

Bd. 28 SH 31/II (1975) 49

**SONDERDRUCK**

aus

**31/II. SONDERHEFT**

zur Zeitschrift »Landwirtschaftliche Forschung«  
zugleich Zeitschrift des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher  
Untersuchungs- und Forschungsanstalten

Herausgegeben von: H. Kick, Bonn; H.-J. Oslage, Braunschweig-Völkenrode; U. Ruge, Hamburg;  
F. Scheffer, Göttingen; E. Schlichting, Stuttgart-Hohenheim; L. Schmitt, Darmstadt; W. Wöhlbier, Stuttgart-Hohenheim

**Stand und Leistung  
agrikulturchemischer und  
agrarbiologischer Forschung  
XXIX**

Vorträge  
gehalten auf dem 86. VDLUFA-Kongreß  
in Berlin  
16. - 21. September 1974  
(Kongreßband 1974)



J. D. SAUERLÄNDER'S VERLAG, FRANKFURT AM MAIN

# LANDWIRTSCHAFTLICHE FORSCHUNG

31/II. Sonderheft

---

Die Zeitschrift „*Landwirtschaftliche Forschung*“ veröffentlicht Originalarbeiten aus dem Gebiet der landwirtschaftlichen Forschung, insbesondere aus den Arbeitsgebieten der einzelnen Fachgruppen des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten.

*Hauptschriftleiter:* Professor Dr. L. Schmitt; *Schriftleiter:* Dipl.-Ing. agr. H. Zarges, beide in D-6100 Darmstadt 1, Postfach 1144, Bismarckstraße 41 A.

Die *Beiträge* und zu *besprechende Bücher* sind zu senden an die Schriftleitung, D-6100 Darmstadt 1, Postfach 1144. Die *Rechtschreibung* und *Schreibweise von Nomenklaturen und Fachausdrücken* sollen nach den Angaben in „Einheitlicher Schreibweise in naturwissenschaftlichen Werken“ von Herrmann erfolgen. Dasselbe gilt für *Abkürzungen von Zeitschriftentiteln*. Soweit die Manuskripte dem nicht Rechnung tragen, werden sie von der Schriftleitung entsprechend bearbeitet. Im übrigen wird bei Einsendung von *Manuskripten* zugleich die schriftliche Bestätigung erbeten, daß es sich um eine Originalarbeit handelt, die bisher auch auszugsweise nicht an anderer Stelle veröffentlicht worden ist.

*Sonderdrucke:* Die Verfasser erhalten auf Wunsch zum Selbstkostenpreis 30 Sonderdrucke. Bei größerem Bedarf sind besondere Vereinbarungen mit dem Verlag zu treffen.

*Erscheinungsweise:* Die Zeitschrift „*Landwirtschaftliche Forschung*“ erscheint jeweils in einem Band mit vier Hefen, die in vierteljährlichen Abständen herausgegeben werden. Außerdem erscheinen nach Bedarf Sonderhefte, die besonders in Rechnung gestellt werden.

*Bezugsmöglichkeiten:* Die Zeitschrift „*Landwirtschaftliche Forschung*“ kann durch den in- und ausländischen Buchhandel oder direkt vom Verlag bezogen werden. Das Abonnement gilt bei Aufgabe der Bestellung für einen Band; es läuft weiter, wenn nicht unmittelbar nach Lieferung des Schlußheftes eines Bandes eine Abbestellung erfolgt.

*Bezugspreis:* Preis eines Bandes (vier Hefte) DM 96,— (empf. Richtpreis) zuzüglich Versandkosten, Preis der Sonderhefte je nach Umfang verschieden.

*Verlag:* J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, Finkenhofstraße 21. Bankkonten: Commerzbank A. G., Frankfurt am Main (Konto-Nr. 5 408 075); Stadtparkasse Frankfurt am Main (Girokonto 96 958). Postscheckkonto: Frankfurt am Main Nr. 8 96.

© J. D. Sauerländer's Verlag Frankfurt am Main, 1975

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung vorbehalten.

Satz und Druck: Graph. Kunstanstalt Wilhelm Herr, Gießen

Printed in Germany

# Carotinbildung in Möhren unter dem Einfluß einer Behandlung mit Harnstoffderivaten, Carbamaten und Amiden

(Aus dem Institut für Pflanzenernährung der TU-München-Weihenstephan;  
Dir.: Prof. Dr. A. AMBERGER)

Von R. GUTSER \*)

Carotin stellt als Provitamin A einen wesentlichen wertgebenden Inhaltsstoff der Möhre dar. Der intensive Feldgemüsebau kann auf den chemischen Pflanzenschutz, bedingt durch die langsame Jugendentwicklung dieser Kulturpflanze, nicht verzichten. Über die Wirkung von Herbiziden auf die Carotinbildung in Möhren liegen kaum Untersuchungen vor. Lediglich SEVAST'JANOVA und ZEMOJC (1968) berichten von einem Rückgang der Carotingehalte durch Anwendung überhöhter Gaben von Alipur bzw. Chlorpropham (2 - 6 kg Wirkstoff/ha). Ferner sollen Insekticide aus der Gruppe der Kohlenwasserstoffe den Carotingehalt von Möhren ungünstig beeinflussen. In 6 Sorten von reifen Möhren wurde ein um 12 bis 38 % geringerer Carotingehalt festgestellt (ENGST und KNOLL, 1966; ENGST, 1967).

Wir prüften deshalb in Feld- und Gefäßversuchen auf Lehm- und Moorboden die Bildung von Carotin in Möhren im Verlaufe der Vegetationszeit unter dem Einfluß einer Behandlung mit Phenylharnstoffderivaten, Phenylcarbamaten und Phenylamiden. Als Kontrolle diente ein auf mechanische Weise unkrautfrei gehaltenes Versuchsglied. Über den Abbau dieser Herbizide bzw. deren Einfluß auf die Zuckerbildung in Möhren wird an anderer Stelle (GUTSER und AMBERGER, 1974; AMBERGER und GUTSER) berichtet.

## Versuchsdurchführung und Methodik

### *Versuchsböden*

#### Feldversuche:

Lößbraunerde (Mühlfeld), sandiger Lehm, 2,3 % organ. Subst.,  $pH_{(KCl)}$  6,0  
geringer Unkrautwuchs, mechanische Unkrautbekämpfung in Trockenjahren problematisch  
Anmoorgley (Grünschwaige), Lehm, 30 % organ. Subst.,  $pH_{(KCl)}$  6,0  
starke Verunkrautung, auf mechanischem Weg allein kaum zu kontrollieren.

#### Gefäßversuche:

feinsandiger Lehm, 2,3 % organ. Subst.,  $pH_{(KCl)}$  6,3  
Niedermoor, 43,5 % organ. Subst.,  $pH_{(KCl)}$  6,6.

### *Versuchsfrucht*

Möhren (*Daucus carota* L.), Sorte Rotin.

### *Herbizidanwendung*

Prevenol (Chlorpropham, CIPC) — Voraufmittel (empf. Dosierung: 16 l/ha)  
Alipur (Chlorbufam, BiPC + Cycluron, OMU) — Voraufmittel (4 l/ha)  
Afolon (Linuron), geprüft als Nachaufmittel (1,5 kg/ha)  
Dosanex (Metoxuron), geprüft als Nachaufmittel (6 kg/ha)  
Dutom (Solan, CMA) — Nachaufmittel (10 l/ha).

Die einfache Gabe (1 X) entspricht im Feldversuch der empfohlenen, im Gefäßversuch dem Doppelten der empfohlenen Aufwandmenge (bezogen auf die Gefäßoberfläche).

\*) Dr. R. GUTSER, Institut für Pflanzenernährung, 8050 Freising-Weihenstephan.

Erntezeitpunkt	Pflanzenalter (Tage) im Durchschnitt
1	73
2	95
3	117

### Carotinbestimmung

Säulenchromatographisch nach TIEWS (1966) im gefriergetrocknetem Material; es wird  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Carotin zusammen erfaßt. In Möhren überwiegt das  $\beta$ -Carotin (PHAN und HSU, 1973). Um den Carotinextrakt wasserfrei zu bekommen (gefriergetrocknetes Material enthält ca. 4 bis 6 %  $H_2O$ !), wurde auf die  $Al_2O_3$ -Säule noch wasserfreies  $Na_2SO_4$  gegeben. Gelegentlich auftretende Trübungen des Eluates wurden damit ausgeschaltet. Aus Vorversuchen ging hervor, daß eine Aufbewahrung von gefriergetrocknetem Material unter verschiedenen Lagerbedingungen mit erheblichen Carotinverlusten verbunden ist (Abbildung 1).

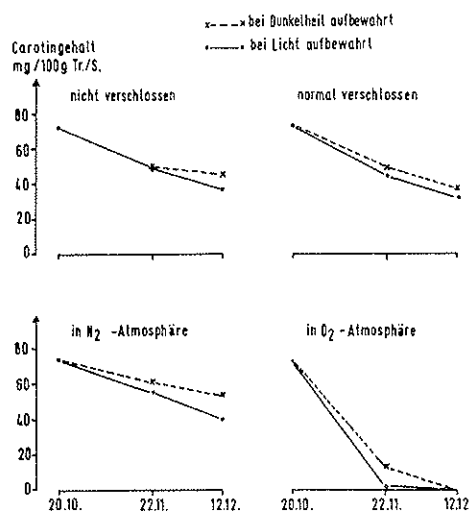


Abb. 1  
Carotinverluste im gefriergetrockneten  
Material unter verschiedenen Lager-  
bedingungen

Die entscheidende Bedeutung für die Carotinerstörung kommt folglich dem Sauerstoff zu. Als Ergebnis dieser Voruntersuchungen wurde daher das schockgefrorene Material (mit flüsigem Stickstoff) erst unmittelbar vor der Analyse gefriergetrocknet. Der durchschnittliche aus allen Proben ermittelte Analysenfehler betrug für Rüben 0,8 %, für Kraut 1,1 %.

### Ergebnisse

Die Carotingehalte beider Pflanzenorgane liegen auf dem Niedermoorboden zu jedem Erntezeitpunkt über denen des Lehmbodens (Abbildung 2).

Das höhere Stickstoffangebot des organischen Bodens führte zu höheren Stickstoffgehalten und einer verstärkten Carotinbildung. Ein positiver Zusammenhang zwischen Stickstoffernährung und Carotinbildung wurde auch von HABBEN (1973) festgestellt. Nach 73 Tagen Wachstum waren die Carotingehalte in Sproß und Rüben etwa gleich; im Verlauf des Reifeprozesses nahmen sie im Rübenkörper zu, im Kraut ab (ähnliche Ergebnisse fanden HABBEN, 1973, sowie PHAN und HSU, 1973).

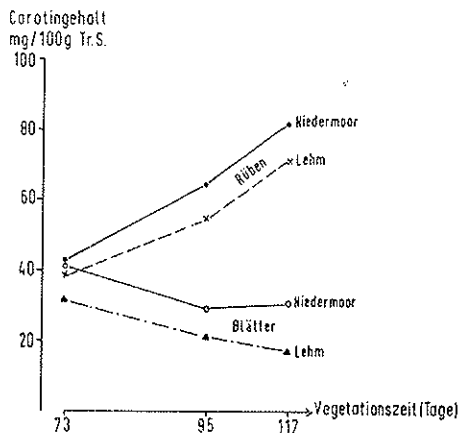


Abb. 2 Carotingehalt im Verlauf des Wachstums

Die Wirkung einer Herbizidbehandlung auf die Carotinbildung ist unter den Bedingungen des Feld- bzw. Gefäßversuches grundsätzlich verschieden zu beurteilen. Im Feldversuch ist der Erfolg der Unkrautbekämpfung entscheidend; somit wird primär ein indirekter Einfluß der Herbizide auf die Carotinbildung erfaßt. Im Gefäßversuch steht dagegen die Wirkstoffverträglichkeit der Kulturpflanze im Vordergrund (direkte Wirkung).

### Feldversuche

Auf Lößbraunerde bewirkte die chemische Behandlung zunächst (1. Ernte) etwas geringere, zum zweiten Zeitpunkt in der Regel etwas höhere Carotingehalte — insbesondere auf den Parzellen mit der empfohlenen Wirkstoffkonzentration (Abbildung 3). In den reifen Möhren wurden bei hoher Herbizidmenge, ausgenommen Dutom, höhere Carotingehalte festgestellt. Gegenüber „unbehandelt“ erreichte eine höhere Dosis von Alipur, Prevenol und Dutom gleiche Werte, während Afalon etwas unter der Kontrolle liegt. Auf Anmoorgley erzielte in den reifen Möhren nur 1 × Dutom einen höheren Carotingehalt als die Kontrolle. Eine Erhöhung der Applikationsmenge wirkte sich allgemein ungünstig aus. Bedingt durch signifikante Rübenmehrerträge erzielten die chemischen Maßnahmen auf dem Mineralboden mit wenigen Ausnahmen gesichert höhere Carotin-erträge als die unbehandelten Parzellen (Tabelle 1).

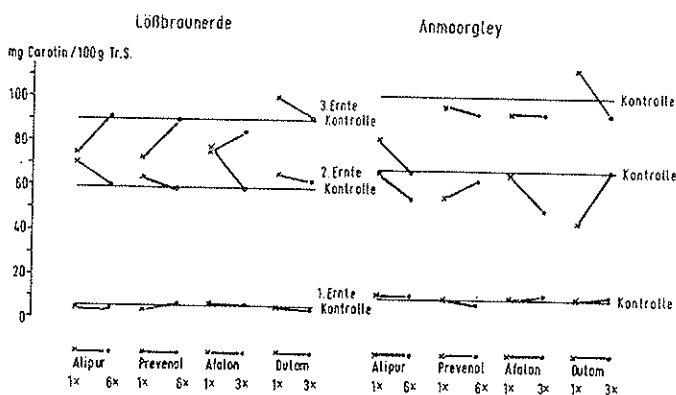


Abb. 3 Carotingehalte in Rüben Feldversuche

Tab. 1  
Feldversuch Lößbraunerde (Mühlfeld) 1967

Behandlung	Rüben- ertrag dz Tr. S./ha bzw. unbehandelt = 100	Carotinertrag kg/ha = 100	Herbizideffekt 1 = gut 9 = schlecht	Wirkstoff- rückstände * ppm i. Fri. S.
chemisch unbehandelt	28,8	2,6	—	—
1 × Alipur	122	97	5	n. n.**
6 × Alipur	123	117	2	n. n.
1 × Prevenol	124	97	3	0,07
6 × Prevenol	134	129	2	0,10
1 × Afalon	141	116	2	n. n.
3 × Afalon	140	120	2	0,05
1 × Dutom	135	141	2	n. n.
3 × Dutom	131	127	2	n. n.
GD 5 %	10	12		

\*) Methoden und Einzelergebnisse siehe GUTSER u. AMBERGER (1974)

\*\*\*) n. n. = nicht nachweisbar

Tab. 2  
Feldversuch Anmoorgley (Grünschwaige) 1967

Behandlung	Rüben- ertrag dz Tr. S./ha bzw. unbehandelt = 100	Carotinertrag kg/ha = 100	Herbizideffekt 1 = gut 9 = schlecht	Wirkstoff- rückstände ppm i. Fri. S.
chemisch unbehandelt	36,0	3,7	—	—
1 × Alipur	77	63	9	n. n.
6 × Alipur	96	67	7	0,06
1 × Prevenol	89	88	6	0,10
6 × Prevenol	95	89	4	0,22
1 × Afalon	89	87	3	0,09
3 × Afalon	111	100	2	0,11
1 × Dutom	100	116	3	n. n.
3 × Dutom	93	87	2	0,05
GD 5 %	9	10		

Auf Anmoorgley brachte lediglich 3 × Afalon eine Ertragszunahme um 11 %; der Carotinertrag lag aber in dieser Behandlungsvariante auf dem Niveau von unbehandelt (Tabelle 2). Abgesehen von 1 × Dutom (um 16 % höhere Carotinbildung) führte die chemische Unkrautbekämpfung zu einem Rückgang der Carotinerträge um 10 bis 40 %.

Die Bedeutung einer ausreichenden Herbizidwirkung auf die Ertrags- und Carotinbildung kommt in diesen beiden Feldversuchen deutlich zum Ausdruck. Während auf dem Leimboden durch chemische Maßnahmen eine vollkommene Unkrautbekämpfung (Tabelle 1) zu höheren Trockensubstanz- und Carotinerträgen führte, konnte auf dem organischen Boden die Unkrautkonkurrenz nicht vollkommen ausgeschaltet werden (Spätverunkrautung, Tabelle 2). Deshalb liegen hier die Ergebnisse unter denen der mechanisch sauber gehaltenen Kontrollparzellen. Allgemein niedrige bzw. nachweisbare Wirkstoffrückstände (siehe GUTSER und AMBERGER, 1974) bringen dafür keine zusätzliche Erklärung (Tabellen 1 und 2).

#### Gefäßversuche

Die unmittelbare Wirkung der Herbizide auf Ertrags- und Carotinbildung wurde über die gesamte Wachstumszeit hinweg in Sproß und Speicherorgan geprüft (Tabellen 3 und 4).

Tab. 5  
Substanz- und Carotinbildung — Rüben (Gefäßversuch)

Behandlung	sandiger Lehm			Niedermoor				
	Ertrag g Tr. S./Gef.	Carotingeh. mg/100 g Tr. S. bzw. unbehandelt = 100	Carotinbildg. mg/Gef.	Wirkstoffrückst. ppm i. Fri. S.	Ertrag g Tr. S./Gef.	Carotingeh. mg/100 g Tr. S. bzw. unbehandelt = 100	Carotinbildg. mg/Gef.	Wirkstoffrückst. ppm i. Fri. S.
1. Ernte								
unbehandelt	17,5	38,0	6,7	—	14,7	43,3	6,4	—
1 × Afalon	75	101	77	1,80	83	97	77	0,37
3 × Afalon	44	87	38	4,90	43	86	37	1,73
1 × Dosanex	*)				79	89	70	0,04
3 × Dosanex	*)				×			
GD 5 %	9		9		11		10	
2. Ernte								
unbehandelt	67,8	54,0	36,7	—	55,2	64,1	35,4	—
1 × Afalon	85	90	77	0,34	85	74	63	0,09
3 × Afalon	81	99	81	1,07	83	70	58	0,42
1 × Dosanex	21	64	13	0,04	92	91	83	n. n.
3 × Dosanex	*)				27	80	21	0,05
GD 5 %	14		12		6		5	
3. Ernte								
unbehandelt	92,3	71,2	65,8	—	78,3	81,8	64,0	—
1 × Afalon	94	94	89	0,30	88	101	89	0,10
3 × Afalon	83	91	75	1,10	91	99	90	0,38
1 × Dosanex	40	77	31	n. n.	100	106	105	n. n.
3 × Dosanex	*)				43	92	40	0,08
GD 5 %	14		15		13		13	

\*) keine Probenahme wegen geringen Wadstums

Tab. 4  
Substanz- und Carotinbildung — Blätter (Gefäßversuch)

Behandlung	sandiger Lehm			Niedermoor			
	Ertrag g Tr. S./Gef.	Carotingeh. mg/100 g Tr. S. bzw. unbehandelt = 100	Carotinbildg. mg/Gef. unbehandelt = 100	Ertrag g Tr. S./Gef.	Carotingeh. mg/100 g Tr. S. bzw. unbehandelt = 100	Carotinbildg. mg/Gef. unbehandelt = 100	Wirkstoffrückst. ppm i. Fri. S.
1. Ernte							
unbehandelt	23,8	31,7	7,6	18,8	40,8	7,7	—
1 × Afalon	97	100	97	94	88	83	0,54
3 × Afalon	71	111	78	64	100	64	0,97
1 × Dosanex	*)			87	89	77	0,05
3 × Dosanex	*)			*)			
GD 5 %	13		13	14		14	
2. Ernte							
unbehandelt	40,6	20,8	8,4	31,3	29,1	9,1	—
1 × Afalon	93	101	94	89	109	97	0,10
3 × Afalon	92	106	97	93	121	113	0,66
1 × Dosanex	33	97	32	94	117	110	0,10
3 × Dosanex	*)			49	119	58	0,23
GD 5 %	10		11	8		9	
3. Ernte							
unbehandelt	33,6	17,1	5,7	35,4	31,8	11,3	—
1 × Afalon	130	107	139	92	109	100	0,06
3 × Afalon	100	125	125	88	97	85	0,06
1 × Dosanex	52	117	60	90	99	87	0,06
3 × Dosanex	*)			57	107	61	0,06
GD 5 %	19		20	14		15	

\*) keine Probenahme wegen geringen Wadstums



Auf beiden Versuchsböden beeinflussten Afalon und Dosanex, insbesondere in der hohen Aufwandsmenge, die Ertrags- und Carotinbildung negativ. Lediglich 1 × Dosanex brachte auf dem organischen Boden zum Reifezeitpunkt etwas höhere Carotingehalte- und -erträge. Zum 1. Erntezeitpunkt waren die Substanzbildung der behandelten Pflanzen geringer, die Carotingehalte ziemlich gleich (Konzentrationseffekt). Bis zur 2. Probenahme stieg der Carotingehalt der Möhren — insbesondere aus dem organischen Boden — stark an; die behandelten Versuchsglieder lagen deutlich unter der Kontrolle. Der Einfluß des Bodens trat bei der letzten Ernte besonders deutlich hervor (1 × Dosanex!). Die Carotingehalte der Möhren gingen mit steigenden Wirkstoffgaben auf beiden Böden zurück, die Carotinbildung näherte sich mit zunehmender Reife immer mehr der Kontrolle.

Im Gegensatz zum Speicherorgan wurden die Carotingehalte des Krautes durch Herbizidbehandlung meist erhöht oder nur geringfügig verändert (Tabelle 4). Auch war die Carotinbildung im Kraut weniger gehemmt als im Speicherorgan, z. T. lagen die Carotinerträge sogar höher als in den Kontrollpflanzen (Tabelle 5).

Tab. 5  
Wirkung einer Herbizidbehandlung auf die Carotinbildung in Rüben und Kraut  
(Mittelwerte, unbehandelt = 100)

	Lehm		Niedermoor	
	Rüben	Kraut	Rüben	Kraut
1. Ernte	58	88	61	75
2. Ernte	57	74	68	107
3. Ernte	65	108	95	91

In der reifen Pflanze fällt in der Regel eine geringere Carotinbildung mit höheren Wirkstoffrückständen zusammen. Die Blätter wiesen nach 117 Tagen Wachstum geringere Rückstände auf als die Wurzeln (Tabellen 3 und 4). Insgesamt gesehen ist die Carotinbildung um durchschnittlich 7% stärker gehemmt als die Trockensubstanzbildung; es wäre deshalb denkbar, daß durch Herbizide die Carotinsynthese auch direkt beeinflusst wird.

### Diskussion

Im Feldversuch ist das Ausmaß der Herbizidwirkung ausschlaggebend für die Stoffproduktion. Ein guter Herbizideffekt gewährleistet eine gute Ertrags-, Carotin- und auch Zuckerbildung (AMBERGER und GUTSER, 1975). Können durch höhere Wirkstoffgaben die Wachstumsbedingungen der Kulturpflanze noch verbessert werden, so ist damit auch eine Steigerung der Stoffbildung verbunden trotz erhöhter Pflanzenschutzmittelrückstände (Tabelle 6).

Bringt die Wirkstoffsteigerung aber keine Verbesserung der Umweltbedingungen, so wird die Stoffproduktion meist negativ beeinflusst (GUTSER, 1971).

Tab. 6  
Anmoorgley 1967 — Rüben  
(unbehandelt = 100)

Behandlung	Ertrag	Carotinbildung	Zuckerbildung	Rückstände ppm i. Tr. S.
1 × Afalon	89	87	97	0,09 — 0,05
3 × Afalon	111	100	106	0,27 — 0,09

Der Herbicideffekt wird unter den Bedingungen des Gefäßversuches gänzlich ausgeschaltet, dagegen tritt die Wirkstoffverträglichkeit der Kulturpflanze in den Vordergrund mit Auswirkung auf Wachstum und Bildung von Inhaltsstoffen. Herbicide sind Pflanzengifte, die selbst in physiologisch resistenten Pflanzenarten einen mehr oder weniger starken Wachstumsschock hervorrufen. Die Verringerung der Carotinbildung in Möhren durch Afalon und Dosanex dürfte auf zwei Ursachen zurückgehen:

1. allgemeine Wachstumshemmung
2. spezielle Hemmung der Carotinsynthese.

Mevalonsäure nimmt bekanntlich eine zentrale Stellung in der Carotinbiosynthese ein (RECK, 1962; CZYGAN, 1967; PORTER und ANDERSON, 1967; SAAKOV, 1968). Ein vermindertes Angebot an Acetyl-CoA bzw. reduzierten Coenzymen (NADPH), die beide für den Aufbau von Mevalonsäure erforderlich sind, könnte die Carotinsynthese begrenzen. Von den angewandten Wirkstoffen weiß man, daß sie die Hill-Reaktion der Photosynthese hemmen (GOOD, 1961; OVERBEEK, 1962; AVRON und SHAVIT, 1965; ASHTON, 1965; DAVIS, 1966; ROGERS und FUNDERBURK, 1968). Auch eine Störung des Krebs-Cyclus infolge Hemmung der Aktivität verschiedener Dehydrogenasen (FREED, 1953) resultiert in einem verringerten Angebot an reduzierten Coenzymen. Die Synthese von Carotin aus Mevalonsäure führt über mehrere Zwischenstufen wie Isopentenylpyrophosphat ( $C_5$ ), Geranylpyrophosphat ( $C_{10}$ ) und  $C_{20}$ -Körper zum  $C_{40}$ -Kohlenwasserstoff Phytoen, einer farblosen Verbindung mit 9 C=C-Bindungen. Durch stufenweise Dehydrierung und Ringschluß an den Außenenden (Iononring) entsteht schließlich Carotin. Eine Hemmung verschiedener daran beteiligter Enzyme durch die genannten herbiziden Wirkstoffe wäre analog den Ergebnissen von FREED (1953) durchaus denkbar.

Neben der deutlichen Verringerung der Carotinbildung in den Möhren beeinträchtigen die Wirkstoffe den Carotingehalt und die Carotinbildung im Sproß weniger. Zunächst könnte man dieses Ergebnis mit einer durch die Herbizidbehandlung hervorgerufenen Reifeverzögerung der Möhren erklären. Eine solche trifft insbesondere für die ersten beiden Ernten tatsächlich zu. Im „Reifestadium“ weisen jedoch alle Pflanzen deutliche Vergilbungserscheinungen der Blätter (äußeres Reifekriterium) auf. Ferner war der Stickstoffgehalt der Rüben, der bekanntlich ein weiteres Reifekriterium darstellt, in den behandelten Möhren niedriger als in der Kontrolle. Geht man von der berechtigten Annahme aus, daß Carotin in der Pflanze nicht transportiert werden kann, so könnte das unterschiedliche Verhalten von Sproß und Rüben auf 2 Ursachen zurückgeführt werden:

- 1) Die Carotinsynthese ist in den Rüben für längere Zeit, bzw. stärker gehemmt als im Sproßorgan (z. B. bedingt durch einen langsameren Abbau der Wirkstoffe in den Rüben). PHAN und HSU (1973) wiesen darauf hin, daß Lipide eine wichtige Rolle in der Synthese und Einlagerung des fettlöslichen Carotins spielen. Es wäre denkbar, daß sich die wasserunlöslichen herbiziden Wirkstoffe in den fettlöslichen Systemen der Zelle anreichern und auf diese Weise die Carotinsynthese hemmen.
- 2) Die Wirkstoffe oder deren Metaboliten hemmen die Ableitung von Carotinvorstufen (z. B. Mevalonsäure) aus den Blättern in die Wurzel. Über den Abbau von Carotin in den Blättern während des Abreifens ist derzeit wenig bekannt. In die Rüben abgeleitete Carotinvorstufen könnten dort zu einem Anstieg des Carotingehaltes gegen Wachstumsende führen.

Diese Möglichkeiten können zwar die Wirkung der Herbicide auf den Carotinstoffwechsel nicht schlüssig beweisen, wohl aber dazu beitragen, die unterschiedlichen Veränderungen des Carotingehaltes in Rübe und Sproß zu erklären. Neben der Reifeverzögerung dürfte somit auch ein direkter Einfluß der Herbicide auf den Carotinstoffwechsel bestehen.

## Zusammenfassung

In Feld- und Gefäßversuchen wurde die Wirkung von Phenylharnstoffderivaten, Phenylcarbamaten und Phenylamiden auf Carotingehalte und -bildung in Möhren geprüft. In den Feldversuchen bestimmte der Erfolg der chemischen Unkrautbekämpfung den Ertrag und die Carotinbildung in Möhren. Im Gefäßversuch war die Wirkstoffverträglichkeit der Möhre entscheidend für Carotingehalt bzw. Carotinbildung. Die Herbicidanwendung führte unter diesen Bedingungen insbesondere im Speicherorgan zu einem Rückgang der Carotinbildung. Mögliche physiologische Zusammenhänge wurden diskutiert.

## Summary

GUTSER, R.: *Carotinbildung in Möhren unter dem Einfluß einer Behandlung mit Harnstoffderivaten, Carbamaten und Amiden (Synthesis of carotene in carrots treated with phenylureas, -carbamates and -amids).*

Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 31, Kongreßband 1974.

In field and pot trials the effect of herbicides like phenylurea, phenylcarbamate and phenylamid was proved on the content and yield of carotene with carrots. In field trials the success of the chemical weed control determined the yields of dry matter and carotene. In pot trials content and yield of carotene depended on the sensitivity of plants to the active substance. Under these conditions the herbicides diminished the formation of carotene, especially in the roots; possible physiological connexions are discussed.

## Résumé

GUTSER, R.: *Carotinbildung in Möhren unter dem Einfluß einer Behandlung mit Harnstoffderivaten, Carbamaten und Amiden (Influence d'application des phenyle-urées, -carbamates et -amides sur la formation de carotine dans la carotte).*

Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 31, Kongreßband 1974.

L'effet de l'application des herbicides de la façon des phenyle-urées, -carbamates et -amides sur le teneur et rendement de carotine a été étudié avec la carotte dans des essais en champs et en pots. Dans des essais en champs le succès de la lutte contre les mauvaises herbes est responsable du rendement et de la formation de carotine dans les carottes. Dans des essais en pots la susceptibilité de la plant pour la substance active est important; dans ces conditions l'herbicide diminuait la formation de carotine, en particulier dans les racines. Des possibles connexions physiologiques sont discutés.

## Schriftum

1. AMBERGER, A., u. R. GUTSER: Zuckerbildung in Möhren unter dem Einfluß einer Behandlung mit Harnstoffderivaten, Carbamaten und Amiden. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd., 1975, im Druck
2. ASHTON, F. M.: Physiological, biochemical and structural modifications of plants induced by Atrazine and Monuron. *Proced. Ann. Meeting South. Weed Conf.* 18, 596 - 602, 1965
3. AVRON, M., and N. SHAVIT: Inhibitors and uncouplers of photophosphorylation. *Biochim. biophys. Acta* 109, 317 - 331, 1965
4. CZYGAN, F. C.: Biosynthese der Carotinoide. *Ber. Dt. bot. Ges.* 80, 627 - 644, 1967
5. DAVIS, E. A.: The role of starvation in Fenuron injury of shrub live oak. *Weeds* 14, 10 - 17, 1966

6. ENGST, R., u. R. KNOLL: Über die Persistenz von Lindan in Möhren. Lebensmittelchem. u. gerichtl. Chem. 20, 238 - 239, 1966
7. ENGST, R.: Aufnahme und Speicherung von Schädlingsbekämpfungsmitteln in Möhren. Qual. Plant. Mat. veget. 14, 305 - 316, 1967
8. FREED, V. H.: Mode of action other than aryl oxyalkyl acids. J. agric. Food Chem. 1, 47 - 51, 1953
9. GOOD, N. E.: Inhibitors of the Hill-reaction. Plant Physiol. 36, 788 - 803, 1961
10. GUTSER, R.: Wertgebende Inhaltsstoffe und Herbizidrückstände in Möhren unter dem Einfluß einer Behandlung mit Harnstoffderivaten, Carbamaten und Amiden. Diss. TU München-Weihenstephan 1971
11. GUTSER, R., u. A. AMBERGER: Rückstände von Harnstoffderivaten, Carbamaten und Amiden in Möhren im Verlauf der Vegetationszeit. Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpath.), Pflanzenschutz 81, 341 - 355, 1974
12. HABBEN, J.: Einfluß der Stickstoff- und Kaliumdüngung auf Ertrag und Qualität der Möhre (*Daucus carota* L.). Landwirtsch. Forsch. 26, 155 - 172, 1973
13. OVERBEEK, J. VAN: Physiological responses of plants to herbicides. Weeds 10, 170 - 174, 1962
14. PHAN, C. T., u. H. HSU: Physical and chemical changes occurring in the carrot root during growth. Can. J. Plant Sci. 53, 629 - 634, 1973
15. PORTER, J. W., and D. G. ANDERSON: Biosynthesis of carotenes. Ann. Rev. Plant Physiol. 18, 197 - 201, 1967
16. RECK, G.: Untersuchungen zur Plastidenontogenese und Carotinbildung bei *Daucus carota*. Diss. TH Braunschweig 1962
17. ROGERS, R. L., and JR. H. W. FUNDERBURK: Physiological aspects of fluometuron in cotton and cucumber. J. agric. Food Chem. 16, 434 - 440, 1968
18. SAAKOV, V. S.: On the possible connexion existing between the metabolic transformations of carotinoids, and the biosynthesis of chlorophyll. Dokl. Akad. Nauk. SSSR 181, 1001 - 1004, 1968; zit. in Ber. wiss. Biol. 306, Heft 2, S. 176
19. SEVAST'JANOVA, M. I., u. A. A. ZEMOJC: Einfluß erhöhter Herbiziddosen auf das Wurzelsystem der Möhre. Zit. in Landwirtsch. Zbl. 4, 3050, 1968
20. TIEWS, J.: Bestimmung von Carotin in Futtermitteln pflanzlichen Ursprungs. Landwirtsch. Forsch. 19, 67 - 69, 1966

SONDERHEFTE ZUR „LANDWIRTSCHAFTLICHEN FORSCHUNG“

1. Sonderheft:  
**Forschungen für die Praxis und mit der Praxis**  
1951. Vergriffen
2. Sonderheft:  
**Wege und Ziele der Qualitätsforschung und Güteförderung bei landwirtschaftlichen und gärtnerischen Erzeugnissen**  
1952. Vergriffen
3. Sonderheft:  
**Justus v. Liebig im Lichte der Forschung des 20. Jahrhunderts**  
1953. 30 Seiten mit einer Kunstdrucktafel, Kartoniert DM 3,60
4. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung**  
1953. Vergriffen
5. Sonderheft:  
**Forschungen im Dienste der Tierernährung**  
1954. 75 Seiten mit zahlreichen Tab. und graphischen Darstellungen. Kartoniert DM 8,—
6. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung II**  
1955. 156 Seiten mit 57 Abb. und 55 Tab. Kartoniert DM 18,80
7. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung III**  
1956. 161 Seiten mit 32 Abb. und 70 Tab. Kartoniert DM 19,80
8. Sonderheft:  
**Pflanzenqualität — Nahrungsgrundlage**  
1956. 143 Seiten mit 68 Abb. und 33 Tab. Kartoniert DM 22,20
9. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung IV**  
1957. 157 Seiten mit 34 Abb. und 96 Tab. Kartoniert DM 22,20
10. Sonderheft:  
**Bodenfruchtbarkeit II**  
1957. IV und 123 Seiten mit 56 Abb. und 28 Tab. Kartoniert DM 19,80
11. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung V**  
1958. VIII und 127 Seiten mit 56 Abb. und 38 Tab. Kartoniert DM 22,20
12. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung VI**  
1959. VIII und 152 Seiten mit 60 Abb. und 28 Tab. Kartoniert DM 27,—
13. Sonderheft:  
**Magnesium — Boden — Pflanze**  
1959. VIII und 100 Seiten mit 43 Abb. und 66 Tab. Kartoniert DM 24,80
14. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung VII**  
1960. VIII und 141 Seiten mit 51 Tab. und 55 Abb. Kartoniert DM 26,40
15. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung VIII**  
1961. VIII und 159 Seiten mit 62 Abb. und 38 Tab. Kartoniert DM 27,50
16. Sonderheft:  
**Die Spurenelementversorgung von Pflanze, Tier und Mensch**  
1962. VIII und 147 Seiten mit 37 Abb. und 56 Tab. Kartoniert DM 26,20

SONDERHEFTE ZUR „LANDWIRTSCHAFTLICHEN FORSCHUNG“

17. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung X**  
1963. VIII und 211 Seiten mit 91 Abb. und 72 Tab. Kartonierte DM 30,75
18. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XI**  
1964. VIII und 208 Seiten mit 52 Abb. und 43 Tab. Kartonierte DM 30,25
19. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XII**  
1965. VIII und 252 Seiten mit 87 Abb. und 75 Tab. Kartonierte DM 41,80
20. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XIII**  
1966. VIII und 152 Seiten mit 20 Abb. und 33 Tab. Kartonierte DM 28,80
21. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XIV**  
1967. VIII und 137 Seiten mit 81 Abb. und 35 Tab. Kartonierte DM 31,80
22. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XV**  
1968. VIII und 198 Seiten mit 91 Abb. und 44 Tab. Kartonierte DM 43,20
23. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XVI - XVII**  
1969. Teil I. VIII und 228 Seiten mit 81 Abb. und 81 Tab. Kartonierte DM 52,80  
Teil II. VIII und 191 Seiten mit 70 Abb. und 63 Tab. Kartonierte DM 48,80
24. Sonderheft:  
**Internationales Symposium: Hundert Jahre Saatgutprüfung**  
1970. VIII und 207 Seiten mit 47 Abb. und 49 Tab. Kartonierte DM 50,60
25. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XVIII - XIX**  
1970. Teil I. VIII und 172 Seiten mit 78 Abb. und 56 Tab. Kartonierte DM 47,20  
Teil II. VIII und 178 Seiten mit 73 Abb. und 71 Tab. Kartonierte DM 46,60
26. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XX - XXI**  
1971. Teil I. VIII und 333 Seiten mit 158 Abb. und 96 Tab. Kartonierte DM 87,60  
Teil II. VI und 220 Seiten mit 87 Abb. und 64 Tab. Kartonierte DM 64,80
27. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XXII - XXIII**  
1972. Teil I. VI und 281 Seiten mit 95 Abb. und 136 Tab. Kartonierte DM 86,50  
Teil II. VI und 237 Seiten mit 102 Abb. und 107 Tab. Kartonierte DM 77,40
28. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XXIV - XXV**  
1973. Teil I. X und 390 Seiten mit 127 Abb. und 173 Tab. Kartonierte DM 122,—  
Teil II. VIII und 279 Seiten mit 94 Abb. und 138 Tab. Kartonierte DM 87,40
29. Sonderheft:  
**Justus von Liebig und unsere Zeit**  
1973. 48 Seiten mit 2 Abb. Kartonierte DM 9,80
30. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XXVI - XXVII**  
1974. Teil I. VIII und 262 Seiten mit 89 Abb. und 77 Tab. Kartonierte DM 98,—  
Teil II. VI und 218 Seiten mit 110 Abb. und 96 Tab. Kartonierte DM 82,80
31. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XXVIII - XXIX**  
1975. Teil I. VIII und 320 Seiten mit 100 Abb. und 112 Tab. Kartonierte DM 118,—  
Teil II. In Vorbereitung

## SONDERHEFTE ZUR „LANDWIRTSCHAFTLICHEN FORSCHUNG“

1. Sonderheft:  
**Forschungen für die Praxis und mit der Praxis**  
1951. Vergriffen
2. Sonderheft:  
**Wege und Ziele der Qualitätsforschung und Güteförderung bei landwirtschaftlichen und gärtnerischen Erzeugnissen**  
1952. Vergriffen
3. Sonderheft:  
**Justus v. Liebig im Lichte der Forschung des 20. Jahrhunderts**  
1953. 30 Seiten mit einer Kunstdrucktafel, Kartoniert DM 3,60
4. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung**  
1953. Vergriffen
5. Sonderheft:  
**Forschungen im Dienste der Tierernährung**  
1954. 75 Seiten mit zahlreichen Tab. und graphischen Darstellungen. Kartoniert DM 8,—
6. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung II**  
1955. 156 Seiten mit 57 Abb. und 55 Tab. Kartoniert DM 18,80
7. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung III**  
1956. 161 Seiten mit 32 Abb. und 70 Tab. Kartoniert DM 19,80
8. Sonderheft:  
**Pflanzenqualität — Nahrungsgrundlage**  
1956. 143 Seiten mit 68 Abb. und 33 Tab. Kartoniert DM 22,20
9. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung IV**  
1957. 157 Seiten mit 34 Abb. und 96 Tab. Kartoniert DM 22,20
10. Sonderheft:  
**Bodenfruchtbarkeit II**  
1957. IV und 123 Seiten mit 56 Abb. und 28 Tab. Kartoniert DM 19,80
11. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung V**  
1958. VIII und 127 Seiten mit 56 Abb. und 38 Tab. Kartoniert DM 22,20
12. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung VI**  
1959. VIII und 152 Seiten mit 60 Abb. und 28 Tab. Kartoniert DM 27,—
13. Sonderheft:  
**Magnesium — Boden — Pflanze**  
1959. VIII und 100 Seiten mit 43 Abb. und 66 Tab. Kartoniert DM 24,80
14. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung VII**  
1960. VIII und 141 Seiten mit 51 Tab. und 55 Abb. Kartoniert DM 26,40
15. Sonderheft:  
**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung VIII**  
1961. VIII und 159 Seiten mit 62 Abb. und 38 Tab. Kartoniert DM 27,50
16. Sonderheft:  
**Die Spurenelementversorgung von Pflanze, Tier und Mensch**  
1962. VIII und 147 Seiten mit 37 Abb. und 56 Tab. Kartoniert DM 26,20