

Modellversuche zur Blaufleckigkeit von Kartoffelknollen

Klaus Schaller

Institut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München in Weihenstephan (BRD)

Eingegangen am 14. März 1974

Model Experiments on Black Spots of Potatoe-Tubers

Summary. In model experiments with the variety Grata it could be demonstrated that the activity of phenylalaninammoniumlyase and saccharase as well as the content of total phenols are severely increased in the black spots of potatoe tubers. However, polyphenoloxidase activity and the chlorogenic acid content were reduced. The content of several free amino acids in the black spots was also changed: proline definitely increased, valine, lysine, histidine, arginine, phenylalanine and tyrosine decreased more or less.

Zusammenfassung. In Modelluntersuchungen zur Blaufleckigkeit konnte an der Sorte GRATA gezeigt werden, daß in den Druckstellen der Knollen die Aktivität der Phenylalaninammoniumlyase und Saccharase sowie der Gehalt an Gesamtphenolen stark erhöht sind. Polyphenoloxydaseaktivität und Chlorogensäuregehalt sind dagegen vermindert. Der Gehalt einzelner freier Aminosäuren in den geschlagenen Knollen ist ebenfalls verändert: Prolin nimmt stark zu, Valin, Lysin, Histidin und Arginin, Phenylalanin und Tyrosin nehmen mehr oder minder ab.

Einleitung

In einer vorangegangenen Mitteilung [1] konnte gezeigt werden, daß an der Ausbildung der Blaufleckigkeit der Kartoffel verschiedene Inhaltsstoffe wie Trockenmasse, Calciumgehalt, γ -Aminobuttersäure, Phenylalanin und Saccharase beteiligt sind. Der Komplex Blaufleckigkeit wird demnach nicht nur durch rein chemische Vorgänge, wie die Komplexierung der Chlorogensäure durch Fe^{3+} -Ionen, bestimmt. Ziel dieser vorliegenden Arbeit war es, in Modelluntersuchungen speziell die Aktivität bestimmter Enzyme sowie die Veränderungen im Gehalt einzelner freier Aminosäuren zu verfolgen.

Material und Methoden

Knollen der Sorte GRATA eine Woche im Kühlschrank bei + 4°C lagern. Dann mit dem von Maas [2] beschriebenen Gerät zur Erzeugung von Gewebeverletzungen („blaue Flecken“) schlagen und erneut 12 Std bei + 4°C aufbewahren. Schlagstellen aus der Knolle herauspräparieren und in dem Gewebe folgende Bestimmungen durchführen: Polyphenoloxydase (PPO) nach Schaller [3]; Saccharase nach Hofmann u. Wunsch [4]; Phenylalanin-ammonium-lyase (PAL) nach Attridge u. Smith [5]; freie Aminosäuren nach Schaller u. Wunsch [6]; Gesamtphenole nach Swain u. Hillis [7]; Chlorogensäure nach Häusermann u. Brandenberger [8]. Als Vergleich diente eine unbehandelte Knolle, von der an gleichen Stellen Gewebepartien entnommen und untersucht wurden. Die Versuche wurden dreimal wiederholt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Enzymaktivitäten in den geschlagenen Gewebeteilen wiesen gegenüber den unbehandelten Proben große Unterschiede auf (Tab. 1): Während die PPO-Aktivität um ca 20% abnimmt, steigt die Aktivität der Saccharase um mehr als 200%, die PAL um 30% an.

Tabelle 1. Veränderungen der Enzymaktivität in geschlagenen Gewebepartien (unbehandelt = 100, Ø aus drei Parallelen)

Enzym	Aktivitätszunahme (in %)
PPO	79
Saccharase	310
PAL	130

Die Schlagstellen gestoßener Kartoffeln sind nach unseren Beobachtungen beim „Verchippen“¹ immer dunkler gefärbt als die unverletzten Stellen; eine erhöhte Saccharase-aktivität könnte also über eine Anreicherung an Monosacchariden zur

Bildung größerer Mengen von Aminoazuckern beim Rösten führen. Eine Stimulation der PAL ist bis jetzt nur in Süßkartoffelgewebe beobachtet worden, das mit *Ceratomyces fimbriata* infiziert wurde [9–11].

Auch die phenolischen Inhaltsstoffe (Tab. 2) verändern sich unter dem Einfluß der Schlageinwirkung. Der Gesamtphenolgehalt nimmt um 25% zu, Chlorogensäure bzw. Kaffeesäure nehmen dagegen um 10% bzw. 6% ab. Da das Gewebe schon bei der Untersuchung einen bläulichen Schimmer aufwies, darf angenommen werden, daß die Komplexbildung der Chlorogensäure bzw. Kaffeesäure mit Fe^{3+} -Ionen zu diesem Zeitpunkt bereits eingesetzt hat. Durch Stimulierung der PAL hat offenbar eine erneute Bildung von Polyphenolen stattgefunden.

Ähnliche Beobachtungen können auch in der Gruppe der freien Aminosäuren (Tab. 3) gemacht werden.

Tabelle 2. Veränderungen phenolischer Inhaltsstoffe in geschlagenen Gewebepartien (unbehandelt = 100, \bar{x} aus drei Parallelen)

Phenole	Gehalt (in %)
Gesamtphenol	125
Chlorogensäure	90
Kaffeesäure	94

Tabelle 3. Veränderungen der freien Aminosäuren in geschlagenen Gewebepartien gegenüber ungeschlagenen

Aminosäure	Gehalt in $\mu\text{mol/g TS}$	
	„ungeschlagene“ Gewebepartien	„geschlagene“
Asp	40,43	55,30
Thr	22,68	23,88
Ser	108,39	108,48
Glu	30,28	31,37
Pro	+ ^a	4,06
Gly	2,74	1,73
Ala	4,95	4,48
Val	17,94	8,82
Met	0,88	+ ^a
Ileu	7,11	5,00
Le	3,54	3,42
Tyr	11,92	9,56
Phe	15,26	9,27
Lys	4,75	3,00
His	7,23	5,16
Arg	9,70	7,36

^a + = Spuren

Prolin, das in den unbehandelten Proben nur in Spuren vorzufinden ist, läßt in den geschlagenen Stellen eine starke Zunahme erkennen. Dagegen nimmt Valin um rund 50% ab; ähnlich verhalten sich Lysin, Histidin und Arginin. Der Gehalt an Phenylalanin ist in den geschlagenen Gewebepartien um ca. 40%, an Tyrosin um rund 20% niedriger. Möglicherweise wird Phenylalanin durch die PAL in Zimtsäure bzw. andere phenolische Inhaltsstoffe umgewandelt. Tyrosin wird wahrscheinlich durch die PPO oxydiert; auf diese Weise könnte die Abnahme der PPO-Aktivität erklärt werden, die durch die entstandenen Reaktionsprodukte wahrscheinlich gehemmt wird.

Diese Modellversuche zusammen mit den Ergebnissen einer vorangegangenen Mitteilung [1] machen deutlich, daß die Blaufleckigkeit der Kartoffel ein sehr komplexes Schadsymptom darstellt, an dessen Entstehung bzw. Ausprägung viele Faktoren beteiligt sind. Diese Untersuchungen zeigen einen Weg zur Erklärung des Komplexes Blaufleckigkeit auf. Es sind jedoch noch weitere Untersuchungen in dieser Richtung notwendig, um eine beweiskräftige Kausalkette aufbauen zu können.

Literatur

1. Schaller, K., Amberger, A.: *Qualitas Plant. Mater. Vegetabiles* (im Druck)
2. Maas, E. F.: *Am. Potato J.* **43**, 424—426 (1966)
3. Schaller, K.: *Z. Lebensm. Unters.-Forsch.* **150**, 211—216 (1973)
4. Hofmann, E., Wünsch, A.: *Z. Acker- Pflanzenbau* **120**, 253—273 (1964)
5. Attridge, T. H., Smith, H.: *Biochem. Biophys. Acta* **148**, 805—807 (1967)
6. Schaller, K., Wünsch, A.: *Nahrung* **17**, 415—417 (1973)
7. Swain, T., Hillis, W. E.: *J. Sci. Food Agr.* **10**, 63—68 (1959)
8. Häusermann, M., Brandenberger, H.: *Z. Lebensm. Unters.-Forsch.* **115**, 516—527 (1961)
9. Minamikawa, T., Uritani, I.: *Arch. Biochem. Biophys.* **108**, 573—574 (1964)
10. Minamikawa, T., Uritani, I.: *Japan. J. Agr. Biol. Chem.* **29**, 1021—1026 (1965)
11. Minamikawa, T., Uritani, I.: *J. Biochem. (Tokyo)* **57**, 678—688 (1965)

Dr. Kl. Schaller
 Hessische Forschungsanstalt für Wein, Obst
 und Gartenbau
 D-6222 Geisenheim
 Rüdeshimer Straße
 Bundesrepublik Deutschland