	.....	0
Vv18s0041g00930.pro	.....	0
Vv18s0041g00950.pro	.....	0
Vv18s0041g00970.pro	.....	0
Vv18s0041g00980.pro	.....	0
Vv18s0041g01000.pro	.....	0
Vv18s0041g01010.pro	.....	0
Vv18s0041g01040.pro	.....	0
Vv18s0041g01080.pro	.....	0
Vv19s0085g00750.pro	.....	0
Vv19s0085g00760.pro	.....	0
Vv19s0085g00800.pro	.....	0

Majority



Vv00s0324g00050.pro	.....	0
Vv00s0324g00060.pro	.....	0
Vv00s0324g00070.pro	.....	0
Vv00s0324g00080.pro	.....	0
Vv00s0324g00100.pro	.....	0
Vv00s0391g00010.pro	TLGLARFTYI TSRVLSFCVAVSETGDL SYAETVFNKI AAPTIFDFNSMI TGFLNRSEFEKGLSVYAQMRTLGVPEPNARTLT	560
Vv00s1251g00010.pro	.....	0
Vv00s1602g00010.pro	.....	0
Vv00s2707g00010.pro	.....	0
Vv01s0010g00530.pro	.....	0
Vv01s0026g00630.pro	.....	0
Vv02s0012g02830.pro	.....	0
Vv02s0025g01240.pro	.....	0
Vv02s0033g00130.pro	.....	0
Vv02s0033g00180.pro	.....	0
Vv02s0033g00240.pro	.....	0
Vv03s0017g01040.pro	.....	0
Vv03s0017g01130.pro	.....	0
Vv03s0017g01140.pro	.....	0
Vv03s0017g01360.pro	.....	0
Vv03s0017g01370.pro	.....	0
Vv03s0017g01990.pro	.....	0
Vv03s0017g02000.pro	.....	0
Vv03s0017g02110.pro	.....	0
Vv03s0017g02120.pro	.....	0
Vv03s0017g02140.pro	.....	0
Vv03s0063g00040.pro	.....	0
Vv03s0063g00050.pro	.....	0
Vv03s0091g00040.pro	.....	0
Vv03s0180g00200.pro	.....	0
Vv03s0180g00280.pro	.....	0
Vv03s0180g00320.pro	.....	0
Vv04s0023g01240.pro	.....	0
Vv04s0023g01290.pro	.....	0
Vv05s0062g00270.pro	.....	0
Vv05s0062g00300.pro	.....	0
Vv05s0062g00310.pro	.....	0
Vv05s0062g00350.pro	.....	0
Vv05s0062g00360.pro	.....	0

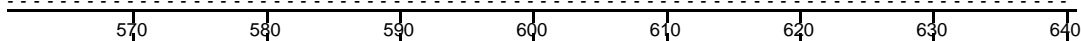
Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv05s0062g00400.pro	0
Vv05s0062g00430.pro	0
Vv05s0062g00460.pro	0
Vv05s0062g00470.pro	0
Vv05s0062g00520.pro	0
Vv05s0062g00570.pro	0
Vv05s0062g00590.pro	0
Vv05s0062g00630.pro	0
Vv05s0062g00640.pro	0
Vv05s0062g00700.pro	0
Vv05s0062g00710.pro	0
Vv05s0062g00720.pro	0
Vv05s0062g00740.pro	0
Vv05s0062g01270.pro	0
Vv05s0062g01280.pro	0
Vv05s0094g00960.pro	0
Vv05s0094g00990.pro	0
Vv05s0094g01000.pro	0
Vv05s0094g01010.pro	0
Vv05s0094g01020.pro	0
Vv05s0094g01030.pro	0
Vv05s0094g01040.pro	0
Vv05s0094g01050.pro	0
Vv05s0094g01060.pro	0
Vv05s0102g00930.pro	0
Vv05s0102g00990.pro	0
Vv06s0004g01640.pro	0
Vv06s0004g01660.pro	0
Vv06s0004g01670.pro	0
Vv06s0004g05780.pro	0
Vv06s0004g06370.pro	0
Vv06s0004g06380.pro	0
Vv06s0004g06390.pro	0
Vv06s0004g06400.pro	0
Vv06s0004g07220.pro	0
Vv06s0004g07230.pro	0
Vv06s0004g07240.pro	0
Vv06s0004g07250.pro	0
Vv06s0004g07270.pro	0
Vv06s0004g07280.pro	0
Vv06s0004g07310.pro	0
Vv06s0009g01960.pro	0
Vv06s0009g01990.pro	0
Vv06s0009g02000.pro	0
Vv06s0009g02010.pro	0
Vv06s0009g02450.pro	0
Vv06s0061g00360.pro	0
Vv07s0151g00540.pro	0
Vv07s0151g00560.pro	0
Vv07s0289g00050.pro	0
Vv07s0289g00060.pro	0
Vv07s0289g00080.pro	0
Vv07s0289g00090.pro	0
Vv08s0007g04570.pro	0
Vv08s0007g04580.pro	0
Vv08s0007g04590.pro	0
Vv08s0007g04600.pro	0
Vv08s0007g04610.pro	0
Vv08s0007g05130.pro	0
Vv08s0007g08910.pro	0
Vv08s0007g08920.pro	0
Vv08s0040g01470.pro	0
Vv08s0040g01520.pro	0
Vv09s0002g06590.pro	0
Vv11s0052g01580.pro	0
Vv11s0052g01600.pro	0
Vv11s0052g01630.pro	0
Vv11s0052g01640.pro	0
Vv12s0034g00030.pro	0
Vv12s0034g00040.pro	0
Vv12s0034g00060.pro	0
Vv12s0034g00080.pro	0
Vv12s0034g00130.pro	0
Vv12s0034g00140.pro	0
Vv12s0034g00160.pro	0
Vv12s0034g01120.pro	0
Vv12s0055g00020.pro	0
Vv12s0055g00030.pro	0
Vv12s0055g00050.pro	0
Vv12s0055g00060.pro	0
Vv12s0055g00070.pro	0
Vv12s0055g00160.pro	0
Vv12s0055g00170.pro	0
Vv12s0055g00180.pro	0
Vv12s0055g00200.pro	0
Vv12s0055g00250.pro	0
Vv12s0055g00280.pro	0
Vv12s0055g00290.pro	0
Vv12s0055g00310.pro	0
Vv12s0055g00320.pro	0
Vv13s0019g02810.pro	0
Vv13s0019g02860.pro	0
Vv13s0019g02880.pro	0
Vv13s0019g02890.pro	0
Vv13s0019g02910.pro	0
Vv13s0019g02940.pro	0
Vv13s0019g02950.pro	0
Vv13s0019g02990.pro	0
Vv13s0019g03020.pro	0
Vv13s0019g03040.pro	0
Vv13s0019g03060.pro	0
Vv13s0019g03100.pro	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv13s0019g03120.pro	.....	0
Vv13s0019g03130.pro	.....	0
Vv14s0006g02140.pro	.....	0
Vv14s0066g01480.pro	.....	0
Vv14s0066g01490.pro	.....	0
Vv14s0066g01520.pro	.....	0
Vv14s0068g00440.pro	.....	0
Vv14s0068g00450.pro	.....	0
Vv14s0068g00460.pro	.....	0
Vv14s0068g00470.pro	.....	0
Vv14s0068g00480.pro	.....	0
Vv14s0068g00490.pro	.....	0
Vv14s0068g00500.pro	.....	0
Vv15s0021g02060.pro	.....	0
Vv15s0046g01190.pro	.....	0
Vv15s0046g01210.pro	.....	0
Vv16s0022g01970.pro	.....	0
Vv16s0039g02230.pro	.....	0
Vv16s0050g00240.pro	.....	0
Vv16s0050g01580.pro	.....	0
Vv16s0050g01590.pro	.....	0
Vv16s0050g01600.pro	.....	0
Vv16s0050g01610.pro	.....	0
Vv16s0050g01660.pro	.....	0
Vv16s0050g01670.pro	.....	0
Vv16s0050g01680.pro	.....	0
Vv16s0115g00340.pro	.....	0
Vv16s0115g00360.pro	.....	0
Vv17s0000g04750.pro	.....	0
Vv17s0000g04760.pro	.....	0
Vv17s0000g07020.pro	.....	0
Vv17s0000g07030.pro	.....	0
Vv17s0000g07060.pro	.....	0
Vv17s0000g07070.pro	.....	0
Vv17s0000g07080.pro	.....	0
Vv17s0000g07100.pro	.....	0
Vv17s0000g07790.pro	.....	0
Vv17s0000g08100.pro	.....	0
Vv18s0001g05910.pro	.....	0
Vv18s0001g05950.pro	.....	0
Vv18s0001g05990.pro	.....	0
Vv18s0001g06060.pro	.....	0
Vv18s0001g06080.pro	.....	0
Vv18s0001g06090.pro	.....	0
Vv18s0001g06120.pro	.....	0
Vv18s0001g10110.pro	.....	0
Vv18s0001g12040.pro	.....	0
Vv18s0041g00710.pro	.....	0
Vv18s0041g00740.pro	.....	0
Vv18s0041g00790.pro	.....	0
Vv18s0041g00800.pro	.....	0
Vv18s0041g00810.pro	.....	0
Vv18s0041g00830.pro	.....	0
Vv18s0041g00840.pro	.....	0
Vv18s0041g00890.pro	.....	0
Vv18s0041g00900.pro	.....	0
Vv18s0041g00910.pro	.....	0
Vv18s0041g00920.pro	.....	0
Vv18s0041g00930.pro	.....	0
Vv18s0041g00950.pro	.....	0
Vv18s0041g00970.pro	.....	0
Vv18s0041g00980.pro	.....	0
Vv18s0041g01000.pro	.....	0
Vv18s0041g01010.pro	.....	0
Vv18s0041g01040.pro	.....	0
Vv18s0041g01080.pro	.....	0
Vv19s0085g00750.pro	.....	0
Vv19s0085g00760.pro	.....	0
Vv19s0085g00800.pro	.....	0

Majority



Vv00s0324g00050.pro	.....	0
Vv00s0324g00060.pro	.....	0
Vv00s0324g00070.pro	.....	0
Vv00s0324g00080.pro	.....	0
Vv00s0324g00100.pro	.....	0
Vv00s0391g00010.pro	VMI KAFRLRLSSI NQVHCQI MKFGHGSDLYAI SLLI TRYSTCGAMELARQVFNESSNRNI VCWTGLI SGYCSNGFVDEARC	640
Vv00s1251g00010.pro	.....	0
Vv00s1602g00010.pro	.....	0
Vv00s2707g00010.pro	.....	0
Vv01s0010g00530.pro	.....	0
Vv01s0026g00630.pro	.....	0
Vv02s0012g02830.pro	.....	0
Vv02s0025g01240.pro	.....	0
Vv02s0033g00130.pro	.....	0
Vv02s0033g00180.pro	.....	0
Vv02s0033g00240.pro	.....	0
Vv03s0017g01040.pro	.....	0
Vv03s0017g01130.pro	.....	0
Vv03s0017g01140.pro	.....	0
Vv03s0017g01360.pro	.....	0
Vv03s0017g01370.pro	.....	0
Vv03s0017g01990.pro	.....	0
Vv03s0017g02000.pro	.....	0
Vv03s0017g02110.pro	.....	0
Vv03s0017g02120.pro	.....	0
Vv03s0017g02140.pro	.....	0
Vv03s0063g00040.pro	.....	0
Vv03s0063g00050.pro	.....	0
Vv03s0091g00040.pro	.....	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv03s0180g00200.pro	-----	0
Vv03s0180g00280.pro	-----	0
Vv03s0180g00320.pro	-----	0
Vv04s0023g01240.pro	-----	0
Vv04s0023g01290.pro	-----	0
Vv05s0062g00270.pro	-----	0
Vv05s0062g00300.pro	-----	0
Vv05s0062g00310.pro	-----	0
Vv05s0062g00350.pro	-----	0
Vv05s0062g00360.pro	-----	0
Vv05s0062g00400.pro	-----	0
Vv05s0062g00430.pro	-----	0
Vv05s0062g00460.pro	-----	0
Vv05s0062g00470.pro	-----	0
Vv05s0062g00520.pro	-----	0
Vv05s0062g00570.pro	-----	0
Vv05s0062g00590.pro	-----	0
Vv05s0062g00630.pro	-----	0
Vv05s0062g00640.pro	-----	0
Vv05s0062g00700.pro	-----	0
Vv05s0062g00710.pro	-----	0
Vv05s0062g00720.pro	-----	0
Vv05s0062g00740.pro	-----	0
Vv05s0062g01270.pro	-----	0
Vv05s0062g01280.pro	-----	0
Vv05s0094g00960.pro	-----	0
Vv05s0094g00990.pro	-----	0
Vv05s0094g01000.pro	-----	0
Vv05s0094g01010.pro	-----	0
Vv05s0094g01020.pro	-----	0
Vv05s0094g01030.pro	-----	0
Vv05s0094g01040.pro	-----	0
Vv05s0094g01050.pro	-----	0
Vv05s0094g01060.pro	-----	0
Vv05s0102g00930.pro	-----	0
Vv05s0102g00990.pro	-----	0
Vv06s0004g01640.pro	-----	0
Vv06s0004g01660.pro	-----	0
Vv06s0004g01670.pro	-----	0
Vv06s0004g05780.pro	-----	0
Vv06s0004g06370.pro	-----	0
Vv06s0004g06380.pro	-----	0
Vv06s0004g06390.pro	-----	0
Vv06s0004g06400.pro	-----	0
Vv06s0004g07220.pro	-----	0
Vv06s0004g07230.pro	-----	0
Vv06s0004g07240.pro	-----	0
Vv06s0004g07250.pro	-----	0
Vv06s0004g07270.pro	-----	0
Vv06s0004g07280.pro	-----	0
Vv06s0004g07310.pro	-----	0
Vv06s0009g01960.pro	-----	0
Vv06s0009g01990.pro	-----	0
Vv06s0009g02000.pro	-----	0
Vv06s0009g02010.pro	-----	0
Vv06s0009g02450.pro	-----	0
Vv06s0061g00360.pro	-----	0
Vv07s0151g00540.pro	-----	0
Vv07s0151g00560.pro	-----	0
Vv07s0289g00050.pro	-----	0
Vv07s0289g00060.pro	-----	0
Vv07s0289g00080.pro	-----	0
Vv07s0289g00090.pro	-----	0
Vv08s0007g04570.pro	-----	0
Vv08s0007g04580.pro	-----	0
Vv08s0007g04590.pro	-----	0
Vv08s0007g04600.pro	-----	0
Vv08s0007g04610.pro	-----	0
Vv08s0007g05130.pro	-----	0
Vv08s0007g08910.pro	-----	0
Vv08s0007g08920.pro	-----	0
Vv08s0040g01470.pro	-----	0
Vv08s0040g01520.pro	-----	0
Vv09s0002g06590.pro	-----	0
Vv11s0052g01580.pro	-----	0
Vv11s0052g01600.pro	-----	0
Vv11s0052g01630.pro	-----	0
Vv11s0052g01640.pro	-----	0
Vv12s0034g00030.pro	-----	0
Vv12s0034g00040.pro	-----	0
Vv12s0034g00060.pro	-----	0
Vv12s0034g00080.pro	-----	0
Vv12s0034g00130.pro	-----	0
Vv12s0034g00140.pro	-----	0
Vv12s0034g00160.pro	-----	0
Vv12s0034g01120.pro	-----	0
Vv12s0055g00020.pro	-----	0
Vv12s0055g00030.pro	-----	0
Vv12s0055g00050.pro	-----	0
Vv12s0055g00060.pro	-----	0
Vv12s0055g00070.pro	-----	0
Vv12s0055g00160.pro	-----	0
Vv12s0055g00170.pro	-----	0
Vv12s0055g00180.pro	-----	0
Vv12s0055g00200.pro	-----	0
Vv12s0055g00250.pro	-----	0
Vv12s0055g00280.pro	-----	0
Vv12s0055g00290.pro	-----	0
Vv12s0055g00310.pro	-----	0
Vv12s0055g00320.pro	-----	0
Vv13s0019g02810.pro	-----	0
Vv13s0019g02860.pro	-----	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv13s0019g02880.pro	.....	0
Vv13s0019g02890.pro	.....	0
Vv13s0019g02910.pro	.....	0
Vv13s0019g02940.pro	.....	0
Vv13s0019g02950.pro	.....	0
Vv13s0019g02990.pro	.....	0
Vv13s0019g03020.pro	.....	0
Vv13s0019g03040.pro	.....	0
Vv13s0019g03060.pro	.....	0
Vv13s0019g03100.pro	.....	0
Vv13s0019g03120.pro	.....	0
Vv13s0019g03130.pro	.....	0
Vv14s0006g02140.pro	.....	0
Vv14s0066g01480.pro	.....	0
Vv14s0066g01490.pro	.....	0
Vv14s0066g01520.pro	.....	0
Vv14s0068g00440.pro	.....	0
Vv14s0068g00450.pro	.....	0
Vv14s0068g00460.pro	.....	0
Vv14s0068g00470.pro	.....	0
Vv14s0068g00480.pro	.....	0
Vv14s0068g00490.pro	.....	0
Vv14s0068g00500.pro	.....	0
Vv15s0021g02060.pro	.....	0
Vv15s0046g01190.pro	.....	0
Vv15s0046g01210.pro	.....	0
Vv16s0022g01970.pro	.....	0
Vv16s0039g02230.pro	.....	0
Vv16s0050g00240.pro	.....	0
Vv16s0050g01580.pro	.....	0
Vv16s0050g01590.pro	.....	0
Vv16s0050g01600.pro	.....	0
Vv16s0050g01610.pro	.....	0
Vv16s0050g01660.pro	.....	0
Vv16s0050g01670.pro	.....	0
Vv16s0050g01680.pro	.....	0
Vv16s0115g00340.pro	.....	0
Vv16s0115g00360.pro	.....	0
Vv17s0000g04750.pro	.....	0
Vv17s0000g04760.pro	.....	0
Vv17s0000g07020.pro	.....	0
Vv17s0000g07030.pro	.....	0
Vv17s0000g07060.pro	.....	0
Vv17s0000g07070.pro	.....	0
Vv17s0000g07080.pro	.....	0
Vv17s0000g07100.pro	.....	0
Vv17s0000g07790.pro	.....	0
Vv17s0000g08100.pro	.....	0
Vv18s0001g05910.pro	.....	0
Vv18s0001g05950.pro	.....	0
Vv18s0001g05990.pro	.....	0
Vv18s0001g06060.pro	.....	0
Vv18s0001g06080.pro	.....	0
Vv18s0001g06090.pro	.....	0
Vv18s0001g06120.pro	.....	0
Vv18s0001g10110.pro	.....	0
Vv18s0001g12040.pro	.....	0
Vv18s0041g00710.pro	.....	0
Vv18s0041g00740.pro	.....	0
Vv18s0041g00790.pro	.....	0
Vv18s0041g00800.pro	.....	0
Vv18s0041g00810.pro	.....	0
Vv18s0041g00830.pro	.....	0
Vv18s0041g00840.pro	.....	0
Vv18s0041g00890.pro	.....	0
Vv18s0041g00900.pro	.....	0
Vv18s0041g00910.pro	.....	0
Vv18s0041g00920.pro	.....	0
Vv18s0041g00930.pro	.....	0
Vv18s0041g00950.pro	.....	0
Vv18s0041g00970.pro	.....	0
Vv18s0041g00980.pro	.....	0
Vv18s0041g01000.pro	.....	0
Vv18s0041g01010.pro	.....	0
Vv18s0041g01040.pro	.....	0
Vv18s0041g01080.pro	.....	0
Vv19s0085g00750.pro	.....	0
Vv19s0085g00760.pro	.....	0
Vv19s0085g00800.pro	.....	0

Majority -----
 650 660 670 680 690 700 710 720

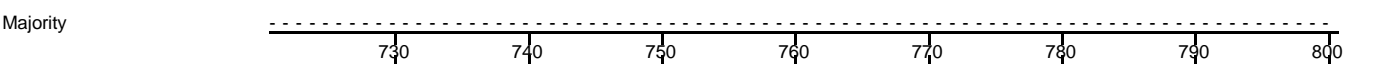
Vv00s0324g00050.pro	.....	0
Vv00s0324g00060.pro	.....	0
Vv00s0324g00070.pro	.....	0
Vv00s0324g00080.pro	.....	0
Vv00s0324g00100.pro	.....	0
Vv00s0391g00010.pro	VFDAMPERNDVSYSAMASGYVRNDCFNEAI ELFRELNSCAAVKPNVSLLVSVLDACAAVGAFEEGKW HSYI DENGLDYD	720
Vv00s1251g00010.pro	.....	0
Vv00s1602g00010.pro	.....	0
Vv00s2707g00010.pro	.....	0
Vv01s0010g00530.pro	.....	0
Vv01s0026g00630.pro	.....	0
Vv02s0012g02830.pro	.....	0
Vv02s0025g01240.pro	.....	0
Vv02s0033g00130.pro	.....	0
Vv02s0033g00180.pro	.....	0
Vv02s0033g00240.pro	.....	0
Vv03s0017g01040.pro	.....	0
Vv03s0017g01130.pro	.....	0
Vv03s0017g01140.pro	.....	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv03s0017g01360.pro	.....	0
Vv03s0017g01370.pro	.....	0
Vv03s0017g01990.pro	.....	0
Vv03s0017g02000.pro	.....	0
Vv03s0017g02110.pro	.....	0
Vv03s0017g02120.pro	.....	0
Vv03s0017g02140.pro	.....	0
Vv03s0063g00040.pro	.....	0
Vv03s0063g00050.pro	.....	0
Vv03s0091g00040.pro	.....	0
Vv03s0180g00200.pro	.....	0
Vv03s0180g00280.pro	.....	0
Vv03s0180g00320.pro	.....	0
Vv04s0023g01240.pro	.....	0
Vv04s0023g01290.pro	.....	0
Vv05s0062g00270.pro	.....	0
Vv05s0062g00300.pro	.....	0
Vv05s0062g00310.pro	.....	0
Vv05s0062g00350.pro	.....	0
Vv05s0062g00360.pro	.....	0
Vv05s0062g00400.pro	.....	0
Vv05s0062g00430.pro	.....	0
Vv05s0062g00460.pro	.....	0
Vv05s0062g00470.pro	.....	0
Vv05s0062g00520.pro	.....	0
Vv05s0062g00570.pro	.....	0
Vv05s0062g00590.pro	.....	0
Vv05s0062g00630.pro	.....	0
Vv05s0062g00640.pro	.....	0
Vv05s0062g00700.pro	.....	0
Vv05s0062g00710.pro	.....	0
Vv05s0062g00720.pro	.....	0
Vv05s0062g00740.pro	.....	0
Vv05s0062g01270.pro	.....	0
Vv05s0062g01280.pro	.....	0
Vv05s0094g00960.pro	.....	0
Vv05s0094g00990.pro	.....	0
Vv05s0094g01000.pro	.....	0
Vv05s0094g01010.pro	.....	0
Vv05s0094g01020.pro	.....	0
Vv05s0094g01030.pro	.....	0
Vv05s0094g01040.pro	.....	0
Vv05s0094g01050.pro	.....	0
Vv05s0094g01060.pro	.....	0
Vv05s0102g00930.pro	.....	0
Vv05s0102g00990.pro	.....	0
Vv06s0004g01640.pro	.....	0
Vv06s0004g01660.pro	.....	0
Vv06s0004g01670.pro	.....	0
Vv06s0004g05780.pro	.....	0
Vv06s0004g06370.pro	.....	0
Vv06s0004g06380.pro	.....	0
Vv06s0004g06390.pro	.....	0
Vv06s0004g06400.pro	.....	0
Vv06s0004g07220.pro	.....	0
Vv06s0004g07230.pro	.....	0
Vv06s0004g07240.pro	.....	0
Vv06s0004g07250.pro	.....	0
Vv06s0004g07270.pro	.....	0
Vv06s0004g07280.pro	.....	0
Vv06s0004g07310.pro	.....	0
Vv06s0009g01960.pro	.....	0
Vv06s0009g01990.pro	.....	0
Vv06s0009g02000.pro	.....	0
Vv06s0009g02010.pro	.....	0
Vv06s0009g02450.pro	.....	0
Vv06s0061g00360.pro	.....	0
Vv07s0151g00540.pro	.....	0
Vv07s0151g00560.pro	.....	0
Vv07s0289g00050.pro	.....	0
Vv07s0289g00060.pro	.....	0
Vv07s0289g00080.pro	.....	0
Vv07s0289g00090.pro	.....	0
Vv08s0007g04570.pro	.....	0
Vv08s0007g04580.pro	.....	0
Vv08s0007g04590.pro	.....	0
Vv08s0007g04600.pro	.....	0
Vv08s0007g04610.pro	.....	0
Vv08s0007g05130.pro	.....	0
Vv08s0007g08910.pro	.....	0
Vv08s0007g08920.pro	.....	0
Vv08s0040g01470.pro	.....	0
Vv08s0040g01520.pro	.....	0
Vv09s0002g06590.pro	.....	0
Vv11s0052g01580.pro	.....	0
Vv11s0052g01600.pro	.....	0
Vv11s0052g01630.pro	.....	0
Vv11s0052g01640.pro	.....	0
Vv12s0034g00030.pro	.....	0
Vv12s0034g00040.pro	.....	0
Vv12s0034g00060.pro	.....	0
Vv12s0034g00080.pro	.....	0
Vv12s0034g00130.pro	.....	0
Vv12s0034g00140.pro	.....	0
Vv12s0034g00160.pro	.....	0
Vv12s0034g01120.pro	.....	0
Vv12s0055g00020.pro	.....	0
Vv12s0055g00030.pro	.....	0
Vv12s0055g00050.pro	.....	0
Vv12s0055g00060.pro	.....	0
Vv12s0055g00070.pro	.....	0
Vv12s0055g00160.pro	.....	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv12s0055g00170.pro	.....	0
Vv12s0055g00180.pro	.....	0
Vv12s0055g00200.pro	.....	0
Vv12s0055g00250.pro	.....	0
Vv12s0055g00280.pro	.....	0
Vv12s0055g00290.pro	.....	0
Vv12s0055g00310.pro	.....	0
Vv12s0055g00320.pro	.....	0
Vv13s0019g02810.pro	.....	0
Vv13s0019g02860.pro	.....	0
Vv13s0019g02880.pro	.....	0
Vv13s0019g02890.pro	.....	0
Vv13s0019g02910.pro	.....	0
Vv13s0019g02940.pro	.....	0
Vv13s0019g02950.pro	.....	0
Vv13s0019g02990.pro	.....	0
Vv13s0019g03020.pro	.....	0
Vv13s0019g03040.pro	.....	0
Vv13s0019g03060.pro	.....	0
Vv13s0019g03100.pro	.....	0
Vv13s0019g03120.pro	.....	0
Vv13s0019g03130.pro	.....	0
Vv14s0006g02140.pro	.....	0
Vv14s0066g01480.pro	.....	0
Vv14s0066g01490.pro	.....	0
Vv14s0066g01520.pro	.....	0
Vv14s0068g00440.pro	.....	0
Vv14s0068g00450.pro	.....	0
Vv14s0068g00460.pro	.....	0
Vv14s0068g00470.pro	.....	0
Vv14s0068g00480.pro	.....	0
Vv14s0068g00490.pro	.....	0
Vv14s0068g00500.pro	.....	0
Vv15s0021g02060.pro	.....	0
Vv15s0046g01190.pro	.....	0
Vv15s0046g01210.pro	.....	0
Vv16s0022g01970.pro	.....	0
Vv16s0039g02230.pro	.....	0
Vv16s0050g00240.pro	.....	0
Vv16s0050g01580.pro	.....	0
Vv16s0050g01590.pro	.....	0
Vv16s0050g01600.pro	.....	0
Vv16s0050g01610.pro	.....	0
Vv16s0050g01660.pro	.....	0
Vv16s0050g01670.pro	.....	0
Vv16s0050g01680.pro	.....	0
Vv16s0115g00340.pro	.....	0
Vv16s0115g00360.pro	.....	0
Vv17s0000g04750.pro	.....	0
Vv17s0000g04760.pro	.....	0
Vv17s0000g07020.pro	.....	0
Vv17s0000g07030.pro	.....	0
Vv17s0000g07060.pro	.....	0
Vv17s0000g07070.pro	.....	0
Vv17s0000g07080.pro	.....	0
Vv17s0000g07100.pro	.....	0
Vv17s0000g07790.pro	.....	0
Vv17s0000g08100.pro	.....	0
Vv18s0001g05910.pro	.....	0
Vv18s0001g05950.pro	.....	0
Vv18s0001g05990.pro	.....	0
Vv18s0001g06060.pro	.....	0
Vv18s0001g06080.pro	.....	0
Vv18s0001g06090.pro	.....	0
Vv18s0001g06120.pro	.....	0
Vv18s0001g10110.pro	.....	0
Vv18s0001g12040.pro	.....	0
Vv18s0041g00710.pro	.....	0
Vv18s0041g00740.pro	.....	0
Vv18s0041g00790.pro	.....	0
Vv18s0041g00800.pro	.....	0
Vv18s0041g00810.pro	.....	0
Vv18s0041g00830.pro	.....	0
Vv18s0041g00840.pro	.....	0
Vv18s0041g00890.pro	.....	0
Vv18s0041g00900.pro	.....	0
Vv18s0041g00910.pro	.....	0
Vv18s0041g00920.pro	.....	0
Vv18s0041g00930.pro	.....	0
Vv18s0041g00950.pro	.....	0
Vv18s0041g00970.pro	.....	0
Vv18s0041g00980.pro	.....	0
Vv18s0041g01000.pro	.....	0
Vv18s0041g01010.pro	.....	0
Vv18s0041g01040.pro	.....	0
Vv18s0041g01080.pro	.....	0
Vv19s0085g00750.pro	.....	0
Vv19s0085g00760.pro	.....	0
Vv19s0085g00800.pro	.....	0



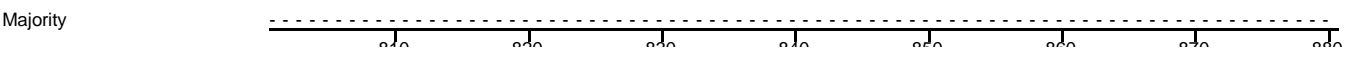
Vv00s0324g00050.pro	.....	0
Vv00s0324g00060.pro	.....	0
Vv00s0324g00070.pro	.....	0
Vv00s0324g00080.pro	.....	0
Vv00s0324g00100.pro	.....	0
Vv00s0391g00010.pro	LKMGTALI DFYAKCGCI KTAEEI FDKMPLKDVTAWSSMI LGLAI NGNNEMGLELFHEMETRGPRPNAI TFI GVFTACNHK	800
Vv00s1251g00010.pro	.....	0
Vv00s1602g00010.pro	.....	0
Vv00s2707g00010.pro	.....	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv01s0010g00530.pro	0
Vv01s0026g00630.pro	0
Vv02s0012g02830.pro	0
Vv02s0025g01240.pro	0
Vv02s0033g00130.pro	0
Vv02s0033g00180.pro	0
Vv02s0033g00240.pro	0
Vv03s0017g01040.pro	0
Vv03s0017g01130.pro	0
Vv03s0017g01140.pro	0
Vv03s0017g01360.pro	0
Vv03s0017g01370.pro	0
Vv03s0017g01990.pro	0
Vv03s0017g02000.pro	0
Vv03s0017g02110.pro	0
Vv03s0017g02120.pro	0
Vv03s0017g02140.pro	0
Vv03s0063g00040.pro	0
Vv03s0063g00050.pro	0
Vv03s0091g00040.pro	0
Vv03s0180g00200.pro	0
Vv03s0180g00280.pro	0
Vv03s0180g00320.pro	0
Vv04s0023g01240.pro	0
Vv04s0023g01290.pro	0
Vv05s0062g00270.pro	0
Vv05s0062g00300.pro	0
Vv05s0062g00310.pro	0
Vv05s0062g00350.pro	0
Vv05s0062g00360.pro	0
Vv05s0062g00400.pro	0
Vv05s0062g00430.pro	0
Vv05s0062g00460.pro	0
Vv05s0062g00470.pro	0
Vv05s0062g00520.pro	0
Vv05s0062g00570.pro	0
Vv05s0062g00590.pro	0
Vv05s0062g00630.pro	0
Vv05s0062g00640.pro	0
Vv05s0062g00700.pro	0
Vv05s0062g00710.pro	0
Vv05s0062g00720.pro	0
Vv05s0062g00740.pro	0
Vv05s0062g01270.pro	0
Vv05s0062g01280.pro	0
Vv05s0094g00960.pro	0
Vv05s0094g00990.pro	0
Vv05s0094g01000.pro	0
Vv05s0094g01010.pro	0
Vv05s0094g01020.pro	0
Vv05s0094g01030.pro	0
Vv05s0094g01040.pro	0
Vv05s0094g01050.pro	0
Vv05s0094g01060.pro	0
Vv05s0102g00930.pro	0
Vv05s0102g00990.pro	0
Vv06s0004g01640.pro	0
Vv06s0004g01660.pro	0
Vv06s0004g01670.pro	0
Vv06s0004g05780.pro	0
Vv06s0004g06370.pro	0
Vv06s0004g06380.pro	0
Vv06s0004g06390.pro	0
Vv06s0004g06400.pro	0
Vv06s0004g07220.pro	0
Vv06s0004g07230.pro	0
Vv06s0004g07240.pro	0
Vv06s0004g07250.pro	0
Vv06s0004g07270.pro	0
Vv06s0004g07280.pro	0
Vv06s0004g07310.pro	0
Vv06s0009g01960.pro	0
Vv06s0009g01990.pro	0
Vv06s0009g02000.pro	0
Vv06s0009g02010.pro	0
Vv06s0009g02450.pro	0
Vv06s0061g00360.pro	0
Vv07s0151g00540.pro	0
Vv07s0151g00560.pro	0
Vv07s0289g00050.pro	0
Vv07s0289g00060.pro	0
Vv07s0289g00080.pro	0
Vv07s0289g00090.pro	0
Vv08s0007g04570.pro	0
Vv08s0007g04580.pro	0
Vv08s0007g04590.pro	0
Vv08s0007g04600.pro	0
Vv08s0007g04610.pro	0
Vv08s0007g05130.pro	0
Vv08s0007g08910.pro	0
Vv08s0007g08920.pro	0
Vv08s0040g01470.pro	0
Vv08s0040g01520.pro	0
Vv09s0002g06590.pro	0
Vv11s0052g01580.pro	0
Vv11s0052g01600.pro	0
Vv11s0052g01630.pro	0
Vv11s0052g01640.pro	0
Vv12s0034g00030.pro	0
Vv12s0034g00040.pro	0
Vv12s0034g00060.pro	0
Vv12s0034g00080.pro	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv12s0034g00130.pro	.....	0
Vv12s0034g00140.pro	.....	0
Vv12s0034g00160.pro	.....	0
Vv12s0034g001120.pro	.....	0
Vv12s0055g00020.pro	.....	0
Vv12s0055g00030.pro	.....	0
Vv12s0055g00050.pro	.....	0
Vv12s0055g00060.pro	.....	0
Vv12s0055g00070.pro	.....	0
Vv12s0055g00160.pro	.....	0
Vv12s0055g00170.pro	.....	0
Vv12s0055g00180.pro	.....	0
Vv12s0055g00200.pro	.....	0
Vv12s0055g00250.pro	.....	0
Vv12s0055g00280.pro	.....	0
Vv12s0055g00290.pro	.....	0
Vv12s0055g00310.pro	.....	0
Vv12s0055g00320.pro	.....	0
Vv13s0019g02810.pro	.....	0
Vv13s0019g02860.pro	.....	0
Vv13s0019g02880.pro	.....	0
Vv13s0019g02890.pro	.....	0
Vv13s0019g02910.pro	.....	0
Vv13s0019g02940.pro	.....	0
Vv13s0019g02950.pro	.....	0
Vv13s0019g02990.pro	.....	0
Vv13s0019g03020.pro	.....	0
Vv13s0019g03040.pro	.....	0
Vv13s0019g03060.pro	.....	0
Vv13s0019g03100.pro	.....	0
Vv13s0019g03120.pro	.....	0
Vv13s0019g03130.pro	.....	0
Vv14s0066g02140.pro	.....	0
Vv14s0066g01480.pro	.....	0
Vv14s0066g01490.pro	.....	0
Vv14s0066g01520.pro	.....	0
Vv14s0068g00440.pro	.....	0
Vv14s0068g00450.pro	.....	0
Vv14s0068g00460.pro	.....	0
Vv14s0068g00470.pro	.....	0
Vv14s0068g00480.pro	.....	0
Vv14s0068g00490.pro	.....	0
Vv14s0068g00500.pro	.....	0
Vv15s0022g02060.pro	.....	0
Vv15s0046g01190.pro	.....	0
Vv15s0046g01210.pro	.....	0
Vv16s0022g01970.pro	.....	0
Vv16s0039g02230.pro	.....	0
Vv16s0050g00240.pro	.....	0
Vv16s0050g01580.pro	.....	0
Vv16s0050g01590.pro	.....	0
Vv16s0050g01600.pro	.....	0
Vv16s0050g01610.pro	.....	0
Vv16s0050g01660.pro	.....	0
Vv16s0050g01670.pro	.....	0
Vv16s0050g01680.pro	.....	0
Vv16s0115g00340.pro	.....	0
Vv16s0115g00360.pro	.....	0
Vv17s0000g04750.pro	.....	0
Vv17s0000g04760.pro	.....	0
Vv17s0000g07020.pro	.....	0
Vv17s0000g07030.pro	.....	0
Vv17s0000g07060.pro	.....	0
Vv17s0000g07070.pro	.....	0
Vv17s0000g07080.pro	.....	0
Vv17s0000g07100.pro	.....	0
Vv17s0000g07790.pro	.....	0
Vv17s0000g08100.pro	.....	0
Vv18s0001g05910.pro	.....	0
Vv18s0001g05950.pro	.....	0
Vv18s0001g05990.pro	.....	0
Vv18s0001g06060.pro	.....	0
Vv18s0001g06080.pro	.....	0
Vv18s0001g06090.pro	.....	0
Vv18s0001g06120.pro	.....	0
Vv18s0001g10110.pro	.....	0
Vv18s0001g12040.pro	.....	0
Vv18s0041g00710.pro	.....	0
Vv18s0041g00740.pro	.....	0
Vv18s0041g00790.pro	.....	0
Vv18s0041g00800.pro	.....	0
Vv18s0041g00810.pro	.....	0
Vv18s0041g00830.pro	.....	0
Vv18s0041g00840.pro	.....	0
Vv18s0041g00890.pro	.....	0
Vv18s0041g00900.pro	.....	0
Vv18s0041g00910.pro	.....	0
Vv18s0041g00920.pro	.....	0
Vv18s0041g00930.pro	.....	0
Vv18s0041g00950.pro	.....	0
Vv18s0041g00970.pro	.....	0
Vv18s0041g00980.pro	.....	0
Vv18s0041g01000.pro	.....	0
Vv18s0041g01010.pro	.....	0
Vv18s0041g01040.pro	.....	0
Vv18s0041g01080.pro	.....	0
Vv19s0085g00750.pro	.....	0
Vv19s0085g00760.pro	.....	0
Vv19s0085g00800.pro	.....	0



Vv08s0040g01520.pro	-----	0
Vv09s0002g06590.pro	-----	0
Vv11s0052g01580.pro	-----M/KKNYCKSVDDSWPQPYTT	20
Vv11s0052g01600.pro	-----	0
Vv11s0052g01630.pro	-----	0
Vv11s0052g01640.pro	-----	0
Vv12s0034g00030.pro	-----	0
Vv12s0034g00040.pro	-----	0
Vv12s0034g00060.pro	-----	0
Vv12s0034g00080.pro	-----	0
Vv12s0034g00130.pro	-----	0
Vv12s0034g00140.pro	-----	0
Vv12s0034g00160.pro	-----	0
Vv12s0034g01120.pro	-----	0
Vv12s0055g00020.pro	-----	0
Vv12s0055g00030.pro	-----	0
Vv12s0055g00050.pro	-----	0
Vv12s0055g00060.pro	-----	0
Vv12s0055g00070.pro	-----	0
Vv12s0055g00160.pro	-----	0
Vv12s0055g00170.pro	-----	0
Vv12s0055g00180.pro	-----	0
Vv12s0055g00200.pro	-----	0
Vv12s0055g00250.pro	-----	0
Vv12s0055g00280.pro	-----	0
Vv12s0055g00290.pro	-----	0
Vv12s0055g00310.pro	-----	0
Vv12s0055g00320.pro	-----	0
Vv13s0019g02810.pro	-----	0
Vv13s0019g02860.pro	-----	0
Vv13s0019g02880.pro	-----	0
Vv13s0019g02890.pro	-----	0
Vv13s0019g02910.pro	-----	0
Vv13s0019g02940.pro	-----	0
Vv13s0019g02950.pro	-----	0
Vv13s0019g02990.pro	-----	0
Vv13s0019g03020.pro	-----	0
Vv13s0019g03040.pro	-----	0
Vv13s0019g03060.pro	-----	0
Vv13s0019g03100.pro	-----	0
Vv13s0019g03120.pro	-----	0
Vv13s0019g03130.pro	-----	0
Vv14s0006g02140.pro	-----	0
Vv14s0066g01480.pro	-----	0
Vv14s0066g01490.pro	-----	0
Vv14s0066g01520.pro	-----	0
Vv14s0068g00440.pro	-----	0
Vv14s0068g00450.pro	-----	0
Vv14s0068g00460.pro	-----	0
Vv14s0068g00470.pro	-----	0
Vv14s0068g00480.pro	-----	0
Vv14s0068g00490.pro	-----	0
Vv14s0068g00500.pro	-----	0
Vv15s0021g02060.pro	-----	0
Vv15s0046g01190.pro	-----	0
Vv15s0046g01210.pro	-----	0
Vv16s0022g01970.pro	-----	0
Vv16s0039g02230.pro	-----	0
Vv16s0050g00240.pro	-----	0
Vv16s0050g01580.pro	-----	0
Vv16s0050g01590.pro	-----	0
Vv16s0050g01600.pro	-----	0
Vv16s0050g01610.pro	-----	0
Vv16s0050g01660.pro	-----	0
Vv16s0050g01670.pro	-----	0
Vv16s0050g01680.pro	-----	0
Vv16s0115g00340.pro	-----	0
Vv16s0115g00360.pro	-----	0
Vv17s0000g04750.pro	-----	0
Vv17s0000g04760.pro	-----	0
Vv17s0000g07020.pro	-----	0
Vv17s0000g07030.pro	-----	0
Vv17s0000g07060.pro	-----	0
Vv17s0000g07070.pro	-----	0
Vv17s0000g07080.pro	-----	0
Vv17s0000g07100.pro	-----	0
Vv17s0000g07790.pro	-----	0
Vv17s0000g08100.pro	-----	0
Vv18s0001g05910.pro	-----	0
Vv18s0001g05950.pro	-----	0
Vv18s0001g05990.pro	-----	0
Vv18s0001g06060.pro	-----	0
Vv18s0001g06080.pro	-----	0
Vv18s0001g06090.pro	-----	0
Vv18s0001g06120.pro	-----	0
Vv18s0001g10110.pro	-----	0
Vv18s0001g12040.pro	-----	0
Vv18s0041g00710.pro	-----	0
Vv18s0041g00740.pro	-----	0
Vv18s0041g00790.pro	-----	0
Vv18s0041g00800.pro	-----	0
Vv18s0041g00810.pro	-----	0
Vv18s0041g00830.pro	-----	0
Vv18s0041g00840.pro	-----	0
Vv18s0041g00890.pro	-----	0
Vv18s0041g00900.pro	-----	0
Vv18s0041g00910.pro	-----	0
Vv18s0041g00920.pro	-----	0
Vv18s0041g00930.pro	-----	0
Vv18s0041g00950.pro	-----	0
Vv18s0041g00970.pro	-----	0
Vv18s0041g00980.pro	-----	0

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Sequence ID	890	900	910	920	930	940	950	960	Count		
Vv18s0041g01000.pro									0		
Vv18s0041g01010.pro									0		
Vv18s0041g01040.pro									0		
Vv18s0041g01080.pro									0		
Vv19s0085g00750.pro									0		
Vv19s0085g00760.pro									0		
Vv19s0085g00800.pro									0		
Majority											
	----- PH- VL- PFP- QGHLNPML E----- LAKL										
	890	900	910	920	930	940	950	960			
Vv00s0324g00050.pro		MLKI	FRQPWNYCSFV	PVALLKMDPKNTT		RKP	HVCVPFPAQGHV	IPMMQ	LAKL 53		
Vv00s0324g00060.pro				MDPK- VM		GK	HAVCVVFPFAQGHV	NPMMQ	FAKL 31		
Vv00s0324g00070.pro				MDSI NGA		RK	HAVCVVYPPTQGHV	TPMLQ	LTKL 32		
Vv00s0324g00080.pro									0		
Vv00s0324g00100.pro				MATATV		EK	HAVCI PYPTQGH	ISPMLN	LAKL 31		
Vv00s0391g00010.pro	LI	QL	EPQHSGRYVLL	LANMYATMGS	WEGVMRLRKM	MKERGM	GEDAA		LAKL 950		
Vv00s1251g00010.pro				MGEDAA		RK	HAVCVVYPYPSQGHV	TPMLQ	LAKL 31		
Vv00s1602g00010.pro									0		
Vv00s2707g00010.pro									0		
Vv01s0010g00530.pro				MKYMK		RPM	LLVPYPAQGHV	TPLLK	LASC 29		
Vv01s0026g00630.pro						ME	YRG- HVVVVYPYPSQGH	INPLLQ	FAKR 27		
Vv02s0012g02830.pro				MG		KPH	LVVPLPAQGHV	LPLME	LSLC 26		
Vv02s0025g01240.pro						ME	HPTPHI AI VNPNGMGLI	PLI E	FARR 28		
Vv02s0033g00130.pro						MS	AHI I VFPFQGQHL	LPCI E	LCRH 25		
Vv02s0033g00180.pro						MS	HI I VFPCFGQGHLL	PCFE	LCKH 25		
Vv02s0033g00240.pro						MS	AGI FVVTSTGQGH	LFPCE	LCNH 25		
Vv03s0017g01040.pro									0		
Vv03s0017g01130.pro				MGD		KPH	VVICI PFFPAQGH	IKPMLK	LAKL 27		
Vv03s0017g01140.pro				MGSVTAS		DK	PHVLLI PYPYPAQGHV	NPMLK	LAKL 32		
Vv03s0017g01360.pro									MAKL 4		
Vv03s0017g01370.pro				MASI RAS		DK	HAVCI PYPYPSQGHV	NPPLLQ	MAKL 32		
Vv03s0017g01990.pro						MK	KAELVFVPLPFVGH	MSI VE	FAKL 26		
Vv03s0017g02000.pro									0		
Vv03s0017g02110.pro									0		
Vv03s0017g02120.pro									0		
Vv03s0017g02140.pro							MARTSHLAF	AI QAI GHI VSTVE	FAKL 26		
Vv03s0063g00040.pro						MG	NETDQL HVLFFPF	MALGHM PTI D	MAKL 30		
Vv03s0063g00050.pro						MA	SADGKVEMLFFPYV	GGHLLI PMVD	LARV 30		
Vv03s0091g00040.pro						MG	SEKLVHVFLVSFP	QGQHVNPLLR	LGKR 30		
Vv03s0180g00200.pro						MG	SEKLVHVFLVSFP	QGQHVNPLLR	LGKR 30		
Vv03s0180g00280.pro						MA	KEEVKEEI HVL	MVSFSAQGH	NPMLR	LGKR 33	
Vv03s0180g00320.pro						MG	SEKLVHVFLVSFP	QGQHVNPLLR	LGKR 30		
Vv04s0022g01240.pro			MH	DFKTPDEAVSSVI	FHN	PSEARAAGRI	ITKLSI	PRAVMES	SKPHAALLSSPGL	GHLI PML E	LGKR 66
Vv04s0023g01290.pro						ME	GKPHAALLASPG	MGHLI PVLE	LGKR 28		
Vv05s0062g00270.pro						MT	QPHFI VI TYPAQGH	INPSLQ	LAKR 26		
Vv05s0062g00300.pro						MT	QPHFI VI TYPAQGH	INPSLQ	LAKR 58		
Vv05s0062g00310.pro						MT	QPHFI VI TYPAQGH	INPSLQ	LAKR 26		
Vv05s0062g00350.pro						MH	PHI LI VTLPSQGH	INPTLQ	LAKL 25		
Vv05s0062g00360.pro									0		
Vv05s0062g00400.pro									0		
Vv05s0062g00430.pro						MG	QHFLI I SLPLQGH	INPALQ	FAKR 26		
Vv05s0062g00460.pro						MG	QHFLI I SLPLQGH	INPALQ	FAKR 26		
Vv05s0062g00470.pro						MA	PPHLLVSYP	AQGHINPTLR	LAKR 26		
Vv05s0062g00520.pro						MG	QHFLI I SHPLQGH	INPALQ	LAKR 26		
Vv05s0062g00570.pro						ME	QHFLI I SHPMQGH	INPALQ	FAKR 26		
Vv05s0062g00590.pro						MA	PPHLLVSYP	AQGHINPTLR	LAKR 26		
Vv05s0062g00630.pro						MG	SPHLLVTFPAQGH	INPALQ	FAKR 26		
Vv05s0062g00640.pro						MG	SPHLLVTFPAQGH	INPALQ	FAKR 26		
Vv05s0062g00700.pro						MQ	QI LLVTYPAQGH	INPSLQ	LAKL 25		
Vv05s0062g00710.pro						MQ	QI LLVTYPAQGH	INPSLQ	LAKL 25		
Vv05s0062g00720.pro						MD	KHHFLLL	SWPAQGHINPTFH	LVKL 26		
Vv05s0062g00740.pro						MD	KHHFLLL	SCPAQGHINPTLH	LAML 26		
Vv05s0062g01270.pro						MG	SQHEH VMLPF	MAQGH I PFLA	LAKQ 28		
Vv05s0062g01280.pro							MEL	SGTL	EAKQ 11		
Vv05s0094g00960.pro						ME	KKAYGAHALL	LSYPTQGHINPMLQ	FSKR 30		
Vv05s0094g00990.pro						ME	KEKSYGVHI LVL	PYPYPSQGHINPMLQ	FSRR 32		
Vv05s0094g01000.pro						ME	RSDSHI LVFP	FPPTPGHINPMLQ	FSKR 28		
Vv05s0094g01010.pro						MG	SPASLALL	NQFLNLQKVKWFFNTFNKLE	DESHINPMLQ	FSKR 47	
Vv05s0094g01020.pro									0		
Vv05s0094g01030.pro						MM	STKRRGAT	SESDNGVVDTKMERGRGV	GETHVI PYPVQGHINPMLQ	FSKR 53	
Vv05s0094g01040.pro									FSKR 7		
Vv05s0094g01050.pro						ME	SDKRVSETHI	MVLPFHAQGHINPMLQ	FSKR 32		
Vv05s0094g01060.pro									0		
Vv05s0102g00930.pro						ME	HRS- S- VSPH	VLI FPLPVQGHV	NPMLK	LAEL 30	
Vv05s0102g00990.pro						ME	HRS- S- VSPH	VLI FPLPVQGHV	NPMLK	LAEL 30	
Vv06s0004g01640.pro							ME	KENI VMFPYMAQGH	I PFLA	LAL E 27	
Vv06s0004g01660.pro									0		
Vv06s0004g01670.pro						MA	EGRENI VMFP	MAQGHIT PFLA	LAL H 28		
Vv06s0004g05780.pro									MLQ	LGAI 7	
Vv06s0004g06370.pro	KG	ESKGRN	RFPSVKWNF	YFKFKMDDVI	LDMRL	KTFRYGT	EGGPLGFSEM	KKAELVFVPTPGAGHYI	SAVE	FAKR 80	
Vv06s0004g06380.pro									0		
Vv06s0004g06390.pro									0		
Vv06s0004g06400.pro						MK	KAELVFVPTPAAGH	ICSAI E	FAKR 26		
Vv06s0004g07220.pro						MK	KAELVFVPAFRGH	L VSTVE	FAKR 26		
Vv06s0004g07230.pro									0		
Vv06s0004g07240.pro						MP	SSNVSR	SRSCHVVAMVPGRGHI	NPMMN	FCKL 34	
Vv06s0004g07250.pro									0		
Vv06s0004g07270.pro						MD	SDDTER	SRSCHVVAVPFGRHV	NPMMN	FCKL 18	
Vv06s0004g07280.pro									0		
Vv06s0004g07310.pro						ME	SSAVG- CHV	VAMPFPGRGI	NPMMN	LCKL 30	
Vv06s0009g01960.pro						MD	QHI GVLAF	FPFASHPLLLG	LVR R 25		
Vv06s0009g01990.pro						MG	KHI GVLAF	FPFASHPLLLG	LVR R 25		
Vv06s0009g02000.pro						MA	HFRKTSRMEKS	RELTQDKGDKSTKFFH	K 30		
Vv06s0009g02010.pro									LVR R 25		
Vv06s0009g02450.pro						MD	PTAFA- CHVA	AIPYFGRGHI	NPMFN	FCYL 30	
Vv06s0061g00360.pro						MA	STHQN- PHAI	LVAIPLQGHV	IPAVH	LAI N 30	
Vv07s0151g00540.pro						ME	KRTHKAHCI	VL PYPYPSQGH	INPMLQ	FSKR 32	
Vv07s0151g00560.pro									0		
Vv07s0289g00050.pro						ME	KEKRTHKSHCI	VL PYPYPSQGH	INPMLQ	FSKR 32	
Vv07s0289g00060.pro						ME	KEKRTHKAHCI	VL PYPYPSQGH	INPMLQ	FSKR 32	
Vv07s0289g00080.pro						ME	KEKRTHKAHCI	VL PYPYPSQGH	INPMLQ	FSKR 32	

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv06s0009g01990.pro	LASAAPDAK- FSSFSTANSNSFLFSAR- - - - -	SPGGVLGNL KPYDVPDGVVGH- - VL SG- - - -	NPAEGDGLF	86
Vv06s0009g02000.pro	VNAHKTRNGI QESSTANSNAFLFSTQ- - - - -	SADG- LNNVKPYD VVDVGVPEGH- - VL SG- - - -	NSEEVVGF	91
Vv06s0009g02010.pro	LASAAPDAK- FSSFSTANSNSFLFSAR- - - - -	SPGGVLGNL KPYDVPDGVVGH- - VL SG- - - -	NPAEGDGLF	86
Vv06s0009g02450.pro	LASMRDDVL- I TFVLTQEWLQ- - - - -	FI GSDPK- PDLRFFSI PNVI PSEL- AR- AA- - - -	DFPGFWEAV	87
Vv06s0061g03600.pro	LASRGFTI T- - FVNTLSI HQT SRAQAGS- DDI FSGSREA- GLDI RYTTVSDGLPVGF- DR- SL- - - -	NHDQFMAAL	98	
Vv07s0151g00540.pro	L VHNGAKVT- - LAATRFI SKSLVGDG- - - - -	G- - - - PI TI ETI SDGYDEGG- SAQAE- - - -	SDGAYLERF	86
Vv07s0151g00560.pro				0
Vv07s0289g00050.pro	L VHNGAKVT- - LVPTCFI SKSLLGDS- - - - -	G- - - - PI TI ETI SDGYDEGG- FAQAE- - - -	SGGAYMERF	86
Vv07s0289g00060.pro	L VHNGAKVT- - LVATHFI SKSLVGDG- - - - -	G- - - - PI AI ETI SDGYDDGG- FAQAG- - - -	SGTTYLERF	86
Vv07s0289g00080.pro	L VHNGAKVT- - LAATRFI SKSFLVGDG- - - - -	G- - - - PI TI ETI SDGYDEGG- SAQAE- - - -	SDGAYLERF	86
Vv07s0289g00090.pro				0
Vv08s0007g04570.pro	LAERD- - - - - VVVSLI TTPFNASRFENT- - - - -	I HRAADAG- LPI RLVPI PFPREVGLPPECENLDI VPSRDLI RKF	97	
Vv08s0007g04580.pro			MDSI PSPDLKKQF	13
Vv08s0007g04590.pro	LAQHG- - - - - VI VTVI TTPVNAAGLTTI- - - - -	I DRAVDG- LRI QLQVFPFVPEAGLPEGCESMDRLPSRDLFRNL	74	
Vv08s0007g04600.pro			MDNLPSELLANF	13
Vv08s0007g04610.pro	LAQHG- - - - - VI VTVVTTPLNATRFKSM- - - - -	I DRAVESG- LQI HLELEQFPAVEAGLPEGCENVDLLPSRSLRNF	97	
Vv08s0007g05130.pro	LHSGKFSI T- - I HSQSNP- - - - - NP- - - - -	S- HYPHFRRCLGDSSHIQS- ASDG- - - -	DFVPI SAL	84
Vv08s0007g08910.pro	I SSSNVSVH- - YVGSVTHHQAKLRVQG- - - - -	WDPLHPNFQFHFFPTPHFHSPPPNDSSVQFPAHLESSFEA	174	
Vv08s0007g08920.pro	I SSSNI PVH- - YVGSATHI NQAKLRQ- - - - -	WDPLLEPNHFHDFPTPHFHSPPPNDSSVQFPAHLPCEFA	111	
Vv08s0040g01470.pro	LASNGFTI T- - FVNTQSVHHQI SQAQPHNSPEDI FAGARNS- GLDI RYATVSDGFVGF- DR- SL- - - -	NHDQFMEGI	100	
Vv08s0040g01520.pro	FATHG- - - - - VKSTI I TTPNL SRFRSI- - - - -	I GRHNCSNYPDI DLHVLDPFSAAGL PENCENLDSLPSRLMSYNF	97	
Vv09s0002g06590.pro	LI GVGADVT- - FATTI HAKSRLVKNP- - - - -	T- VDGLRFSTFSDGQEEGV- KR- G- - - -	PNDLPVF	80
Vv11s0052g01580.pro	LARAVPRAR- FSSFNTAKSGLI FSG- - - - -	PKDDVDNI KAYNVADGMPEGH- - VL SG- - - -	NPQEI ELF	155
Vv11s0052g01600.pro	LASAAPTTI- FSSFNTPKANSSI SSAQ- - - - -	SPHG- I HNL RYVDVADGVPEDL- - VLSA- - - -	NPLARI EMF	90
Vv11s0052g01630.pro	LASAAPTTI- FSSFNTAKANSSI FSAQ- - - - -	SPHG- L HNL RYVDVADGVPEDL- - VLSA- - - -	NPLERI DLF	90
Vv11s0052g01640.pro	LACAAPT- FSLFNTARAHSTI FSAQ- - - - -	SPHG- I PKLRVYDVADGVPEDR- - VLSA- - - -	THQERI VLF	83
Vv12s0034g00030.pro	I GDFDFK- L- - RSPFELKKSALQLQG- - - - -	SLNSS- NLRVH- - - - -		46
Vv12s0034g00040.pro	I TKRPR- F- - SI TI FI MKFPFGSTD- G- - - - -	MDTSDS- SI RFVTLPPV- - EVSSET- T- - - -	PSGHFFSEF	82
Vv12s0034g00060.pro	I TKRDR- F- - SI TI FI MKFPFGSTD- G- - - - -	MDTSDS- SI RFVTLPPV- - EVSSET- T- - - -	PSGHFFSEF	82
Vv12s0034g00080.pro	I TKRDR- F- - SI TI FI MKFPFGSTD- G- - - - -	MDTSDS- SI RFVTLPPV- - EVSSET- T- - - -	PSGHFFSEF	82
Vv12s0034g00130.pro	L TQRDR- F- - SSSI LI MKFPFESNI DS- - - - -	MTDSDS- SVRLVTLPPV- - ELSSGP- R- - - -	PPVVFSEF	83
Vv12s0034g00140.pro	L TQRDR- V- - SVTVFI MKFPFESN- GG- - - - -	MTDSDS- SI RCVTLPV- - EI SSGP- M- - - -	SPGVNFTF	82
Vv12s0034g00160.pro	I ANRDR- L- - SVTI FI MKLPFESD- G- - - - -	KTTESVASSI RFI TLPRI- - EI SSSST- - - - -	SPANFLTDV	85
Vv12s0034g01120.pro	I TKRDR- F- - SI TI FI MKFPFGSTE- G- - - - -	MDTSDS- SI RFVTLPPV- - EVSSET- T- - - -	LSGHFI SEF	82
Vv12s0055g00020.pro	L TQRDR- F- - SI TI FI KFPFVSDDI S- - - - -	MTDSDS- SI RYTLVTLPPV- - EVSPRA- T- - - -	EPALLMSEF	83
MTHRDR- L- - SI TI LI MKFPFGSD- S- - - - -	MTDSDS- SI RFLTLPPV- - EVSPGT- T- - - -	G- - - - I TEF	78	
MTHRDR- L- - SI TI LI MKFPFGSD- S- - - - -	MTDSDS- SI RFLTLPPV- - EVSPGT- T- - - -	G- - - - I TEF	78	
Vv12s0055g00060.pro	I TQRDR- F- - SI TI LI MKFPFESI D- G- - - - -	MDTSDS- SI RFVTLPR- - EVSST- A- - - -	PSGLFSEF	82
Vv12s0055g00070.pro				0
Vv12s0055g00160.pro				42
Vv12s0055g00170.pro				0
Vv12s0055g00180.pro	I TQRDR- F- - SI TI LI MKFPFESI D- G- - - - -	MDTSDS- SI RFVTLPPV- - EVSST- T- - - -	PSGFFLSEF	82
Vv12s0055g00200.pro	I TQRDR- F- - SI TI LI MKFPFESI D- G- - - - -	MDTSDS- SI RFVTLPPV- - EVSST- T- - - -	PSGFFLSEF	82
Vv12s0055g00250.pro	L TQRDR- F- - SVTI FI I KLPFESI D- G- - - - -	MDADSD- SVRFVTLPRV- - EVSST- T- - - -	PSGFFLSEF	82
Vv12s0055g00280.pro	L AQRR- F- - SI TI FI MNI PFELI D- G- - - - -	MTKSDSYI RFVALPPV- - EVSSEA- M- - - -	SD- PFLSEF	70
Vv12s0055g00290.pro	L TQRDR- F- - SI TI FI MKFPFGSI D- S- - - - -	MTDSDS- SI RFVTLPPV- - EI SSGA- T- - - -	TPGPFMSEF	82
Vv12s0055g00310.pro	L TQRDR- F- - SI TI FI MKFPFGSI D- S- - - - -	MTDSDS- SI RFVTLPPV- - EFSSGA- T- - - -	TPGPFMSEF	82
Vv12s0055g00320.pro	L TQRDR- F- - SI TI FI MKFPFGSI D- S- - - - -	MTDSDS- SI RLVTLPV- - EI SSGA- T- - - -	TPGPI SEF	82
Vv13s0019g02810.pro	L HAKGFSI T- - I HTHFNSP- - - - - NP- - - - -	A- NYPLFTFHSI PDGLSKTE- - ASTA- - - -	DVI ALLSL	88
Vv13s0019g02860.pro	L HSKGFSI T- - I I HTHFNAP- - - - - NS- - - - -	D- DYPHFTFHI SDGLSEGE- - ASTG- - - -	DI LLLLLL	89
Vv13s0019g02880.pro				0
Vv13s0019g02890.pro	L SVAGL HVT- - FLNSEYNQHRLL LHTDI	QTRFSRYPGFRFQTI SDGLTTDH- PRTGE- - - -	RVMDFEGL	93
Vv13s0019g02910.pro	L SVVGL HVT- - FLNSDYNQHRLL FLHTDI	QTRFSRYPGFRFQTI SDGLTTDH- PRTGE- - - -	RVMDFEGL	93
Vv13s0019g02940.pro	L SLAGL RI T- - FLNSDYTHSRL RRYTNI	LDRFTRYAGFRFQTI SDGLPLDH- PRTGV- - - -	QLKDMFDGM	93
Vv13s0019g02950.pro				0
Vv13s0019g02990.pro	L SVAGL HVT- - FLNSEYNQHRLL LHADI	QTRFSRYPGFRFQTI SDGLTTDH- PRTGE- - - -	RVMDFEGL	93
Vv13s0019g03020.pro	L SVVGL HVT- - FLNSDYNQHRLL FLHTDI	QTRFSRYPGFRFQTI SDGLTTDH- PRTGE- - - -	RVMDFEGL	93
Vv13s0019g03040.pro	L CLAGI QVT- - FLNCHYPHCHLL SYSNV	QARFSRYPGFRFETI SDGLPMEH- PRTAE- - - -	QFLDI VDG	93
Vv13s0019g03060.pro	L CLADI QVT- - FLNCHYPHRRLL SYSNI	QARFSRYPGFRFETI SDGLPMEH- PRTAE- - - -	QFLDI VDG	93
Vv13s0019g03100.pro	L CLAGI QVT- - FLNCHYPHRRLL SYSNI	QARFSRYPGFRFETI SDGLPMEH- PRTAE- - - -	QFLDI VDG	93
Vv13s0019g03120.pro				0
Vv13s0019g03130.pro	L CLAGI QVT- - FLNCHYPHRRLL SYSNI	QARFSRYPGFRFETI SDGLPMEH- PRTAE- - - -	QFLDI VDG	93
Vv14s0006g02140.pro	LLLTHPN- - - - LTLLVTPKLN PFLNPL- - - - -	LSAHT- - - - CVKTLVLEFPHPS- LPPGVENVKDI GNHGNVI I	112	
Vv14s0066g01480.pro	L LHR- - - - VAVTI FTTANRPF I SQY- - - - -	LAGEA- - - - SI VELPFPEQVAG- VPAGVESTDKL PSMSLFPF	101	
Vv14s0066g01490.pro	L LHR- - - - VPTFTTTPANRPF I SQY- - - - -	LAGEA- - - - SI VELPFPEQVAG- VPAGVESTDKL PSMSLFPF	95	
Vv14s0066g01520.pro				0
Vv14s0066g00440.pro	L VEHGCRVT- - FI NTEFNHRVMNAFTE- - - - -	RHTI- - - - GDQLRLVSVPG- LEFHEDKE- - - - -	RPAKLTEGI	84
Vv14s0068g00450.pro	L VKHGKFI T- - FVNTDFNHKRVTNALTK- - - - -	KDDV- - - - GDHI HL VSI PDGLEAWEDRN- - - - -	DLGKLTKEG	85
Vv14s0068g00460.pro	L VKHGKFI T- - FVNTDFNHKRVTNALTK- - - - -	KDDI- - - - GDQI RL VSI PDGLEAWEDRN- - - - -	DLGKLTKEG	86
Vv14s0068g00470.pro	L VKHGKFI T- - FVNTDFSQERI VKSFTG- - - - -	KDNV- - - - GDQI RL VSI PDGLEAWEDRN- - - - -	DMGKSCGI	85
Vv14s0068g00480.pro				0
Vv14s0068g00490.pro				0
Vv14s0068g00500.pro	L VMHGFKVT- - FVNTDFSQERI VKSFTG- - - - -	KDDV- - - - RDQI RL VSI PDGLEAWEDRN- - - - -	DLGKACEG	85
Vv15s0021g02060.pro	L VL SHN- F- - SVT- CI VPTI GSPSKAQ- - - - -	ETVLKCLPHGI SYVFLPAVSDFK- - - - -	EDV- RAEI KVSLT	87
Vv15s0046g01190.pro	L VTHHG- F- - TVT- FI I PNDNSLKAQ- - - - -	KAVLQSLPSSI DSI FLPPVSFDDL- - - - -	AET- KI ETMI SLT	88
Vv15s0046g01210.pro	L VTHHG- F- - TVT- FI I ANENSFLKAP- - - - -	KAVLQSLPSSI DSI FLPPVSFDDL- - - - -	ADT- KI ETMI SLT	88
Vv16s0022g01970.pro	L VTHHG- F- - RVTVFAI AASASPESQ- - - - -	SLGSAASLKLHVVELPPADI SSLVD- - - - -	ADA- AVFTRI VMV	90
Vv16s0039g02230.pro	LAAAAPHAV- FSSFSTQSNASI FHD- - - - -	SMHTMQCNI KSYDVSAGVAGY- - - - -	VPAGVESTDKL PSMSLFPF	90
Vv16s0050g00240.pro	L LTHNPS- F- - SI TVLI ATLPSDTASTASY- - - - -	I AAVTATTP- - SVNFHHLPTVSPKPS- - - - -	SFPALFFEF	86
Vv16s0050g01580.pro	I LKHHP- F- - SI TI FI VTPPYNTGSTAPY- - - - -	LARVSTI P- - SI TFHHLPTI SLPLDSFSSP- - - - -	NHETLAFEL	89
Vv16s0050g01590.pro	I LKHHP- F- - SI TI FI VTPPYNTGSTAPY- - - - -	LARVSTI P- - SFTFHHLPTI SLPLDSFSSP- - - - -	NHETLAFEL	89
Vv16s0050g01600.pro	LLANYP- F- - SI TI LI ATLPSDTASTASY- - - - -	I ASI AATTP- - SI SFYHLPTVSPKPS- - - - -	GFPALFFEF	86
Vv16s0050g01610.pro	I LKHHP- F- - SI TI FI VTPPYNTGSTAPY- - - - -	LARVSTI P- - SI TFHHLPTI SLPLDSFSSP- - - - -	NHETLAFEL	89
Vv16s0050g01660.pro	I LRHHPS- L- - SI VI FFLDPYNTGSTAPY- - - - -	I SAVSSTP- - SI TFRHLPTI PLPQLHSSYP- - - - -	SFEALI FDL	90
Vv16s0050g01670.pro				0
Vv16s0050g01680.pro	I LKYYP- I- - - SI TI LTI TPFDFTGATASY- - - - -	I AGVSTTP- - SI TFHHLSTTPLPRPVSSYP- - - - -	SFEALTSSEL	90
Vv16s0115g00340.pro	LLTYYP- F- - SI TI LI STPLPSDTASTAY- - - - -	I ASVAATP- - SI TFYHLPTVSPYNP- - - - -	SYPALCFEF	86
Vv16s0115g00360.pro	L VTHHA- F- - HVTVFAI AASASPESQ- - - - -	L LRSATSSKLLHVVELPPVNI SGLVD- - - - -	ADA- AVFTRI VMV	90
Vv17s0000g04750.pro	LLSRG- - - - - LEVTVLTPSNLPLLDL- - - - -	L SKYPS- - - - SFQSLVLP- - - - -	ESGPVSAKNNL FNL	82
Vv17s0000g04760.pro	L ATRG- - - - - LSI TVLVTPQNL SLLNPL- - - - -	L SKHP- - - - - SI RTLVLFPFPHPS- I PAGVENSKDL SGKYFGAML	94	
Vv17s0000g07020.pro				0
Vv17s0000g07030.pro				0
Vv17s0000g07060.pro				0
Vv17s0000g07070.pro				0
Vv17s0000g07080.pro	I SDHG I KVT- - FVNSDFI HAKLLAALPH- - - - -	EAEA- - - - RSGI GLASI PDGLDPGDDRK- - - - -	NMLKLTESI	86
Vv17s0000g07100.pro				39
Vv17s0000g07190.pro	L ASKGL KAT- - LATHYTVNFI QSDA- - - - -	SVGVEAI SDGFDEGG- FMOAP- - - - -	SL EAYLESF	80
Vv17s0000g08100.pro	L HRRL- - - - - LSVTVLTPSNLPLLDL- - - - -	L LDTTI- - - - - SVVDLFPVNI PG- - VPPGI ESTDKL PSMSSFFVF	91	
Vv18s0001g05910.pro	L HHHKGFHI T- - FVNTDFNHQRLL KSRG- - - - -	PNSLRGLPSFQFETI ADGLPPSD- I DATQ- - - - -	DVPSLCAST	93
Vv18s0001g05950.pro	L HFRGFHI T- - FVNTDFNHRRLL KARG- - - - -	PNSLDGLPSFQFETI PDGLPPSD- VDATQ- - - - -	DI PSLCVST	92
Vv18s0001g05990.pro	L HCRGFHI T- - FVNTDFNHRRLL NAQG- - - - -	PNSLDGLPSFQFETI PDGLPPSD- VDATQ- - - - -	DI PSLCVST	90
Vv18s0001g06060.pro	L HFRGFRI T- - FVNTDFNHRRLL NAQG- - - - -	PNSLNLPTFQFETI PDGLPPSN- VDATQ- - - - -	DI PSLCAST	91

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Table with 3 columns: Accession ID (e.g., Vv06s0004g06390.pro), Alignment (e.g., I ESYI PHVKDAI THLMSSRSSPDSVPLAGL VLDFFCL - PM DVANQLGLPSYLFTSGAGFLGLMLSLPTRHSQI G - - - T), and Position (e.g., 167). The table contains multiple rows of sequence alignments.

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv05s0094g01050.pro	LE-----EST--VS-MPSMP-LL--RVDDLPSFI NVKSP-	VDSALLNLVL SQF	196	
Vv05s0094g01060.pro	LE-----GEV--AS-MPWMP-VL--CI NDLPSI I DGKS-	SDTTALSFLL---	39	
Vv05s0102g00930.pro	D-----DDMDRLVTRVPGMEGFL--RRRDLPSFCRT RDA-	NDRGI QFI I TET	211	
Vv05s0102g00990.pro	H-----DDMDRLVTRVPGMEGFL--RRRDLPSFCRT RDA-	NDRGI QFI I TET	211	
Vv06s0004g01640.pro	DKPKNSNGEFS-----LLDFPEASTI HVTQMSLEN RAADGT	DPYSVFNKEAL	207	
Vv06s0004g01660.pro			0	
Vv06s0004g01670.pro	HRNADSD- EFL-----LHDFPEASRI HVTQLPKNML DADGT	DSWSVFGQKNL	209	
Vv06s0004g05780.pro	G-----STLHDPVPELHP-----L-RFKDLP- I SRLGDL-	EAFFQI LVNMY	170	
Vv06s0004g06370.pro	EFED-SDPDLE-----LRSFVNPV--PVRVLPEAVSNKH-	G- GYAAYI KVA	258	
Vv06s0004g06380.pro			0	
Vv06s0004g06390.pro	EFED-SDPDLE-----LRSFVNPV--PVRVLPEAVSDKH-	G- GYAAYI KI A	208	
Vv06s0004g06400.pro	AFED-ADPELV-----IPGFI NPV--PVSVLPEALRDKH-	G- GYASFI KVA	200	
Vv06s0004g07220.pro		-----MC	2	
Vv06s0004g07230.pro	FPI DL SERGEER- VEYI PGI S- ST- RI LDLPSI FYGNGR-	RVLHRALEI C	110	
Vv06s0004g07240.pro	HPI DI SERGEER- VDYI PGLS- ST- RI ADFPSLL HRQNP-	-----ALTR- FVQAY	203	
Vv06s0004g07250.pro	HPI DI SERGDER- VDYI PGLS- ST- LI ADFPPLL HNHNP-	-----VLAR- I VQAF	187	
Vv06s0004g07270.pro	HPI DI SERGDER- VDYI PGLS- AT- RI ADFPALL HHKN-		193	
Vv06s0004g07280.pro			0	
Vv06s0004g07310.pro	FPVNSSSESGDER- I DYI PGI S- SI- RI ADLPGSI YWNKP-	-----FLPM- I LEAL	199	
Vv06s0009g01960.pro	LNG-- HEDQT- LDFI PGLS- AM- RVRDLPEGI VSGD-	LDSAPSRML HKM	199	
Vv06s0009g01990.pro	VRG-- HEDQT- LNFI PGLS- AM- TFQDLPEGI ASGN-	LDSTPSLI LHKM	200	
Vv06s0009g02000.pro	LNG-- HEDQT- LDFI PGLS- AM- RVRDLPEGI VSGD-	LDSAPSRML HKM	205	
Vv06s0009g02010.pro	VRG-- HEDQT- LDFI PGLS- AM- TFQDLPEGI ASGN-	LDSTPSLI LHKM	200	
Vv06s0009g02450.pro	SPTDMSEHSD-----LKENQI FGQVK-	-----EAF	177	
Vv06s0061g00360.pro	--FDCSETRKDV- I DYI PGVE- AI- HPRDMT SYLQATDTS-	-----TVCHQI I STAF	215	
Vv07s0151g00540.pro	LS-----EPE--VV- VPGLF- PL- QACDLP SFVLYG-	SYPAFFDMVNFQ	196	
Vv07s0151g00560.pro			0	
Vv07s0289g00050.pro	LS-----EPE--VV- VPGLF- PL- QACDLP SFVLYG-	SYPDFFNMLVNQF	196	
Vv07s0289g00060.pro	LL-----EPE--VV- VPGLF- PL- QACDLP SFVLYG-	SYPDFFNMLVNQF	196	
Vv07s0289g00080.pro	LS-----EPE--VV- VPGLF- PL- QACDLP SFVLYG-	SYPAFFDMVNFQ	196	
Vv07s0289g00090.pro			0	
Vv08s0007g04570.pro	RSVLSDSQPFV-----VPGMPQKI EI KKAQLPGAFVT--L-	PDLDDI RNQMR	209	
Vv08s0007g04580.pro	KSVADSEPF-----VPGMPDKI EFTKAQLPGFQP--L-	SDGSGFVEKMR	125	
Vv08s0007g04590.pro	EKVS-EGEPFV-----VPGLPDR ELTRAQLPGAVNMG-G-	TDLREMRNQI R	186	
Vv08s0007g04600.pro	EQVS-ESEPFV-----VPGLPHRI TLTRAQLPGAFSSN-F-	SDLNDRREI R	125	
Vv08s0007g04610.pro	ESI S- KLETF-----VPGLPDQI ELTKAQLPESLNPD-S-	SDLTGI LNQMR	178	
Vv08s0007g05130.pro	E-----NELEEALVEFP-----I--RGKDLP- VI NTFHK-	EARDEFLARSH	194	
Vv08s0007g08910.pro	-----KPVLEKAK- FLEDVPSLDGCFP-	LEFLNFI ASQH	271	
Vv08s0007g08920.pro	-----RPALGK- I PEDVPSLDGCF-	LEFFKFLVFQH	208	
Vv08s0040g01470.pro	--FASFDRNEDA- I DYI PGVP- EI- KPTDLT SYLQATDI T-	TVVHRI I YKAF	216	
Vv08s0040g01520.pro	ENVSSDTEPFL-----VPGLPDPVFI KTSHMPEYFFG--N-	LGLHEFFKFSFM	207	
Vv09s0002g06590.pro	RSKS-SDPSFS--I E- LPGLP- SL- SRQDLPSFFVVG-SD-	QVQENHALAAFQKHL	197	
Vv11s0052g01580.pro	I EG--HEVQT- LDFI PGLS- SI- HANVDLPEEI VSGS-	LDSPFQML HKM	273	
Vv11s0052g01600.pro	VAGQ- VQDQT- LDFI PGFS- AI- KVEDLPEGMVFGD-	TESPFACML HKM	205	
Vv11s0052g01630.pro	VVGR- VQDQT- LDFI PGFS- AI- KVEDLPEGI VFGD-	I ESPFACML HKM	205	
Vv11s0052g01640.pro	VA-----		156	
Vv12s0034g00030.pro	EFKD- SDAELE-----VPSYANPV--PGKVFP SVMFDKE-	GCGAEKFL YHT	156	
Vv12s0034g00040.pro	EFKD- SDAELG-----VLTFVNSV--PGKVFPAMVFEKE-	NGGAEMLL YHT	199	
Vv12s0034g00060.pro	EFKD- SDAELD-----VPTFVNSI--PGKVFPAGMFDKE-	SGGAEMLL YHT	199	
Vv12s0034g00080.pro	EFKD- SDAELD-----VPTLVNSV--PGKVFPAMVFDKV-	SGGAEMLL YHT	199	
Vv12s0034g00130.pro	EFKD- TDAELE-----VPSYVNSV--PGKVFP SVVLDKE-	GGGTEMI LHHT	200	
Vv12s0034g00140.pro	EFKD- SDAVLE-----VPSYVNSV--PGKVFP SVMFDKE-	GGGTEMLL HHT	199	
Vv12s0034g00160.pro	EFKD- SDAELE-----VPSFVHSV--PGKVFP SVVFDKE-	GDEI PI LLHHT	203	
Vv12s0034g01120.pro	EFKD- SDAELD-----VPTFVNSV--PGNVFPAMVFDKE-	SGGAEMLL YHT	199	
Vv12s0055g00020.pro	EFKD- SDAELE-----VPSFANSV--PVKVFP SVMFDKE-	GGGTEMLL YHT	200	
Vv12s0055g00030.pro	EFKD- SDAELE-----VPSYANPV--PGKVFP SLMFGKE-	GGGAEKFL YHT	195	
Vv12s0055g00050.pro	EFKD- SDAELE-----VRVMPTRV--PGKVFP SLMFGKE-	GGGAEKFL YHT	195	
Vv12s0055g00060.pro	EFKD- SGAELE-----VPSFANSV--PGN-----MI DKE-	SGGAEMLL YHT	178	
Vv12s0055g00070.pro			16	
Vv12s0055g00160.pro	EFKD- SDAELE-----VPSFANSV--PGKAFP SLMI DKE-	SGGAEMLL YHT	159	
Vv12s0055g00170.pro	EFKD- SDAELE-----VPSFANSV--PGKAFP SLMI DKE-	SGGAEMLL HHT	78	
Vv12s0055g00180.pro	KFKD- SDAELD-----VPSFANSV--PGKVFP SRMFDKE-	GGGAEMLL YHT	199	
Vv12s0055g00200.pro	EFKD- SDAELD-----VPSFAI SV--PGKVFP SRMFDKE-	SGGAEMLL YHT	199	
Vv12s0055g00250.pro	EFKD- SDAELE-----VPSFANSV--PGKAFP SLMTDKE-	SGGTEMLL YQT	199	
Vv12s0055g00280.pro	EFKD- SNAELE-----VPSYANSV--PGKVFP SVVFDKE-	VNGAEL PL YHM	187	
Vv12s0055g00290.pro	EFKN- SDAELQ-----VPSYANSV--PGKVFP PFI FDKG-	VDGAA GHMYHM	199	
Vv12s0055g00310.pro	EFKD- SDAELQ-----VPSYANSV--PGKVFP PFI FDKG-	LGGAPGYMYHM	199	
Vv12s0055g00320.pro	EFKD- SDAELQ-----VPSYANSV--PGKVFP PFI FDKG-	VDGAA GHVYHM	199	
Vv13s0019g02810.pro	D-----SQLESSVPELLP-----L- KVKDLP- VI NTRNP-	EDFYQLFVSAL	202	
Vv13s0019g02860.pro	D-----SRLEEPLQEFP-----L- RI KDI P- AI NTCEL	EAFYQLVAAMV	203	
Vv13s0019g02880.pro	D-----SQLESSVSELLP-----L- KVKDLP- VI NTRNP-	EDFYQLFVSAL	51	
Vv13s0019g02890.pro	D-----NDMDQLVTSI PGMEGFL--RRRDLPSLI RVSNL	DDEGLLL VMKET	214	
Vv13s0019g02910.pro	D-----NDMDQLVTSI PGMEGFL--RRRDLPSLI RVSNL	DDEGLLL VMKET	214	
Vv13s0019g02940.pro	G-----DDMDQLVTSI PGMEGFL--RRRDLPSFCRTKDA-	NDPNLQLTKI ET	211	
Vv13s0019g02950.pro			0	
Vv13s0019g02990.pro	G-----NDMDQLVTSI PGMEGFL--RRRDLPSLI RVSNL	DDERLLL VTKET	214	
Vv13s0019g03020.pro	G-----NDMDQLVTSI PGMEGFL--RRRDLPSLI RVSNL	DDEGLLL VTKET	214	
Vv13s0019g03040.pro	G-----DDMDRLVSVPGMEGFL--RRRDLPSGGRVNDV-	AYPGLQHL MKI F	215	
Vv13s0019g03060.pro	G-----GDMDRLVASVPGMEGFL--RRRHLPSSGRVNDV-	AYPGLQHL MKI F	215	
Vv13s0019g03100.pro	G-----GDMDRLVASVPGMEGFL--RRRDLPSCCRVDV-	DNPDLQNP MKNI	215	
Vv13s0019g03120.pro		-----MKNT	4	
Vv13s0019g03130.pro	D		172	
Vv14s0006g02140.pro	ADTALS LPPVVS-----FPQLPNTPSFRAEHLPSI CRFYRGS-	DPDWA FVRDCM	223	
Vv14s0066g01480.pro	I GPEDDPEPFT-----VPEFPW R- LTKNDFEFPYL RETS-	GAQTFDLMEMT	212	
Vv14s0066g01490.pro	I GPESDDEPFS-----VPEFPW R- LTKNDFEFPYGETS-	GAQTFDFMET A	206	
Vv14s0066g01520.pro			0	
Vv14s0068g00440.pro	DGI PI EHQM QLSP- APA-----I- NTKNFP- WRMGNVTM-	QKATFEI GFRNN	204	
Vv14s0068g00450.pro	NGTPTKHQMI KLSET- MPA-----M- NTAQFV- WCI GDLST-	QKI VFDVI LRNN	205	
Vv14s0068g00460.pro	EGI PVKNQMI KLSET- MPA-----M- NTAQFV- WCI GDLST-	QKFLFDLI RRNN	205	
Vv14s0068g00470.pro	DGKP-----		163	
Vv14s0068g00480.pro		-----MPP-----I- NTANLP- WACMGDSTA-	QRLVSKYLL RNS	31
Vv14s0068g00490.pro			0	
Vv14s0068g00500.pro	DGT PVKSQKFHL SPN- MPT-----I- NTANLP- WTSI GDSTA-	QTLVFKYLL RNN	205	
Vv15s0021g02060.pro	DLPEP-----VK-----I PG- CI PV--QGRDLMDPVRDRK-	NEAYKGLF HHV	198	
Vv15s0046g01190.pro	DMNEP-----VA-----I PG- CVPV--HGSQLLDPVQDRR-	NDAYKWLH HHT	199	
Vv15s0046g01210.pro	DMNEP-----VA-----I PG- CVQV--HGSQLLDPVQDRR-	SDAYKCVL NHT	199	
Vv16s0022g01970.pro	DRAEP-----LQ-----LPG- CKPV--RPEDVVDPM LDRR-	NQQYLYEYMRG	198	
Vv16s0039g02230.pro	VRSI QGREDEL--LNFI PGMS- KV- RFRDLQEI VFGN-	LNSLFSRML HRM	207	
Vv16s0050g00240.pro	SLKDDL NI HI H-----VPGTP- SF- VASDMLLALLDRS-	TKVYQVFLDTA	198	
Vv16s0050g01580.pro	SFK- DLNTHLH-----I PGLP- PV- PASDMAKPI LDRE-	DKAYEL FVNMS	200	
Vv16s0050g01590.pro	SFK- DLNTHLH-----I PGLP- PV- PASDMAKPI LDRE-	DKAYEFFL NMF	200	
Vv16s0050g01600.pro	SLKDDL NMHI H-----VPGTP- SI- AASDMLLALLDRR-	TEVYQYFI DTG	198	

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Table with 3 columns: Accession ID (e.g., Vv05s0062g00740.pro), Sequence alignment (e.g., QNL EQDPNTCLLI NTFNALEEDVI K- ALGD-), and Position (e.g., 248). The table contains multiple rows of sequence alignments and their corresponding positions.

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv14s0068g00500.pro	KSI -- TVADWL I CNSTYDLEPDAFSLA - - - - - QT - LL PVGPLLASNRQ - - - - - ANTAGHFWE - - - - - DS	257
Vv15s0021g02060.pro	KRF - TLAEGI I VNSCMDLEAGAVRALQD - - - - - G- GL VKPPVYVPGVLV - - - - - RTWRI GDDDD - - - - - S	252
Vv15s0046g01190.pro	KRY - RLAEGI MVSFMELEPGPKALQT - - - - - P- EPKPPVYVPGVLI - - - - - KRESEMSGE - - - - - N	252
Vv15s0046g01210.pro	KRY - RLAEGI MVSFMELEPGPKALQT - - - - - L- EPKPPVYVPGVLT - - - - - RREPEVSGE - - - - - N	252
Vv16s0022g01970.pro	VGI - TKADGI LLNTWEDLEPTTLKALRDHKVMAQFAKVI YPVGPT - - - - - RPVG- KEEAR - - - - - S	254
Vv16s0039g02230.pro	GQV- LPKATAVFI NSFEEELDD- SLTNDLKS - - - - - KLKTYLNI GPFNLI TPP - - - - - PVI PNTTGT - - - - -	260
Vv16s0050g00240.pro	NQM- AKSSGI I I NTFKLEPRAI KAI SEFCVDPDAPTPPI FCI GPLV - - - - - SSTKRPGGGG - - - - - DED	257
Vv16s0050g01580.pro	I HL - PRSAGI I VNTFEALEPRAVKT I LDGLCVLDGPTSPI FCI GPLI - - - - - AADDRSGGGGGGGGG - - - - - SGI	265
Vv16s0050g01590.pro	I HL - PRSAGI I VNTFEALEPRAVKT I LDGLCVLDGPTSPI FCI GPLI - - - - - ATDDRSGGGGGGGGGG - - - - - I P	263
Vv16s0050g01600.pro	NQM- ARSSGI I I NTFESLEPRAI KAI SEFCVDPDAPTPPI FCI GPLV - - - - - LNSNRAGGGG - - - - - DEH	257
Vv16s0050g01610.pro	FHL - PKSAGI I VNTFEVLEARALKAI SDGLCDPQSPPTPI FCI GPLI - - - - - AADDRLGG- D - - - - - MP	258
Vv16s0050g01660.pro	THI - TKSAGI I VNSFESLESKAVKAI KDGLCVRDRPTPL FSI GPLI - - - - - ATQSGDGGGGGG - - - - - KE	259
Vv16s0050g01670.pro	THA - PKSAGI I VNTFESELEPMALKAVRDGLCVTDGPTPPVFSI GPLI - - - - - ATQGGDGGGHEG - - - - - KK	79
Vv16s0050g01680.pro	THI - SKSAGI I VNTFESELESAVKAI YDGLCVTDGPTPPVFSI GPLI - - - - - ATQGGGGGGGG - - - - - KE	260
Vv16s0115g00340.pro	EQM- AKSSGI I VNTFELLESLRAL KAI LEGLCTPDWPTPI FCI GPSI - - - - - LSSNRAGGGSSS - - - - - DEH	259
Vv16s0115g00360.pro	I GI - PKADGI LLNTWEDLEPTTLRALRDHKAMAQFAKVI YPI GPLI - - - - - RSVG- QEEVR - - - - - T	254
Vv17s0000g04750.pro	LGN - I ASVGLV VNTFTELEERVYI EAMK - - - - - KLMGHNRVWVAVGPLL - - - - - PAPEDDD - AKRGGSS - AVPSH	257
Vv17s0000g04760.pro	RGN - I ASVGLV VNTFTELEEGDYLDYLA - - - - - NELGHDRVMDVGPLH - - - - - FL DGEKSGLMDRGGPS - SVSAD	271
Vv17s0000g07020.pro	PAK - NLNWL LCNVYELDSSACDLI - - - - - PN- I LPI GPLASNLH - - - - - GHYGNFWPE - - - - - DS	132
Vv17s0000g07030.pro	- - M - DSSKRLPCNCVYELDSSACDLI - - - - - PN- LLPI GPLPASSDP - - - - - GHYAANFWE - - - - - DS	50
Vv17s0000g07060.pro	SAM - NLNWL LCNVYELDSSACDLI - - - - - PN- I LPI GPLASNLH - - - - - GHYGNFWPE - - - - - DS	171
Vv17s0000g07070.pro	QFM - NSSKRL LCNVYELDSSACDLI - - - - - PN- LLPI GPLPASRDP - - - - - GHYAANFWE - - - - - DS	122
Vv17s0000g07080.pro	QI M - DSSKRL LCNVYELDSSACDLI - - - - - PN- LLPI GPLPASSDP - - - - - GHYAANFWE - - - - - DS	261
Vv17s0000g07100.pro	QV - KLNWL LCNVYELDSSACDLI - - - - - SD- I LPI GPLASNLH - - - - - AHSAGNFAE - - - - - DS	212
Vv17s0000g07790.pro	STL - EQNDWFMNSFDAL ESELVYK- AMSG - - - - - LWS- VAM GPM/PSAYLD- QQI EGDTVYGASLWKP - - - - - TND	255
Vv17s0000g08100.pro	VAA - EKHGMLVNSFYDLEPRFDNYW - - - - - QKI G- PRAVGMPLC - - - - - LAEPP - - - - -	249
Vv18s0001g05910.pro	ERA - NDASAI LLNTFDELEHEVLQALSTM - - - - - FPP- I YTI GPLQLLLNQ- MPDNDL KSI ESNLWKE - - - - - EP	282
Vv18s0001g05950.pro	ERA - RKASAI I FNTFDAL EHEVLDAL STM - - - - - YPP- I YTI GPI SLLMNQ- I QDKDLKSI GSNLWKE - - - - - DE	277
Vv18s0001g05990.pro	ERA - RKASAI I FNTFDAL EHEVLDAL APM - - - - - YPP- I YTI APLQLLLDQ- I HDSELQLI ESNLWKE - - - - - EP	275
Vv18s0001g06060.pro	ERA - RKASAI I FNTFDAL EHEVLDAL APM - - - - - YPP- I YTI GPLQLLLDQ- I HDSELQLI GSNLWKE - - - - - EP	276
Vv18s0001g06080.pro	ERA - HKASALI FNTFDARR - - - - - MFWMHF - - - - - HQC- FLTQFTP - - - - - L - - - - - VQDNDLQLI GSNLWKE - - - - - EW	263
Vv18s0001g06090.pro	ERA - RKASALI FNTFDAL EHEVLDAL SQM - - - - - FPP- I YTI GPLHQLMSQ- I QDNDLKL MESNLWKE - - - - - EP	279
Vv18s0001g06120.pro	ERA - RKASALI FNTFDAL EHEVLDAL SQM - - - - - FPP- I YTI GPLHKLMSQ- I QDNDLKL MESNLWKE - - - - - EP	279
Vv18s0001g10110.pro	EAE - RKSFGTL MNSFYLEPAYADYYR - - - - - NNI GI - KAWHI GPVS - - - - - LFNKDAADKAERGNK - - - - - ASLDED	268
Vv18s0001g12040.pro	SRL - PMAVGI FNTWEDLEPVW RGLRENSFFQI PI PVPVLI GPLI - - - - - KEDEPLTDFD - - - - - N	257
Vv18s0041g00710.pro	EHL - RKSVDGL VNTFEALEPNAL QVLADGSCVPKGTTPPVYCVGLI - - - - - ANPDEGES - - - - - QH	259
Vv18s0041g00740.pro	QHL - PESNGI I ANTFFEEFEPKATQAI EDGTCLLNRPTPI YMGPLI - - - - - GEACEGEG- HAVTA - - - - - DQH	264
Vv18s0041g00790.pro	LDL - RKCDGVL TNTFDGLEPVAL MAI TNGECVTGDPSPSVYCI GPLI - - - - - ADAGEDAP - T - - - - - HKH	259
Vv18s0041g00800.pro	...	119
Vv18s0041g00810.pro	ELL - PKSDGLVI NTFDDLEPI ALKTI REGTCVPNGPTPSVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNI AGNK - - - - - ARH	268
Vv18s0041g00830.pro	ELF - PKSDGLVI NSFDDLEPI ALKTI REGTCVPNGPTPSVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNI SGNK - - - - - TRH	268
Vv18s0041g00840.pro	ELL - PKSDGLLI NTFDDLEPI AVKTI REGTCVPNGPTPPVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNSAGSI - - - - - ARH	268
Vv18s0041g00890.pro	...	0
Vv18s0041g00900.pro	LDL - RKCDGVL TNTFDGLEPI ALMAI TNGECVTGDPSPSVYCI GPLI - - - - - ADSGEDAP - T - - - - - HKH	259
Vv18s0041g00910.pro	ELL - PKSDGLVI NTFDDLEPI ALKTI REGTCVPNGPTPSVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNI AGNK - - - - - ARH	268
Vv18s0041g00920.pro	ELF - PKSDGLVI NTFNDLEPMAL KTI REGTCVPNGPTPSVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNI SGNK - - - - - TRH	268
Vv18s0041g00930.pro	ELL - PKSDGLLI NTFDDLEPI AVKTI REGTCVPNGPTPPVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNSAGSI - - - - - ARH	101
Vv18s0041g00950.pro	ELL - PKSDGLLI NTFHDLEPI AVKTI REGTCVPNGPTPPVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNI AGSV - - - - - ARH	268
Vv18s0041g00970.pro	...	0
Vv18s0041g00980.pro	ELL - PKSDGLVI NTFDDLEPI ALKTI REGTCVPNGPTPSVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNI AGNK - - - - - ARH	83
Vv18s0041g01000.pro	ELF - PKSDGLMI NTFDDLEPI ALKTI REGTCVPNGPTPSVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNSGNK - - - - - TRH	268
Vv18s0041g01010.pro	...	0
Vv18s0041g01040.pro	ELL - PKSDGLLI NTFHDLEPI AVKTI REGTCVPNGPTPPVYCI GPLI - - - - - ADTGEDESNI AGSV - - - - - ARH	268
Vv18s0041g01080.pro	ELL - PKSDGLLI NTFHDLEPI AVKTI RGGTCVPNGPTPPVYCI GPLI - - - - - ADTSEDESNI AGSV - - - - - ARH	268
Vv19s0085g00750.pro	...	11
Vv19s0085g00760.pro	RRF - REAKGI I VNTLI ELEPDVAELV - - - - - SNRQPPVYPLGPLI - - - - - DRSDWT - - - - - DDR - - - - -	248
Vv19s0085g00800.pro	STL - R - - - - - QPVG - - - - - S - - - - - RS - - - - -	20

Majority

	- CL SWL DSQPPSSVVYVVSF GSL GVXSPE- QLKEI AWGLENSGXRF L WVRPPPSK GK - - - - - L	
	----- 1290 ----- 1300 ----- 1310 ----- 1320 ----- 1330 ----- 1340 ----- 1350 ----- 1360 -----	
Vv00s0324g00050.pro	ACLEWL DQRAPNSVI YANYGSVTVMSDQ- HLKEFAWGLANSKYSFLW VRPDVMGD - - - - - SA - - - - - VL	362
Vv00s0324g00060.pro	TCLEWL DQREPNSVI YVNYGSVTVMSDQ- HLKEFAWGLANSQYSFLW I RPDVVMGD - - - - - SA - - - - - VL	341
Vv00s0324g00070.pro	NCI EWL DKREPNSVYVNYGSI TTMTDQ- HLI EFAWGLANSRHPFLW LRSDDVGRD - - - - - TA - - - - - I L	341
Vv00s0324g00080.pro	...	36
Vv00s0324g00100.pro	GCFQWL DSKKPGSVVYVNF GSI TVLSPK- QLI EFAWGLANSMTQFLW I RPDVLMGE - - - - - TA - - - - - FL	342
Vv00s0391g00010.pro	TCLEWL DQREPNSVYVNYGSI VMTDR- HLKEFAWGLANSKYSFLW I RPDVVMGD - - - - - SA - - - - - VL	1259
Vv00s1251g00010.pro	TCLEWL DQREPNSVYVNYGSI VTCV - - - - -	305
Vv00s1602g00010.pro	...	0
Vv00s2707g00010.pro	...	0
Vv01s0010g00530.pro	NCLDWLE QKQKPTVVYI SFGSWSPI GEPRVRDLALALEASGRPFI WLRPNWREG - - - - - L	316
Vv01s0026g00630.pro	KCI KWL EKKAPSVVYVVSF GSWLSAK- QMEEI AWGLKASGQHLW VVKESERSK - - - - - L	310
Vv02s0012g02830.pro	TCLKWL DQHPSPCVI YVAFSGMTI - FNEKQFELALGLELSNMPL WVRPNSI DCT - - - - - KV - - - - - AY	316
Vv02s0025g01240.pro	ECLTWL DQHPSPCVI YVAFSGGTL SQE- QI TELALGLEMSGQRF L WVKSPHETAAAN - - - - - ASFFSAQTI - - - - - KDPDFDL	325
Vv02s0033g00130.pro	EVI QWL DSKPRGSLV YVAFSGEVGPTME- GYAQLALALEASNRPAFI WLI QPGSGRGPGR - - - - - RPSGDSNE - - - - - DSGY	369
Vv02s0033g00180.pro	EVI QWL DSKPRGSLV YVAFSGEVGPTME- GYAQLALALEASNRPAFI WLI QPGSGRGPGR - - - - - PPGSDSNE - - - - - DSGY	369
Vv02s0033g00240.pro	HVI QWL DSKRQERSVL YVAFSGEVPTTE- EFHELARALEASNSRPPFI WAI K - - - - - NS - - - - - SELAF	324
Vv03s0017g01040.pro	RCLDWL DKRERGSVYVYVNGSLV LTPS- QLSEFAWGLANSKCPFLW I RSNLVVSE - - - - - AE - - - - - I I	215
Vv03s0017g01130.pro	ECLQWL NSKQPNVYVYVNGSI TVMTPE- QLVEFAWGLANSKCPFLW I RPDVVMGD - - - - - SV - - - - - I L	337
Vv03s0017g01140.pro	DCLQWL DSKREPNSVYVYVNGSI TVMTSQ- QLTEFAWGLANSKCPFLW I RPDVVMGD - - - - - SA - - - - - L L	344
Vv03s0017g01360.pro	ECLQWL DSKREPNSVYVYVNGSI VMT PQ- HLTEFAWGLANSKCPFLW I RPDVVMGD - - - - - SA - - - - - PL	315
Vv03s0017g01370.pro	ECLQWL DSKREPNSVYVYVNGSI VMT PQ- QLTEFAWGLANSKCPFLW I RPDVVMGD - - - - - SA - - - - - PL	344
Vv03s0017g01990.pro	DI MNWL DDQPPSSVYVLCFSGNGF PDL- PVKEI AQGLECSRHFL WSLRQPPPKGEI A - - - - - MPDYYV - - - - - DFEEAL	340
Vv03s0017g02000.pro	DVI RWL DDQPPSSVYVLCFSGVGF NPD- QI KNI ASGLENSGRHFL WSLRSPPKGMI P - - - - - DSSDNT - - - - - NFEFVL	110
Vv03s0017g02110.pro	...	44
Vv03s0017g02120.pro	DVI RWL DDQPPSSVYVLCFSGAGAFHMD- QI NEI AI GLENSGRHFL WSLRPPPKDKMA - - - - - I SSDYV - - - - - NFEFVL	162
Vv03s0017g02140.pro	DVI RWL DDQPPSSVYVLCFSGAGAFHMD- QI KEI AI GLENSGHGFL WSLRPPPKDKMT - - - - - LSSDYV - - - - - NFNEVL	330
Vv03s0063g00040.pro	ECLKWL NSKQPNVYVYVNGSI YVCFSGAKFPAA- QLLEI AMGLEASGQFI WVRKKNKDEGD - - - - - EEE - - - - - VL	331
Vv03s0063g00050.pro	ACLNWL DSKQPNVYVYVNGSI YVCFSGLARLP PPR- QLLEI ACAL EASGRPFI WVGKVFQTV A - - - - - GEE - - - - - ENWL	315
Vv03s0091g00040.pro	- CI EWL DSKRPSI YVYVSGVYVYV LKQD- QVDEI AYGLLNSGLQFL WWMKPPHKDAGL - - - - - EL - - - - - LVL	325
Vv03s0180g00200.pro	- CI EWL DSKRPSI YVYVSGVYVYV LKQD- QVDEI AYGLLNSGVQFL WWMKPPHKDAGL - - - - - EL - - - - - LVL	325
Vv03s0180g00280.pro	TCLEWL DSKRPSI YVYVSGVYV LKQD- QVDEI AYGLLNSGVQFL WWMKPPHKDAGL - - - - - GS - - - - - GKL	330
Vv03s0180g00320.pro	- CI EWL DSKRPSI YVYVSGVYV LKQD- QVDEI AYGLLNSGVQFL WWMKPPHKDAGL - - - - - EL - - - - - LVL	325
Vv04s0023g01240.pro	ELLDWL DSKQPTSVI YVYVSGGGTI TIE- QLTEFAWGL ELSQHRFI WVRPPI QNNLY - - - - - GSYFTLNG - - - - - GDDPI	365
Vv04s0023g01290.pro	GVL DWL GMOPSESVI YVYVSGGGTL SAK- QTTEFAWGL ELSRQNFVWI RPPMDDAA - - - - - AALFTSADG - - - - - RDGI	329
Vv05s0062g00270.pro	DYI EWL NSKPSSVI YVYVSGSLAVL SKQ- QSEEI ARGLLDSGRPFLW I RAKEKGE - - - - - K - - - - - EED	322
Vv05s0062g00300.pro	DYI EWL NSKPSSVI YVYVSGSLAVL SKQ- QSEEI ARGLLDSGRPFLW I RAKEKGE - - - - - K - - - - - EED	354
Vv05s0062g00310.pro	DYI EWL NSKPSSVI YVYVSGSLAVL SKQ- QSEEI ARGLLDSGRPFLW I RAKEKGE - - - - - K - - - - - EED	287
Vv05s0062g00350.pro	DYI QWL NSKPSSVI YVYVSGSLAVL SKQ- QSEEI ARGLLDSGRPFLW I REENEEEK - - - - -	317
Vv05s0062g00360.pro	DYI QWL NSKPSSVI YVYVSGSLAVL SKQ- QSEEI ARGLLDSGRPFLW I REENEEEK - - - - -	128
Vv05s0062g00400.pro	DCI QWL NSKPSSVI YVYVSGTLCVLSKQ- QMEEI ARALLDSGRPFLW LRSK- GSGNV - - - - - KDKDQ - - - - - EEE	302
Vv05s0062g00430.pro	DCI DWL NSKPSSVYVYVSGTLCVLSKQ- QMEKI ARALLDSGRPFLW I RSAPNGEV - - - - - EEE	321

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Table with 4 columns: Accession ID (e.g., Vv05s0062g00460.pro), Sequence alignment (e.g., NCI DWL NSKPKSSV...), Reference sequence (e.g., QMEEI AHALL HSGRPF...), and Position (e.g., 320, 320, 242, etc.).

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Table with 3 columns: Accession ID (e.g., Vv14s0006g02140.pro), Sequence alignment (e.g., AVMGWL D GCPDGSVYVCFGSQKLLKPN- QVEALASGLESGGRFI WMRAGSSP-), and Position (e.g., 339, 325, 225, 0, 316, 317, 317, 179, 117, 11, 317, 325, 324, 324, 329, 315, 323, 337, 335, 323, 330, 150, 332, 331, 328, 320, 334, 192, 110, 231, 182, 321, 272, 311, 252, 342, 337, 335, 336, 323, 339, 339, 334, 331, 330, 335, 335, 119, 300, 340, 340, 1, 335, 340, 340, 173, 340, 340, 1, 155, 340, 1, 340, 340, 67, 316, 50).

Majority PEGFLRPT--KGRGL--VV-GWAPQEVLAHSGTGVGFTVTHCGWNSTLESI SAGVPMVAWPLFAEQQTNAKLVDVWVKI GV

Table with 3 columns: Accession ID (e.g., Vv00s0324g00050.pro), Sequence alignment (e.g., PEEFLEET--KDRGL--LA-SWCPQEQVL SHPSVAVFLTHCGWNSMMEITI CAGVPVI CWPFFAEQQTNCRYACTEWGI GM), and Position (e.g., 437, 416, 416, 111, 417, 1334, 331, 25, 25, 391, 385, 391, 401, 444, 444, 399, 290, 419, 363, 419, 415, 185, 119, 237, 405, 407, 393, 400, 400).

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Table with 4 columns: Accession ID, Sequence alignment, and Position. The table lists multiple sequence alignments for various Vitis vinifera sequences, showing gaps and matches across different positions.

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Table with 3 columns: Accession ID (e.g., Vv13s0019g02910.pro), Alignment (e.g., PAELMEGA-- KERSY- - I V- EWAPQEEVL AHPAVGGFL THSGWNSTLESI), and Position (e.g., 415). The table contains multiple rows of sequence alignments.

Table showing a majority alignment for a specific region. It includes a 'Majority' column, a sequence alignment (e.g., EVNH- - - - D- VK- - - - - RHDI EAL VKENMMEG- - - - -), and a position column (e.g., 458). The alignment shows conserved regions across different accessions.

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

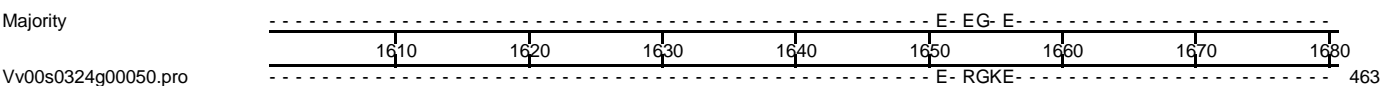
Vv03s0017g01990.pro	EI KLD - YKTGDS -	HLVSAKEI ENAI RSLMNN -	444
Vv03s0017g02000.pro	EI KI D - YNKDRNN -	I DLI NSQEI ESRI RSLMDD -	216
Vv03s0017g02110.pro	EI RLD - YKKDTS -	DI VNAQEI ESRI RSLMED -	148
Vv03s0017g02120.pro	EI RFD - YNMDTS -	NLVSAQEI ESRI RSLMDD -	266
Vv03s0017g02140.pro	EI RFD - YNMNTS -	NLVSAQEI EGKI RSLMDG -	434
Vv03s0063g00040.pro	GVGAQRWVFPVGD -	FVKQDAI EKAVKAVMAG -	437
Vv03s0063g00050.pro	RVGSMDWRSWKDEPT -	EVVGREKMQTAVERLMGGG -	427
Vv03s0091g00040.pro	RMCRG - EAENK -	LI TRDEVEKCLI EATT -	426
Vv03s0180g00200.pro	RMCRG - EAENK -	LI TRDEVEKCLI EATT -	426
Vv03s0180g00280.pro	RLRP - NQDG -	I VTNEEVEKSI EEI TV -	429
Vv03s0180g00320.pro	RMCRG - EAENK -	LI TRDEVEKCLI EATT -	426
Vv04s0023g01240.pro	RPEVL - PT - KR -	VVRREEI EKMVRRLMVD -	467
Vv04s0023g01290.pro	RPNVF - PT - KG -	VVGREEI ATMVRLMED -	431
Vv05s0062g00270.pro	RVTV - NQEG -	I VESDEI KRCL ELVMGD -	422
Vv05s0062g00300.pro	RVTV - NQEG -	I VESDEI KRCL ELVMGD -	454
Vv05s0062g00310.pro	RVTV - NQEG -	I VEADKI KRCL ELVMGD -	387
Vv05s0062g00350.pro	RAMV - NQEG -	I VEADEI KRCL ELVMGS -	417
Vv05s0062g00360.pro	HHTV - H -		183
Vv05s0062g00400.pro	RALV - NEEG -	I VESDEMKRCL EI VMED -	402
Vv05s0062g00430.pro	RVTA - NEEG -	I VESEEI KRCL EVVMGR -	421
Vv05s0062g00460.pro	RVTA - NEEG -	I VEGEEI KRCL EVVMGG -	420
Vv05s0062g00470.pro	RVVW - NEEG -	MVERDEI KMCL EI VMGD -	420
Vv05s0062g00520.pro		GR -	249
Vv05s0062g00570.pro	RVTA - NEEG -	I VEGEEI KRCL EVVMGG -	411
Vv05s0062g00590.pro	RVVW - NEEG -	MVERDEI KMCL EI VMGD -	420
Vv05s0062g00630.pro	RVI V - NEEG -	I VESDEI KRCL EI AMRG -	420
Vv05s0062g00640.pro	RVTV - NEEG -	I VESDEF KRCL EI VMGG -	420
Vv05s0062g00700.pro	RVMV - NQEG -	I VEGGEEI KKCL ELVMGC -	421
Vv05s0062g00710.pro	RVMV - NQEG -	I VEGGEEI KKCL ELVMGC -	420
Vv05s0062g00720.pro	KARA - NEEG -	VVEREEI KKCL EMVMEG -	357
Vv05s0062g00740.pro	KARA - NEEG -	VVEREEI KKCL EMVMEG -	403
Vv05s0062g01270.pro	VELTRGRQ -	GALERKEVKRVI ELVMSDK -	451
Vv05s0062g01280.pro	VELTRGLQ -	GAVVRKEVKRVI ELVMSDK -	434
Vv05s0094g00960.pro	RVRE - GEDG -	VVRREEI EACI REVME -	414
Vv05s0094g00990.pro	RVRV - DENG -	I VGRKEVEDCI REVME -	415
Vv05s0094g01000.pro	RVKAS - DEKG -	I VKREEI EECI REAME -	411
Vv05s0094g01010.pro			246
Vv05s0094g01020.pro	RVTV - DEKG -	I AKREEI EECI REVME -	134
Vv05s0094g01030.pro	RVKV - GENG -	I VKREEI KECI REVME -	407
Vv05s0094g01040.pro	RVKA - DEKG -	I VKRQEI EMCI KEI ME -	387
Vv05s0094g01050.pro	RVKA - DEKG -	I VKREEI EMCL SEI ME -	415
Vv05s0094g01060.pro	RVKA - DEKG -	I DKKEEI EMCI REI ME -	253
Vv05s0102g00930.pro	DMKD - T - CD -	RVTVEKMRDVM -	432
Vv05s0102g00990.pro	DMKD - T - CD -	RVTI EKMVRDVM -	432
Vv06s0004g01640.pro	VEVARGPM -	CEVRHEEI VRKI ELVMNAT -	432
Vv06s0004g01660.pro	VEVARGPR -	CEVKHEDI VKKI ELVMNDT -	186
Vv06s0004g01670.pro	VEVARGPT -	CEVKHEDI TKKI ELVMNET -	437
Vv06s0004g05780.pro	ELES - DELE -	RVEI ERAVRRLMVD -	383
Vv06s0004g06370.pro	EMRLD - YRQI GG -	EVVMAEEI DGAI RCVMEH -	488
Vv06s0004g06380.pro	EMRLD - SR - YDG -	DVVMAEEI DGAVRRVMEA -	171
Vv06s0004g06390.pro	ELRLD - YRQSGG -	EVVVAEEI DGAI RCVMEH -	438
Vv06s0004g06400.pro	EMRLD - SR - YDG -	DVVMAEEI DGAVRRVMEA -	429
Vv06s0004g07220.pro	RVKR - EVGWQN -	LVTREEI SGL VKRFMDL -	213
Vv06s0004g07230.pro	RVKR - EVGWEN -	LVSREEI AGL VQRFMDL -	321
Vv06s0004g07240.pro	RVKG - QAGVET -	LVKREEI CGI VKRFMDL -	414
Vv06s0004g07250.pro	RVKR - QAGVET -	LVPREEI AELL KRFMDL -	398
Vv06s0004g07270.pro			197
Vv06s0004g07280.pro	RVKRNQ - PAGAET -	LVTREETVRI VKRFMDS -	126
Vv06s0004g07310.pro	RVKR - EVGMET -	I AKRDEI AGL VKRFMDG -	409
Vv06s0009g01960.pro	GI EG - G -	VFTKSGL VSAL EQVLL G -	404
Vv06s0009g01990.pro	GVPG - G -	VLTKNGL KAAL EQVL GQ -	406
Vv06s0009g02000.pro	GI EG - G -	VFTKSGL VSAL EQVLL G -	410
Vv06s0009g02010.pro	GVPG - G -	VLTKNGL KAAL EQVL GQ -	406
Vv06s0009g02450.pro	RVRR - EL GKEV -	LVKRDEI ACL VKKFMDL -	375
Vv06s0061g00360.pro	NI SD - G - E -	SI ARGEVSEKI NHL MGG -	429
Vv07s0151g00540.pro	RARA - DHKG -	I VRREVL EDCI GKVMG -	414
Vv07s0151g00560.pro	RA		121
Vv07s0289g00050.pro	RARA - DDKG -	I VRREVL EDCI GKVMG -	414
Vv07s0289g00060.pro	RA		393
Vv07s0289g00080.pro	RARA - DHKG -	I VRREVL EDCI GKVMG -	414
Vv07s0289g00090.pro	RARA - DDKG -	I VRREVL EDCI GKVMG -	143
Vv08s0007g04570.pro	SLGAEVPPVRWGDEERV -	GVLVKKCEVEKAVETLMDGG -	444
Vv08s0007g04580.pro	VEVI VQWGEIEKA -	GALVKRNQI KEAVDKLMDEG -	355
Vv08s0007g04590.pro	RVGAEFAYKWGEEIEKF -	GVVLKREVVEKAI EQLMEEG -	421
Vv08s0007g04600.pro	EVSQQLGQEEIEKF -	GVLVKWEEVQKAI SKVMDKG -	329
Vv08s0007g04610.pro	SVGVESAVTWGMEIEKF -	GVVMKREDVMKAI DEVMDKG -	413
Vv08s0007g05130.pro	QLED - G - VE -	RGKI EKAI KRLMVD -	408
Vv08s0007g08910.pro	VVRDW - AQREQ -	LVAASTVEKKVRSMLAS -	500
Vv08s0007g08920.pro	AVKEW - AEREQ -	LVAASAI EKAVRRLMAS -	437
Vv08s0040g01470.pro	NLCD - G - R -	RMTREEVSEKI SRVMFG -	430
Vv08s0040g01520.pro	GI GVQSLAWGEEERS -	DVLMEKDQI AEAVTRLMSDG -	437
Vv09s0002g06590.pro	RLMV - NEEE -	I VTSDEL KR	413
Vv11s0052g01580.pro	GVKG - G -	VFTKSGL TRDLEI LAH -	478
Vv11s0052g01600.pro	GVGE - G -	I LTKRGVMSALGLI LSH -	411
Vv11s0052g01630.pro	GVGE - G -	VLTKSGVMSALGLI LSH -	410
Vv11s0052g01640.pro			177
Vv12s0034g00030.pro	EI KMD - YNKDSS -	YI VSAQEI EI GLKNLMNI -	384
Vv12s0034g00040.pro	EI KI D - YNKDSD -	YVVSAAHEI ENGLRNLMT -	427
Vv12s0034g00060.pro	EI KI D - YNKDRD -	HI VSAHEI ENGLRNLMT -	426
Vv12s0034g00080.pro	EI KI D - YNKDSD -	YVVSAAHEI ENGLRNLMT -	427
Vv12s0034g00130.pro	EI KMD - YNKDSS -	YVVSAAQEI EI GLKLMNM -	428
Vv12s0034g00140.pro	EI KI D - YNKDSG -	YI VSAREI ENGLKNLMM -	427
Vv12s0034g00160.pro	EI KI D - YDKDKG -	YI VSSQDI EKGLRQLMDA -	431
Vv12s0034g01120.pro	EI NI D - YNKDRD -	HI VSAHEI ENGLRNLMT -	427
Vv12s0055g00020.pro	EI KMD - YNKDSS -	YI VSAQEI EI GLKNLMNI -	428
Vv12s0055g00030.pro	KI KMN - YNKDI S -	YVVSAREI EI GLKNLMNI -	423
Vv12s0055g00050.pro	KI KMN - YNKDI S -	YVVSAREI EI GLKNLMNI -	423
Vv12s0055g00060.pro			211
Vv12s0055g00070.pro	EI KI D - YNKDND -	YVVSAAHEI ENGLRNLMT -	244
Vv12s0055g00160.pro	EI KI D - YNKDSD -	YVVSAAHEI ENGLRNLMT -	387
Vv12s0055g00170.pro			260
Vv12s0055g00180.pro	EI KI D - YNKDND -	YVVSAAHEI ENGLRNLMT -	427

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv02s0012g02830.pro	416
Vv02s0025g01240.pro	425
Vv02s0033g00130.pro	471
Vv02s0033g00180.pro	471
Vv02s0033g00240.pro	423
Vv03s0017g01040.pro	311
Vv03s0017g01130.pro	433
Vv03s0017g01140.pro	440
Vv03s0017g01360.pro	377
Vv03s0017g01370.pro	440
Vv03s0017g01990.pro	444
Vv03s0017g02000.pro	216
Vv03s0017g02110.pro	148
Vv03s0017g02120.pro	266
Vv03s0017g02140.pro	434
Vv03s0063g00040.pro	437
Vv03s0063g00050.pro	427
Vv03s0091g00040.pro	426
Vv03s0180g00200.pro	426
Vv03s0180g00280.pro	429
Vv03s0180g00320.pro	426
Vv04s0023g01240.pro	467
Vv04s0023g01290.pro	431
Vv05s0062g00270.pro	422
Vv05s0062g00300.pro	454
Vv05s0062g00310.pro	387
Vv05s0062g00350.pro	417
Vv05s0062g00360.pro	183
Vv05s0062g00400.pro	402
Vv05s0062g00430.pro	421
Vv05s0062g00460.pro	420
Vv05s0062g00470.pro	420
Vv05s0062g00520.pro	249
Vv05s0062g00570.pro	411
Vv05s0062g00590.pro	420
Vv05s0062g00630.pro	420
Vv05s0062g00640.pro	420
Vv05s0062g00700.pro	421
Vv05s0062g00710.pro	420
Vv05s0062g00720.pro	357
Vv05s0062g00740.pro	403
Vv05s0062g01270.pro	451
Vv05s0062g01280.pro	434
Vv05s0094g00960.pro	414
Vv05s0094g00990.pro	415
Vv05s0094g01000.pro	411
Vv05s0094g01010.pro	246
Vv05s0094g01020.pro	134
Vv05s0094g01030.pro	407
Vv05s0094g01040.pro	387
Vv05s0094g01050.pro	415
Vv05s0094g01060.pro	253
Vv05s0102g00930.pro	432
Vv05s0102g00990.pro	432
Vv06s0004g01640.pro	432
Vv06s0004g01660.pro	186
Vv06s0004g01670.pro	437
Vv06s0004g05780.pro	383
Vv06s0004g06370.pro	488
Vv06s0004g06380.pro	171
Vv06s0004g06390.pro	438
Vv06s0004g06400.pro	429
Vv06s0004g07220.pro	213
Vv06s0004g07230.pro	321
Vv06s0004g07240.pro	414
Vv06s0004g07250.pro	398
Vv06s0004g07270.pro	197
Vv06s0004g07280.pro	126
Vv06s0004g07310.pro	409
Vv06s0009g01960.pro	404
Vv06s0009g01990.pro	406
Vv06s0009g02000.pro	410
Vv06s0009g02010.pro	406
Vv06s0009g02450.pro	375
Vv06s0061g00360.pro	429
Vv07s0151g00540.pro	414
Vv07s0151g00560.pro	121
Vv07s0289g00050.pro	414
Vv07s0289g00060.pro	393
Vv07s0289g00080.pro	414
Vv07s0289g00090.pro	143
Vv08s0007g04570.pro	444
Vv08s0007g04580.pro	355
Vv08s0007g04590.pro	421
Vv08s0007g04600.pro	329
Vv08s0007g04610.pro	413
Vv08s0007g05130.pro	408
Vv08s0007g08910.pro	500
Vv08s0007g08920.pro	437
Vv08s0040g01470.pro	430
Vv08s0040g01520.pro	437
Vv09s0002g06590.pro	413
Vv11s0052g01580.pro	478
Vv11s0052g01600.pro	411
Vv11s0052g01630.pro	410
Vv11s0052g01640.pro	177
Vv12s0034g00030.pro	384
Vv12s0034g00040.pro	427
Vv12s0034g00060.pro	426
Vv12s0034g00080.pro	427
Vv12s0034g00130.pro	428
Vv12s0034g00140.pro	427

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv12s0034g00160.pro	-----	431
Vv12s0034g01120.pro	-----	427
Vv12s0055g00020.pro	-----	428
Vv12s0055g00030.pro	-----	423
Vv12s0055g00050.pro	-----	423
Vv12s0055g00060.pro	-----	211
Vv12s0055g00070.pro	-----	244
Vv12s0055g00160.pro	-----	387
Vv12s0055g00170.pro	-----	260
Vv12s0055g00180.pro	-----	427
Vv12s0055g00200.pro	-----	427
Vv12s0055g00250.pro	-----	426
Vv12s0055g00280.pro	-----	415
Vv12s0055g00290.pro	-----	427
Vv12s0055g00310.pro	-----	427
Vv12s0055g00320.pro	-----	427
Vv13s0019g02810.pro	-----	415
Vv13s0019g02860.pro	-----	415
Vv13s0019g02880.pro	-----	264
Vv13s0019g02890.pro	-----	435
Vv13s0019g02910.pro	-----	435
Vv13s0019g02940.pro	-----	432
Vv13s0019g02950.pro	-----	126
Vv13s0019g02990.pro	-----	435
Vv13s0019g03020.pro	-----	435
Vv13s0019g03040.pro	-----	436
Vv13s0019g03060.pro	-----	436
Vv13s0019g03100.pro	-----	436
Vv13s0019g03120.pro	-----	225
Vv13s0019g03130.pro	-----	172
Vv14s0006g02140.pro	-----	440
Vv14s0066g01480.pro	-----	429
Vv14s0066g01490.pro	-----	235
Vv14s0066g01520.pro	-----	92
Vv14s0068g00440.pro	-----	416
Vv14s0068g00450.pro	-----	417
Vv14s0068g00460.pro	-----	417
Vv14s0068g00470.pro	-----	187
Vv14s0068g00480.pro	-----	117
Vv14s0068g00490.pro	-----	99
Vv14s0068g00500.pro	-----	417
Vv15s0021g02060.pro	-----	426
Vv15s0046g01190.pro	-----	425
Vv15s0046g01210.pro	-----	425
Vv16s0022g01970.pro	-----	431
Vv16s0039g02230.pro	-----	412
Vv16s0050g00240.pro	-----	424
Vv16s0050g01580.pro	-----	438
Vv16s0050g01590.pro	-----	436
Vv16s0050g01600.pro	-----	424
Vv16s0050g01610.pro	-----	431
Vv16s0050g01660.pro	-----	431
Vv16s0050g01670.pro	-----	251
Vv16s0050g01680.pro	-----	433
Vv16s0115g00340.pro	-----	432
Vv16s0115g00360.pro	-----	430
Vv17s0000g04750.pro	-----	421
Vv17s0000g04760.pro	-----	437
Vv17s0000g07020.pro	-----	292
Vv17s0000g07030.pro	-----	210
Vv17s0000g07060.pro	-----	331
Vv17s0000g07070.pro	I KVTFVNSDFI HEKLVAAALPDEDEARSRI GLASI PDGLGPGEDRKDSL KLTDSI FRVMPGHLKEFMEKVNNSNDDEKI TC	400
Vv17s0000g07080.pro	-----	382
Vv17s0000g07100.pro	-----	372
Vv17s0000g07790.pro	-----	410
Vv17s0000g08100.pro	-----	317
Vv18s0001g05910.pro	-----	438
Vv18s0001g05950.pro	-----	433
Vv18s0001g05990.pro	-----	431
Vv18s0001g06060.pro	-----	432
Vv18s0001g06080.pro	-----	419
Vv18s0001g06090.pro	-----	435
Vv18s0001g06120.pro	-----	435
Vv18s0001g10110.pro	-----	446
Vv18s0001g12040.pro	-----	433
Vv18s0041g00710.pro	-----	432
Vv18s0041g00740.pro	-----	437
Vv18s0041g00790.pro	-----	437
Vv18s0041g00800.pro	-----	119
Vv18s0041g00810.pro	-----	402
Vv18s0041g00830.pro	-----	442
Vv18s0041g00840.pro	-----	442
Vv18s0041g00890.pro	-----	95
Vv18s0041g00900.pro	-----	437
Vv18s0041g00910.pro	-----	442
Vv18s0041g00920.pro	-----	442
Vv18s0041g00930.pro	-----	275
Vv18s0041g00950.pro	-----	442
Vv18s0041g00970.pro	-----	103
Vv18s0041g00980.pro	-----	257
Vv18s0041g01000.pro	-----	442
Vv18s0041g01010.pro	-----	103
Vv18s0041g01040.pro	-----	442
Vv18s0041g01080.pro	-----	442
Vv19s0085g00750.pro	-----	182
Vv19s0085g00760.pro	-----	431
Vv19s0085g00800.pro	-----	136



Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv00s0324g00060.pro	E- KGKQ	442
Vv00s0324g00070.pro	E- KGKE	442
Vv00s0324g00080.pro	D- KGKQ	137
Vv00s0324g00100.pro	E- KGKE	443
Vv00s0391g00010.pro	D- KGKQ	1360
Vv00s1251g00010.pro	D- KGKQ	357
Vv00s1602g00010.pro	E- EGRE	56
Vv00s2707g00010.pro	E- EGRE	56
Vv01s0010g00530.pro	- SE -	413
Vv01s0026g00630.pro	GK- RSEE	415
Vv02s0012g02830.pro	E- N -	418
Vv02s0025g01240.pro	E- KGKM	430
Vv02s0033g00130.pro	- - KD -	473
Vv02s0033g00180.pro	- - KD -	473
Vv02s0033g00240.pro	- - EE -	425
Vv03s0017g01040.pro	E- KGKE	316
Vv03s0017g01130.pro	E- KGKS	438
Vv03s0017g01140.pro	E- KGKE	445
Vv03s0017g01360.pro	E- KGKK	382
Vv03s0017g01370.pro	E- NGKK	445
Vv03s0017g01990.pro	D- S - E -	447
Vv03s0017g02000.pro	S- N - P -	219
Vv03s0017g02110.pro	S- N - D -	151
Vv03s0017g02120.pro	S- S - N -	269
Vv03s0017g02140.pro	S- S - D -	437
Vv03s0063g00040.pro	E- KAAE	442
Vv03s0063g00050.pro	E- EAVE	432
Vv03s0091g00040.pro	GP- KAAE	432
Vv03s0180g00200.pro	GE- KAAE	432
Vv03s0180g00280.pro	GP- RAAE	435
Vv03s0180g00320.pro	GE- KAAE	432
Vv04s0023g01240.pro	- K E -	469
Vv04s0023g01290.pro	- S EGNA -	436
Vv05s0062g00270.pro	GE- EAKE	428
Vv05s0062g00300.pro	GE- EAKE	460
Vv05s0062g00310.pro	GE- EAKE	393
Vv05s0062g00350.pro	GE- RGEE	423
Vv05s0062g00360.pro		183
Vv05s0062g00400.pro	GE- RARE	408
Vv05s0062g00430.pro	GE- RGEE	427
Vv05s0062g00460.pro	GE- RGEE	426
Vv05s0062g00470.pro	GE- RAEG	426
Vv05s0062g00520.pro	GE- R -	252
Vv05s0062g00570.pro	GE- RGEE	417
Vv05s0062g00590.pro	GE- RAEG	426
Vv05s0062g00630.pro	GV- KGEE	426
Vv05s0062g00640.pro	GE- KGEE	426
Vv05s0062g00700.pro	GE- KGQE	427
Vv05s0062g00710.pro	GE- RGQE	426
Vv05s0062g00720.pro	GG- KGEE	363
Vv05s0062g00740.pro	GE- KGDE	409
Vv05s0062g01270.pro	- G KGEE -	456
Vv05s0062g01280.pro	- G KAAE -	439
Vv05s0094g00960.pro	GE- RGKE	420
Vv05s0094g00990.pro	GE- RGKA	421
Vv05s0094g01000.pro	GE- RGKE	417
Vv05s0094g01010.pro		246
Vv05s0094g01020.pro	GE- RGNE	140
Vv05s0094g01030.pro	GE- RGNV	413
Vv05s0094g01040.pro	GE- RGNE	393
Vv05s0094g01050.pro	GE- RGYE	421
Vv05s0094g01060.pro	GE- RGNE	259
Vv05s0102g00930.pro	E- RRAE	437
Vv05s0102g00990.pro	- G RRAE -	437
Vv06s0004g01640.pro	E- KRKD	437
Vv06s0004g01660.pro	E- KGKE	191
Vv06s0004g01670.pro	E- KRKE	442
Vv06s0004g05780.pro	- G EGEE -	388
Vv06s0004g06370.pro	D- S - M -	491
Vv06s0004g06380.pro	D- S - T -	174
Vv06s0004g06390.pro	D- S - M -	441
Vv06s0004g06400.pro	D- S - T -	432
Vv06s0004g07220.pro	ESI EVKE	220
Vv06s0004g07230.pro	ESDEGKE	328
Vv06s0004g07240.pro	ESNEGKE	421
Vv06s0004g07250.pro	ESHEGKE	405
Vv06s0004g07270.pro		197
Vv06s0004g07280.pro	ESI EVKE	133
Vv06s0004g07310.pro	EGEEGKE	416
Vv06s0009g01960.pro	E- - GKK -	408
Vv06s0009g01990.pro	Q- - GR -	409
Vv06s0009g02000.pro	E- - GKK -	414
Vv06s0009g02010.pro	Q- - GR -	409
Vv06s0009g02450.pro	ESNEGNE	382
Vv06s0061g00360.pro	KS- GDE	434
Vv07s0151g00540.pro	SD- GL KE	420
Vv07s0151g00560.pro		121
Vv07s0289g00050.pro	SD- GL KE	420
Vv07s0289g00060.pro		393
Vv07s0289g00080.pro	SD- GL KE	420
Vv07s0289g00090.pro	S -	144
Vv08s0007g04570.pro	E- EGEM	449
Vv08s0007g04580.pro	K- EGEE	360
Vv08s0007g04590.pro	V- EGQE	426
Vv08s0007g04600.pro	P- EGRK	334
Vv08s0007g04610.pro	E- GGEK	418
Vv08s0007g05130.pro	E- EGTE	413
Vv08s0007g08910.pro	K- EGDD	505
Vv08s0007g08920.pro	E- EGNA	442
Vv08s0040g01470.pro	KT- - ADD -	435
Vv08s0040g01520.pro	E- MVEV	442
Vv09s0002g06590.pro		413

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv11s0052g01580.pro	E - - GKK	482
Vv11s0052g01600.pro	E - - GKK	415
Vv11s0052g01630.pro	E - - GNK	414
Vv11s0052g01640.pro		177
Vv12s0034g00030.pro	D - N - E	387
Vv12s0034g00040.pro	N - S - E	430
Vv12s0034g00060.pro	N - S - E	429
Vv12s0034g00080.pro	N - S - E	430
Vv12s0034g00130.pro	N - S - E	431
Vv12s0034g00140.pro	N - N - E	430
Vv12s0034g00160.pro	D - S - E	434
Vv12s0034g01120.pro	N - S - E	430
Vv12s0055g00020.pro	D - N - E	431
Vv12s0055g00030.pro	D - N - E	426
Vv12s0055g00050.pro	D - N - E	426
Vv12s0055g00060.pro		211
Vv12s0055g00070.pro	D - S - E	247
Vv12s0055g00160.pro	D - S - E	390
Vv12s0055g00170.pro		260
Vv12s0055g00180.pro	D - S - E	430
Vv12s0055g00200.pro	N - S - E	430
Vv12s0055g00250.pro	N - S - E	429
Vv12s0055g00280.pro	N - S - E	418
Vv12s0055g00290.pro	N - S - E	430
Vv12s0055g00310.pro	N - S - E	430
Vv12s0055g00320.pro	N - S - E	430
Vv13s0019g02810.pro	E - EGQE	420
Vv13s0019g02860.pro	K - SGQE	420
Vv13s0019g02880.pro	E - EGQE	269
Vv13s0019g02890.pro	E - RKDE	440
Vv13s0019g02910.pro	E - RKDE	440
Vv13s0019g02940.pro	K - RRTE	437
Vv13s0019g02950.pro	E - EGQE	131
Vv13s0019g02990.pro	E - RRDE	440
Vv13s0019g03020.pro	E - RKDE	440
Vv13s0019g03040.pro	E - KRAE	441
Vv13s0019g03060.pro	E - KRDE	441
Vv13s0019g03100.pro	E - KRDE	441
Vv13s0019g03120.pro	E - KRDE	230
Vv13s0019g03130.pro		172
Vv14s0006g02140.pro	D - S - P	443
Vv14s0066g01480.pro	E - MGKQ	434
Vv14s0066g01490.pro		235
Vv14s0066g01520.pro	E - KGEE	97
Vv14s0068g00440.pro	E - K	418
Vv14s0068g00450.pro	S - E	419
Vv14s0068g00460.pro	E - K	419
Vv14s0068g00470.pro		187
Vv14s0068g00480.pro		117
Vv14s0068g00490.pro	E - K	101
Vv14s0068g00500.pro	E - K	419
Vv15s0021g02060.pro	- - GHG	429
Vv15s0046g01190.pro	E - EGKD	430
Vv15s0046g01210.pro	E - EGKD	430
Vv16s0022g01970.pro	N - H	433
Vv16s0039g02230.pro	EK - GKK	417
Vv16s0050g00240.pro	E - KGRA	429
Vv16s0050g01580.pro	E - EGNT	443
Vv16s0050g01590.pro	E - EGNT	441
Vv16s0050g01600.pro	D - KGKA	429
Vv16s0050g01610.pro	E - EGKS	436
Vv16s0050g01660.pro	E - KGFS	436
Vv16s0050g01670.pro	E - KGFS	256
Vv16s0050g01680.pro	E - KGFN	438
Vv16s0115g00340.pro	E - KGNP	437
Vv16s0115g00360.pro	K - E	432
Vv17s0000g04750.pro	S - R - P	424
Vv17s0000g04760.pro	N - W - A	440
Vv17s0000g07020.pro	D - G - A	294
Vv17s0000g07030.pro	D - G	212
Vv17s0000g07060.pro	D - G	333
Vv17s0000g07070.pro	VI ADSAFGWALEVADKMG I KRVAFCPPGPGSLALAFHI PRLI EAGLLNSTD - GSLLNDELI CLAKDI PAFSSNRLPWSCP	479
Vv17s0000g07080.pro		382
Vv17s0000g07100.pro	D - G	374
Vv17s0000g07790.pro	GE - RSEE	416
Vv17s0000g08100.pro	V - KGFE	322
Vv18s0001g05910.pro	E - KGKE	443
Vv18s0001g05950.pro	E - KGEE	438
Vv18s0001g05990.pro	E - KGKE	436
Vv18s0001g06060.pro	E - KGKV	437
Vv18s0001g06080.pro	D - KGKE	424
Vv18s0001g06090.pro	E - KGKE	440
Vv18s0001g06120.pro	E - KGKE	440
Vv18s0001g10110.pro	I - AADE	451
Vv18s0001g12040.pro	E - EGKE	438
Vv18s0041g00710.pro	E - VGRE	437
Vv18s0041g00740.pro	E - EGRE	442
Vv18s0041g00790.pro	E - EGRD	442
Vv18s0041g00800.pro		119
Vv18s0041g00810.pro	E - EGRE	407
Vv18s0041g00830.pro	E - EGRE	447
Vv18s0041g00840.pro	E - EGRE	447
Vv18s0041g00890.pro		95
Vv18s0041g00900.pro	E - EGRE	442
Vv18s0041g00910.pro	E - EGRE	447
Vv18s0041g00920.pro	E - EGRE	447
Vv18s0041g00930.pro	E - EGRE	280
Vv18s0041g00950.pro	E - EGRE	447
Vv18s0041g00970.pro	E - EGRD	108
Vv18s0041g00980.pro	E - EGRE	262
Vv18s0041g01000.pro	E - EGRE	447
Vv18s0041g01010.pro	E - EGRE	108

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv08s0007g04580.pro	-----	360
Vv08s0007g04590.pro	-----	426
Vv08s0007g04600.pro	-----	334
Vv08s0007g04610.pro	-----	418
Vv08s0007g05130.pro	-----	413
Vv08s0007g08910.pro	-----	505
Vv08s0007g08920.pro	-----	442
Vv08s0040g01470.pro	-----	435
Vv08s0040g01520.pro	-----	442
Vv09s0002g06590.pro	-----	413
Vv11s0052g01580.pro	-----	482
Vv11s0052g01600.pro	-----	415
Vv11s0052g01630.pro	-----	414
Vv11s0052g01640.pro	-----	177
Vv12s0034g00030.pro	-----	387
Vv12s0034g00040.pro	-----	430
Vv12s0034g00060.pro	-----	429
Vv12s0034g00080.pro	-----	430
Vv12s0034g00130.pro	-----	431
Vv12s0034g00140.pro	-----	430
Vv12s0034g00160.pro	-----	434
Vv12s0034g01120.pro	-----	430
Vv12s0055g00020.pro	-----	431
Vv12s0055g00030.pro	-----	426
Vv12s0055g00050.pro	-----	426
Vv12s0055g00060.pro	-----	211
Vv12s0055g00070.pro	-----	247
Vv12s0055g00160.pro	-----	390
Vv12s0055g00170.pro	-----	260
Vv12s0055g00180.pro	-----	430
Vv12s0055g00200.pro	-----	430
Vv12s0055g00250.pro	-----	429
Vv12s0055g00280.pro	-----	418
Vv12s0055g00290.pro	-----	430
Vv12s0055g00310.pro	-----	430
Vv12s0055g00320.pro	-----	430
Vv13s0019g02810.pro	-----	420
Vv13s0019g02860.pro	-----	420
Vv13s0019g02880.pro	-----	269
Vv13s0019g02890.pro	-----	440
Vv13s0019g02910.pro	-----	440
Vv13s0019g02940.pro	-----	437
Vv13s0019g02950.pro	-----	131
Vv13s0019g02990.pro	-----	440
Vv13s0019g03020.pro	-----	440
Vv13s0019g03040.pro	-----	441
Vv13s0019g03060.pro	-----	441
Vv13s0019g03100.pro	-----	441
Vv13s0019g03120.pro	-----	230
Vv13s0019g03130.pro	-----	172
Vv14s0006g02140.pro	-----	443
Vv14s0066g01480.pro	-----	434
Vv14s0066g01490.pro	-----	235
Vv14s0066g01520.pro	-----	97
Vv14s0068g00440.pro	-----	418
Vv14s0068g00450.pro	-----	419
Vv14s0068g00460.pro	-----	419
Vv14s0068g00470.pro	-----	187
Vv14s0068g00480.pro	-----	117
Vv14s0068g00490.pro	-----	101
Vv14s0068g00500.pro	-----	419
Vv15s0021g02060.pro	-----	429
Vv15s0046g01190.pro	-----	430
Vv15s0046g01210.pro	-----	430
Vv16s0022g01970.pro	-----	433
Vv16s0039g02230.pro	-----	417
Vv16s0050g00240.pro	-----	429
Vv16s0050g01580.pro	-----	443
Vv16s0050g01590.pro	-----	441
Vv16s0050g01600.pro	-----	429
Vv16s0050g01610.pro	-----	436
Vv16s0050g01660.pro	-----	436
Vv16s0050g01670.pro	-----	256
Vv16s0050g01680.pro	-----	438
Vv16s0115g00340.pro	-----	437
Vv16s0115g00360.pro	-----	432
Vv17s0000g04750.pro	-----	424
Vv17s0000g04760.pro	-----	440
Vv17s0000g07020.pro	-----	294
Vv17s0000g07030.pro	-----	212
Vv17s0000g07060.pro	-----	333
Vv17s0000g07070.pro	SDPTLQVEVI FRLAFKDI SAI NLSNWL I CNSVYELDSSACDL I PNI LPI GPLI ANNHL GHYPGNFWPEDSTCI SWL DKQPA	559
Vv17s0000g07080.pro	-----	382
Vv17s0000g07100.pro	-----	374
Vv17s0000g07790.pro	-----	416
Vv17s0000g08100.pro	-----	322
Vv18s0001g05910.pro	-----	443
Vv18s0001g05950.pro	-----	438
Vv18s0001g05990.pro	-----	436
Vv18s0001g06060.pro	-----	437
Vv18s0001g06080.pro	-----	424
Vv18s0001g06090.pro	-----	440
Vv18s0001g06120.pro	-----	440
Vv18s0001g10110.pro	-----	451
Vv18s0001g12040.pro	-----	438
Vv18s0041g00710.pro	-----	437
Vv18s0041g00740.pro	-----	442
Vv18s0041g00790.pro	-----	442
Vv18s0041g00800.pro	-----	119
Vv18s0041g00810.pro	-----	407
Vv18s0041g00830.pro	-----	447
Vv18s0041g00840.pro	-----	447

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv06s0009g02010.pro	-----	409
Vv06s0009g02450.pro	-----	382
Vv06s0061g00360.pro	-----	434
Vv07s0151g00540.pro	-----	420
Vv07s0151g00560.pro	-----	121
Vv07s0289g00050.pro	-----	420
Vv07s0289g00060.pro	-----	393
Vv07s0289g00080.pro	-----	420
Vv07s0289g00090.pro	-----	144
Vv08s0007g04570.pro	-----	449
Vv08s0007g04580.pro	-----	360
Vv08s0007g04590.pro	-----	426
Vv08s0007g04600.pro	-----	334
Vv08s0007g04610.pro	-----	418
Vv08s0007g05130.pro	-----	413
Vv08s0007g08910.pro	-----	505
Vv08s0007g08920.pro	-----	442
Vv08s0040g01470.pro	-----	435
Vv08s0040g01520.pro	-----	442
Vv09s0002g06590.pro	-----	413
Vv11s0052g01580.pro	-----	482
Vv11s0052g01600.pro	-----	415
Vv11s0052g01630.pro	-----	414
Vv11s0052g01640.pro	-----	177
Vv12s0034g00030.pro	-----	387
Vv12s0034g00040.pro	-----	430
Vv12s0034g00060.pro	-----	429
Vv12s0034g00080.pro	-----	430
Vv12s0034g00130.pro	-----	431
Vv12s0034g00140.pro	-----	430
Vv12s0034g00160.pro	-----	434
Vv12s0034g01120.pro	-----	430
Vv12s0055g00020.pro	-----	431
Vv12s0055g00030.pro	-----	426
Vv12s0055g00050.pro	-----	426
Vv12s0055g00060.pro	-----	211
Vv12s0055g00070.pro	-----	247
Vv12s0055g00160.pro	-----	390
Vv12s0055g00170.pro	-----	260
Vv12s0055g00180.pro	-----	430
Vv12s0055g00200.pro	-----	430
Vv12s0055g00250.pro	-----	429
Vv12s0055g00280.pro	-----	418
Vv12s0055g00290.pro	-----	430
Vv12s0055g00310.pro	-----	430
Vv12s0055g00320.pro	-----	430
Vv13s0019g02810.pro	-----	420
Vv13s0019g02860.pro	-----	420
Vv13s0019g02880.pro	-----	269
Vv13s0019g02890.pro	-----	440
Vv13s0019g02910.pro	-----	440
Vv13s0019g02940.pro	-----	437
Vv13s0019g02950.pro	-----	131
Vv13s0019g02990.pro	-----	440
Vv13s0019g03020.pro	-----	440
Vv13s0019g03040.pro	-----	441
Vv13s0019g03060.pro	-----	441
Vv13s0019g03100.pro	-----	441
Vv13s0019g03120.pro	-----	230
Vv13s0019g03130.pro	-----	172
Vv14s0006g02140.pro	-----	443
Vv14s0066g01480.pro	-----	434
Vv14s0066g01490.pro	-----	235
Vv14s0066g01520.pro	-----	97
Vv14s0068g00440.pro	-----	418
Vv14s0068g00440.pro	-----	419
Vv14s0068g00450.pro	-----	419
Vv14s0068g00460.pro	-----	419
Vv14s0068g00470.pro	-----	187
Vv14s0068g00480.pro	-----	117
Vv14s0068g00490.pro	-----	101
Vv14s0068g00500.pro	-----	419
Vv15s0021g02060.pro	-----	429
Vv15s0046g01190.pro	-----	430
Vv15s0046g01210.pro	-----	430
Vv16s0022g01970.pro	-----	433
Vv16s0039g02230.pro	-----	417
Vv16s0050g00240.pro	-----	429
Vv16s0050g01580.pro	-----	443
Vv16s0050g01590.pro	-----	441
Vv16s0050g01600.pro	-----	429
Vv16s0050g01610.pro	-----	436
Vv16s0050g01660.pro	-----	436
Vv16s0050g01670.pro	-----	256
Vv16s0050g01680.pro	-----	438
Vv16s0115g00340.pro	-----	437
Vv16s0115g00360.pro	-----	432
Vv17s0000g04750.pro	-----	424
Vv17s0000g04760.pro	-----	440
Vv17s0000g07020.pro	-----	294
Vv17s0000g07030.pro	-----	212
Vv17s0000g07060.pro	-----	333
Vv17s0000g07070.pro	GSVI YVAFGSLAI LSQHQFNELALGI ELVGRPFLWVRSDFTINGSDAEYDPDGI ERVAENGI VSWAPQEKVLAHPSVAC	639
Vv17s0000g07080.pro	-----	382
Vv17s0000g07100.pro	-----	374
Vv17s0000g07790.pro	-----	416
Vv17s0000g08100.pro	-----	322
Vv18s0001g05910.pro	-----	443
Vv18s0001g05950.pro	-----	438
Vv18s0001g05990.pro	-----	436
Vv18s0001g06060.pro	-----	437
Vv18s0001g06080.pro	-----	424
Vv18s0001g06090.pro	-----	440

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv06s0004g07220.pro	-----	MRKRAKDLE	229
Vv06s0004g07230.pro	-----	MNRRAKELQ	337
Vv06s0004g07240.pro	-----	I RSRARKLQ	430
Vv06s0004g07250.pro	-----	MRRRARKVQ	414
Vv06s0004g07270.pro	-----		197
Vv06s0004g07280.pro	-----	MKRARRKLQ	142
Vv06s0004g07310.pro	-----	MRRRARELR	425
Vv06s0009g01960.pro	-----	MREKI GVLK	417
Vv06s0009g01990.pro	-----	MTEKI GVLK	418
Vv06s0009g02000.pro	-----	MREKI GVLK	423
Vv06s0009g02010.pro	-----	MTEKI GVLK	418
Vv06s0009g02450.pro	-----	MRRRARELQ	391
Vv06s0061g00360.pro	-----	L WERMDAVK	443
Vv07s0151g00540.pro	-----	I KNNAMKWK	429
Vv07s0151g00560.pro	-----		121
Vv07s0289g00050.pro	-----	I KNNAL KWK	429
Vv07s0289g00060.pro	-----		393
Vv07s0289g00080.pro	-----	I KNNAMKWK	429
Vv07s0289g00090.pro	-----		144
Vv08s0007g04570.pro	-----	RKKRARELS	458
Vv08s0007g04580.pro	-----	RREARAKLG	369
Vv08s0007g04590.pro	-----	RRKRARELG	435
Vv08s0007g04600.pro	-----	RREVRKRLG	343
Vv08s0007g04610.pro	-----	RRKRARELG	427
Vv08s0007g05130.pro	-----	MKKRAMDLK	422
Vv08s0007g08910.pro	-----	MRKRAAELG	514
Vv08s0007g08920.pro	-----	MRKKAQQLG	451
Vv08s0040g01470.pro	-----	L RKRI KDVR	444
Vv08s0040g01520.pro	-----	MRKRASRLR	451
Vv09s0002g06590.pro	-----		413
Vv11s0052g01580.pro	-----	MREKI GVLK	491
Vv11s0052g01600.pro	-----	MREKI GVLK	424
Vv11s0052g01630.pro	-----	MREKI RVLK	423
Vv11s0052g01640.pro	-----		177
Vv12s0034g00030.pro	-----	VRKKREEMK	396
Vv12s0034g00040.pro	-----	VRKKRKEMK	439
Vv12s0034g00060.pro	-----	VRKKRKEME	438
Vv12s0034g00080.pro	-----	VRKKRKEMK	439
Vv12s0034g00130.pro	-----	VRMKRKEMQ	440
Vv12s0034g00140.pro	-----	ARVKMKEMQ	439
Vv12s0034g00160.pro	-----	VRKKRQKMQ	443
Vv12s0034g01120.pro	-----	VRQKKKEMQ	439
Vv12s0055g00020.pro	-----	VRKKREEMK	440
Vv12s0055g00030.pro	-----	VRKKREEMK	435
Vv12s0055g00050.pro	-----	VRKKREEMK	435
Vv12s0055g00060.pro	-----		211
Vv12s0055g00070.pro	-----	VRQKRKEMQ	256
Vv12s0055g00160.pro	-----	VRQKRKEMQ	399
Vv12s0055g00170.pro	-----		260
Vv12s0055g00180.pro	-----	VRQKRKEMQ	439
Vv12s0055g00200.pro	-----	VRQKKKEMQ	439
Vv12s0055g00250.pro	-----	VRKKKEMQ	438
Vv12s0055g00280.pro	-----	VRKKKEMQ	427
Vv12s0055g00290.pro	-----	VRKKMNEHQ	439
Vv12s0055g00310.pro	-----	VRKKMNEHQ	439
Vv12s0055g00320.pro	-----	VRKKMNEHQ	439
Vv13s0019g02810.pro	-----	I RRRSI ELK	429
Vv13s0019g02860.pro	-----	I RDRCI SLK	429
Vv13s0019g02880.pro	-----	I RRRSI ELK	278
Vv13s0019g02890.pro	-----	LLKTADKMA	449
Vv13s0019g02910.pro	-----	LLKTADMMA	449
Vv13s0019g02940.pro	-----	FTKSAEAMA	446
Vv13s0019g02950.pro	-----	MRRV VMHLK	140
Vv13s0019g02990.pro	-----	LLKTADMMA	449
Vv13s0019g03020.pro	-----	LLKTADMMA	449
Vv13s0019g03040.pro	-----	FMKAADTMA	450
Vv13s0019g03060.pro	-----	FMKAADTLA	450
Vv13s0019g03100.pro	-----	FMEAADTLA	450
Vv13s0019g03120.pro	-----	FMEAADTLA	239
Vv13s0019g03130.pro	-----		172
Vv14s0006g02140.pro	-----	QKRRAKELR	452
Vv14s0066g01480.pro	-----	VREKVKVEVA	443
Vv14s0066g01490.pro	-----		235
Vv14s0066g01520.pro	-----	LKKEVKKFA	106
Vv14s0068g00440.pro	-----	FRSRALNLK	427
Vv14s0068g00450.pro	-----	FKARALNLK	428
Vv14s0068g00460.pro	-----	I KARAMVLK	428
Vv14s0068g00470.pro	-----		187
Vv14s0068g00480.pro	-----		117
Vv14s0068g00490.pro	-----	FKARAMELK	110
Vv14s0068g00500.pro	-----	FKARAMELK	428
Vv15s0021g02060.pro	-----	VRI RAKELK	438
Vv15s0046g01190.pro	-----	VRSRMKDLK	439
Vv15s0046g01210.pro	-----	VRSRMKDLK	439
Vv16s0022g01970.pro	-----	SREVRKVEVM	442
Vv16s0039g02230.pro	-----	LRENLGALR	426
Vv16s0050g00240.pro	-----	LDRVTAMR	438
Vv16s0050g01580.pro	-----	LRLRI MAMK	452
Vv16s0050g01590.pro	-----	LRLRI MAMK	450
Vv16s0050g01600.pro	-----	LDRVI AMR	438
Vv16s0050g01610.pro	-----	I RNQI MVMK	445
Vv16s0050g01660.pro	-----	I RNRI TAMK	445
Vv16s0050g01670.pro	-----	I RSRI TDLK	265
Vv16s0050g01680.pro	-----	I RNQVKAMK	447
Vv16s0115g00340.pro	-----	LDRVTAMR	446
Vv16s0115g00360.pro	-----	LREVRKVEVM	441
Vv17s0000g04750.pro	-----	EKVAMELR	433
Vv17s0000g04760.pro	-----	AREVRTELR	449
Vv17s0000g07020.pro	-----	I KANAELK	303
Vv17s0000g07030.pro	-----	I KANAELK	221
Vv17s0000g07060.pro	-----	I KANAELK	342
Vv17s0000g07070.pro	FLSHCGWNSTMDGI GMGVPFLLCWPYVVDQFHNSYSI CDKWKVGLGLNPDENFI SRHEI KKKI EMLVSDDVV	KANAELK	719

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv17s0000g07080.pro	-----	I KANAL KLK	382
Vv17s0000g07100.pro	-----	I KRNACMR	425
Vv17s0000g07790.pro	-----	ERL KKRKNG	331
Vv18s0001g05910.pro	-----	MKKKAMEVK	452
Vv18s0001g05950.pro	-----	MKKKTMEVK	447
Vv18s0001g05990.pro	-----	MKKKTMEVK	445
Vv18s0001g06060.pro	-----	MKKKTMEVK	446
Vv18s0001g06080.pro	-----	MKKQAMEVK	433
Vv18s0001g06090.pro	-----	L KKKAL EWK	449
Vv18s0001g06120.pro	-----	L KKKAL EWK	449
Vv18s0001g10110.pro	-----	MRRKASLLG	460
Vv18s0001g12040.pro	-----	MRRRVRELQ	447
Vv18s0041g00710.pro	-----	L RERSRKLK	446
Vv18s0041g00740.pro	-----	L RERSRKKR	451
Vv18s0041g00790.pro	-----	L RERI NKTR	451
Vv18s0041g00800.pro	-----	-----	119
Vv18s0041g00810.pro	-----	L RERSRKM	416
Vv18s0041g00830.pro	-----	RERSRKM	455
Vv18s0041g00840.pro	-----	L RERSRKM	456
Vv18s0041g00890.pro	-----	-----	95
Vv18s0041g00900.pro	-----	L RERSEKMR	451
Vv18s0041g00910.pro	-----	L RERSRKM	456
Vv18s0041g00920.pro	-----	L RERSRKM	456
Vv18s0041g00930.pro	-----	L RERSRKM	289
Vv18s0041g00950.pro	-----	L RERSRKR	456
Vv18s0041g00970.pro	-----	L RERI NKTR	117
Vv18s0041g00980.pro	-----	L RERSRKM	271
Vv18s0041g01000.pro	-----	L RERSRKM	456
Vv18s0041g01010.pro	-----	L RERSRKM	117
Vv18s0041g01040.pro	-----	L RERSRKR	456
Vv18s0041g01080.pro	-----	L RERSRKM	456
Vv19s0085g00750.pro	-----	VRKVKQMS	194
Vv19s0085g00760.pro	-----	VRKVKQMS	443
Vv19s0085g00800.pro	-----	VRKVKQMS	148

Majority	ELAREAVK- EG- - - - GSS- - - NL SL- - - FI EDI	-----	-----
	1930	1940	1950
Vv00s0324g00050.pro	KKAEETA- VG- - - SSP- CNNFDR- - FI KRLSTMDAKK	-----	503
Vv00s0324g00060.pro	KKAEATG- VG- - - GSS- YNNFDR- - LVKEVLHHS	-----	480
Vv00s0324g00070.pro	RKAFEATD- VG- - - GSS- YNNFER- - FI KEVLQNHSDYQ	-----	483
Vv00s0324g00080.pro	MKAEEATD- VG- - - GSS- YTNFDK- - FI KEALHTP	-----	174
Vv00s0324g00100.pro	RKAEEATSPCG- - - GSS- YSNLNK- - LI QEI LLLPNKSI TFN	-----	487
Vv00s0391g00010.pro	MKAEEATD- VG- - - GSS- YTNFDK- - FI KEALHTP	-----	1397
Vv00s1251g00010.pro	MKAEEATD- VG- - - GSS- YTNFDK- - FI KEALHTP	-----	394
Vv00s1602g00010.pro	EMALAAVK- DG- - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WSQD	-----	92
Vv00s2707g00010.pro	EMALAAVK- DG- - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WSQD	-----	92
Vv01s0010g00530.pro	ERI MG- EE- AG- - - LRV- MTNI TT- - FTDNLKHHVVN	-----	451
Vv01s0026g00630.pro	RLAKEAI S- EG- - - GSS- DQCI NQ- - FVEQLMSAAKKGESI	-----	458
Vv02s0012g02830.pro	ESAMNCVR- EG- - - GSS- YNNFQR- - FI QWLKA	-----	453
Vv02s0025g01240.pro	DAATMAL S- QD- - - GSS- - - TRSLAEVAQI WKNI KV	-----	468
Vv02s0033g00130.pro	GKFGNGFP- - - - - ATS- - - AAALDAFRDFI NQRAP	-----	509
Vv02s0033g00180.pro	GKFGNEFP- - - - - ATS- - - AAALDAFRDFI NQRAP	-----	509
Vv02s0033g00240.pro	RRFESGFP- - - - - GSC- - - EAAFEAVGKFI SQRAT	-----	461
Vv03s0017g01040.pro	KRAEKATR- SG- - - GSS- YVNFDR- - LVKQLKGKPI I ETNTI SPENVT	-----	366
Vv03s0017g01130.pro	TKAEETA- PC- - - GSS- YLNLDK- - LVDI LLTKP	-----	475
Vv03s0017g01140.pro	KLAEATR- PG- - - GSS- YDNFNK- - LL RNVL SKK	-----	482
Vv03s0017g01360.pro	KLAEAI M- LG- - - GSS- YNNFNK- - LL SDVLL SKK	-----	420
Vv03s0017g01370.pro	KLAEAI M- PG- - - GSS- YNNFNK- - LL SDVLL SKK	-----	483
Vv03s0017g01990.pro	EESTNALI- DG- - - GSS- - - HTCLGHLI EDM- - - I TN- - - - - I A	-----	485
Vv03s0017g02000.pro	ENCRKALM- EG- - - GSS- - - NSSI QRLI GDM- - - I TN- - - - - FS	-----	257
Vv03s0017g02110.pro	EKCVTALT- EG- - - GSL- - - DSSLQRLI GDM- - - I TN- - - - - I S	-----	189
Vv03s0017g02120.pro	EKCMKALT- EG- - - GSS- - - DCSI QRLI GDI- - - I TN- - - - - I S	-----	307
Vv03s0017g02140.pro	EKCMKALT- EG- - - GSS- - - DSSI QRLI GDM- - - I TN- - - - - I S	-----	475
Vv03s0063g00040.pro	GMARRAI E- KG- - - GSS- - - YTDMDALI EELKLYHAQI	-----	482
Vv03s0063g00050.pro	GKAKRAVE- EG- - - GSS- - - YTDAL AVI EELKACRKDKGF	-----	474
Vv03s0091g00040.pro	KAAEEAVA- EG- - - GSS- ERNLQG- - FVDEVRRRSI EI I YKTKI	-----	478
Vv03s0180g00200.pro	KAAEEAVA- EG- - - GSS- DRNLQE- - FVDEVRRMSI EL VCKSKI	-----	479
Vv03s0180g00280.pro	QLAQKAVV- KG- - - GSS- DSNI QW- - FVDEI KGNSI TDPSRSTAVQLNHEDI E	-----	490
Vv03s0180g00320.pro	KAAEEAVA- EG- - - GSS- DRNLQE- - FVDEVSRMSI LVCQSNKI	-----	479
Vv04s0023g01240.pro	KSGESALS- KG- - - ASS- - - YNSLSLI AKD	-----	501
Vv04s0023g01290.pro	YSAEKALS- KG- - - GSS- - - YTSLSHVVMDCQMSRSQQPLDNRTSTNPPSPSLKGMHLTTVR	-----	502
Vv05s0062g00270.pro	GLAREAVM- EG- - - GSS- DKNLKN- - FMDEVI QG- - - - - Y	-----	465
Vv05s0062g00300.pro	GLAREAVM- EG- - - GSS- DKNLKN- - FMDESKQKGTSSQFLRYI I TDVI ALFPQFVTTNFI LSPLRI I	-----	530
Vv05s0062g00310.pro	DLAREAVM- EG- - - GSS- DKNLKN- - FMDEFMQG- - - - - Y	-----	430
Vv05s0062g00350.pro	VLAREAVK- EG- - - GSS- DKNLKN- - FMNEVMHN- - - - - KVTCSS	-----	465
Vv05s0062g00360.pro	----- VS- HG- - - QSK- GHH	-----	193
Vv05s0062g00400.pro	DLAREAVK- EG- - - GSS- DRNLKA- - FVDEVVAERVEEMRRNANKPKDLEKETVKEGGI SDKNLI FVDEVPEGRGEET	-----	489
Vv05s0062g00430.pro	DLAREAVK- DG- - - GSS- DYNLKV- - FLDELGGGSI L	-----	466
Vv05s0062g00460.pro	DLAREAVK- DG- - - GSS- DCNLKA- - FLDELGGGSM	-----	465
Vv05s0062g00470.pro	ELAREAMK- NG- - - GMS- DNNLKA- - FVDEVGQKL	-----	463
Vv05s0062g00520.pro	----- - - - - - RV	-----	254
Vv05s0062g00570.pro	DLAREAVK- DG- - - GSS- DNNLKA- - FLDELGGGSL	-----	456
Vv05s0062g00590.pro	ELAREAMK- NG- - - GMS- DNNLKA- - FVDEVGQKL	-----	463
Vv05s0062g00630.pro	NLAREAVK- DG- - - GSS- DNMLKG- - FVDEVGGGCNESI GS	-----	469
Vv05s0062g00640.pro	NLAREAVK- DG- - - GSS- DKNLKG- - FVDEVGHGICYESI GS	-----	469
Vv05s0062g00700.pro	DLAREAVK- EG- - - GSS- DKNLKN- - FVNEI I QG- - - - - Y	-----	464
Vv05s0062g00710.pro	DLAREAVK- DG- - - GSS- DKNLKN- - FVDEI I QG- - - - - H	-----	463
Vv05s0062g00720.pro	GLAVECMR- EC- - - GSSGNI NLKH- - FVESLEI RTH	-----	402
Vv05s0062g00740.pro	GLAVESM- EY- - - GSSGETNLKH- - FVESLEI RTH	-----	447
Vv05s0062g01270.pro	EKI RDAMR- EG- - - GSS- - - LKAMDDFVSTML SKRQGY	-----	496
Vv05s0062g01280.pro	EKI RDAMR- EE- - - GSS- - - LKAMDDFVSTML SKRQGY	-----	479
Vv05s0094g00960.pro	GFTREAVG- EG- - - GTS- DRNI DE- - FVSKLVSK	-----	457
Vv05s0094g00990.pro	KSAVEAVS- EG- - - GTS- DKNI DE- - FVAKLI I SS	-----	458
Vv05s0094g01000.pro	ELAKEAAT- EG- - - GSS- DKNI EE- - FVKEI LCS	-----	453
Vv05s0094g01010.pro	-----	-----	246
Vv05s0094g01020.pro	ELGKEAVN- EG- - - GSS- DSNI EE- - FVAQLVCS	-----	176
Vv05s0094g01030.pro	ELAKEAVN- EG- - - GSS- DNNI EE- - FVARLVCRLEERKEEESI EDYVERFRMVASQSLAELI KKHRSSSHAKFLVYD	-----	494
Vv05s0094g01040.pro	ELAKEAVN- EG- - - GSS- DKNI EE- - FVAEI LCS	-----	429
Vv05s0094g01050.pro	ELAKEAVN- EG- - - GSS- DKNL EE- - FVAELL CSSD	-----	459
Vv05s0094g01060.pro	ELAKEAVT- EG- - - GSS- FKNI EE- - FVTEI LCS	-----	295

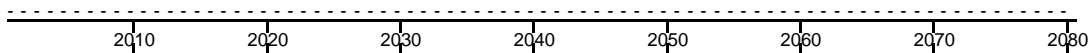
Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv05s0102g00930.pro	KLARSSLS- EG- - - GTS- YCNFNR- LI EDI RLMSAS	476
Vv05s0102g00990.pro	KLARRSL- EG- - - GTS- YCNFDR- LI EDI RLMSASHLEELASVEM	487
Vv06s0004g01640.pro	DMMKDAI R- DEEGFRGSS- - - VKAMDEFFNAASTREKTKRGP- NKYGQRR	492
Vv06s0004g01660.pro	DI I KDAI R- DEEGFKGSS- - - MKAMDEFFSAAALSRREKTKLEQENKI MPLT	247
Vv06s0004g01670.pro	KML KDAI R- DDEGFKGSS- - - VKVMDEFFHAAFSQWGRTKLQGNHEY	494
Vv06s0004g05780.pro	EKVDI CTS- EG- - - GSS- NRALKE- LVEYI SSF	424
Vv06s0004g06370.pro	EMSRRAVM- DG- - - GSS- - - SKSLGRLI ADI - - - - MNHPQ- - - - FPTNTVTN	537
Vv06s0004g06380.pro	EMSRRALM- EG- - - GSS- - - YNSFERLI HAM- - - - I NTR	211
Vv06s0004g06390.pro	EMSRRAVM- DG- - - GSS- - - SNSLGRLI ADI - - - - I PI D	478
Vv06s0004g06400.pro	EKSRRAL T- EG- - - GSS- - - YNSFERLI HAM- - - - I NTR	469
Vv06s0004g07220.pro	EVCRGAI A- KG- - - GST- DTNLDA- FLSH SQ- SRRR	259
Vv06s0004g07230.pro	EMCRGAI A- KG- - - GSS- HTNLDT- FI SHI SQ- R	364
Vv06s0004g07240.pro	KI CQEA AAA- KG- - - GSS- ETNVDA- FI RYI TQ- LPSH	460
Vv06s0004g07250.pro	KI CEEATA- NG- - - GSS- ETNMDA- FTREI TQLLLPSHEEI	449
Vv06s0004g07270.pro		197
Vv06s0004g07280.pro	EI CRQATG- RG- - - GSS- ESNI NA- FI SEI TQ- LPSH	172
Vv06s0004g07310.pro	EI CQLVI K- KG- - - GSS- DTSLDA- FVRDI SQY	452
Vv06s0009g01960.pro	ELCRKADD- PN- - - GSS- SQNFST- LLELVTKFQMDSSAN	451
Vv06s0009g01990.pro	KLWTRATE- PN- - - GSS- TQNFRT- LSKMVTNE	445
Vv06s0009g02000.pro	ELCRKATE- PN- - - GSS- SQNFNT- LLELVTKFQMDSSAN	457
Vv06s0009g02010.pro	KLWTRATE- PN- - - GSS- TQNFRT- LSKVITNE	445
Vv06s0009g02450.pro	EI CQQA I T- KG- - - ESS- YSNLEA- FARDI HNAATVEAG	424
Vv06s0061g00360.pro	QTLLENAL K- PD- - - GSS- EKNMNR- FKDDLK VRI QEK	474
Vv07s0151g00540.pro	NLAREAVD- EG- - - GSS- DKCI DE- FVAKLAVW	456
Vv07s0151g00560.pro		121
Vv07s0289g00050.pro	NLAREAVD- EG- - - GSS- DKCI DE- FVAKLAVW	456
Vv07s0289g00060.pro		393
Vv07s0289g00080.pro		456
Vv07s0289g00090.pro	----- VD- EG- - - GSS- DKCI DE- FVAKLAVW	165
Vv08s0007g04570.pro	TSARRAME- DG- - - GSS- - - HVNMSI LI QDI TKLQSTQENS	492
Vv08s0007g04580.pro	ELAKMAVE- EG- - - GSS- - - HLNTLLI QDI MEQVNQNGPTKEI V	407
Vv08s0007g04590.pro	EMAKKRAM- EG- - - GSS- - - YLNM TLLI QDI MQQVT CNQTKT	470
Vv08s0007g04600.pro	VMANKAME- QG- - - GSS- - - NHNI ALLI ENI KQHATVHSSKDT S	380
Vv08s0007g04610.pro	EMAKKAI E- EG- - - GSS- - - YLNMKRLI HYI LQQT I GNPSTQLS	464
Vv08s0007g05130.pro	DKVASSLR- QG- - - GSS- SEFLHS- LVDFI KGKLCNP	453
Vv08s0007g08910.pro	ATI QRSMD- EG- - - GVS- - - RKELDSFVAHI TR	540
Vv08s0007g08920.pro	NSLQRSM- EG- - - GVS- - - RKELDGF I AHI TRQLG- F	481
Vv08s0040g01470.pro	KTLENAV S- PV- - - GSS- ERNFSQ- FVKEAGDKI QEKKKFRMRNSSSTHGLPI LTTETKI RPI VFYFYF	507
Vv08s0040g01520.pro	DI ARSAVE- KG- - - GSS- - - YVSVGLLI EDLLNQREERLARDHRVGLAEK	494
Vv09s0002g06590.pro		413
Vv11s0052g01580.pro	ELATEAVE- SN- - - GSS- TKNFST- LLEVVS HVAAN	521
Vv11s0052g01600.pro	ELARRAVE- PN- - - GSS- TQNLGH- LLEVI TTSKLP LDTNK	459
Vv11s0052g01630.pro	ELARRAVE- PN- - - GSS- TQNLGN- LLEVI TTSKHLDTNKYDI RNRRRKLVSI SLM I KRVH	480
Vv11s0052g01640.pro		177
Vv12s0034g00030.pro	KI SRKVM- EG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDV- - - - I DQ- - - - - HSM	426
Vv12s0034g00040.pro	KI SRKVM- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - MDS- - - - - KVI	469
Vv12s0034g00060.pro	KI SHKVM- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI ED- - - - MDS- - - - - KVMKGKDAL	473
Vv12s0034g00080.pro	KI SRKVKI- DG- - - GSS- - - HFSLGRFI EDM- - - - MDS- - - - - KVI	469
Vv12s0034g00130.pro	KFSRTAI E- DG- - - GSS- - - HFSLGQFI EDV- - - - I N- - - - - I PCKQQSGT	476
Vv12s0034g00140.pro	KI SRTVM- DG- - - GSS- - - HFFLGQFI EDM- - - - I AS- - - - - I PCKQKI KKKYFFLKI FFLKKKI PN	491
Vv12s0034g00160.pro	EKSRKAMM- DG- - - GSS- - - YSYLGYFI EDM- - - - MTN- - - - - VP	472
Vv12s0034g01120.pro	KI SRKVM- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - MDS- - - - - KVMKGKDAL	475
Vv12s0055g00020.pro	KI SKKVM- EG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - MVN- - - - - I PCKQSDI	476
Vv12s0055g00030.pro	KI SRKVM- EG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - MAN- - - - - I PYTFYNFHSSNGKF	477
Vv12s0055g00050.pro	KI SRKVTI- EG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - MAN- - - - - I PCN	466
Vv12s0055g00060.pro		211
Vv12s0055g00070.pro	KI SRRVM- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - VAN- - - - - I PCKQRRYT	293
Vv12s0055g00160.pro	KI SRRVM- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - VAN- - - - - I PCKQRRDT	436
Vv12s0055g00170.pro		260
Vv12s0055g00180.pro	KI SRRVM- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - VAN- - - - - I PCKQRRDT	476
Vv12s0055g00200.pro	KI SRRVM- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDV- - - - VAN- - - - - I PCKQRRDT	476
Vv12s0055g00250.pro	KI SRRVM- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - MAN- - - - - MCKRQSDT	474
Vv12s0055g00280.pro	KI SRKVI- DG- - - GSS- - - HFSLGHFI EDM- - - - MAN- - - - - I PCEQ	459
Vv12s0055g00290.pro	QI SRRVI I- DG- - - GSS- - - HSSLGHFI ENL- - - - VMKQTELVFI PVPI I SHLSPTVEI AKLLTQRDPRFSI TI FI MKF	507
Vv12s0055g00310.pro	QI SRRVM- DG- - - GSS- - - HSSLGHFI ENV- - - - MTN- - - - - I P	468
Vv12s0055g00320.pro	QI SRKVM- DG- - - GSS- - - HSSLGHFI ENM- - - - MAN- - - - - I P	468
Vv13s0019g02810.pro	EKADLCLK- QG- - - GSS- HQSLES- LI KVMTLLFVLHTQLY- - - - FLNFVTK	471
Vv13s0019g02860.pro	EKANLCLK- QG- - - GSS- HQALE D- LI SYI SFFFHHLHAPEKGRLLI FPDHGMVSLRSFSI TI I HTHFNPNPANYP	511
Vv13s0019g02880.pro	EKADLCLK- QG- - - GSS- YQALES- LI SYLS SFFKGLLHN	301
Vv13s0019g02890.pro	TRARKCVS- EG- - - GSS- YCNLSS- LVDEI RLMGRLS	480
Vv13s0019g02910.pro	TRARKCVS- EG- - - GSS- YCNLSS- LI EEI RLMGRLS	480
Vv13s0019g02940.pro	KLARSSLS- EG- - - GSS- YCNFSQNLGQRLNLHQKSAAGKI NNQSI FQLRTHSPNSVI YVPSI YFGHQNQADKSVVS	520
Vv13s0019g02950.pro	EMVNL SLK- PG- - - GSS- HRSLER- FVAQLM	165
Vv13s0019g02990.pro	TRARKCVS- EG- - - GSS- YCNLSS- LI EEI RLMGRLS	480
Vv13s0019g03020.pro	TRARKCL K- YI- - - WS- STTI TE- PDGRRNL SHRHLNVI L	484
Vv13s0019g03040.pro	TSAKKSVS- EG- - - GSS- YCNLGS- LI EEI RLLSARSP	482
Vv13s0019g03060.pro	TLAKKCVG- DG- - - GSS- SCNLNS- LI EDI RLLST	479
Vv13s0019g03100.pro	TLAKKCVG- DG- - - GSS- SCNLNS- LI EDI RLLST	479
Vv13s0019g03120.pro	TLAKKCVG- DG- - - GSS- SCNLNS- LI EDI RLLST	268
Vv13s0019g03130.pro		172
Vv14s0006g02140.pro	DEALGAVL- PG- - - GTS- - - SRDL DALVQELVQLTLKQV	485
Vv14s0066g01480.pro	ETAKTAMK- EG- - - GSS- - - WQTLNLLI DETCNK TSAENVV	478
Vv14s0066g01490.pro		235
Vv14s0066g01520.pro	EATRAME- EG- - - GSS- - - WQMLNLLI DETCKKRGFFWSPSAPLLEW	150
Vv14s0068g00440.pro	EMAI DSVK- EG- - - GPS- HNNFKN- FVEVLKA	453
Vv14s0068g00450.pro	EMAMNGVQ- EG- - - GCS- SKNFKN- FI EWKA	454
Vv14s0068g00460.pro	EMAMNSVT- EG- - - GNS- HKNFKN- FI EWKS	454
Vv14s0068g00470.pro		187
Vv14s0068g00480.pro		117
Vv14s0068g00490.pro	EMTALNVK- EG- - - GKS- YSNLMN- FI EWKS	136
Vv14s0068g00500.pro	EMTGHNV R- EG- - - GKS- HNNLKN- FI EWKS	454
Vv15s0021g02060.pro	EAATKALC- DD- - - GSS- - - SKALLEFVLACKNKI GR	468
Vv15s0046g01190.pro	DASAKVLS- HD- - - GSS- - - TKALATVAQKWKAKHNY	469
Vv15s0046g01210.pro	DAAAKVLS- PD- - - GSS- - - TKALATVAQKWKAKHNY	469
Vv16s0022g01970.pro	NSGERALR- KG- - - GSS- - - YNSLSQAASTAI SFHKSTGAP	476
Vv16s0039g02230.pro	ETADRAVG- PK- - - GSS- TENFKT- LVDLVSKPKDV	456
Vv16s0050g00240.pro	EAAKAAMR- EG- - - GSY- - - RVELSKLVES- - - - - FKRAPLS	468
Vv16s0050g01580.pro	EAAETAMS- DG- - - GSS- - - RTALT KL VKS- - - - - WRPG	479
Vv16s0050g01590.pro	KAAETAMS- DG- - - GSS- - - RNALTKLVES- - - - - WRLG	477
Vv16s0050g01600.pro	DGAKAAMR- ED- - - GSS- - - RVALAKLVEL- - - - - I TRAPPT	468
Vv16s0050g01610.pro	EAAEAAMS- DG- - - GSS- - - RVALMKLVQS- - - - - VN	470
Vv16s0050g01660.pro	DEAKAAMS- DG- - - GSS- - - LAELDKLI KS- - - - - WRQKMNIH S	477

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv16s0050g01670.pro	EEARAAI S- DG- - - - G- - - - YVRFHI LNND- - - - HTGS	290
Vv16s0050g01680.pro	EEAKAAMN- DG- - - - GSS- - - LVALDKLLKS- - - - CRQKQI	476
Vv16s0115g00340.pro	DGAKAAI G- EG- - - - GSS- - - RVALAKLI GS- - - - FKRA	473
Vv16s0115g00360.pro	KTGERALR- KG- - - - GSS- - - YNSL SQVASAATS FHFHKEYRSPVKHCP	480
Vv17s0000g04750.pro	DAALSAAN- - G- - - - GSS- - - DRDLDDL VERL KEL KCEKGTNGHVQGHPI SGSTVH	480
Vv17s0000g04760.pro	RAAVEAI K- PG- - - - GSS- - - AKNLDAL VKHL SEFNLQEK	481
Vv17s0000g07020.pro	EMARKSVI - EG- - - - GSS- - - YKNFQT - - FVEAL KQ	329
Vv17s0000g07030.pro	EMTRKSVS- EG- - - - GSS- - - YKNFKT - - FI EAMKH	247
Vv17s0000g07060.pro	EMARKSVI - EG- - - - GSS- - - YKNFQT - - FVEAL KQ	368
Vv17s0000g07070.pro	EMTRKSVS- EG- - - - GSS- - - YKNFQT - - FVEVMKQ	745
Vv17s0000g07080.pro		382
Vv17s0000g07100.pro	EMARESVS- ED- - - - GSS- - - SKNFKA - - FI EAVKH	409
Vv17s0000g07790.pro	QSAKSAYS- KG- - - - GSS- - - DKNTDE - - FVGLLLKRGKKKT	457
Vv17s0000g08100.pro	WTKGSYWH- TR- - - - ASR- - - GL	346
Vv18s0001g05910.pro	RMAEAATTPA- - - - GSS- - - YSNL DK - - MI NQVLL SKSPC	484
Vv18s0001g05950.pro	KI AHEATTAPS- - - - GSS- - - FFNL DR - - MI KQLLL	474
Vv18s0001g05990.pro	HTAEAATTGPD- - - - GSS- - - YLNLEK - - MFEHV	470
Vv18s0001g06060.pro	HRAEVATTGPD- - - - GSS- - - YLNLEK - - I FEQVLL	473
Vv18s0001g06080.pro	KMAQKATI DSN- - - - GSS- - - YSNL DK - - MI NQVFLQI PSI PTS	468
Vv18s0001g06090.pro	TLAEEATRGPK- - - - GSS- - - FSNL DK - - MI TQALL	476
Vv18s0001g06120.pro	ALAAEATRGPN- - - - GSS- - - FSNL DK - - MI TQALL	476
Vv18s0001g10110.pro	ELAKKAI E- KG- - - - GSS- - - YNQLKALI KEI RSFRQPPLCRNL	496
Vv18s0001g12040.pro	SSALATLK- PG- - - - GPS- - - FEAL SEVAGTWTTAH	476
Vv18s0041g00710.pro	EMAEELG- PR- - - - GTS- - - AAALAKLAKLW- - - - WSSQG	476
Vv18s0041g00740.pro	EMALAAWR- EK- - - - GSS- - - TTALAKLLDI - - - - WAHGGV	480
Vv18s0041g00790.pro	EMAVEAWR- EE- - - - GSS- - - TTALAKLADI - - - - WKHDQGCKLAD	485
Vv18s0041g00800.pro	- - - - - WR- EE- - - - GSS- - - TTALAKLAEI - - - - WKHD	140
Vv18s0041g00810.pro	EMALAAWK- DG- - - - GSS- - - TTALAKFADV- - - - WNQD	443
Vv18s0041g00830.pro	EMALAAWK- EG- - - - VHP- - - - PLPLPNWLI SGVKI DWNVSESSLLLSL	495
Vv18s0041g00840.pro	EMALAAWK- EG- - - - GSS- - - TTALAKLADI - - - - WSQD	483
Vv18s0041g00890.pro		95
Vv18s0041g00900.pro	EMAVEAWR- EE- - - - GSS- - - TTALAKLAEN- - - - WKHD	478
Vv18s0041g00910.pro	EMALAAWK- DG- - - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WNQD	483
Vv18s0041g00920.pro	EMALAAWK- EG- - - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WSQD	483
Vv18s0041g00930.pro	EMALAAWK- EG- - - - GSS- - - TTALAKLADI - - - - WSQD	316
Vv18s0041g00950.pro	EMALAAWK- DG- - - - GSS- - - TTALAKLADI - - - - WSQD	483
Vv18s0041g00970.pro	EMAVEAWR- EE- - - - GSS- - - TTALAKLADI - - - - WKHDHGCKLVD	151
Vv18s0041g00980.pro	EMALAAWK- DG- - - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WNQD	298
Vv18s0041g01000.pro	EMALAAWK- EG- - - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WSQD	483
Vv18s0041g01010.pro	EMALAAWK- EG- - - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WSQD	144
Vv18s0041g01040.pro	EMALAAWK- DG- - - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WSQD	483
Vv18s0041g01080.pro	VMALAAWK- DG- - - - GSS- - - TTALAKLADV- - - - WSQD	483
Vv19s0085g00750.pro	ETCRETVVR- DG- - - - GSS- - - FASLQQFI TDL- - - - FAS- - - - - MKK	224
Vv19s0085g00760.pro	DTFREAVM- DG- - - - GSS- - - FVVLQQFI DDV- - - - FTE- - - - - I K	472
Vv19s0085g00800.pro	DTFREAVM- DG- - - - GSS- - - FVVLQQFI DDV- - - - FTE- - - - - I K	177

Majority



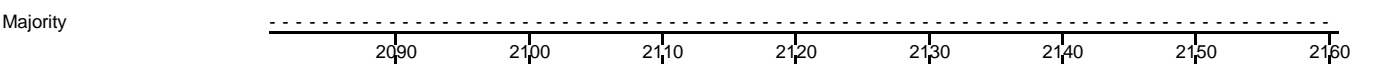
Vv00s0324g00050.pro		503
Vv00s0324g00060.pro		480
Vv00s0324g00070.pro		483
Vv00s0324g00080.pro		174
Vv00s0324g00100.pro		487
Vv00s0391g00010.pro		1397
Vv00s1251g00010.pro		394
Vv00s1602g00010.pro		92
Vv00s2707g00010.pro		92
Vv01s0010g00530.pro		451
Vv01s0026g00630.pro		458
Vv02s0012g02830.pro		453
Vv02s0025g01240.pro		468
Vv02s0033g00130.pro		509
Vv02s0033g00180.pro		509
Vv02s0033g00240.pro		461
Vv03s0017g01040.pro		366
Vv03s0017g01130.pro		475
Vv03s0017g01140.pro		482
Vv03s0017g01360.pro		420
Vv03s0017g01370.pro		483
Vv03s0017g01990.pro		485
Vv03s0017g02000.pro		257
Vv03s0017g02110.pro		189
Vv03s0017g02120.pro		307
Vv03s0017g02140.pro		475
Vv03s0063g00040.pro		482
Vv03s0063g00050.pro		474
Vv03s0091g00040.pro		478
Vv03s0180g00200.pro		479
Vv03s0180g00280.pro		490
Vv03s0180g00320.pro		479
Vv04s0023g01240.pro		501
Vv04s0023g01290.pro		502
Vv05s0062g00270.pro		465
Vv05s0062g00300.pro		530
Vv05s0062g00310.pro		430
Vv05s0062g00350.pro		465
Vv05s0062g00360.pro		193
Vv05s0062g00400.pro	VRNAEKCKDLARQV V NQGGSSDKDHKAFVEEADGERVEELRSNTEKWKDLAAEAVNEAGYSDKNL GAL VDKVAEEKVEEM	569
Vv05s0062g00430.pro		466
Vv05s0062g00460.pro		465
Vv05s0062g00470.pro		463
Vv05s0062g00520.pro		254
Vv05s0062g00570.pro		456
Vv05s0062g00590.pro		463
Vv05s0062g00630.pro		469
Vv05s0062g00640.pro		469
Vv05s0062g00700.pro		464
Vv05s0062g00710.pro		463
Vv05s0062g00720.pro		402
Vv05s0062g00740.pro		447
Vv05s0062g01270.pro		496

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv05s0062g01280.pro		479
Vv05s0094g00960.pro		457
Vv05s0094g00990.pro		458
Vv05s0094g01000.pro		453
Vv05s0094g01010.pro		246
Vv05s0094g01020.pro		176
Vv05s0094g01030.pro	SMMPWAQDVAEPLGLDGVPFFTQSCAVSTI YYHFNQGKCLKTPEGYTVSI PSMPLLCI NDLPFSI NDKTI LGFLLKQFSN	574
Vv05s0094g01040.pro		429
Vv05s0094g01050.pro		459
Vv05s0094g01060.pro		295
Vv05s0102g00930.pro		476
Vv05s0102g00990.pro		487
Vv06s0004g01640.pro		492
Vv06s0004g01660.pro		247
Vv06s0004g01670.pro		494
Vv06s0004g05780.pro		424
Vv06s0004g06370.pro		537
Vv06s0004g06380.pro		211
Vv06s0004g06390.pro		478
Vv06s0004g06400.pro		469
Vv06s0004g07220.pro		259
Vv06s0004g07230.pro		364
Vv06s0004g07240.pro		460
Vv06s0004g07250.pro		449
Vv06s0004g07270.pro		197
Vv06s0004g07280.pro		172
Vv06s0004g07310.pro		452
Vv06s0009g01960.pro		451
Vv06s0009g01990.pro		445
Vv06s0009g02000.pro		457
Vv06s0009g02010.pro		445
Vv06s0009g02450.pro		424
Vv06s0061g00360.pro		474
Vv07s0151g00540.pro		456
Vv07s0151g00560.pro		121
Vv07s0289g00050.pro		456
Vv07s0289g00060.pro		393
Vv07s0289g00080.pro		456
Vv07s0289g00090.pro		165
Vv08s0007g04570.pro		492
Vv08s0007g04580.pro		407
Vv08s0007g04590.pro		470
Vv08s0007g04600.pro		380
Vv08s0007g04610.pro		464
Vv08s0007g05130.pro		453
Vv08s0007g08910.pro		540
Vv08s0007g08920.pro		481
Vv08s0040g01470.pro		507
Vv08s0040g01520.pro		494
Vv09s0002g06590.pro		413
Vv11s0052g01580.pro		521
Vv11s0052g01600.pro		459
Vv11s0052g01630.pro		480
Vv11s0052g01640.pro		177
Vv12s0034g00030.pro		426
Vv12s0034g00040.pro		469
Vv12s0034g00060.pro		473
Vv12s0034g00080.pro		469
Vv12s0034g00130.pro		476
Vv12s0034g00140.pro		491
Vv12s0034g00160.pro		472
Vv12s0034g01120.pro		475
Vv12s0055g00020.pro		476
Vv12s0055g00030.pro		477
Vv12s0055g00050.pro		466
Vv12s0055g00060.pro		211
Vv12s0055g00070.pro		293
Vv12s0055g00160.pro		436
Vv12s0055g00170.pro		260
Vv12s0055g00180.pro		476
Vv12s0055g00200.pro		476
Vv12s0055g00250.pro		474
Vv12s0055g00280.pro		459
Vv12s0055g00290.pro	PFGSI DSMTTDSDSI RFVTLPPVEI SSGATTSPPFMPEFI KAQTLVLRDAVHELTRSNSVRLAGFVI DALCTHMI DVADE	587
Vv12s0055g00310.pro		468
Vv12s0055g00320.pro		468
Vv13s0019g02810.pro	LFTFHSI PDGLSKTEASTADVI ALLSLLNI NCVAPFRDCLSQLLSNPSEEP I ACLI TDAVWHFTQAVANSLKLPRMWLRT	471
Vv13s0019g02860.pro		581
Vv13s0019g02880.pro		311
Vv13s0019g02890.pro		480
Vv13s0019g02910.pro		480
Vv13s0019g02940.pro	PKI I QWQDEQALPVGSPFDSMAVPSTPHL	549
Vv13s0019g02950.pro		165
Vv13s0019g02990.pro		480
Vv13s0019g03020.pro		484
Vv13s0019g03040.pro		482
Vv13s0019g03060.pro		479
Vv13s0019g03100.pro		479
Vv13s0019g03120.pro		268
Vv13s0019g03130.pro		172
Vv14s0006g02140.pro		485
Vv14s0066g01480.pro		478
Vv14s0066g01490.pro		235
Vv14s0066g01520.pro		150
Vv14s0068g00440.pro		453
Vv14s0068g00450.pro		454
Vv14s0068g00460.pro		454
Vv14s0068g00470.pro		187
Vv14s0068g00480.pro		117
Vv14s0068g00490.pro		136
Vv14s0068g00500.pro		454
Vv15s0021g02060.pro		468

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv15s0046g01190.pro	469
Vv15s0046g01210.pro	469
Vv16s0022g01970.pro	476
Vv16s0039g02230.pro	456
Vv16s0050g00240.pro	468
Vv16s0050g01580.pro	479
Vv16s0050g01590.pro	477
Vv16s0050g01600.pro	468
Vv16s0050g01610.pro	470
Vv16s0050g01660.pro	477
Vv16s0050g01670.pro	290
Vv16s0050g01680.pro	476
Vv16s0115g00340.pro	473
Vv16s0115g00360.pro	480
Vv17s0000g04750.pro	480
Vv17s0000g04760.pro	481
Vv17s0000g07020.pro	329
Vv17s0000g07030.pro	247
Vv17s0000g07060.pro	368
Vv17s0000g07070.pro	745
Vv17s0000g07080.pro	382
Vv17s0000g07100.pro	409
Vv17s0000g07790.pro	457
Vv17s0000g08100.pro	346
Vv18s0001g05910.pro	484
Vv18s0001g05950.pro	474
Vv18s0001g05990.pro	470
Vv18s0001g06060.pro	473
Vv18s0001g06080.pro	468
Vv18s0001g06090.pro	476
Vv18s0001g06120.pro	476
Vv18s0001g10110.pro	496
Vv18s0001g12040.pro	476
Vv18s0041g00710.pro	476
Vv18s0041g00740.pro	480
Vv18s0041g00790.pro	485
Vv18s0041g00800.pro	140
Vv18s0041g00810.pro	443
Vv18s0041g00830.pro	495
Vv18s0041g00840.pro	483
Vv18s0041g00890.pro	95
Vv18s0041g00900.pro	478
Vv18s0041g00910.pro	483
Vv18s0041g00920.pro	483
Vv18s0041g00930.pro	316
Vv18s0041g00950.pro	483
Vv18s0041g00970.pro	151
Vv18s0041g00980.pro	298
Vv18s0041g01000.pro	483
Vv18s0041g01010.pro	144
Vv18s0041g01040.pro	483
Vv18s0041g01080.pro	483
Vv19s0085g00750.pro	224
Vv19s0085g00760.pro	472
Vv19s0085g00800.pro	177



Vv00s0324g00050.pro	503
Vv00s0324g00060.pro	480
Vv00s0324g00070.pro	483
Vv00s0324g00080.pro	174
Vv00s0324g00100.pro	487
Vv00s0391g00010.pro	1397
Vv00s1251g00010.pro	394
Vv00s1602g00010.pro	92
Vv00s2707g00010.pro	92
Vv01s0010g00530.pro	451
Vv01s0026g00630.pro	458
Vv02s0012g02830.pro	453
Vv02s0025g01240.pro	468
Vv02s0033g00130.pro	509
Vv02s0033g00180.pro	509
Vv02s0033g00240.pro	461
Vv03s0017g01040.pro	366
Vv03s0017g01130.pro	475
Vv03s0017g01140.pro	482
Vv03s0017g01360.pro	420
Vv03s0017g01370.pro	483
Vv03s0017g01990.pro	485
Vv03s0017g02000.pro	257
Vv03s0017g02110.pro	189
Vv03s0017g02120.pro	307
Vv03s0017g02140.pro	475
Vv03s0063g00040.pro	482
Vv03s0063g00050.pro	474
Vv03s0091g00040.pro	478
Vv03s0180g00200.pro	479
Vv03s0180g00280.pro	490
Vv03s0180g00320.pro	479
Vv04s0023g01240.pro	501
Vv04s0023g01290.pro	502
Vv05s0062g00270.pro	465
Vv05s0062g00300.pro	530
Vv05s0062g00310.pro	430
Vv05s0062g00350.pro	465
Vv05s0062g00360.pro	193
Vv05s0062g00400.pro	634
Vv05s0062g00430.pro	466
Vv05s0062g00460.pro	465
Vv05s0062g00470.pro	463

RNGEKWKDL TREGMKDGA VSDKNL KALL L DE VAA GRL EQF SMNGGF SHKNL KAF MDDI AAGEEQYN

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv05s0062g00520.pro	254
Vv05s0062g00570.pro	456
Vv05s0062g00590.pro	463
Vv05s0062g00630.pro	469
Vv05s0062g00640.pro	469
Vv05s0062g00700.pro	464
Vv05s0062g00710.pro	463
Vv05s0062g00720.pro	402
Vv05s0062g00740.pro	447
Vv05s0062g01270.pro	496
Vv05s0062g01280.pro	479
Vv05s0094g00960.pro	457
Vv05s0094g00990.pro	458
Vv05s0094g01000.pro	453
Vv05s0094g01010.pro	246
Vv05s0094g01020.pro	176
Vv05s0094g01030.pro	654
Vv05s0094g01040.pro	429
Vv05s0094g01050.pro	459
Vv05s0094g01060.pro	295
Vv05s0102g00930.pro	476
Vv05s0102g00990.pro	487
Vv06s0004g01640.pro	492
Vv06s0004g01660.pro	247
Vv06s0004g01670.pro	494
Vv06s0004g05780.pro	424
Vv06s0004g06370.pro	537
Vv06s0004g06380.pro	211
Vv06s0004g06390.pro	478
Vv06s0004g06400.pro	469
Vv06s0004g07220.pro	259
Vv06s0004g07230.pro	364
Vv06s0004g07240.pro	460
Vv06s0004g07250.pro	449
Vv06s0004g07270.pro	197
Vv06s0004g07280.pro	172
Vv06s0004g07310.pro	452
Vv06s0009g01960.pro	451
Vv06s0009g01990.pro	445
Vv06s0009g02000.pro	457
Vv06s0009g02010.pro	445
Vv06s0009g02450.pro	424
Vv06s0061g00360.pro	474
Vv07s0151g00540.pro	456
Vv07s0151g00560.pro	121
Vv07s0289g00050.pro	456
Vv07s0289g00060.pro	393
Vv07s0289g00080.pro	456
Vv07s0289g00090.pro	165
Vv08s0007g04570.pro	492
Vv08s0007g04580.pro	407
Vv08s0007g04590.pro	470
Vv08s0007g04600.pro	380
Vv08s0007g04610.pro	464
Vv08s0007g05130.pro	453
Vv08s0007g08910.pro	540
Vv08s0007g08920.pro	481
Vv08s0040g01470.pro	507
Vv08s0040g01520.pro	494
Vv09s0002g06590.pro	413
Vv11s0052g01580.pro	521
Vv11s0052g01600.pro	459
Vv11s0052g01630.pro	480
Vv11s0052g01640.pro	177
Vv12s0034g00030.pro	426
Vv12s0034g00040.pro	469
Vv12s0034g00060.pro	473
Vv12s0034g00080.pro	469
Vv12s0034g00130.pro	476
Vv12s0034g00140.pro	491
Vv12s0034g00160.pro	472
Vv12s0034g01120.pro	475
Vv12s0055g00020.pro	476
Vv12s0055g00030.pro	477
Vv12s0055g00050.pro	466
Vv12s0055g00060.pro	211
Vv12s0055g00070.pro	293
Vv12s0055g00160.pro	436
Vv12s0055g00170.pro	260
Vv12s0055g00180.pro	476
Vv12s0055g00200.pro	476
Vv12s0055g00250.pro	474
Vv12s0055g00280.pro	459
Vv12s0055g00290.pro	667
Vv12s0055g00310.pro	468
Vv12s0055g00320.pro	468
Vv13s0019g02810.pro	471
Vv13s0019g02860.pro	661
Vv13s0019g02880.pro	311
Vv13s0019g02890.pro	480
Vv13s0019g02910.pro	480
Vv13s0019g02940.pro	549
Vv13s0019g02950.pro	165
Vv13s0019g02990.pro	480
Vv13s0019g03020.pro	484
Vv13s0019g03040.pro	482
Vv13s0019g03060.pro	479
Vv13s0019g03100.pro	479
Vv13s0019g03120.pro	268
Vv13s0019g03130.pro	172
Vv14s0006g02140.pro	485
Vv14s0066g01480.pro	478

FQKVKWI LFNFTDKLEEEVMMKWMASLRPI KTI GPTVPSMYL DKRL EEDKEYGL SLFKQNVDAIYI AWL DLKGI GSVVYASF

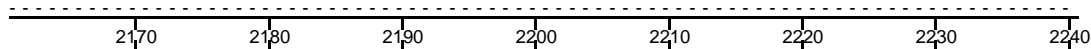
FGAPSYL FSTSSAASL GFL LHL QFL HDY EGL NL DEF KDSDAEL QV PSCANS VPGKV FPPMI FDKGVDGAAGL MYHMRRLR

SSVSSFLAVAAMPYL QKSGYL PI KVI ARL PDDKRDAI I EMGFGL LHL ACREL RYEL CSW I SNYDTAYHQL NMATGVVV

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv14s0066g01490.pro	235
Vv14s0066g01520.pro	150
Vv14s0068g00440.pro	453
Vv14s0068g00450.pro	454
Vv14s0068g00460.pro	454
Vv14s0068g00470.pro	187
Vv14s0068g00480.pro	117
Vv14s0068g00490.pro	136
Vv14s0068g00500.pro	454
Vv15s0021g02060.pro	468
Vv15s0046g01190.pro	469
Vv15s0046g01210.pro	469
Vv16s0022g01970.pro	476
Vv16s0039g02230.pro	456
Vv16s0050g00240.pro	468
Vv16s0050g01580.pro	479
Vv16s0050g01590.pro	477
Vv16s0050g01600.pro	468
Vv16s0050g01610.pro	470
Vv16s0050g01660.pro	477
Vv16s0050g01670.pro	290
Vv16s0050g01680.pro	476
Vv16s0115g00340.pro	473
Vv16s0115g00360.pro	480
Vv17s0000g04750.pro	480
Vv17s0000g04760.pro	481
Vv17s0000g07020.pro	329
Vv17s0000g07030.pro	247
Vv17s0000g07060.pro	368
Vv17s0000g07070.pro	745
Vv17s0000g07080.pro	382
Vv17s0000g07100.pro	409
Vv17s0000g07790.pro	457
Vv17s0000g08100.pro	346
Vv18s0001g05910.pro	484
Vv18s0001g05950.pro	474
Vv18s0001g05990.pro	470
Vv18s0001g06060.pro	473
Vv18s0001g06080.pro	468
Vv18s0001g06090.pro	476
Vv18s0001g06120.pro	476
Vv18s0001g10110.pro	496
Vv18s0001g12040.pro	476
Vv18s0041g00710.pro	476
Vv18s0041g00740.pro	480
Vv18s0041g00790.pro	485
Vv18s0041g00800.pro	140
Vv18s0041g00810.pro	443
Vv18s0041g00830.pro	495
Vv18s0041g00840.pro	483
Vv18s0041g00890.pro	95
Vv18s0041g00900.pro	478
Vv18s0041g00910.pro	483
Vv18s0041g00920.pro	483
Vv18s0041g00930.pro	316
Vv18s0041g00950.pro	483
Vv18s0041g00970.pro	151
Vv18s0041g00980.pro	298
Vv18s0041g01000.pro	483
Vv18s0041g01010.pro	144
Vv18s0041g01040.pro	483
Vv18s0041g01080.pro	483
Vv19s0085g00750.pro	224
Vv19s0085g00760.pro	472
Vv19s0085g00800.pro	177

Majority



Vv00s0324g00050.pro	503
Vv00s0324g00060.pro	480
Vv00s0324g00070.pro	483
Vv00s0324g00080.pro	174
Vv00s0324g00100.pro	487
Vv00s0391g00010.pro	1397
Vv00s1251g00010.pro	394
Vv00s1602g00010.pro	92
Vv00s2707g00010.pro	92
Vv01s0010g00530.pro	451
Vv01s0026g00630.pro	458
Vv02s0012g02830.pro	453
Vv02s0025g01240.pro	468
Vv02s0033g00130.pro	509
Vv02s0033g00180.pro	509
Vv02s0033g00240.pro	461
Vv03s0017g01040.pro	366
Vv03s0017g01130.pro	475
Vv03s0017g01140.pro	482
Vv03s0017g01360.pro	420
Vv03s0017g01370.pro	483
Vv03s0017g01990.pro	485
Vv03s0017g02000.pro	257
Vv03s0017g02110.pro	189
Vv03s0017g02120.pro	307
Vv03s0017g02140.pro	475
Vv03s0063g00040.pro	482
Vv03s0063g00050.pro	474
Vv03s0091g00040.pro	478
Vv03s0180g00200.pro	479
Vv03s0180g00280.pro	490
Vv03s0180g00320.pro	479
Vv04s0023g01240.pro	501

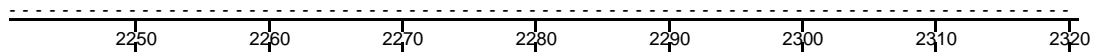
Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv04s0023g01290.pro		502
Vv05s0062g00270.pro		465
Vv05s0062g00300.pro		530
Vv05s0062g00310.pro		430
Vv05s0062g00350.pro		465
Vv05s0062g00360.pro		193
Vv05s0062g00400.pro		634
Vv05s0062g00430.pro		466
Vv05s0062g00460.pro		465
Vv05s0062g00470.pro		463
Vv05s0062g00520.pro		254
Vv05s0062g00570.pro		456
Vv05s0062g00590.pro		463
Vv05s0062g00630.pro		469
Vv05s0062g00640.pro		469
Vv05s0062g00700.pro		464
Vv05s0062g00710.pro		463
Vv05s0062g00720.pro		402
Vv05s0062g00740.pro		447
Vv05s0062g01270.pro		496
Vv05s0062g01280.pro		479
Vv05s0094g00960.pro		457
Vv05s0094g00990.pro		458
Vv05s0094g01000.pro		453
Vv05s0094g01010.pro		246
Vv05s0094g01020.pro		176
Vv05s0094g01030.pro	GSMASL GEEQMEEI AWGL KRNNTHFMWVRESEKLPCKFLEETCEKGLVVSWSQLEVL SHKAVGCFM SHCGWNSTLE	734
Vv05s0094g01040.pro		429
Vv05s0094g01050.pro		459
Vv05s0094g01060.pro		295
Vv05s0102g00930.pro		476
Vv05s0102g00990.pro		487
Vv06s0004g01640.pro		492
Vv06s0004g01660.pro		247
Vv06s0004g01670.pro		494
Vv06s0004g05780.pro		424
Vv06s0004g06370.pro		537
Vv06s0004g06380.pro		211
Vv06s0004g06390.pro		478
Vv06s0004g06400.pro		469
Vv06s0004g07220.pro		259
Vv06s0004g07230.pro		364
Vv06s0004g07240.pro		460
Vv06s0004g07250.pro		449
Vv06s0004g07270.pro		197
Vv06s0004g07280.pro		172
Vv06s0004g07310.pro		452
Vv06s0009g01960.pro		451
Vv06s0009g01990.pro		445
Vv06s0009g02000.pro		457
Vv06s0009g02010.pro		445
Vv06s0009g02450.pro		424
Vv06s0061g00360.pro		474
Vv07s0151g00540.pro		456
Vv07s0151g00560.pro		121
Vv07s0289g00050.pro		456
Vv07s0289g00060.pro		393
Vv07s0289g00080.pro		456
Vv07s0289g00090.pro		165
Vv08s0007g04570.pro		492
Vv08s0007g04580.pro		407
Vv08s0007g04590.pro		470
Vv08s0007g04600.pro		380
Vv08s0007g04610.pro		464
Vv08s0007g05130.pro		453
Vv08s0007g08910.pro		540
Vv08s0007g08920.pro		481
Vv08s0040g01470.pro		507
Vv08s0040g01520.pro		494
Vv09s0002g06590.pro		413
Vv11s0052g01580.pro		521
Vv11s0052g01600.pro		459
Vv11s0052g01630.pro		480
Vv11s0052g01640.pro		177
Vv12s0034g00030.pro		426
Vv12s0034g00040.pro		469
Vv12s0034g00060.pro		473
Vv12s0034g00080.pro		469
Vv12s0034g00130.pro		476
Vv12s0034g00140.pro		491
Vv12s0034g00160.pro		472
Vv12s0034g01120.pro		475
Vv12s0055g00020.pro		476
Vv12s0055g00030.pro		477
Vv12s0055g00050.pro		466
Vv12s0055g00060.pro		211
Vv12s0055g00070.pro		293
Vv12s0055g00160.pro		436
Vv12s0055g00170.pro		260
Vv12s0055g00180.pro		476
Vv12s0055g00200.pro		476
Vv12s0055g00250.pro		474
Vv12s0055g00280.pro		459
Vv12s0055g00290.pro	QAKGVMVNTFI ELESNAI QSFSGSTLPPVYPVGPILNTRTRFGEQQNASDI MSWLDDQPPSSVVFLLCFGGMGSFGADQI	747
Vv12s0055g00310.pro		468
Vv12s0055g00320.pro		468
Vv13s0019g02810.pro		471
Vv13s0019g02860.pro	LVTQTQDVGNI MGI PCSGEEI VVHTRRGTSNRITYTISLLEQNLENLAI GDDFRKTFLLIFACATLLAPNSKLEGI HDLWDTI	741
Vv13s0019g02880.pro		311
Vv13s0019g02890.pro		480
Vv13s0019g02910.pro		480
Vv13s0019g02940.pro		549

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv13s0019g02950.pro	165
Vv13s0019g02990.pro	480
Vv13s0019g03020.pro	484
Vv13s0019g03040.pro	482
Vv13s0019g03060.pro	479
Vv13s0019g03100.pro	479
Vv13s0019g03120.pro	268
Vv13s0019g03130.pro	172
Vv14s0006g02140.pro	485
Vv14s0066g01480.pro	478
Vv14s0066g01490.pro	235
Vv14s0066g01520.pro	150
Vv14s0068g00440.pro	453
Vv14s0068g00450.pro	454
Vv14s0068g00460.pro	454
Vv14s0068g00470.pro	187
Vv14s0068g00480.pro	117
Vv14s0068g00490.pro	136
Vv14s0068g00500.pro	454
Vv15s0021g02060.pro	468
Vv15s0046g01190.pro	469
Vv15s0046g01210.pro	469
Vv16s0022g01970.pro	476
Vv16s0039g02230.pro	456
Vv16s0050g00240.pro	468
Vv16s0050g01580.pro	479
Vv16s0050g01590.pro	477
Vv16s0050g01600.pro	468
Vv16s0050g01610.pro	470
Vv16s0050g01660.pro	477
Vv16s0050g01670.pro	290
Vv16s0050g01680.pro	476
Vv16s0115g00340.pro	473
Vv16s0115g00360.pro	480
Vv17s0000g04750.pro	480
Vv17s0000g04760.pro	481
Vv17s0000g07020.pro	329
Vv17s0000g07030.pro	247
Vv17s0000g07060.pro	368
Vv17s0000g07070.pro	745
Vv17s0000g07080.pro	382
Vv17s0000g07100.pro	409
Vv17s0000g07790.pro	457
Vv17s0000g08100.pro	346
Vv18s0001g05910.pro	484
Vv18s0001g05950.pro	474
Vv18s0001g05990.pro	470
Vv18s0001g06060.pro	473
Vv18s0001g06080.pro	468
Vv18s0001g06090.pro	476
Vv18s0001g06120.pro	476
Vv18s0001g10110.pro	496
Vv18s0001g12040.pro	476
Vv18s0041g00710.pro	476
Vv18s0041g00740.pro	480
Vv18s0041g00790.pro	485
Vv18s0041g00800.pro	140
Vv18s0041g00810.pro	443
Vv18s0041g00830.pro	495
Vv18s0041g00840.pro	483
Vv18s0041g00890.pro	95
Vv18s0041g00900.pro	478
Vv18s0041g00910.pro	483
Vv18s0041g00920.pro	483
Vv18s0041g00930.pro	316
Vv18s0041g00950.pro	483
Vv18s0041g00970.pro	151
Vv18s0041g00980.pro	298
Vv18s0041g01000.pro	483
Vv18s0041g01010.pro	144
Vv18s0041g01040.pro	483
Vv18s0041g01080.pro	483
Vv19s0085g00750.pro	224
Vv19s0085g00760.pro	472
Vv19s0085g00800.pro	177

Majority



Vv00s0324g00050.pro	503
Vv00s0324g00060.pro	480
Vv00s0324g00070.pro	483
Vv00s0324g00080.pro	174
Vv00s0324g00100.pro	487
Vv00s0391g00010.pro	1397
Vv00s1251g00010.pro	394
Vv00s1602g00010.pro	92
Vv00s2707g00010.pro	92
Vv01s0010g00530.pro	451
Vv01s0026g00630.pro	458
Vv02s0012g02830.pro	453
Vv02s0025g01240.pro	468
Vv02s0033g00130.pro	509
Vv02s0033g00180.pro	509
Vv02s0033g00240.pro	461
Vv03s0017g01040.pro	366
Vv03s0017g01130.pro	475
Vv03s0017g01140.pro	482
Vv03s0017g01360.pro	420
Vv03s0017g01370.pro	483
Vv03s0017g01990.pro	485
Vv03s0017g02000.pro	257

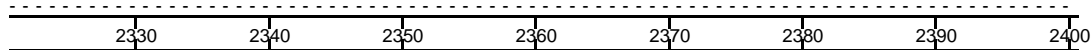
Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv03s0017g02110.pro	189
Vv03s0017g02120.pro	307
Vv03s0017g02140.pro	475
Vv03s0063g00040.pro	482
Vv03s0063g00050.pro	474
Vv03s0091g00040.pro	478
Vv03s0180g00200.pro	479
Vv03s0180g00280.pro	490
Vv03s0180g00320.pro	479
Vv04s0023g01240.pro	501
Vv04s0023g01290.pro	502
Vv05s0062g00270.pro	465
Vv05s0062g00300.pro	530
Vv05s0062g00310.pro	430
Vv05s0062g00350.pro	465
Vv05s0062g00360.pro	193
Vv05s0062g00400.pro	634
Vv05s0062g00430.pro	466
Vv05s0062g00460.pro	465
Vv05s0062g00470.pro	463
Vv05s0062g00520.pro	254
Vv05s0062g00570.pro	456
Vv05s0062g00590.pro	463
Vv05s0062g00630.pro	469
Vv05s0062g00640.pro	469
Vv05s0062g00700.pro	464
Vv05s0062g00710.pro	463
Vv05s0062g00720.pro	402
Vv05s0062g00740.pro	447
Vv05s0062g01270.pro	496
Vv05s0062g01280.pro	479
Vv05s0094g00960.pro	457
Vv05s0094g00990.pro	458
Vv05s0094g01000.pro	453
Vv05s0094g01010.pro	246
Vv05s0094g01020.pro	176
Vv05s0094g01030.pro	814
Vv05s0094g01040.pro	429
Vv05s0094g01050.pro	459
Vv05s0094g01060.pro	295
Vv05s0102g00930.pro	476
Vv05s0102g00990.pro	487
Vv06s0004g01640.pro	492
Vv06s0004g01660.pro	247
Vv06s0004g01670.pro	494
Vv06s0004g05780.pro	424
Vv06s0004g06370.pro	537
Vv06s0004g06380.pro	211
Vv06s0004g06390.pro	478
Vv06s0004g06400.pro	469
Vv06s0004g07220.pro	259
Vv06s0004g07230.pro	364
Vv06s0004g07240.pro	460
Vv06s0004g07250.pro	449
Vv06s0004g07270.pro	197
Vv06s0004g07280.pro	172
Vv06s0004g07310.pro	452
Vv06s0009g01960.pro	451
Vv06s0009g01990.pro	445
Vv06s0009g02000.pro	457
Vv06s0009g02010.pro	445
Vv06s0009g02450.pro	424
Vv06s0061g00360.pro	474
Vv07s0151g00540.pro	456
Vv07s0151g00560.pro	121
Vv07s0289g00050.pro	456
Vv07s0289g00060.pro	393
Vv07s0289g00080.pro	456
Vv07s0289g00090.pro	165
Vv08s0007g04570.pro	492
Vv08s0007g04580.pro	407
Vv08s0007g04590.pro	470
Vv08s0007g04600.pro	380
Vv08s0007g04610.pro	464
Vv08s0007g05130.pro	453
Vv08s0007g08910.pro	540
Vv08s0007g08920.pro	481
Vv08s0040g01470.pro	507
Vv08s0040g01520.pro	494
Vv09s0002g06590.pro	413
Vv11s0052g01580.pro	521
Vv11s0052g01600.pro	459
Vv11s0052g01630.pro	480
Vv11s0052g01640.pro	177
Vv12s0034g00030.pro	426
Vv12s0034g00040.pro	469
Vv12s0034g00060.pro	473
Vv12s0034g00080.pro	469
Vv12s0034g00130.pro	476
Vv12s0034g00140.pro	491
Vv12s0034g00160.pro	472
Vv12s0034g01120.pro	475
Vv12s0055g00020.pro	476
Vv12s0055g00030.pro	477
Vv12s0055g00050.pro	466
Vv12s0055g00060.pro	211
Vv12s0055g00070.pro	293
Vv12s0055g00160.pro	436
Vv12s0055g00170.pro	260
Vv12s0055g00180.pro	476
Vv12s0055g00200.pro	476
Vv12s0055g00250.pro	474

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv12s0055g00280.pro		459
Vv12s0055g00290.pro	KEI ANGLERSGHRFLWSL RQAPPKGMMAFSRDYENI EEVLPDGF L HRTARI GKI I GWAPQVAVLAHTAVGGFVSHCGWNS	827
Vv12s0055g00310.pro		468
Vv12s0055g00320.pro		468
Vv13s0019g02810.pro		471
Vv13s0019g02860.pro	WDGDVGVQKNMSKFLVHYI EDGI REYQKNQPTYI RGCRI FLQEKMHVYRLQMVVTL LLLNEANNVRGNI I QACGL	815
Vv13s0019g02880.pro		311
Vv13s0019g02890.pro		480
Vv13s0019g02910.pro		480
Vv13s0019g02940.pro		549
Vv13s0019g02950.pro		165
Vv13s0019g02990.pro		480
Vv13s0019g03020.pro		484
Vv13s0019g03040.pro		482
Vv13s0019g03060.pro		479
Vv13s0019g03100.pro		479
Vv13s0019g03120.pro		268
Vv13s0019g03130.pro		172
Vv14s0006g02140.pro		485
Vv14s0066g01480.pro		478
Vv14s0066g01490.pro		235
Vv14s0066g01520.pro		150
Vv14s0068g00440.pro		453
Vv14s0068g00450.pro		454
Vv14s0068g00460.pro		454
Vv14s0068g00470.pro		187
Vv14s0068g00480.pro		117
Vv14s0068g00490.pro		136
Vv14s0068g00500.pro		454
Vv15s0021g02060.pro		468
Vv15s0046g01190.pro		469
Vv15s0046g01210.pro		469
Vv16s0022g01970.pro		476
Vv16s0039g02230.pro		456
Vv16s0050g00240.pro		468
Vv16s0050g01580.pro		479
Vv16s0050g01590.pro		477
Vv16s0050g01600.pro		468
Vv16s0050g01610.pro		470
Vv16s0050g01660.pro		477
Vv16s0050g01670.pro		290
Vv16s0050g01680.pro		476
Vv16s0115g00340.pro		473
Vv16s0115g00360.pro		480
Vv17s0000g04750.pro		480
Vv17s0000g04760.pro		481
Vv17s0000g07020.pro		329
Vv17s0000g07030.pro		247
Vv17s0000g07060.pro		368
Vv17s0000g07070.pro		745
Vv17s0000g07080.pro		382
Vv17s0000g07100.pro		409
Vv17s0000g07790.pro		457
Vv17s0000g08100.pro		346
Vv18s0001g05910.pro		484
Vv18s0001g05950.pro		474
Vv18s0001g05990.pro		470
Vv18s0001g06060.pro		473
Vv18s0001g06080.pro		468
Vv18s0001g06090.pro		476
Vv18s0001g06120.pro		476
Vv18s0001g10110.pro		496
Vv18s0001g12040.pro		476
Vv18s0041g00710.pro		476
Vv18s0041g00740.pro		480
Vv18s0041g00790.pro		485
Vv18s0041g00800.pro		140
Vv18s0041g00810.pro		443
Vv18s0041g00830.pro		495
Vv18s0041g00840.pro		483
Vv18s0041g00890.pro		95
Vv18s0041g00900.pro		478
Vv18s0041g00910.pro		483
Vv18s0041g00920.pro		483
Vv18s0041g00930.pro		316
Vv18s0041g00950.pro		483
Vv18s0041g00970.pro		151
Vv18s0041g00980.pro		298
Vv18s0041g01000.pro		483
Vv18s0041g01010.pro		144
Vv18s0041g01040.pro		483
Vv18s0041g01080.pro		483
Vv19s0085g00750.pro		224
Vv19s0085g00760.pro		472
Vv19s0085g00800.pro		177

Majority



Vv00s0324g00050.pro		503
Vv00s0324g00060.pro		480
Vv00s0324g00070.pro		483
Vv00s0324g00080.pro		174
Vv00s0324g00100.pro		487
Vv00s0391g00010.pro		1397
Vv00s1251g00010.pro		394
Vv00s1602g00010.pro		92
Vv00s2707g00010.pro		92
Vv01s0010g00530.pro		451
Vv01s0026g00630.pro		458
Vv02s0012g02830.pro		453
Vv02s0025g01240.pro		468

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv02s0033g00130.pro	509
Vv02s0033g00180.pro	509
Vv02s0033g00240.pro	461
Vv03s0017g01040.pro	366
Vv03s0017g01130.pro	475
Vv03s0017g01140.pro	482
Vv03s0017g01360.pro	420
Vv03s0017g01370.pro	483
Vv03s0017g01990.pro	485
Vv03s0017g02000.pro	257
Vv03s0017g02110.pro	189
Vv03s0017g02120.pro	307
Vv03s0017g02140.pro	475
Vv03s0063g00040.pro	482
Vv03s0063g00050.pro	474
Vv03s0091g00040.pro	478
Vv03s0180g00200.pro	479
Vv03s0180g00280.pro	490
Vv03s0180g00320.pro	479
Vv04s0023g01240.pro	501
Vv04s0023g01290.pro	502
Vv05s0062g00270.pro	465
Vv05s0062g00300.pro	530
Vv05s0062g00310.pro	430
Vv05s0062g00350.pro	465
Vv05s0062g00360.pro	193
Vv05s0062g00400.pro	634
Vv05s0062g00430.pro	466
Vv05s0062g00460.pro	465
Vv05s0062g00470.pro	463
Vv05s0062g00520.pro	254
Vv05s0062g00570.pro	456
Vv05s0062g00590.pro	463
Vv05s0062g00630.pro	469
Vv05s0062g00640.pro	469
Vv05s0062g00700.pro	464
Vv05s0062g00710.pro	463
Vv05s0062g00720.pro	402
Vv05s0062g00740.pro	447
Vv05s0062g01270.pro	496
Vv05s0062g01280.pro	479
Vv05s0094g00960.pro	457
Vv05s0094g00990.pro	458
Vv05s0094g01000.pro	453
Vv05s0094g01010.pro	246
Vv05s0094g01020.pro	176
Vv05s0094g01030.pro	834
Vv05s0094g01040.pro	429
Vv05s0094g01050.pro	459
Vv05s0094g01060.pro	295
Vv05s0102g00930.pro	476
Vv05s0102g00990.pro	487
Vv06s0004g01640.pro	492
Vv06s0004g01660.pro	247
Vv06s0004g01670.pro	494
Vv06s0004g05780.pro	424
Vv06s0004g06370.pro	537
Vv06s0004g06380.pro	211
Vv06s0004g06390.pro	478
Vv06s0004g06400.pro	469
Vv06s0004g07220.pro	259
Vv06s0004g07230.pro	364
Vv06s0004g07240.pro	460
Vv06s0004g07250.pro	449
Vv06s0004g07270.pro	197
Vv06s0004g07280.pro	172
Vv06s0004g07310.pro	452
Vv06s0009g01960.pro	451
Vv06s0009g01990.pro	445
Vv06s0009g02000.pro	457
Vv06s0009g02010.pro	445
Vv06s0009g02450.pro	424
Vv06s0061g00360.pro	474
Vv07s0151g00540.pro	456
Vv07s0151g00560.pro	121
Vv07s0289g00050.pro	456
Vv07s0289g00060.pro	393
Vv07s0289g00080.pro	456
Vv07s0289g00090.pro	165
Vv08s0007g04570.pro	492
Vv08s0007g04580.pro	407
Vv08s0007g04590.pro	470
Vv08s0007g04600.pro	380
Vv08s0007g04610.pro	464
Vv08s0007g05130.pro	453
Vv08s0007g08910.pro	540
Vv08s0007g08920.pro	481
Vv08s0040g01470.pro	507
Vv08s0040g01520.pro	494
Vv09s0002g06590.pro	413
Vv11s0052g01580.pro	521
Vv11s0052g01600.pro	459
Vv11s0052g01630.pro	480
Vv11s0052g01640.pro	177
Vv12s0034g00030.pro	426
Vv12s0034g00040.pro	469
Vv12s0034g00060.pro	473
Vv12s0034g00080.pro	469
Vv12s0034g00130.pro	476
Vv12s0034g00140.pro	491
Vv12s0034g00160.pro	472
Vv12s0034g01120.pro	475

GGTSDKNI EEFVAEI LCSLD

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv00s0324g00080.pro	174
Vv00s0324g00100.pro	487
Vv00s0391g00010.pro	1397
Vv00s1251g00010.pro	394
Vv00s1602g00010.pro	92
Vv00s2707g00010.pro	92
Vv01s0010g00530.pro	451
Vv01s0026g00630.pro	458
Vv02s0012g02830.pro	453
Vv02s0025g01240.pro	468
Vv02s0033g00130.pro	509
Vv02s0033g00180.pro	509
Vv02s0033g00240.pro	461
Vv03s0017g01040.pro	366
Vv03s0017g01130.pro	475
Vv03s0017g01140.pro	482
Vv03s0017g01360.pro	420
Vv03s0017g01370.pro	483
Vv03s0017g01990.pro	485
Vv03s0017g02000.pro	257
Vv03s0017g02110.pro	189
Vv03s0017g02120.pro	307
Vv03s0017g02140.pro	475
Vv03s0063g00040.pro	482
Vv03s0063g00050.pro	474
Vv03s0091g00040.pro	478
Vv03s0180g00200.pro	479
Vv03s0180g00280.pro	490
Vv03s0180g00320.pro	479
Vv04s0023g01240.pro	501
Vv04s0023g01290.pro	502
Vv05s0062g00270.pro	465
Vv05s0062g00300.pro	530
Vv05s0062g00310.pro	430
Vv05s0062g00350.pro	465
Vv05s0062g00360.pro	193
Vv05s0062g00400.pro	634
Vv05s0062g00430.pro	466
Vv05s0062g00460.pro	465
Vv05s0062g00470.pro	463
Vv05s0062g00520.pro	254
Vv05s0062g00570.pro	456
Vv05s0062g00590.pro	463
Vv05s0062g00630.pro	469
Vv05s0062g00640.pro	469
Vv05s0062g00700.pro	464
Vv05s0062g00710.pro	463
Vv05s0062g00720.pro	402
Vv05s0062g00740.pro	447
Vv05s0062g01270.pro	496
Vv05s0062g01280.pro	479
Vv05s0094g00960.pro	457
Vv05s0094g00990.pro	458
Vv05s0094g01000.pro	453
Vv05s0094g01010.pro	246
Vv05s0094g01020.pro	176
Vv05s0094g01030.pro	834
Vv05s0094g01040.pro	429
Vv05s0094g01050.pro	459
Vv05s0094g01060.pro	295
Vv05s0102g00930.pro	476
Vv05s0102g00990.pro	487
Vv06s0004g01640.pro	492
Vv06s0004g01660.pro	247
Vv06s0004g01670.pro	494
Vv06s0004g05780.pro	424
Vv06s0004g06370.pro	537
Vv06s0004g06380.pro	211
Vv06s0004g06390.pro	478
Vv06s0004g06400.pro	469
Vv06s0004g07220.pro	259
Vv06s0004g07230.pro	364
Vv06s0004g07240.pro	460
Vv06s0004g07250.pro	449
Vv06s0004g07270.pro	197
Vv06s0004g07280.pro	172
Vv06s0004g07310.pro	452
Vv06s0009g01960.pro	451
Vv06s0009g01990.pro	445
Vv06s0009g02000.pro	457
Vv06s0009g02010.pro	445
Vv06s0009g02450.pro	424
Vv06s0061g00360.pro	474
Vv07s0151g00540.pro	456
Vv07s0151g00560.pro	121
Vv07s0289g00050.pro	456
Vv07s0289g00060.pro	393
Vv07s0289g00080.pro	456
Vv07s0289g00090.pro	165
Vv08s0007g04570.pro	492
Vv08s0007g04580.pro	407
Vv08s0007g04590.pro	470
Vv08s0007g04600.pro	380
Vv08s0007g04610.pro	464
Vv08s0007g05130.pro	453
Vv08s0007g08910.pro	540
Vv08s0007g08920.pro	481
Vv08s0040g01470.pro	507
Vv08s0040g01520.pro	494
Vv09s0002g06590.pro	413
Vv11s0052g01580.pro	521
Vv11s0052g01600.pro	459

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv11s0052g01630.pro		480
Vv11s0052g01640.pro		177
Vv12s0034g00030.pro		426
Vv12s0034g00040.pro		469
Vv12s0034g00060.pro		473
Vv12s0034g00080.pro		469
Vv12s0034g00130.pro		476
Vv12s0034g00140.pro		491
Vv12s0034g00160.pro		472
Vv12s0034g01120.pro		475
Vv12s0055g00020.pro		476
Vv12s0055g00030.pro		477
Vv12s0055g00050.pro		466
Vv12s0055g00060.pro		211
Vv12s0055g00070.pro		293
Vv12s0055g00160.pro		436
Vv12s0055g00170.pro		260
Vv12s0055g00180.pro		476
Vv12s0055g00200.pro		476
Vv12s0055g00250.pro		474
Vv12s0055g00280.pro		459
Vv12s0055g00290.pro	RVI I DGGSSHSFLGHFI ENVMTNI P	932
Vv12s0055g00310.pro		468
Vv12s0055g00320.pro		468
Vv13s0019g02810.pro		471
Vv13s0019g02860.pro		815
Vv13s0019g02880.pro		311
Vv13s0019g02890.pro		480
Vv13s0019g02910.pro		480
Vv13s0019g02940.pro		549
Vv13s0019g02950.pro		165
Vv13s0019g02990.pro		480
Vv13s0019g03020.pro		484
Vv13s0019g03040.pro		482
Vv13s0019g03060.pro		479
Vv13s0019g03100.pro		479
Vv13s0019g03120.pro		268
Vv13s0019g03130.pro		172
Vv14s0006g02140.pro		485
Vv14s0066g01480.pro		478
Vv14s0066g01490.pro		235
Vv14s0066g01520.pro		150
Vv14s0068g00440.pro		453
Vv14s0068g00450.pro		454
Vv14s0068g00460.pro		454
Vv14s0068g00470.pro		187
Vv14s0068g00480.pro		117
Vv14s0068g00490.pro		136
Vv14s0068g00500.pro		454
Vv15s0021g02060.pro		468
Vv15s0046g01190.pro		469
Vv15s0046g01210.pro		469
Vv16s0022g01970.pro		476
Vv16s0039g02230.pro		456
Vv16s0050g00240.pro		468
Vv16s0050g01580.pro		479
Vv16s0050g01590.pro		477
Vv16s0050g01600.pro		468
Vv16s0050g01610.pro		470
Vv16s0050g01660.pro		477
Vv16s0050g01670.pro		290
Vv16s0050g01680.pro		476
Vv16s0115g00340.pro		473
Vv16s0115g00360.pro		480
Vv17s0000g04750.pro		480
Vv17s0000g04760.pro		481
Vv17s0000g07020.pro		329
Vv17s0000g07030.pro		247
Vv17s0000g07060.pro		368
Vv17s0000g07070.pro		745
Vv17s0000g07080.pro		382
Vv17s0000g07100.pro		409
Vv17s0000g07790.pro		457
Vv17s0000g08100.pro		346
Vv18s0001g05910.pro		484
Vv18s0001g05950.pro		474
Vv18s0001g05990.pro		470
Vv18s0001g06060.pro		473
Vv18s0001g06080.pro		468
Vv18s0001g06090.pro		476
Vv18s0001g06120.pro		476
Vv18s0001g10110.pro		496
Vv18s0001g12040.pro		476
Vv18s0041g00710.pro		476
Vv18s0041g00740.pro		480
Vv18s0041g00790.pro		485
Vv18s0041g00800.pro		140
Vv18s0041g00810.pro		443
Vv18s0041g00830.pro		495
Vv18s0041g00840.pro		483
Vv18s0041g00890.pro		95
Vv18s0041g00900.pro		478
Vv18s0041g00910.pro		483
Vv18s0041g00920.pro		483
Vv18s0041g00930.pro		316
Vv18s0041g00950.pro		483
Vv18s0041g00970.pro		151
Vv18s0041g00980.pro		298
Vv18s0041g01000.pro		483
Vv18s0041g01010.pro		144
Vv18s0041g01040.pro		483
Vv18s0041g01080.pro		483

Monday, January 13, 2014 4:14 PM

Vv19s0085g00750.pro
Vv19s0085g00760.pro
Vv19s0085g00800.pro

224
472
177

EA2_Alignment Gruppe G aus *Arabidopsis thaliana* und *Vitis vinifera*

Alignment Report of EA2_Alignment Gruppe G aus Arabidopsis thaliana und Vitis vinifera.meg ClustalW (Sheet 1)

Thursday, January 16, 2014 2:27 PM

Majority

MSGH- - - - QKPHAVCI PYPAQGGHI NPMLKLAKLLHXRGFHI T FVNTEYNNHRL LRSRGNLSL DGL PSFQFETI PDGLPPSDVDATQDI P	1p	2p	3p	4p	5p	6p	7p	8p	9p			
Vv03s0017g01140.pro	MGSV- -	TASDKPHVVI	PYPAGGHVNPML	KLAKLLHNGKFFV	SVFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL SDFRFETI	PDGLPPSDADATQDI	P	88		
Vv03s0017g01370.pro	MASI- -	RASDKPHAVCI	PYPAGGHVNPML	KLAKLLHNGKFFV	SVFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL SDFRFETI	PDGLPPSDADATQDI	P	88		
Vv18s0001g05990.pro	MGS- - - - -	EKPHAVCI	PYPAGGGHI	NPMLKLAKLLHXRGFRI	TFVNTEFNHTRLL	NAQGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPPSDVDATQDI	P	84		
Vv18s0001g06080.pro	- - - - -	MEKPHAVCI	PYPAGGGHI	NPMLKLAKLLHXRGFRI	TFVNTEFNHTRLL	NAQGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPPSDVDATQDI	R	82		
Vv18s0001g06090.pro	MGSL- -	ASAEKPHAVCI	PYPAGGGHI	NPMLKLAKLLHXRGFHI	TFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPPSNVDATQDI	P	88		
Vv18s0001g06120.pro	MGSL- -	ASAEKPHAVCI	PYPAGGGHI	NPMLKLAKLLHXRGFHI	TFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPPSNVDATQDI	P	88		
VvGT16.pro	MG- - - - -	DKPHVVI	PYPAGGGHI	KPMLKLAKLLHXRGFHI	TFVNTEFNHTRLL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPPVDADATQDI	P	83		
VvGT17.pro	MGSV- -	E- -	KKPHAVCI	PYPAGGGHI	KPMLKLAKLLHXRGFHI	TFVNTEFNHTRLL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPPSDVDATQDI	P	86	
VvGT19.pro	MAMA- -	E- -	KPRPHAVCI	PYPAGGGHI	NPMLKLAKLLHXRGFHI	TFVNTEFNHTRLL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	ADGLPPSDI	DATQDVP	87	
VvGT14.pro	MGSM- - - - -	EKPHAVCI	PYPAGGGHI	NPMLKVAKLLHXRGFRI	TFVNTEFNHTRLL	KAQGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPPSNVDATQDI	P	85		
AtUGT85A7.pro	MESHVVHNAQKPHVVCV	PYPAGGGHI	NPMLKVAKLLYAKGFHV	TFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPETDGDRTQHT	P	90			
AtUGT85A1.pro	MGSQI	I	HNSQKPHVVCV	PYPAGGGHI	NPMMRVAKLLHARGFYV	TFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	ADGLPETDMDATQDI	T	90	
AtUGT85A2.pro	MGSH- V- -	AQKQHVVCV	PYPAGGGHI	NPMMKVAKLLYAKGFHI	TFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPETDMDATQDI	P	87		
AtUGT85A4.pro	MEQHSGSSQKPHAMCI	PYPAGGGHI	NPMLKLAKLLHARGFHV	TFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPETDMDATQDI	P	90			
AtUGT85A5.pro	MASHAVTSGQKPHVVCV	PYPAGGGHI	NPMLKVAKLLYAKGFHV	TFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPETDMDATQDI	P	90			
AtUGT85A3.pro	MGRVAVTSGQKPHVVCV	PYPAGGGHI	NPMMKVAKLLYAKGFHV	TFVNTEYNNHRL	LRSRGNLSL	DGL PSFQFETI	PDGLPETDMDATQDI	P	90			
AtUGT76C1.pro	MEKR- - - - -	NERQVI	LFPLPLQGC	NPMLQLAKI	LYSRGFSI	TI	I	HTRFNAP- - - - -	KSS- - -	D- HPLFTFLQI	RDGLSESQTQ- SRDLL	75

Majority

SLCESTXKNCLAPFRXLLXKLNDDG- - - - - VPPVTCI VSDGMSFTL DAAEELGVPEVLFWTT SAGCFMGYLHYRNL I DKGLI PLKDES	100	110	120	130	140	150	160	170	180							
Vv03s0017g01140.pro	SLCVSTTKNCLAPFCALI	TKLNDPSY- - -	SPGPPVSCI	VSDGMSFTL	DAAEELGVPEV	LFWTT SAGCF	MGYLHYRNL	I	RGLI	PLQDES	175					
Vv03s0017g01370.pro	SVCESTXKNCLAPFCNLI	SKLNDPSS- - -	SAGPPVTCI	VSDGMSFTL	DAAEELGVPEV	LFWTT SAGCF	MGYLHYRNL	I	RGLI	PLKDES	175					
Vv18s0001g05990.pro	SLCVSTTKNCLAPFRRL	AKLNDDG- - - - -	PPVTCI	FSDAI	MSFTL	DAAQELGI	PDLL	WTASACGF	MAYVQYRSLI	DKGFTPLKDES	167					
Vv18s0001g06080.pro	YLCVSTTKNCLAPFRDL	LSQLNDDG- - - - -	PPVTCI	VSDGMSFTL	DAAQELAI	PDVL	FWTTSTCGF	MGYLQYRNL	I	DKGFTPLKDES	165					
Vv18s0001g06090.pro	ALCVSTRKHCLPPFRDL	SNLNDDG- - - - -	PPVTCI	VSDGMSFTL	DAAQELGVPEV	LFWTT SAGCF	MGYLQYRNL	I	DKGLAPLKDES	171						
Vv18s0001g06120.pro	ALCVSTTKHCLPPFRDL	SNLNDDG- - - - -	PPVTCI	VSDGMSFTL	DAAQELGVPEV	LFWTT SAGCF	MGYLQYRNL	I	DKGLAPLKDES	171						
VvGT16.pro	SLCESTPKSCL	PFQQLI	AKLNDDPS- - -	SNVPPVTCI	VSDGMSFTL	KASEELGI	PNVL	FWTT SAGCF	MAYKQFRPLI	DGVLVPLKDES	170					
VvGT17.pro	SLCVSTKNNLPPFRCL	LKLNDDG- - - - -	PPVTCI	VSDSLL	STL	DAAQELGI	PGLL	FWTTASACGF	MAYHYRNL	VLNKGF	PLKDES	169				
VvGT19.pro	SLCASTHNDCLAPFRDL	LAKLNDDTSS- - - -	SKVPPVTCI	VSDGI	MSFTL	DAAEELGI	PEVFF	FWTT SAGCF	MGYLHYRNL	IRGFFPLKDES	174					
VvGT14.pro	SLCASTKKNCLAPFRRL	LAKLNDRG- - - - -	PPVTCI	FSDAVMSFTL	DAAQELGI	PDLL	WTASACGF	MAYVQYRSLI	DKGFTPLKDES	168						
AtUGT85A7.pro	TVCMSEI	EKNCLAPFKEI	LRRI	NDK- - - -	DVPPVSCI	VSDGMSFTL	DAAEELGVPEV	LFWTTASACGF	MAYHYRNL	IRGFFPLKDES	175					
AtUGT85A1.pro	ALCESTKKNCLAPFRELL	QRI	NAGD- - - -	NVPPVSCI	VSDGMSFTL	DAAEELGVPEV	LFWTT SAGCF	MGYLHYRNL	IRGFFPLKDES	175						
AtUGT85A2.pro	TLCESTMKHCLAPFKEI	LRRI	NARD- - - -	DVPPVSCI	VSDGMSFTL	DAAEELGVPEV	LFWTT SAGCF	MGYLHYRNL	IRGFFPLKDES	172						
AtUGT85A4.pro	KLI	DSTI	NNCLAPFKDLI	LRLNSSG- - - -	DI	PPVSCI	I	SDASMSFTI	DAAEELKI	PVLL	WNTSALAI	LYLHYQKI	EKEI	I	PLKDES	175
AtUGT85A5.pro	TLCESTKKNCLAPFKEI	LRRI	NTTK- - - -	DVPPVSCI	VSDGMSFTL	DAAEELGVPEV	LFWTT SAGCF	MGYLHYRNL	IRGFFPLKDES	175						
AtUGT85A3.pro	ALSESTTKNCLVPFKLL	QRI	VTRE- - - -	DVPPVSCI	VSDGMSFTL	DAAEELGVPEV	LFWTT SAGCF	MGYLHYRNL	IRGFFPLKDES	175						
AtUGT76C1.pro	LQLTLLNNNCI	PFRECL	AKRI	KPSSDSGT	EDRKI	SCVI	DDSGWFT	QSAVESF	LNPRFL	CAYKFS	FGLHFL	VQI	REKGL	PVP	PTA	165

Majority

YLTNGYLD- TVI DW PG- MKGI RLKDI PSFI RTTDP- DDI MLNFALREARAKKASAI I LNTFDAL EKD- VL DAL SATLPPVYSI GPLQH	190	200	210	220	230	240	250	260	270											
Vv03s0017g01140.pro	CLSNGLYLD- TVVDF	VPGKKKI	RLRDFPT	FLRTTDL- NDI	MLNFV	VEAERASRASAVI	LNTFDAL	EKD- VL	DAL	SATLPPVYSI	GPLQH	262								
Vv03s0017g01370.pro	CLTNGYLD- TI	VDSI	PGMMKTI	RLRDFPA	FFKTTDP- NDI	MLNFI	L	AEARANKASAI	I	LNTFDAL	EKD- VL	DAL	RATLPPVYTI	GPLQH	262					
Vv18s0001g05990.pro	YLTNGYLD- TVVDW	PG- MKGI	RLKDI	PSFI	RTTDP- DDV	MLDF	AMGELERARKASAI	I	FNTFDAL	EH- VL	DAI	APMYPPI	YTI	APLQL	253					
Vv18s0001g06080.pro	YLTNGYLD- TVI	DW	PG- MRGI	RLKDI	PSFI	RTTDP- NEI	MLDF	PLHEAERARKASAI	I	FNTFDAL	EH- - - -	MFWMHF	QCFL	QFT	P- -	244				
Vv18s0001g06090.pro	YLTNGYLD- TVI	DW	PG- MKGI	RLKDI	PSFI	RTTDP- NEI	MLDF	PLHEAERARKASAI	I	FNTFDAL	EH- VL	DAI	SQMFPPI	YTI	GPLHQ	257				
Vv18s0001g06120.pro	YLTNGYLD- TVI	DW	PG- MKGI	RLKDI	PSFI	RTTDP- NDI	MLDF	PLHEAERARKASAI	I	FNTFDAL	EH- VL	DAI	SQMFPPI	YTI	GPLHK	257				
VvGT16.pro	YLTNGYLE- TI	DW	PG- MKNMRL	RDFPSFI	RTRDPS	DHFMDFI	I	DTTDS	SASKASGLI	LNTFDAL	EH- VL	NPL	SSMFPPI	CTV	GPLPL	257				
VvGT17.pro	YLTNGYLD- TVI	DW	PG- MKGI	RLKDI	PSFI	RTTDP- DDV	MLDF	AMGELERARKASAI	I	FNTFDAL	EH- VL	DAI	APMYPPI	YTI	GPLQL	255				
VvGT19.pro	CLTNGHLD- TVVDW	PA- MKG	VRLL	RDLPSFI	RTTDP- DDI	VNFM	AMGELERANDASAI	I	LNTFDAL	EH- VL	QAL	SMFPPI	YTI	GPLQL	260					
VvGT14.pro	YLTNGYLD- TVVDW	PG- MKGI	RLKDI	PSFI	RTTDP- DDI	MLDF	AMGELERARKASAI	I	FNTFDAL	EH- VL	DAI	APMYPPI	YTI	GPLQL	254					
AtUGT85A7.pro	YMSKEHL- TVI	DW	PS- MKNL	RLKDI	PSFI	RTTDP- DNI	MLNFI	L	REVERSKRASAI	I	LNTFDAL	EH- VI	QSMQSI	LPVYSI	GPLHL	261				
AtUGT85A1.pro	YLTKEYLED	TVI	DFI	PS- MKNV	KLKDI	PSFI	RTTDP- DDV	MLDF	AMGELERARKASAI	I	LNTFDAL	EH- VL	DAI	APMYPPI	YTI	GPLHL	262			
AtUGT85A2.pro	YLTKEYLED	TVI	DFI	PS- MKNV	KLKDI	PSFI	RTTDP- DDV	MLDF	AMGELERARKASAI	I	LNTFDAL	EH- VL	DAI	APMYPPI	YTI	GPLHL	262			
AtUGT85A4.pro	DLKK- HLE-	TEI	DW	PS- MKKI	KLKDI	PSFI	RTTDP- QDPMI	SFI	L	HVTGRI	KRASAI	I	LNTFDAL	EH- VL	SLR	SLLPQI	YSVGFPI	260		
AtUGT85A5.pro	- - - - -	SLD-	TEI	NW	PS- MKNL	GLKDI	PSFI	RATNT- EDI	MLNF	V	HEADRARKASAI	I	LNTFDAL	EH- VL	VRSI	QSI	I	PQVYTI	GPLHL	256
AtUGT85A3.pro	CLTKEYLD- TVI	DW	PS- MNNV	KLKDI	PSFI	RTTDP- NDI	MLNF	V	VEARACTKASAI	I	LNTFDAL	EH- I	QSMQSI	LPVYPI	GPLHL	261				
AtUGT76C1.pro	LTHSRFVSDSEADDL	VPEFP	PLRKKDL	SRI	MGTSAQ-	SKPL	DAYLLKI	L	DATK	PASGI	I	VMSCKEL	DHDSLAES	NKVF	SI	FPI	GP- -	251		

Majority

LVNQ- I EDSXLKLI GSNLWKEEPECLDWLDSKEPNSVYVNFSGI TVMTPQQLVEFAWGLANSNKEFLW I RPDLVSGDSAI LPP- - EF	280	290	300	310	320	330	340	350	360																				
Vv03s0017g01140.pro	LVDQ- - I	SDDRL	KSMG	SNLWKEE	PECLDWL	DSKEPNSVYVNF	SGI TVMTP	QQL	VEFAWGL	ANSNKEFLW	I	RPDL	VSGDS	ALL	PP- -	EF	348												
Vv03s0017g01370.pro	LVDQ- - I	SDDKL	KFF	GSSL	WKEE	PECLDWL	DSKEPNSVYVNF	SGI TVMTP	QQL	TEFAWGL	ANSNKEFLW	I	RPDL	VSGDS	ALL	PP- -	EF	348											
Vv18s0001g05990.pro	LLHQ- - I	HDEL	QLI	ESNL	WKEE	PECLDWL	DSKEPNSVYVNF	SGI TVMTP	PQQL	TEFAWGL	ANSNKEFLW	I	RPDL	VSGDS	ALL	PP- -	EF	349											
Vv18s0001g06080.pro	- L- - -	VQDNDL	QLI	GSNL	WKEE	WGF	EWL	NSKKHNSVYVNF	GSV	SL	T	DQL	NEFAWGL	ANSNKEFLW	I	RPDI	VSGESAI	LLP- -	QF	327									
Vv18s0001g06090.pro	LMSQ- - I	QDNDL	KL	MESNL	WKEE	PECLDWL	DSKEPNSVYVNF	SGI TVMTP	QQL	NEFAWGL	VNSNKEFLW	I	RPDL	VSGDAI	LPP- -	EF	343												
Vv18s0001g06120.pro	LMSQ- - I	QDNDL	KL	MESNL	WKEE	PECLDWL	DSKEPNSVYVNF	SGI TVMTP	QQL	NEFAWGL	VNSNKEFLW	I	RPDL	VSGDAI	LPP- -	EF	343												
VvGT16.pro	LLNQ- - I	PDD-	- NSI	ESNL	WREETE	CLDWL	NSKQPNVYVNF	SGI TVMTP	PEQL	VEFAWGL	ANSNKEFLW	I	RPDL	VSGDS	ALL	PP- -	EF	341											
VvGT17.pro	LMNQ- - I	QDKDL	KSI	GSNL	WKEE	DEECLDWL	DSKPNVYVNF	SGI TVMTP	PEHL	I	FAWGL	ANSNKEFLW	I	RPDL	VSGASAI	LPP- -	EF	341											
VvGT19.pro	LLNQ- - I	MPDNDL	KSI	ESNL	WKEE	PGCL	EWL	DAKEPESVYVNF	GSV	T	MTP	QQL	VEFAWGL	ANSNKEFLW	I	RPDL	VAGDAI	LPA- -	DF	346									
VvGT14.pro	LPDQ- - I	HDEL	KL	LI	GSNL	WKEE	PECLDWL	DSKEPNSVYVNF	SGI TVMTP	QQL	I	FAWGL	ANSNKEFLW	I	RPDL	VSGESAI	LPP- -	EF	340										
AtUGT85A7.pro	L	VKEEI	NEASEI	QOMGL	NL	WREEME	CLDWL	DTKT	PNSVL	VFN	GCI	T	VS	AKQL	EEFAWGL	AASRKEFL	W	RPNL	VGEAM	VLPQ-	EF	350							
AtUGT85A1.pro	L	NREI	EEGSEI	GMMSSNL	WKEE	MECLDWL	DTKT	QNSVI	YI	N	FSGI	T	V	L	SVKQL	VEFAWGL	AGSGKEFL	W	RPDL	VAGEAM	VPP-	DF	350						
AtUGT85A2.pro	L	EKQES	GEYSEI	GRT	GSNL	WREETE	CLDWL	NTKARNSVYVNF	SGI TVL	SAKQL	VEFAWGL	AATGKEFL	W	RPDL	VAGEAM	VPP-	DF	346											
AtUGT85A4.pro	L	ENREI	DKNSEI	RKL	GL	NL	WEEETE	SLDWL	DTKAEKAVI	YVNF	GSV	L	T	SEI	I	FAWGL	ARS	GKEFL	W	VRS	GM	WDGDSI	LPA-	DF	348				
AtUGT85A5.pro	L	VNRDI	DEESI	GOI	GTN	MREEME	CLDWL	DTKSPNSVYVNF	SGI TVMS	AKQL	VEFAWGL	AATGKEFL	W	RPDL	VAGD	VMP	PP-	DF	344										
AtUGT85A3.pro	L	VNREI	EEDSEI	GRMGSNL	WKEETE	CLDWL	NTKSRNSVYVNF	SGI TVI	MTAQL	LEFAWGL	AATGKEFL	W	MRP	DSV	AGEEAVI	PK-	DF	349											
AtUGT76C1.pro	- - -	FH-	- I	- -	HDV	PASS	SSL	LEPDQ	QSCI	PWL	DMRE	TRSV	VYV	SL	GSI	ASL	NES	DF	LEI	ACGL	RNT	NQSF	L	WVRP	GSV	HGRDW	ESL	PSGF	335

Thursday, January 16, 2014 2:27 PM

Majority	XAETKDRGL L A S-	WCPQE XVL SHPAXGGFL THNGWNSTL ESLCAGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYCCT EWGVGMEI	DGDV KRDEVE XLVREL					
	370	380	390	400	410	420	430	440	450
Vv03s0017g01140.pro	VTETKDRGMLAS-	WCPQE QVL KHPAI	GGFL THSGWNSTSESI	CGGVPLI	CWPF FAEQQT NCRYSCSEWGI	GMEI	DNNV KRVEVEKLVREL		437
Vv03s0017g01370.pro	VTETRDRGL L A S-	WCPQE QVL KHPAVGGFVTHSGWNSTSEGI	CGGVPLI	CWPF FAEQQT NCRYCCSEWGI	GMEI	DGNV KRDKVEKLVREL			437
Vv18s0001g05990.pro	VAETEDRGL L A G-	WCLQE QVL THQAI	GGFL THNGWNSI I	EGLCAGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYCCT EWGVGMEI	DSDV KRDEVAKLVREL			428
Vv18s0001g06080.pro	LAETKNRGL L A S-	WCPQEEVL SNPAVGGFL THNGWNSTMESV	SAGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYCCT EWGI	GTEI	DSDV KRDEVERLVREL			416
Vv18s0001g06090.pro	VAETKERGL L A G-	WCPQE QVL SHPAVGGFL THNGWNSTI	ESVSAGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYCCT EWGI	GMEI	DSDV KRDEI ERLVKEL			432
Vv18s0001g06120.pro	VAETKERGL L A G-	WCPQE QVL SHPAVGGFL THNGWNSTI	ESVSAGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYCCT EWGI	GMEI	DSDV KRDEI ERLVKEL			432
VvGT16.pro	VNETI QRGL MAG-	WCPQE KVL NHPSVGGFL THSGWNSTI	ESI CAGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYACTEWGVGMEI		DNNV ERDEVEKLVKEL			430
VvGT17.pro	LTETKDRGL L A S-	WCSQE QVL GHPAVGGFL THNGWNSI	LESVCCGVAMI	CWPF FAEQQT NCRYCCT EWGI	GMEI	DGDV KRDDVERLVREL			430
VvGT19.pro	VAQTKERSL L A S-	WCPQERVL THPAI	GGFL THSGWNSTI	EGLCGGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYCCT EWGVGMEI	GNDV TRDEVEESLVREL			435
VvGT14.pro	VAETEDRGL L A G-	WCPQE QVL THQAI	GGFL THNGWNSTI	EGLCAGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYCCT EWGVGMEI	DSDV KRDEVAKLVREL			429
AtUGT85A7.pro	LAETI DRRMLAS-	WCPQE KVL SHPAI	GGFL THCGWNSTLESL	AGGVPMI	CWPF FAEQQT NCKFSCDEWVGI	EI	GKDV KREEVETVVREL		439
AtUGT85A1.pro	LME TKDRSMLAS-	WCPQE KVL SHPAI	GGFL THCGWNSI	LESLSGCVPMI	CWPF FADQQT NCKFCCDEWVGI	EI	GGDV KRREEVEAVVREL		439
AtUGT85A2.pro	LTATADRRLAS-	WCPQE KVL SHPAI	GGFL THCGWNSTLESL	CGGVPMI	CWPF FAEQQT NCKFSRDEWVGI	EI	GGDV KRREEVEAVVREL		435
AtUGT85A4.pro	LSETKNRGM L I	KGWCSQE KVL SHPAI	GGFL THCGWNSTLESL	YAGVPMI	CWPF FADQL TNRKFCCEWVGI	GMEI	GEEV KRERVETVVREL		438
AtUGT85A5.pro	LI ETANRRMLAS-	WCPQE KVL SHPAVGGFL THSGWNSTLESL	SGGVPMI	CWPF FAEQQT NCRYCCEWVGI	GMEI	GGDV RRREEVEELVREL			433
AtUGT85A3.pro	LAETADRRLAS-	WCPQE KVL SHPAVGGFL THCGWNSTLESL	SGGVPMI	CWPF FAEQQT NCKFSCDEWVGI	EI	GGDV KRGEVEAVVREL			438
AtUGT76C1.pro	MESLDGKGI VR-	WAPQL DVL AHRATGGFL THNGWNSTLESI	CEGVPMI	CLPCKWQDFVNARFI	SEVWRVGI	HLEGR I ERREI ERAVI RL			424

Majority	MDGEK GKEMKKKAMEWKRLAEEATXXPGSSSYLNLKXVNXVLL	-----			
	460	470	480	490	500
Vv03s0017g01140.pro	MDGEK GKEMKKKVM EWKLAEEATR-	PGSSSYDNFNKLLRNVL	SKK		482
Vv03s0017g01370.pro	MDGENGKKMKKKAMEWKLAEEAI	M- PGSSSYNNFNKLLSDVLL	SKK		483
Vv18s0001g05990.pro	MEGEK GKEMKKKTM EWKHTAEEATT	PGDGSSYLNLEKMF	EHV		470
Vv18s0001g06080.pro	I EGDGK GKEMKKQAMEWKKMAQKATI	DSNGSSYSNL DKMI	NQVFLQI	PSI PTS	468
Vv18s0001g06090.pro	MEGEK GKEL KKKALEWKTLEAEATR	PGKSSFSNL DKMI	TQALL		476
Vv18s0001g06120.pro	MEGEK GKEL KKKALEWKTLEAEATR	PGKSSFSNL DKMI	TQALL		476
VvGT16.pro	MEGEK GKSMKKAAMEWRTKAEATA-	PCGSSYLNLDKLV	LLTKP		475
VvGT17.pro	MEGEK GEEMKKKTM EWKKI	AHEATTAPSGSSFFNL	DRMI	KQLLL	474
VvGT19.pro	MEGEK GKEMKKKAMEWKRMAEATTT	PAGSSYSNL DKMI	NQVLL	SKSPC	484
VvGT14.pro	MYGEK GKVMKKKTM EWKHRAEVATT	PGDGSSYLNLEKI	FEQVLL		473
AtUGT85A7.pro	MDGEK GKKL REKAEWRRLAEEATRY	KHGSSVMNLETLI	HKVFL	ENLR	488
AtUGT85A1.pro	MDGEK GKMKREKAVEWQLAEKATEHKL	GSSVMNFETVVSKFLL	GQKSQD		489
AtUGT85A2.pro	MDGEK GKMKREKAEWRRLANEATEH	KHGSSKLNFEML	VNKVLL	GE	481
AtUGT85A4.pro	MDGEK GKRL REKVVEWRRLAEEASAPPL	GSSYVNFETVVNKVLL	CHTI	RST.	490
AtUGT85A5.pro	MDGDK GKMKRQKAEWQLAEEATKPI	YGSSSENFQMV	VDKVL	GE	479
AtUGT85A3.pro	MDGEK GKMKREKAEWRRLAEEKATKL	PCGSSVI	NFETI	VNKVLL	GKI
AtUGT76C1.pro	MVESKGEI RGR I KVL RDEVRRSVK-	QGSSYRSLDEL	VDRI	SI I I EPLVPT	475

EA3_Alignment Terpen-GTs und 15 Kandidatengene

Alignment Report of EA3_Alignment Terpen-GTs und 15 Kandidatengene.meg ClustalW (Slow/Accurate, Gaps) 1

Thursday, January 16, 2014 9:23 AM

Table with columns for Majority, sequence alignment, and position (10-100). Rows include sequences like VvGT7.pro, VvGT8.pro, etc., with alignment characters and gap symbols.

Table with columns for Majority, sequence alignment, and position (110-200). Rows include sequences like VvGT7.pro, VvGT8.pro, etc., with alignment characters and gap symbols.

Alignment Report of EA3_Alignment Terpen-GTs und 15 Kandidatengene.meg ClustalW (Slow/Accurate, G0.05) Page 2

Thursday, January 16, 2014 9:23 AM

Table with columns for Majority, sequence alignment, and position markers (210-300). Rows include sequences like VvGT7.pro, VvGT8.pro, etc., with their corresponding amino acid alignments and residue counts.

Table with columns for Majority, sequence alignment, and position markers (310-400). Rows include sequences like VvGT7.pro, VvGT8.pro, etc., with their corresponding amino acid alignments and residue counts.

Thursday, January 16, 2014 9:23 AM

Table with columns for Majority, EETKD, RGLLVK, WCPQEEVL, SHPAVGGFL, THCGWNST, LESLCSGVP, MWCWPF, FADQQT, NAKLLVDV, WKIGVRI, GG, E, VKREEVEK. Rows include protein sequences for VvGT7.pro through CuGT1.

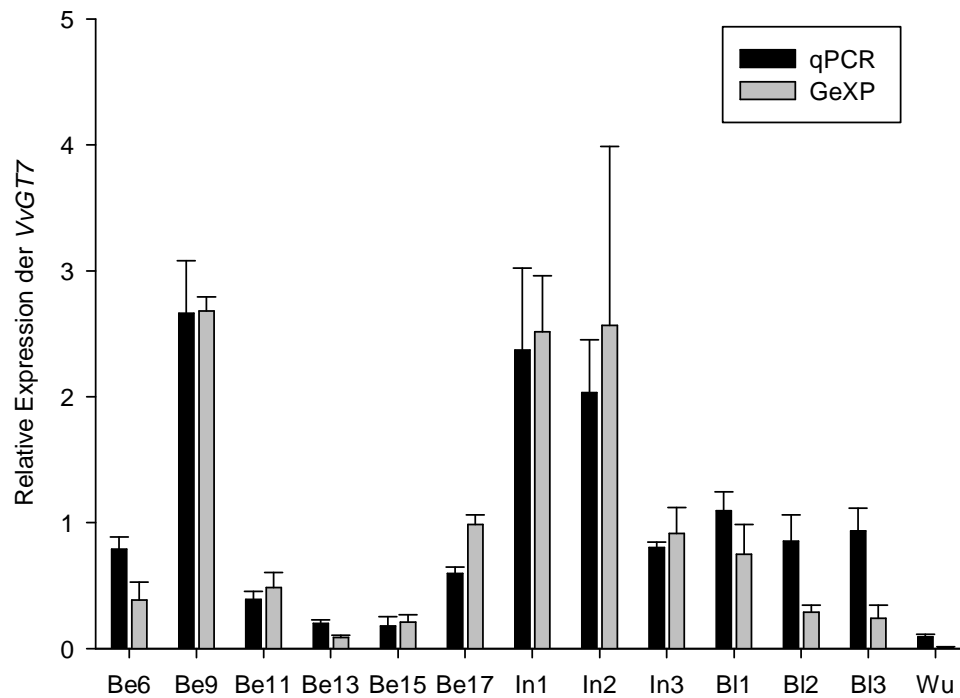
Table with columns for Majority, XVEELMEG, EKGKEMR, KRAMWKEL, AEEAVEE, GGSSHSN, LEXFVDDI, LLX. Rows include protein sequences for VvGT7.pro through CuGT1.

EA4_Alignment VvGT20 und VIT_05s0062g00430

Thursday, January 16, 2014 9:51 AM

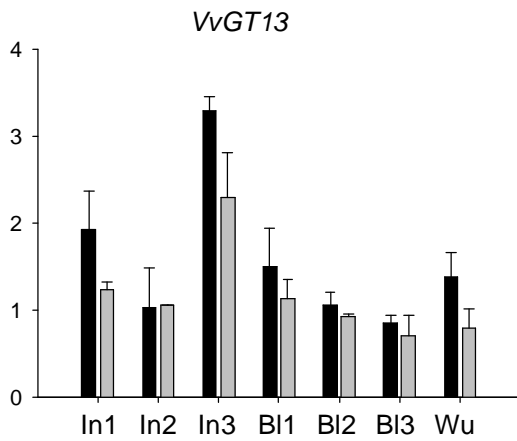
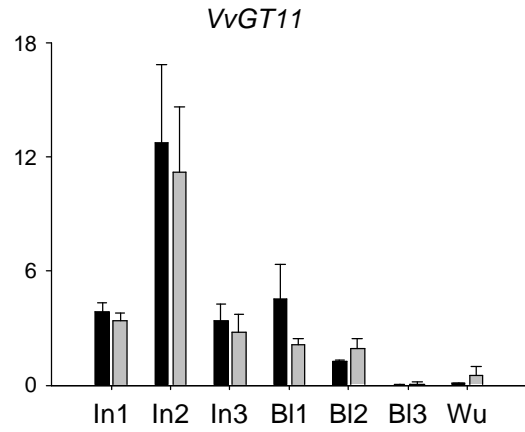
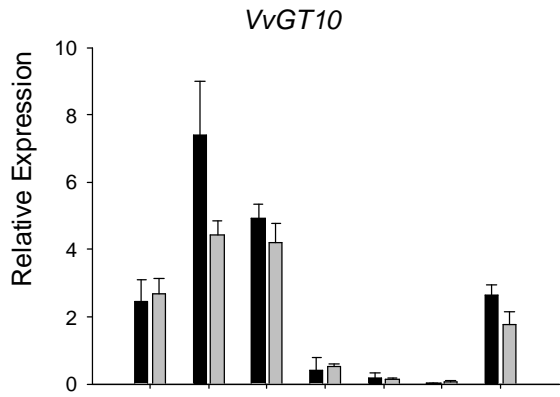
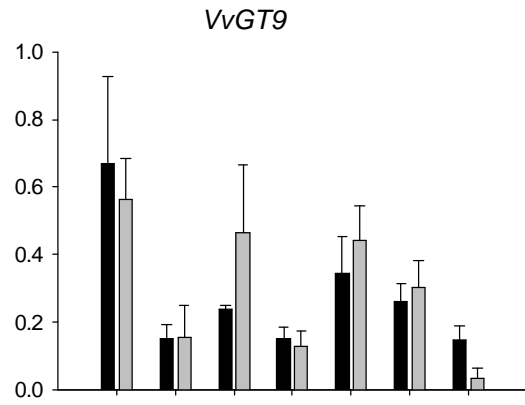
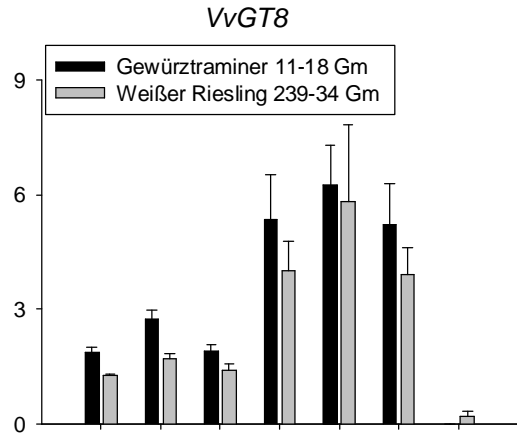
Majority	MGQHHFLI I SLPL QGHI NPAL QFAKRLI RTGAHVTF AVSVSAHRRMPKXPTL PGL TL VXFSDGYDDGI KXXXDHXQHXXS	
	10 20 30 40 50 60 70 80	
VIT_05s0062g00430.pro	MGQHHFLI I SLPL QGHI NPAL QFAKRLI RTGAHVTF AVSVSAHRRMPKGP TL PGL TL VPFSDGYDDGI KL- EDHAQHYS	79
VvGT20.pro	MGQHHFLI I SLPL QGHI NPAL QFAKRLI RTGAHVTF AVSVSAHRRMPKDPTL PGL TL VLFSDGYDDGI KYSDDHVQHSMS	80
Majority	EI KRCGXETL RRI TAXSX DQGRPV TCLXHTXLLXWAAELARSL QXPSALLW QSATVFXI FXHYFXGYGDVVGXCSNEGS	
	90 100 110 120 130 140 150 160	
VIT_05s0062g00430.pro	EI KRCGSETL RRI TAI SSDQGRPV TCLVHTMLLAWAAELARSL QLPSALLW QSATVFI I FHHYFDGYGDVVGNCSNEGS	159
VvGT20.pro	EI KRCGPETL RRI TAMSADQGRPV TCLLHTI LLTWAAELARSL QVPSALLW QSATVFTI FYHYFNGYGDVVGDSCNEGS	160
Majority	XPI ELPGLPXL LSSXDI PSFXLSSNI YASXXXXFQEXMEALRXETNPKXL VNTFDAL EAEALRAVDK VXXXGI GPLVPXA	
	170 180 190 200 210 220 230 240	
VIT_05s0062g00430.pro	DPI ELPGLPML LSSRDI PSFLLSSNI YASW PAFQEDMEALROETNPKVL VNTFDAL EAEALRAVDKVKLI GI GPLVPSA	239
VvGT20.pro	SPI ELPGLPI LLSXCDI PSFLLSSNI YASVL STFQEEMEALRKETNPKML VNTFDAL EAEALRAVDKVEVMGI GPLVPYA	240
Majority	FLDAXDPSDXSFGGDI XQDPSXCI DWL NSKP KSSVVYVSFGTL CVL SKQOMEXI AXALLHSGRPFLW I RSAXXNGEVEE	
	250 260 270 280 290 300 310 320	
VIT_05s0062g00430.pro	FLDANDPSDSSFGGDI FQDPSNCI DWL NSKP KSSVVYVSFGTL CVL SKQOMEEI AHALLHSGRPFLW I RSASENGEVEE	319
VvGT20.pro	FLDAKDPSDT SFGGDI LQDPSDCI DWL NSKP KSSVVYVSFGTL CVL SKQOMEKI ARALLHSGRPFLW I RSAPNGEVEE	320
Majority	EKLSCRXELEEKGM I VVWCPQL DVL SHPSL GCFI THCGWNSTLECLASGVPVVAFPQWTDQGTNXKLI EDXWKTGVRVTA	
	330 340 350 360 370 380 390 400	
VIT_05s0062g00430.pro	EKLSCRKEL EEKGM I VVWCPQL DVL SHPSL GCFI THCGWNSTLECLASGVPVVAFPQWTDQGTNGKLI EDVWKTGVRVTA	399
VvGT20.pro	EKLSCREEL EEKGM I VAVCPQL DVL SHPSL GCFI THCGWNSTLECLASGVPVVAFPQWTDQGTNAKLI EDLWKTGVRVTA	400
Majority	NEEGI VEXEEI KRCL EVVMG XGERGEEL RRNAGWKDL AREAVKDGGS SDXNLKXFL DEL GQGSXX	
	410 420 430 440 450 460	
VIT_05s0062g00430.pro	NEEGI VEGEEI KRCL EVVMGGGERGEEL RRNAGWKDL AREAVKDGGS DCNLKAF L DEL GQGSMI	465
VvGT20.pro	NEEGI VESEEI KRCL EVVMGRGERGEEL RRNAGWKDL AREAVKDGGS SDYNLKVFL DEL GQGS I L	466

EA5_Validierung GeXP normalisiert auf *VviActin* und *VviSAND*

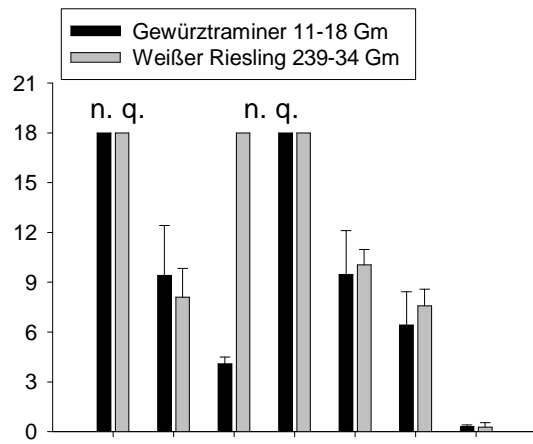


EA5: Validierung des GeXP durch Vergleich mit quantitativer Real Time PCR. Die GeXP-Daten sind ausschließlich auf *VviActin* und *VviSAND* normalisiert. Angegeben ist die relative Expression der *VvGT7* im Gewürztraminer 11-18 Gm. Die untersuchten Gewebe sind Beerenhäute, gesammelt sechs bis 17 Wochen nach der Vollblüte (Be6 bis Be17), Infloreszenzen vier Wochen (In1) und zwei Wochen (In2) vor der Vollblüte und zur Vollblüte (In3), eine Woche alte Blätter (B11), drei Wochen alte Blätter (B12) und fünf Wochen alte Blätter (B13) und Wurzeln (Wu). Es sind jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung von drei unabhängigen biologischen Replikaten angegeben.

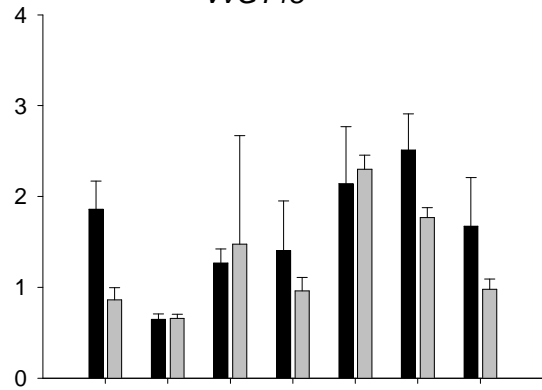
EA6_Expression von UGTs in Gescheinen Blättern Wurzeln



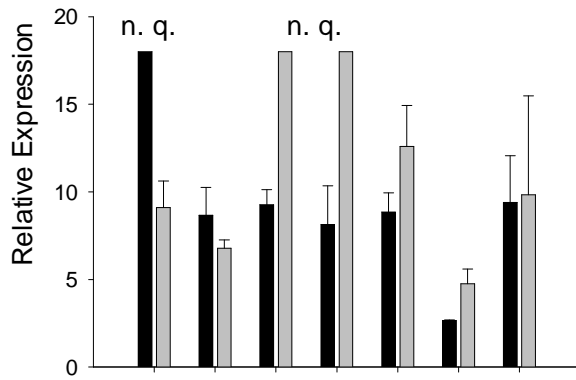
VvGT17



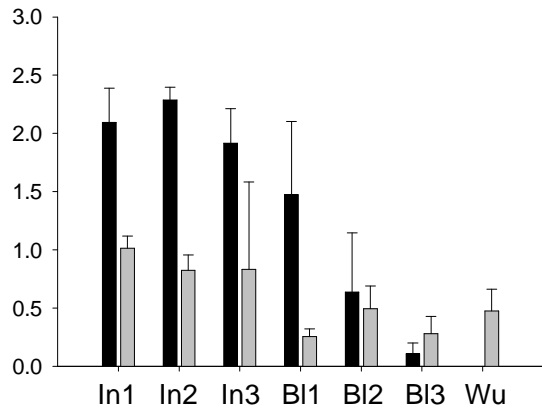
VvGT18



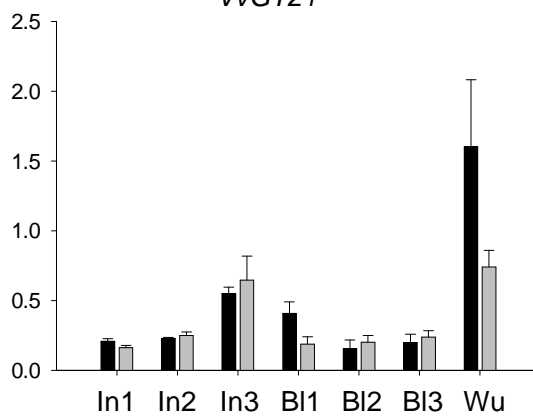
VvGT19



VvGT20

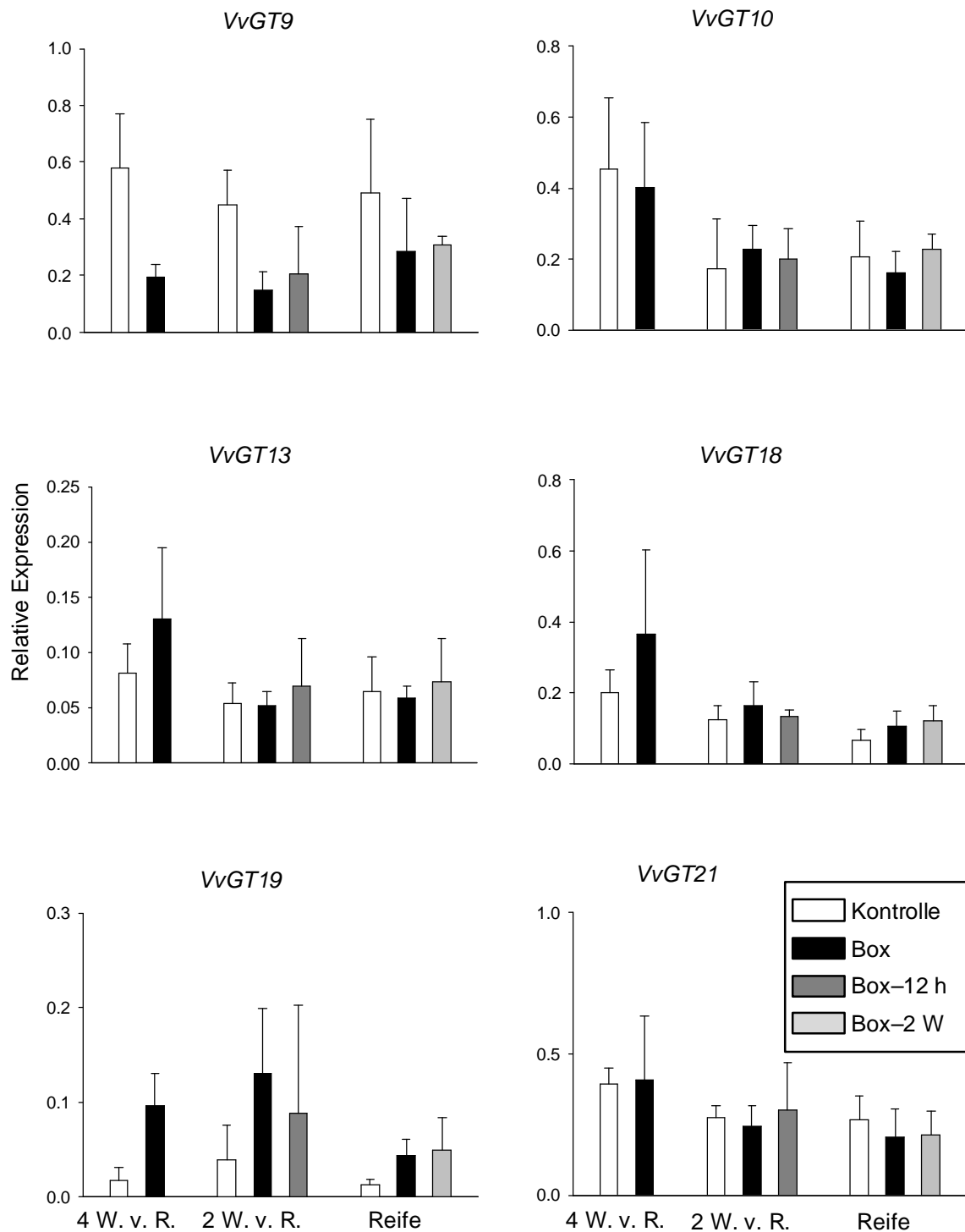


VvGT21



EA6: Die Expression ausgewählter UGTs in Nicht-Beeren-Geweben: Infloreszenzen vier Wochen (In1) und zwei Wochen (In2) vor der Vollblüte und zur Vollblüte (In3), Blätter im Alter von einer Woche (B11), drei Wochen (B12) und fünf Wochen (B13) und Wurzeln (Wu). Die relative Genexpression wurde mit GeXP in Gewürztraminer 11-18 Gm (schwarze Balken) und Weißem Riesling 239-34 Gm (graue Balken) quantifiziert. Es sind jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von drei unabhängigen biologischen Replikaten angegeben. *VvGT17* und *VvGT19* waren in einigen Proben so stark exprimiert, dass sie nicht quantifiziert werden konnten (n. q.).

EA7_Expression Einfluss von Licht



EA7: Die Expression ausgewählter UGTs in Beeren des Weißen Rieslings 198-25 Gm, die verschiedenen Lichtreizen ausgesetzt wurden. Die Proben wurden vier Wochen vor der Vollreife (4 W. v. R.), zwei Wochen vor der der Vollreife (2 W. v. R.) und zur Vollreife (Reife) gesammelt. Ein Teil der Trauben war während der gesamten Beerenentwicklung in lichtundurchlässigen Boxen untergebracht (Box). Bei einem Teil der Proben wurden die Boxen 12 Stunden vor der Probenentnahme entfernt (Box-12 h), bei einem weiteren Teil wurden sie zwei Wochen vor der Probenentnahme entfernt (Box-2 W). Es sind jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen von vier unabhängigen biologischen Replikaten angegeben.

EA8_Alignment *VvGT7*

EA9_Alignment *VvGT12*

```

Majprty ATGGACAGTATCCCTCTCCGGACTTGAAGAAACAATTTTTTTAGCATCTAGTATGCTCCAACACCTCTTGAAAAATTTGCTTGGACATTTGGAGCCGC
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Vv GT12a1.seq ..... G ..... 100
Vv GT12a2.seq ..... 100
Vv GT12a3.seq ..... 100
Vv GT12b1.seq ..... 100
Vv GT12b2.seq ..... 100
Vv GT12c1.seq ..... G ..... 100
Vv GT12PN.seq ..... 100

Majprty CCGCTAGCTGCATAATTGCTAGTGTTTGTCTTCCCTGGACTCGGGATGTTGCCGTCAAGTCAAGATTCATGGCTCGTCTCCATGGGATTTCTGCTT
110 120 130 140 150 160 170 180 190 200
Vv GT12a1.seq ..... 200
Vv GT12a2.seq ..... 200
Vv GT12a3.seq ..... 200
Vv GT12b1.seq ..... 200
Vv GT12b2.seq ..... 200
Vv GT12c1.seq ..... 200
Vv GT12PN.seq ..... 200

Majprty CACCCTCTTGTCCGGTAAAAACATTTCCGCGCTCCGACGTTCTCAAGAGTGTGGCAGCTGATTGAGAGCCGTTTGGAGTACCGGGCATGCCTGATAAAAT
210 220 230 240 250 260 270 280 290 300
Vv GT12a1.seq ..... A ..... 300
Vv GT12a2.seq ..... A ..... 300
Vv GT12a3.seq ..... A ..... 300
Vv GT12b1.seq ..... 300
Vv GT12b2.seq ..... 300
Vv GT12c1.seq ..... 300
Vv GT12PN.seq ..... 300

Majprty GAATTTACGAAGGCCAGTTGCCCCAGSATTCAACCAAGTTCAGATGCCTCGGATTTGTGGAGAGATGAGAGCCACAGCCATTTGGCGCAAGGGG
310 320 330 340 350 360 370 380 390 400
Vv GT12a1.seq ..... 400
Vv GT12a2.seq ..... 400
Vv GT12a3.seq ..... 400
Vv GT12b1.seq ..... 400
Vv GT12b2.seq ..... 400
Vv GT12c1.seq ..... 400
Vv GT12PN.seq ..... 400

Majprty TGGTGGTGAACAGT TTTGAGGATTTGGAGCCAAACTACTTGTGAGTACAAGAAATGGTGAACAAAGT TGGTGCATAGGGCCCTGTTCTCTATGTAA
410 420 430 440 450 460 470 480 490 500
Vv GT12a1.seq ..... 500
Vv GT12a2.seq ..... 500
Vv GT12a3.seq ..... 500
Vv GT12b1.seq ..... 500
Vv GT12b2.seq ..... 500
Vv GT12c1.seq ..... 500
Vv GT12PN.seq ..... 500

Majprty CAAAGAGATGT CAGATAAGTTTGGGAGGCCAACAGACCTCCATTGATGAAAACCAAGTGT TTTGAGTGGCTCGACTCCAGAAAGCCAAAGTCTGTGAT
510 520 530 540 550 560 570 580 590 600
Vv GT12a1.seq ..... 600
Vv GT12a2.seq ..... 600
Vv GT12a3.seq ..... 600
Vv GT12b1.seq ..... 600
Vv GT12b2.seq ..... 600
Vv GT12c1.seq ..... 600
Vv GT12PN.seq ..... 600

Majprty TATGCTTGCCTTGGCAGCCTATGTCACCTTTCAACTTCACAACCTCATAGAGATTGGTTTGGGCTTAGAAGCATCAAAACCGTCCATTGTTGGATAATTA
610 620 630 640 650 660 670 680 690 700
Vv GT12a1.seq ..... C ..... 700
Vv GT12a2.seq ..... 700
Vv GT12a3.seq ..... C ..... 700
Vv GT12b1.seq ..... 700
Vv GT12b2.seq ..... 700
Vv GT12c1.seq ..... 700
Vv GT12PN.seq ..... 700

Majprty GACAAAGT GATTTGCTTCTTTGAAATAGAGAAATGGCTGCTGGAAAGAGGATCGAAAGAGAGAAATCAAGGGGAGAGGCTCATTAATCCGGGGATGGGCC
710 720 730 740 750 760 770 780 790 800
Vv GT12a1.seq ..... 800
Vv GT12a2.seq ..... 800
Vv GT12a3.seq ..... 800
Vv GT12b1.seq ..... 800
Vv GT12b2.seq ..... 800
Vv GT12c1.seq ..... 800
Vv GT12PN.seq ..... 800

Majprty TCAAGTATTGATATTGCCATCCAAGCAGCGGGGCTTTAACAACAGAGTGGTGGAAATCCACAATTAAGCAATCTGCAGTGGTGTCCAATGATA
810 820 830 840 850 860 870 880 890 900
Vv GT12a1.seq ..... 900
Vv GT12a2.seq ..... 900
Vv GT12a3.seq ..... 900
Vv GT12b1.seq ..... 900
Vv GT12b2.seq ..... 900
Vv GT12c1.seq ..... 900
Vv GT12PN.seq ..... 900

Majprty ACTTGGCCAAATGTTTGGGAGCAGTCTATTAATGAGAAGCTGTTTCCAAGTCCCTGAGGATTTGGGCTGAGGATTTGAGTGAAGATAATTGTACAGTGGG
910 920 930 940 950 960 970 980 990 1000
Vv GT12a1.seq ..... 1000
Vv GT12a2.seq ..... 1000
Vv GT12a3.seq ..... 1000
Vv GT12b1.seq ..... 1000
Vv GT12b2.seq ..... 1000
Vv GT12c1.seq ..... 1000
Vv GT12PN.seq ..... 988

Majprty GAGAGGAAGAGAAAGCTGGGCCATTTGGTAAAAAGAAATCAAATAAAGGAGGCTGTGGACAAGTTAATGGATGAAGGAAAGGAAAGGAGAGAGAGAGA
1010 1020 1030 1040 1050 1060 1070 1080 1090 1100
Vv GT12a1.seq ..... 1100
Vv GT12a2.seq ..... 1100
Vv GT12a3.seq ..... 1100
Vv GT12b1.seq ..... 1100
Vv GT12b2.seq ..... 1100
Vv GT12c1.seq ..... 1100
Vv GT12PN.seq ..... 1088

Majprty AAGAGCTAGAAAGCTTGGGAGTGTGCCAAAGTGGCAGTAGAGGAAAGGGGCTTCTTCCCACTTGAATACGACATTTGATCCAAGATATCATGGAACA
1110 1120 1130 1140 1150 1160 1170 1180 1190 1200
Vv GT12a1.seq ..... 1200
Vv GT12a2.seq ..... 1200
Vv GT12a3.seq ..... 1200
Vv GT12b1.seq ..... 1200
Vv GT12b2.seq ..... A ..... 1200
Vv GT12c1.seq ..... 1200
Vv GT12PN.seq ..... 1188

Majprty GTCAAATCAAATGGACCAACCAAGAAATAGTATAG
1210 1220 1230
Vv GT12a1.seq ..... 1236
Vv GT12a2.seq ..... 1236
Vv GT12a3.seq ..... 1236
Vv GT12b1.seq ..... 1236
Vv GT12b2.seq ..... 1236
Vv GT12c1.seq ..... 1236
Vv GT12PN.seq ..... 1224

```

EA10_Alignment *VvGT14*

Majority	ATGGGTTCCATGGAGAAGCCTCATGCAGTTTGCATTCACATACCCCTGCTCAGGGGACATCAATCCTATGCTAAAAGTAGCAAAGCTCCCTCCATTCAGAGGCTTTCGATACACCTTCGTC	
	10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120	
VvGT14a.seq	.....	121
VvGT14b.seq	.....	121
VvGT14c.seq	.....	121
VvGT14d.seq	.....	121
VvGT14PN.seq	.....G.....	128
VvGT14PNgenom.seq	.....G.....T.....	2582
Majority	AACACAGAGTTCACACCACACAGCTTACTCAAGGCCACAGGGCCCAACTCCCTCAATGGTCTCCCACTTTTCAGTTCGAAACCATTCCCGATGGTCTCCACCGTCCAATGTCGACGGA	
	130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240	
VvGT14a.seq	.....	241
VvGT14b.seq	.....	241
VvGT14c.seq	.....	241
VvGT14d.seq	.....	241
VvGT14PN.seq	.....T.....	248
VvGT14PNgenom.seq	.....T.....	2702
Majority	ACCCAAGACATCCCTCCCTCTGTGCATCCACAAAAAAGCTGGCTCCCTTTAGACGCTCTTCGCCAAACTCAACGACAGAGGTCTCCCGTCACTTGCATATTTCTGACGCT	
	250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360	
VvGT14a.seq	.....	361
VvGT14b.seq	.....	361
VvGT14c.seq	.....	361
VvGT14d.seq	.....T.....	361
VvGT14PN.seq	.....T.....	368
VvGT14PNgenom.seq	.....T.....	2822
Majority	GTCAATGAGCTTCACTTTAGACGCTGCTCAAGAACTCGGATCCCGACTCTTTTATGGACAGCTAGTCTTGTGGCTTCATGGCTATGTGCGATCCGAGTCTCATGACAAGGCT	
	370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480	
VvGT14a.seq	.....	481
VvGT14b.seq	.....	481
VvGT14c.seq	.....	481
VvGT14d.seq	.....	481
VvGT14PN.seq	.....G.....	488
VvGT14PNgenom.seq	.....G.....	2942
Majority	TTTACACCCTCAAAG-----ATGAGAGTT	
	490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600	
VvGT14a.seq	.....	506
VvGT14b.seq	.....	506
VvGT14c.seq	.....	497
VvGT14d.seq	.....	506
VvGT14PN.seq	.....	513
VvGT14PNgenom.seq	.....GTATTATCCAAGTTCGGCTTTGAATACAAGTTTTTCAATCCAGTCTCCTACCGACTCTGATTTTTTCATTTTTCTCTGTGATATGAG.....	3062
Majority	ATCTACAATTCAGTATTTGGACTGTTGGATGATGGATACCGGCACTGAAAGGATCCGTTTGAAGGATCTCCGAGCTTCATTCGGACTACCGATCCAGATGATATCATGCTGGACT	
	610 620 630 640 650 660 670 680 690 700 710 720	
VvGT14a.seq	.....	626
VvGT14b.seq	.....	626
VvGT14c.seq	.....	563
VvGT14d.seq	.....	626
VvGT14PN.seq	.....	633
VvGT14PNgenom.seq	.....	3182
Majority	TTGCCATGGGTGAGCTTGAAGGGCTCGCAAGGCTTCTGCCATCATTTTCAATACGTTTTCAGGCTTTAGAGCAGGAGTTTGGATGCAATTGCTCCCATGTATCCCCCAATCTACACCA	
	730 740 750 760 770 780 790 800 810 820 830 840	
VvGT14a.seq	.....	746
VvGT14b.seq	.....	746
VvGT14c.seq	.....	683
VvGT14d.seq	.....	746
VvGT14PN.seq	.....	753
VvGT14PNgenom.seq	.....	3302
Majority	TTGGTCTCTTCAGTACTTCCGGATCAGATTACAGATAGCGAACTAAAGTTGATGGATCAAATCTGTGGAAGGAGAGCCGAGTGTCTCAAATGGCTGGATTCCAAGAACCCCACT	
	850 860 870 880 890 900 910 920 930 940 950 960	
VvGT14a.seq	.....	866
VvGT14b.seq	.....	866
VvGT14c.seq	.....	803
VvGT14d.seq	.....	866
VvGT14PN.seq	.....T.....	873
VvGT14PNgenom.seq	.....T.....	3422
Majority	CTGTGTTTACGTAAATTATGGAAGCATCACAGTCACTGCCCACTGATGAGTTTGGCTTGGGACTTGCAAAATAGCAATCAAAGCTTCTGTGGATACTAGGCCAGATCTCG	
	970 980 990 1000 1010 1020 1030 1040 1050 1060 1070 1080	
VvGT14a.seq	.....	986
VvGT14b.seq	.....	986
VvGT14c.seq	.....	923
VvGT14d.seq	.....	986
VvGT14PN.seq	.....T.....	993
VvGT14PNgenom.seq	.....T.....	3542
Majority	TGTCGTGGTGTGAGTCCGCTTCTGCCACCAGAAATCGTGGCAGAAACAGAAACAGGGGTTTACTAGCAGTTGGTGTCTCAAGAGCAAGTCTCACCCACCAGGCCATTGGCGGCTTCT	
	1090 1100 1110 1120 1130 1140 1150 1160 1170 1180 1190 1200	
VvGT14a.seq	.....	1106
VvGT14b.seq	.....	1106
VvGT14c.seq	.....	1043
VvGT14d.seq	.....C.....	1106
VvGT14PN.seq	.....G.....	1113
VvGT14PNgenom.seq	.....G.....	3662
Majority	TAACATACCGCTGGAATCCACAATTGAGGGTTTATGCGCTGGAGTGCCATGATTTGTTGGCTTTTTTTGACAGACAGCAAAACCACTGCTGCTGCTGACTGAGTGGGGCG	
	1210 1220 1230 1240 1250 1260 1270 1280 1290 1300 1310 1320	
VvGT14a.seq	.....	1226
VvGT14b.seq	.....T.....	1226
VvGT14c.seq	.....	1163
VvGT14d.seq	.....	1226
VvGT14PN.seq	.....A.....	1233
VvGT14PNgenom.seq	.....A.....	3782
Majority	TAGGAATGGAGATAGACAGTGTGTTAAGAGGGATGAAGTTGCAAAAGCTTGTGAGAGATGATGGTGGGAGAGAAAGCAAGTAATGAAAAGAAAACCATGGAGTGGAAAGCATAGGG	
	1330 1340 1350 1360 1370 1380 1390 1400 1410 1420 1430 1440	
VvGT14a.seq	.....	1346
VvGT14b.seq	.....	1346
VvGT14c.seq	.....	1283
VvGT14d.seq	.....	1346
VvGT14PN.seq	.....	1353
VvGT14PNgenom.seq	.....	3902
Majority	CAGAATGGCTTACCCTGGTCCAGATGGATCATCTTACTTGAATTTGGAGAAAAATTTGAAACAAGTCTCTCTAG	
	1450 1460 1470 1480 1490 1500 1510	
VvGT14a.seq	.....	1423
VvGT14b.seq	.....	1423
VvGT14c.seq	.....	1360
VvGT14d.seq	.....	1423
VvGT14PN.seq	.....	1430
VvGT14PNgenom.seq	.....	3979

EA11_Alignment *VvGT15*

EA12_Alignment VvGT16

Majority	ATGGGTGATAAGCCTCATGTTGTCTGTATCCCATTTCCAGCTCAAGGCCACATAAAGCCAATGCTGAAACTAGXGAATGCTTCACTACAGAGGCTTTC	
	10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	
VvGT16a.seq	.....G.....	100
VvGT16PN.seq	.....C.....	100
Majority	ACATAACCTTTGTCAACACTGAGTTCAACCATAAGCGCTTGTGAGATCAAGAGGCCCTCATGCCCTGGATGGCATGCCTGGCTTCTGCTTTGAATCCAT	
	110 120 130 140 150 160 170 180 190 200	
VvGT16a.seq	.....	200
VvGT16PN.seq	.....	200
Majority	CCCTGATGGTTTACCTCCTGTTGATGTGATGCCACTCAGCACATCCCTTCTCTGTGAATCGACCCCGAAAAGCTGTTTATGCCATTTTCAGAACTT	
	210 220 230 240 250 260 270 280 290 300	
VvGT16a.seq	.....	300
VvGT16PN.seq	.....	300
Majority	ATTGCCAAGCTCAAXGATGCTCCCTCCTCCAATGTCCCACCACTGACTTGTATCGTTTCTGATGGGTCATGTGCTTCACTCTCAAAGCATCTGAAGAAC	
	310 320 330 340 350 360 370 380 390 400	
VvGT16a.seq	.....C.....	400
VvGT16PN.seq	.....T.....	400
Majority	TTGGGATTCCAAATGTACTTTTCTGGACTACTAGTGTGTTGGGCTTATGGCTTACAAGCAGTTTCGCCCTCTTATTGATGGAGXTCTTGTCCCACTAAA	
	410 420 430 440 450 460 470 480 490 500	
VvGT16a.seq	.....G.....	500
VvGT16PN.seq	.....T.....	500
Majority	AGATTTGAGCTATCTCACAAATGGGTATTTGGAGACCATATAGACXGGGTTCCAGGAATGAAAATATGCGCCTGAGAGATTTCCCAGCTTTATCCGA	
	510 520 530 540 550 560 570 580 590 600	
VvGT16a.seq	.....G.....	600
VvGT16PN.seq	.....T.....	600
Majority	ACCAGAXATCCAAGTATCACTTTTATGTTAGACTTCATCATAGATACAAACGGACAGTGTCCAAAGCTTCAGGCTGATTTCTCAATACTTTCCATGCCT	
	610 620 630 640 650 660 670 680 690 700	
VvGT16a.seq	.....T.....	700
VvGT16PN.seq	.....G.....	700
Majority	TGGAGCATGATGTTCTCAACCTTTATCGTCAATGTCCCTACAATTTGCACCGTTGGTCTCTTCCATTGCTTCTCAATCAGATTCCAGATGACAATTC	
	710 720 730 740 750 760 770 780 790 800	
VvGT16a.seq	.....	800
VvGT16PN.seq	.....	800
Majority	TATTGXATCTAATCTATGGAGGGAAGAGACTGAGTGCCTCCAATGGCTTAATTCAAAGCAACCTAACTCAGTGGTTTATGTAATTCGGAAGCATCACA	
	810 820 830 840 850 860 870 880 890 900	
VvGT16a.seq	.....G.....	900
VvGT16PN.seq	.....A.....	900
Majority	GTCATGXCACTGAACACTGGTTGAATTCGTTGGGGCTGGTACAGCCACAAACCCCTTXXTGTGGATCATAGGCTGATCTAGTCTGGGTGATT	
	910 920 930 940 950 960 970 980 990 1000	
VvGT16a.seq	.....G.....	1000
VvGT16PN.seq	.....A.....C.....	1000
Majority	CTGTCACTTCCGCCACCAGAGTTTGTCAXTGAAACCAAAAGAGGCCCTAXTGGCGGXCTGGTCCCGCAGAGAAAGTCTCAACCCCATCAGTTGG	
	1010 1020 1030 1040 1050 1060 1070 1080 1090 1100	
VvGT16a.seq	.....C.....A.....C.....A.....	1100
VvGT16PN.seq	.....A.....T.....A.....G.....	1100
Majority	AGGGTTCCTAACGCATAGCGGATGGAATTCACXATTGAAAGCATTTCGGCTGGTGTCCCATGATTTGTTGGCCGTTCTTTGCTGAGCAACAGACTAAT	
	1110 1120 1130 1140 1150 1160 1170 1180 1190 1200	
VvGT16a.seq	.....G.....	1200
VvGT16PN.seq	.....C.....	1200
Majority	TGTAGGTATGCTTGCACXGAATGGGGCTGGGATGGAGATTGACAACAATGTTGAGAGAGATGAAGTGGAGAAGCTTGTGAAAGACTAATGGAAGGAG	
	1210 1220 1230 1240 1250 1260 1270 1280 1290 1300	
VvGT16a.seq	.....A.....	1300
VvGT16PN.seq	.....G.....	1300
Majority	AGAAAGGCAAGAGTATGAAGAAGGCAGCAATGGAATGGAGGACGAAGGAGGAGGAGCCACAGCCCATGTTGGTTCCCTCATACCTGAATTTGGACAAAT	
	1310 1320 1330 1340 1350 1360 1370 1380 1390 1400	
VvGT16a.seq	.....	1400
VvGT16PN.seq	.....	1400
Majority	GGTGGACATACTGCTTACAAAACCATAA	
	1410 1420	
VvGT16a.seq	.....	1428
VvGT16PN.seq	.....	1428

EA13_Alignment *VvGT7* Weißer Riesling 239-34 Gm Stock 8

Majority	ATGGAGAGTGTGTCTTGTATCCATCACCAGGGATGGGTCACCTCATCTCAATGGTGGAGCTTGGAAAGCTTATACTGAAACACCATCCTTCATCTCCA	
	10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	
VvGT7b.seq	.....	100
VvGT7l.seq	.....	100
VvGT7n.seq	.....	100
VvGT7m.seq	.....	100
VvGT7p.seq	.....	100
VvGT7c.seq	.....	100
VvGT7e.seq	.....G.....	100
VvGT7o.seq	.....G.....	100
VvGT7k.seq	.....G.....	100
Majority	TCACCATTTCATTGTCACCTCCACCTTACAACACTGGGCTTACTGTCTCTTATCTCGCCCGGCTCCTCCACCATTCTTCCATCACTTTCACCACCT	
	110 120 130 140 150 160 170 180 190 200	
VvGT7b.seq	.....	200
VvGT7l.seq	.....	200
VvGT7n.seq	.....	200
VvGT7m.seq	.....	200
VvGT7p.seq	.....	200
VvGT7c.seq	.....	200
VvGT7e.seq	.....	200
VvGT7o.seq	.....	200
VvGT7k.seq	.....	200
Majority	CCCCACCATTCTCCTCTCGATCTTTCTCCTCTCCCAACCATGAAACCCCTTGCTTTCGAGCTCCTCCGCCTCAACAACCCCTAACATCCACCAGGCC	
	210 220 230 240 250 260 270 280 290 300	
VvGT7b.seq	.....	300
VvGT7l.seq	.....	300
VvGT7n.seq	.....	300
VvGT7m.seq	.....	300
VvGT7p.seq	.....	300
VvGT7c.seq	.....	300
VvGT7e.seq	.....	300
VvGT7o.seq	.....	300
VvGT7k.seq	.....	300
Majority	CTTGTGTCATCTCCAACAATTCCTCCGTCGGTCCCTTATCGTTGATTGCTTCTGTACAGCGGGCTTCTGTGGCTGCTCACTCAACATTCATCT	
	310 320 330 340 350 360 370 380 390 400	
VvGT7b.seq	.....	400
VvGT7l.seq	.....	400
VvGT7n.seq	.....	400
VvGT7m.seq	.....	400
VvGT7p.seq	.....	400
VvGT7c.seq	.....C.....T.....	400
VvGT7e.seq	.....C.....T.....	400
VvGT7o.seq	.....C.....T.....	400
VvGT7k.seq	.....C.....T.....	400
Majority	ACTATTTCTTCACTTCTGGCGCCTGTGCTGCTTCTCTTACCTCCCTTTCATTCACCAGCAGACTACCAAAAAGCTTAAAGATCTCAACACCCA	
	410 420 430 440 450 460 470 480 490 500	
VvGT7b.seq	.....	500
VvGT7l.seq	.....	500
VvGT7n.seq	.....	500
VvGT7m.seq	.....	500
VvGT7p.seq	.....	500
VvGT7c.seq	.....T.....	500
VvGT7e.seq	.....T.....	500
VvGT7o.seq	.....T.....	500
VvGT7k.seq	.....T.....	500
Majority	TCCTCATTTCCGGGTTTACCGCCGTACCGCCCTCTGACATGGCGAAGCCGATACTTGACAGAGAGGATAAGGCTTATGATTCTTCTTAACATGTCC	
	510 520 530 540 550 560 570 580 590 600	
VvGT7b.seq	.....G.....A..G.....	600
VvGT7l.seq	.....G.....A..G.....	600
VvGT7n.seq	.....G.....A..G.....	600
VvGT7m.seq	.....G.....A..G.....	600
VvGT7p.seq	.....G.....A..G.....	600
VvGT7c.seq	.....	600
VvGT7e.seq	.....	600
VvGT7o.seq	.....	600
VvGT7k.seq	.....	600
Majority	ATACACTTGCCAAGATCAGCTGGAATAATTGTGAACACCTTTGAAGCGCTGGAACCAAGAGCTGTGAAACGATTTGGATGGGCTCTGCGTCTTGTGAC	
	610 620 630 640 650 660 670 680 690 700	
VvGT7b.seq	.....C.....A.....	700
VvGT7l.seq	.....C.....A.....	700
VvGT7n.seq	.....C.....A.....	700
VvGT7m.seq	.....C.....A.....	700
VvGT7p.seq	.....C.....A.....	700
VvGT7c.seq	.....	700
VvGT7e.seq	.....	700
VvGT7o.seq	.....	700
VvGT7k.seq	.....	700

Majority GTCCAACCCCAACAATATTCATAGGACCAATTAATTCAGTTGATGATCGATCCGGTGGTGGTGG-----AGGGGGAGGTAGCGGCATTCCTGAGTG

	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800	
VvGT7b.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	800
VvGT7l.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	800
VvGT7n.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	800
VvGT7m.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	800
VvGT7p.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	794
VvGT7c.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	794
VvGT7e.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	794
VvGT7o.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	794
VvGT7k.seq	.....T.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....TGGTGG.....	.....	.....	.....	794

Majority TTTGACATGGCTCGAATCTCAACCAAAACGACGCTTTTGTTTTGTGTTTTGGGAGCTTGGGTTTGTTCAGAGAAGCAGTTGAAGGAGATAGCGGTT

	810	820	830	840	850	860	870	880	890	900	
VvGT7b.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	900
VvGT7l.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	900
VvGT7n.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	900
VvGT7m.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	900
VvGT7p.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	894
VvGT7c.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	894
VvGT7e.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	894
VvGT7o.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	894
VvGT7k.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	894

Majority GGGTAGAGAGGAGTGGGCGAGAGTTCTTGTGGTAGTGCAGGACCCACCCCTCAAAGGACCCGAGCAGCGCTTTTGTAGCACCGGAACCGGATTTGA

	910	920	930	940	950	960	970	980	990	1000	
VvGT7b.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	1000
VvGT7l.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	1000
VvGT7n.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	1000
VvGT7m.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	1000
VvGT7p.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	994
VvGT7c.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	994
VvGT7e.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	994
VvGT7o.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	994
VvGT7k.seq	.....	.....	.....	.....	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....	994

Majority ATTCCCTTCTCCAGATGGTTCCTTGGATCGAACCAAGGAGAGGGGCCCTAGTGGTGAAGTCGTGGGCGCTCAGGTGGCCGCTCTGAATCACGCCCTCTGT

	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100	
VvGT7b.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1100
VvGT7l.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1100
VvGT7n.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1100
VvGT7m.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1100
VvGT7p.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1094
VvGT7c.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1094
VvGT7e.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1094
VvGT7o.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1094
VvGT7k.seq	.....T.....	.....	.....	.....	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....	1094

Majority TGGAGGGTTTGTGACTCACTGIGGGTGGAACTCAGTCTTGAAGCAGTATGTGCAGGCGTGCCAAATGGTGGCATGGCCACTATATGCCGAGCAAAGGTTT

	1110	1120	1130	1140	1150	1160	1170	1180	1190	1200	
VvGT7b.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1200
VvGT7l.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1200
VvGT7n.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1200
VvGT7m.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1200
VvGT7p.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1194
VvGT7c.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1194
VvGT7e.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1194
VvGT7o.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1194
VvGT7k.seq	.....	.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	1194

Majority AACAGGGTGGTGTGGTGGAGGAAATGAAGCTAGCCTTTCCCAATGGAAGAGTCCGAAGAAGGGTTTGTACTGCAACTGAGGTTGAGAAGCCGAGTTAGAG

	1210	1220	1230	1240	1250	1260	1270	1280	1290	1300	
VvGT7b.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1300
VvGT7l.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1300
VvGT7n.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1300
VvGT7m.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1300
VvGT7p.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1294
VvGT7c.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1294
VvGT7e.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1294
VvGT7o.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1294
VvGT7k.seq	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1294

Majority AGTTGATGGAGTCGAAGGAAGGAAACACCCCTCGTCTCCGGATCATGGCCATGAAAGAAGCTGCTGAGACTGCAATGAGCGACCGTGGATCATCCCGCAC

	1310	1320	1330	1340	1350	1360	1370	1380	1390	1400	
VvGT7b.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1400
VvGT7l.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1400
VvGT7n.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1400
VvGT7m.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1400
VvGT7p.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1394
VvGT7c.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1394
VvGT7e.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1394
VvGT7o.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1394
VvGT7k.seq	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1394

Majority CGCATTAACAAAACCTGGTCAAGTCATGGAGGCCAGGATGA

	1410	1420	1430	1440	
VvGT7b.seq	.....	.....	.....	.....	1440
VvGT7l.seq	.....	.....	.....	.....	1440
VvGT7n.seq	.....	.....	.....	.....	1440
VvGT7m.seq	.....	.....	.....	.....	1440
VvGT7p.seq	.....	.....	.....	.....	1434
VvGT7c.seq	.....	.....	.....	.....	1434
VvGT7e.seq	.....	.....	.....	.....	1434
VvGT7o.seq	.....	.....	.....	.....	1434
VvGT7k.seq	.....	.....	.....	.....	1434

EA14_Alignment *Arabidopsis thaliana* Terpen-GTs

Majority	-----MASX-X-----PHVVLPFPAQGH NPM LKAKLAAAR-G-FHI TXVTTXPNHNRXSXSRGX-XX-----PSFRFETI PDGLPEGD-ENL									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ATU GT1C2.pro	KOOE	AE LLI	IP	LATIE	R I SHQPSRI	HT	I LHWL PPL PQ	DTI AF LKS	LI ETESRI	LI L VQNP PPM LF
ATU GT73C 1.pro	EFRP	P L F	M M	VDI R	Q	VT	I	Q AG FKNVLRAI	QSG LPI NLVQVK	PSQES S Q Q
ATU GT73C 3.pro	TEKTHOFHPSL	F F	M M	IDI R	Q	VT	I	H AA FKNVLRAI	ESGLAI NI LHVK	PYQEF Q K I
ATU GT73C 5.pro	V ETKE	TE SSVPEKAVNL	EDPVMK	ME VK	RR	L	WCLPY	H AA FKNVLRAI	WGMGCFPI	NLVQVK PYLE I L ENVRI
ATU GT73C 6.pro	FEKNEPFP	L F	M M	VDI R	Q	VT	I	H AA FKNVLRAI	ESGLPI NLVQVK	PYQEA Q Q M
ATU GT75B1.pro	P	FL	T	V S	RF RR	I K	T	ARV F	CVSVFHNSM ANHN	KV ENLS L FS FDD G STY
ATU GT75B2.pro	Q	FL	T	V S	RF RR	I K	T	ARV FA	CLSVI H SM PNHN	VV ENLS L FS FDD VI S T
ATU GT75D 1.pro	NNNSNSPTG	FLF T	S	S E	R	G T	S	ARV FAASI	SAY RMP TEN	VP ETLI A YS HDD FKSSA
ATU GT76D 1.pro	EI RQ	RR	LM	A F	LPS	MM	SY	SSQ	S V	L QS RVSS KDFS G K F K S S VKS
ATU GT76E 1.pro	EIKOV	KE	TRI	V	G	A	HSK	S	V	L QS RVSS KDFS G K F K S S VKS
ATU GT76E11.pro	EKPA	GR	R	AV	S	IMQ	T	HLK	S	I AQ KF YFSP DDFD
ATU GT76E12.pro	MQVLG	EKPA	RR	S	S	MQ	T	HLK	S	V Q KF YFSP DDFTH
ATU GT84B1.pro	G	SEGOE	T	LM	TL	F	H	SLSSKN	L NLA	I ESARDLL TVEK
ATU GT84B2.pro	M	ALAF	L	F	H	RT	N	L	F	LA EQARDLL STADE
ATU GT85A 1.pro	G	HVA	HNSOK	C	Y	MRV	H	K	YV	F N VY FLR
ATU GT85A 2.pro	G	HVA	HNSOK	C	Y	MRV	H	K	YV	F N VY FLR
ATU GT85A 4.pro	E	HGSSSQK	AMCJ	Y	M	V	H	K	YV	F N DY R ILO
ATU GT85A 5.pro	H	AVTSGOK	CI	V	Y	K	S	V	F	N NY LIR
ATU GT85A 7.pro	E	HVVHNAQK	C	Y	V	Y	K	S	V	F N NY LIR
ATU GT88A 1.pro	MGE	EAI	Y	A	PI	LVS	VE	G	TI	LSKNPS
Majority	DDL-----XLLSLNKNCLAXLKELLEXLXKEDDP-----XVSGI I SDXFMSFTLDXAKEFNL PXVLFWTSAXAFGLCYXVLYKNI E GLSPXKDES									
	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
ATU GT1C2.pro	VKASES	YI	EYV	KMPLVRNA	ST	LSSR	ESDSVH	AGLVL	F	CVPLI VGN
ATU GT73C 1.pro	L DS	LGASL	TFKFAFSL	EPV	K	LK	I	O	RPN	A MCLPY NRI
ATU GT73C 3.pro	S DS	V	ETKE	TE SSVPEKAVNL	EDPVMK	ME VK	RR	L	WCLPY	H AA FKNVLRAI
ATU GT73C 5.pro	S DT	MERM	PFFKAVNL	E	PVOK	I	EMN	RP	L	FCLPY SKI
ATU GT73C 6.pro	L TT	MEQI	TSFFKAVNL	PVON	I	EMN	RP	L	MCL	Y SEI K K I
ATU GT75B1.pro	E	RQKR	SVN	KV	GDKA	SDFI	ATKNG	S	T	L YTI LLNWPVKV
ATU GT75B2.pro	VQNR	VHFER	GDKA	SDFI	ANQNG	S	T	L	YTI	LLNWPVKV
ATU GT75D 1.pro	YSDKSR	ODATGN	MSEMR	RRKGT	T	I	DNKRQ	FT	V	VYTLTWAEL
ATU GT75E 1.pro	EFV	E	SV	EPL	F	T	THNDH	V	DF	Y E VY PRRV
ATU GT76E 1.pro	GPQ	KFV	K	QI	E	SF	QCI	GO	LH	CCNN
ATU GT76E11.pro	GPI	EF	HK	E	QVSF	DC	GO	LL	QOQN	EI A VVY E
ATU GT76E12.pro	GPI	QF	FK	E	KVSF	DC	GO	LL	QOQN	EI A VVY E
ATU GT84B1.pro	ET	LKS	VGAMN	SKII	EKR	Y	SP	TPWPAV	ASH	I SCAI L
ATU GT84B2.pro	T	AKR	K	DKA	SKI	I	ED	VP	TPWPAV	ASH
ATU GT85A 1.pro	Q	I T	ALCE	TM	PFR	QRI	AG	NVP	P	V
ATU GT85A 2.pro	Q	I P	TLCE	TM	H	PF	QRI	AR	VP	P
ATU GT85A 4.pro	Q	M	KLID	TI	N	PF	D	ILR	SGS	I P
ATU GT85A 5.pro	Q	VP	TLCE	TM	H	PF	QRI	AR	VP	P
ATU GT85A 7.pro	QHTP	TVCM	I	E	PF	I	RR	DK	VP	P
ATU GT88A 1.pro	RHHHS	L	EI	L	CF	SNPS	VHRT	F	S	SRN
Majority	-----TQI XXXPSLXLRKLDKPSXVTTNFXDXMLFEXXEMDRKLRAS-A I I VNTFDELEPEVXKSMQ-X-LPPVYPI GPHLLNKAG-D-									
	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
ATU GT1C2.pro	D	EETI	SV	GFVNS	VPKVL	PQGL	F	T	ESY	AWA
ATU GT73C 1.pro	YFP	PNF	DRVEFTKSO	M	VLVAGD	WKD	LOG	TEGNTSYG	V	E
ATU GT73C 3.pro	YFLV	PSF	DRVEFTKSO	M	VLVAGD	WKD	LOG	TEGNTSYG	V	E
ATU GT73C 5.pro	LFT	VPDF	DRVEFTKSO	M	VLVAGD	WKD	LOG	TEGNTSYG	V	E
ATU GT73C 6.pro	YFI	VPYF	DRVEFTKSO	M	VLVAGD	WKD	LOG	TEGNTSYG	V	E
ATU GT75B1.pro	SVFEL	N	SS	EI	R	FLT	PS	TNGKAYDAFO	MEF	I
ATU GT75B2.pro	S	SV	EI	R	FLT	PS	TNGKAYDAFO	MEF	I	KETPKP
ATU GT76D 1.pro	S	SS	KL	PL	TVR	I	FIVSS	VYAF	PAFR	QI
ATU GT76D 2.pro	S	SS	KL	PL	TVR	I	FIVSS	VYAF	PAFR	QI
ATU GT76E 1.pro	S	SS	KL	PL	TVR	I	FIVSS	VYAF	PAFR	QI
ATU GT76E11.pro	S	SS	KL	PL	TVR	I	FIVSS	VYAF	PAFR	QI
ATU GT76E12.pro	S	SS	KL	PL	TVR	I	FIVSS	VYAF	PAFR	QI
ATU GT84B1.pro	G	NELV	EFHP	C	F	SHWASES	M	LYRNT	KRT	SV
ATU GT84B2.pro	G	NELV	EFHP	C	F	SHWASES	M	LYRNT	KRT	SV
ATU GT85A 1.pro	N	TVEL	A	PL	EVR	F	M	PSQG	AHEYNLM	FA
ATU GT85A 2.pro	N	TVEL	A	PL	EVR	F	M	PSQG	AHEYNLM	FA
ATU GT85A 4.pro	N	TVEL	A	PL	EVR	F	M	PSQG	AHEYNLM	FA
ATU GT85A 5.pro	N	TVEL	A	PL	EVR	F	M	PSQG	AHEYNLM	FA
ATU GT85A 7.pro	N	TVEL	A	PL	EVR	F	M	PSQG	AHEYNLM	FA
ATU GT88A 1.pro	D	I	PTVHI	G	VPPMKS	M	KA	LERDD	E	VYDVI
Majority	-----GLSLWEEDECELEWDSKAEXSVI YVSGSI XVL SXXQLXELAWLXESGRPFLW I RPXS-----KXGEXXEEI LPPXFLXRXKDRXGLI XVW									
	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
ATU GT1C2.pro	N	LDLS	R	RI	K	DOP	S	VFLC	LKS	AAS
ATU GT73C 1.pro	E	R	NKADI	Q	I	K	E	G	L	CL
ATU GT73C 3.pro	E	R	NKADI	Q	I	K	E	G	L	CL
ATU GT73C 5.pro	E	R	NKADI	Q	I	K	E	G	L	CL
ATU GT73C 6.pro	E	R	NKADI	Q	I	K	E	G	L	CL
ATU GT75B1.pro	T	TK	NKDI	Q	I	K	E	G	L	CL
ATU GT75B2.pro	T	TK	NKDI	Q	I	K	E	G	L	CL
ATU GT76D 1.pro	G	KD	RDHSSSYTL	T	S	TMWE	K	I	E	RA
ATU GT76D 2.pro	G	KD	RDHSSSYTL	T	S	TMWE	K	I	E	RA
ATU GT76E 1.pro	G	KD	RDHSSSYTL	T	S	TMWE	K	I	E	RA
ATU GT76E11.pro	G	KD	RDHSSSYTL	T	S	TMWE	K	I	E	RA
ATU GT76E12.pro	G	KD	RDHSSSYTL	T	S	TMWE	K	I	E	RA
ATU GT84B1.pro	CP	F	RN	E	KOETS	I	M	LAMQDI	EAV	M
ATU GT84B2.pro	CP	F	RN	E	KOETS	I	M	LAMQDI	EAV	M
ATU GT85A 1.pro	S	L	DRS	V	NKQKSN	I	L	LALMDT	DML	M
ATU GT85A 2.pro	S	L	DRS	V	NKQKSN	I	L	LALMDT	DML	M
ATU GT85A 4.pro	S	L	DRS	V	NKQKSN	I	L	LALMDT	DML	M
ATU GT85A 5.pro	S	L	DRS	V	NKQKSN	I	L	LALMDT	DML	M
ATU GT85A 7.pro	S	L	DRS	V	NKQKSN	I	L	LALMDT	DML	M
ATU GT88A 1.pro	ETL	DGKN	DFCKSD	C	M	KO	RS	V	I	M
Majority	CPQEXVLSHPAVGGLTHCGWNSTLESLVAGVPMWVFPFADQPTNAKLLVDVVKI GVXI GGDVXR-----X-EEVERAVEELMDG-EKGMEM									
	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
ATU GT1C2.pro	A	VEI	A	K	I	VS	I	RF	I	AI
ATU GT73C 1.pro	S	M	L	I	T	S	G	T	S	L
ATU GT73C 3.pro	S	M	L	I	T	S	G	T	S	L
ATU GT73C 5.pro	S	M	L	I	T	S	G	T	S	L
ATU GT73C 6.pro	S	M	L	I	T	S	G	T	S	L
ATU GT75B1.pro	S	I	E	R	C	V	S	S	L	V
ATU GT75B2.pro	S	I	E	R	C	V	S	S	L	V
ATU GT76D 1.pro	D	FR	N	RSI	C	V	S	S	L	V
ATU GT76D 2.pro	D	FR	N	RSI	C	V	S	S	L	V
ATU GT76E 1.pro	A	KE	R	R	WN	G	C	ISS	I	R
ATU GT76E11.pro	A	KE	R	R	WN	G	C	ISS	I	R
ATU GT76E12.pro	A	KE	R	R	WN	G	C	ISS	I	R
ATU GT84B1.pro	S	KI	E	ISC	V	M	TV	V	AY	SWT
ATU GT84B2.pro	S	KI	E	ISC	V	M	TV	V	AY	SWT
ATU GT85A 1.pro	GQ	KI	M	ISC	V	M	TV	V	AY	SWT
ATU GT85A 2.pro	GQ	KI	M	ISC	V	M	TV	V	AY	SWT
ATU GT85A 4.pro	K	I	S	C	V	M	TV	V	AY	SWT
ATU GT85A 5.pro	K	I	S	C	V	M	TV	V	AY	SWT
ATU GT85A 7.pro	K	I	S	C	V	M	TV	V	AY	SWT
ATU GT88A 1.pro	A	V	N	K	V	I	AVC	A	LY	E
Majority	RERAKELKXLAEEAVE-EGSSSHNLETFVQDI MXL-----									
	510	520	530	540	550					
ATU GT1C2.pro	R	KL	I	AE	AGK					
ATU GT73C 1.pro	K	V	G	H	K					
ATU GT73C 3.pro	R	GDS	H	K						
ATU GT73C 5.pro	R	GDS	H	K						
ATU GT73C 6.pro	R	GDS	H	K						
ATU GT75B1.pro	N	KW	R	M	GR					
ATU GT75B2.pro	N	KW	R	M	GR					
ATU GT76D 1.pro	M	EKW	R	T	GR					
ATU GT76D 2.pro	M	EKW	R	T	GR					
ATU GT76E 1.pro	N	TI	E	V	AS					
ATU GT76E11.pro	K	I	D	E	KI					
ATU GT76E12.pro	K	I	D	E	KI					
ATU GT84B1.pro	R	F	A	S	P					
ATU GT84B2.pro	R	F	A	S	P					
ATU GT85A 1.pro	K	V	W	R	K					
ATU GT85A 2.pro	K	V	W	R	K					
ATU GT85A 4.pro	K	V	W	R	K					
ATU GT85A 5.pro	K	V	W	R	K					
ATU GT85A 7.pro	K	V	W	R	K					
ATU GT88A 1.pro	T	MAM	N	A	L					
Decoration 'Decoration #1': Hide (as '*') residues that match the Consensus exactly.										