

Zuckerbildung in Möhren unter dem Einfluß einer Behandlung mit Harnstoffderivaten, Carbamaten und Amidn

Von A. Amberger und R. Gutser¹⁾

Aus dem Institut für Pflanzenernährung der Techn. Universität
München – Weihenstephan

(Eingegangen: 25. 10. 1974)

Harnstoffderivate und Phenylcarbamate sind als Inhibitoren der Photosynthese bekannt (*Jagendorf* 1958, *Overbeek* 1962, *Asahi* u. *Jagendorf* 1963, *Avron* u. *Shavit* 1965, *Ashton* 1965, *Robers* u. *Funderburk* 1968, *Makejewa-Gur'janowa* u. *Chanikow* 1968). Demnach ist von diesen Wirkstoffen auch zu erwarten, daß sie den Zuckerstoffwechsel direkt oder indirekt beeinflussen. In der Literatur liegt eine größere Zahl von Ergebnissen über die Wirkung dieser Herbizide auf den Kohlenhydratstoffwechsel vor. *Freed* wies bereits 1953 darauf hin, daß Carbamate und Harnstoffderivate eine Abnahme der Reservekohlenhydrate bewirken trotz höherer Gehalte an reduzierenden Zuckern. *Tomizawa* u. *Koike* (1954) stellten ebenfalls einen höheren Gehalt an direkt reduzierenden Zuckern in IPC-behandeltem Reis fest; sie vermuteten, daß dieser Wirkstoff die Phosphataseaktivität von Reissämlingen erhöht. Anorganische P-Verbindungen nahmen zu, der Einbau von Phosphat z. B. zu P-Glycerinsäure, Glucose-1-Phosphat und Hexosediphosphat ging zurück. Nach *Maede* und *Kuhn* (1956, 1958) bewirkte CIPC in Sojabohnen eine starke Zunahme des Gesamtzuckers (reduz. Zucker u. Saccharose) und eine schwache Zunahme von Reservopolysacchariden. Die Autoren erklären dieses Ergebnis als eine Hemmung des Kohlenhydratstoffwechsels und zwar in geringerem Umfang hinsichtlich des Polysaccharid-Abbaues und in größerem Ausmaß hinsichtlich der Veratmung einfacher Zucker über Glycolyse und Citratcyclus. *Minshall* (1960) dagegen fand in CMU-behandelten Pflanzen allgemein geringere Kohlenhydrat- und Trockensubstanzgehalte. Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß offenbar ein Einfluß dieser Herbizide auf den Zuckerstoffwechsel besteht.

In unseren Versuchen wurden daher diese Zusammenhänge in Möhren näher untersucht, zumal Mono- und Disaccharide als wertgebende Inhaltsstoffe die Möhrenqualität entscheidend beeinflussen.

¹⁾ Prof. Dr. A. Amberger und Dr. R. Gutser, 8050 Freising – Weihenstephan

Versuchsdurchführung und Methodik

Feldversuche:

Lößbraunerde (Mühlfeld), Lehm, 2.3 % org. Subst. pH (KCl): 6.0

Anmoorgley (Grünschwaige), Lehm, 30 % org. Subst. pH (KCl): 6.0

Kalkreicher Anmoorgley (Schleißheim), Lehm, 26 % org. Subst. pH (KCl): 7.2

Düngung: (kg/ha)

100 N als Kalkammonsalpeter

100 P₂O₅ als Superphosphat

200 K₂O als 50er Kali

Gefäßversuche:

feinsandiger Lehm, 2.3 % org. Subst. pH (KCl): 6.3

Niedermoor, 43.5 % org. Subst. pH (KCl): 6.6

Düngung: (g/Gefäß)

1.2 N als NH₄NO₃

1.0 P₂O₅ als Dicalciumphosphat

2.0 K₂O als KCl

Versuchsf Frucht: Möhren, (*Daucus carota* L.), Sorte Rotin

Erntezeitpunkt	ϕ Pflanzenalter (Tage)
1	73
2	95
3	117

Herbizidanwendung:

Prevenol 56

(Chlorpropham-CIPC) – Voraufaufmittel (empfohlene Dosierung: 16 l/ha)

Alipur

(Chlorbufam-BiPC + Cycluron-OMU) Voraufaufmittel (4 l/ha)

Afalon

(Linuron), geprüft als Nachaufaufmittel (1.5 kg/ha)

Dosanex

(Metoxuron), geprüft als Nachaufaufmittel (6 kg/ha)

Dutom

(Solan-CMA) – Nachaufaufmittel (10 l/ha)

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

Die *Zuckerbestimmungen* wurden in gefriergetrocknetem Material durchgeführt. Der qualitative Nachweis der vorherrschenden Zuckerarten in der Möhre erfolgte papierchromatographisch nach der von *Wünsch* (1964) beschriebenen Methode.

Die quantitative Ermittlung von Glucose, Fructose und Saccharose beruht auf der enzymatisch-optischen Bestimmung nach *Bergmeyer* (1962). Der Gesamtzucker entspricht der Summe aus diesen drei Zuckerfraktionen.

Rückstandsbestimmungen:

Bezüglich der Analysenmethode und Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen wird auf die Arbeit *Gutser u. Amberger* (1974) verwiesen.

Ergebnisse:

Zuckerbildung in Möhren im Verlaufe der Vegetationszeit

In einer ersten Versuchsreihe konnten Glucose, Fructose und Saccharose als die Hauptzucker der Möhren in Blättern und Wurzeln qualitativ (durch Chromatographie) nachgewiesen werden.

In den *Rüben* steigt der Gesamtzuckergehalt bis zur Reife ständig an; der Anteil von Glucose und Fructose nimmt mit dem Alter der Pflanzen ab (Abb. 1, Kontrolle). Die Zunahme des Gesamtzuckergehaltes ist folglich auf den starken Anstieg der Saccharose zurückzuführen. Ähnliche Ergebnisse fanden *Habben* (1972) sowie *Phan und Hsu* (1973). Das Verhältnis von Glucose zu Fructose bleibt während der gesamten Wachstumszeit annähernd gleich und beträgt ca. 1.

In den *Blättern* steigt der Gehalt an Gesamtzucker zunächst stark an (Glucose u. Saccharose) und nimmt gegen Wachstumsende (besonders Glucose) ab (Abb. 1, Kontrolle). Der Fructoseanteil ist in den Blättern sehr gering; das Verhältnis Glucose/Fructose wird kleiner, bleibt aber deutlich über 1.

Der Zuckerspiegel ist im Speicherorgan durchschnittlich 3.4-fach höher als in den Blättern (Abb. 1). Saccharose nimmt in beiden Pflanzenteilen den größten Anteil am Gesamtzucker ein. Dem Quotienten Saccharose/Glucose + Fructose dürfte demnach als physiologisches Reifekriterium eine wesentliche Bedeutung zukommen.

Wirkung von Herbiziden auf die Zuckerbildung – Gefäßversuche

In Gefäßversuchen wurde die *unmittelbare Wirkung* von Harnstoffderivaten (Linuron, Metoxuron) auf die Zuckerbildung von Möhren geprüft. Auf beiden Böden geht die Ertragsbildung der Rüben mit Höhe der Wirkstoffgaben zurück, auf dem Lehmboden stärker als auf dem stark sorbierenden organischen Boden (Tab. 1).

Die Behandlung mit Linuron und Metoxuron verändert den Zuckergehalt zu den ersten Erntezeitpunkten nicht wesentlich (Konzentrationseffekt) mit Ausnahme von 3 × Metoxuron. Zur Reife weisen alle behandelten Pflanzen geringere Zuckergehalte auf als die Kontrolle. Die Zuckererträge werden in allen Entwicklungsstadien durch Herbizidbehandlung mit zunehmender Wirkstoffmenge fast

Tabelle 1: Wirkung einer Herbizidbehandlung auf Ertrags- und Zuckerbildung von Möhren (Gefäßversuch 1968)

Effect of applications of herbicides on the yield of dry-matter and sugar of carrots (pot trial 1968)

	<i>Lehm</i>			<i>Niedermoor</i>		
	Rüben- ertrag g Tr.S./Gef.	Zuckergehalt % i.Fr.S.	Zuckerertrag g/Gef.	Rüben- ertrag g Tr.S./Gef.	Zuckergehalt % i.Fr.S.	Zuckerertrag g/Gef.
1. Ernte unbehandelt	17.54	5.08	7.91	14.76	5.44	6.78
1 x Linuron	13.22	5.15	5.98	12.18	5.16	5.37
3 x Linuron	7.79	4.75	3.34	6.35	4.54	2.59
1 x Metoxuron				11.62	5.36	5.50
3 x Metoxuron				*		
GD 5 %	1.57		0.68	1.62		0.72
2. Ernte unbehandelt	67.82	6.57	34.70	55.18	5.87	28.95
1 x Linuron	57.62	6.52	29.93	46.73	5.54	23.52
3 x Linuron	54.98	6.13	27.38	45.58	5.50	23.20
1 x Metoxuron	13.94	6.36	6.89	50.62	5.90	26.79
3 x Metoxuron				14.79	4.68	6.80
GD 5 %	9.49		4.93	3.31		1.69
3. Ernte unbehandelt	92.33	6.66	50.16	78.28	5.98	43.16
1 x Linuron	87.12	5.84	42.65	69.00	5.22	32.91
3 x Linuron	76.41	5.75	35.87	71.02	5.79	35.96
1 x Metoxuron	36.56	5.86	17.52	78.04	4.90	33.29
3 x Metoxuron				33.86	4.56	15.62
GD 5 %	12.9		8.58	10.17		4.97

* keine Ernte wegen geringen Wachstums

ausnahmslos verringert. Der durchschnittliche Minderertrag an Zucker durch Linuronbehandlung liegt bei 20 %, durch Metoxuron bei 20 % bzw. 60 %.

Der Abfall des Gesamtzuckergehaltes kommt zustande entweder durch Abnahme aller 3 Zuckerfraktionen oder der Saccharose bei gleichem bzw. erhöhtem (!) Gehalt an Monosacchariden; ausschlaggebend für den Rückgang ist aber die Abnahme der Saccharose.

Die Unterschiede im Zuckergehalt behandelter und unbehandelter *Blätter* werden ebenfalls vornehmlich durch den veränderten Saccharosegehalt bestimmt (Abb. 1).

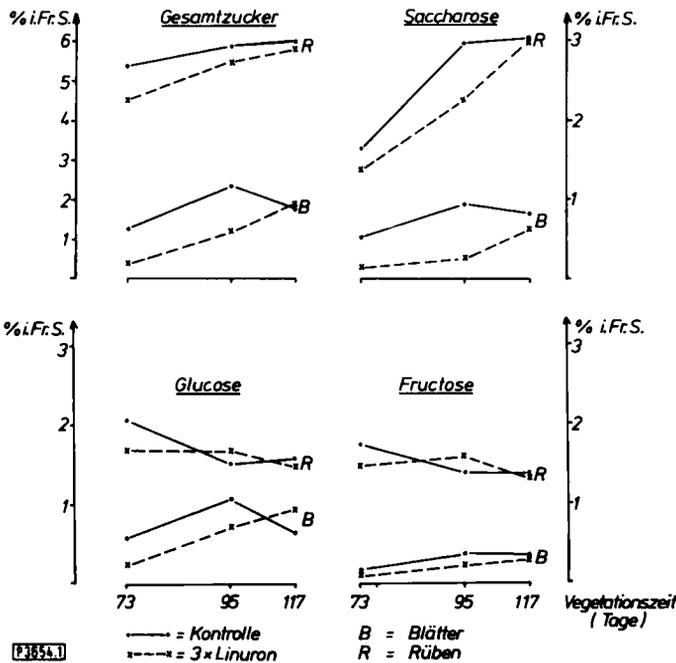


Abbildung 1: Wirkung einer erhöhten Linuronbehandlung auf die Zuckerfraktionen in Rüben und Blätter (Gefäßversuch, Niedermoor 1968)

Effect of an increased application of Linuron on the sugar-fractions in roots and leaves (pot trial, lower moor 1968)

Während die Zuckergehalte des Krautes bei 1 x Linuron ähnlich wie in der Kontrolle in den letzten 3 Wochen abnehmen, steigen sie bei 3 x Linuron weiter an, vornehmlich als Folge einer Wachstumsverzögerung. Hervorzuheben sind die niedrigen Glucose- und Fructosegehalte in den Blättern der behandelten Pflanzen

zur 1. und 2. Ernte, möglicherweise bedingt durch die Hemmung der Photosynthese durch Phenylharnstoffe. Für die niederen Zuckergehalte in Rüben und Blättern nach 73 Tagen Wachstumszeit geben auch die höheren Wirkstoffrückstände in den Pflanzen (1.7 bzw. 1.0 ppm) eine gute Erklärung (Abb. 2).

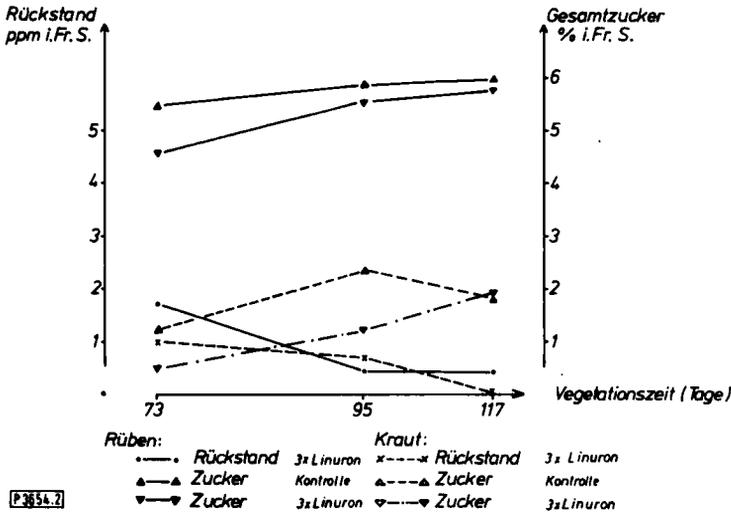


Abbildung 2: Zuckergehalt und Herbizidrückstände
Sugar content and residues of herbicides

Die Applikation der genannten Wirkstoffe beeinflusst den Zuckerstoffwechsel also in erster Linie durch eine Hemmung der Saccharosebildung; die Monosaccharidgehalte sind im Gegensatz dazu häufig unverändert oder leicht erhöht. Dieses Ergebnis konnte in einem Wasserkulturversuch an jungen Möhrenwurzeln bestätigt werden (Tab. 2).

Tabelle 2: Wirkung von Linuron auf Zucker- und N-Gehalt in Möhrenwurzeln (Wasserkultur)

Effect of linuron on the content of sugar and N in roots of carrots

Nährlösung nach von der Crone, modifiziert (140 mg N als KNO₃/l; Anfangs-pH: 5.7)

Behandlungsdauer: 48 Tage; Lösungswechsel (+ Wirkstoff) wöchentlich

Linuron-behandlung	% i. Trockensubstanz				
	Glucose	Fructose	Saccharose	Gesamtzucker	Ges.-N.
unbehandelt	13.0	12.1	9.8	34.9	2.4
0.04 ppm	17.7	16.4	4.3	38.4	2.1
0.20 ppm	19.5	17.8	2.2	39.5	2.0
0.40 ppm	17.2	14.9	6.4	38.5	2.1

Die Gesamtzucker- und N-Gehalte verändern sich durch die Linuronbehandlung gegenläufig. Auffallend ist der hohe Gehalt an direkt reduzierenden Zuckern und der niedrige Gehalt an Saccharose.

Feldversuche

Unter Freilandverhältnissen kommt der unkrautbekämpfenden Wirkung der geprüften Herbizide die entscheidende Rolle zu im Sinne einer generellen Verbesserung der Wachstumsbedingungen und dadurch erhöhter Bildung an Inhaltsstoffen (*indirekte Wirkung*). Die Ertragsbildung hängt in den 3 Feldversuchen wesentlich von der Wirkung der Herbizide ab (Tab. 3).

Bringt die gewählte Aufwandmenge keine Verbesserung der Unkrautbekämpfung bzw. ist sie in dieser Höhe nicht nötig, so führt sie meist zu einem Rückgang der Erträge gegenüber „unbehandelt“ bzw. der einfachen Gabe (z. B. Linuron Schleißheim; Solan Mühlfeld, Grünschwaige). An den Möhren dürften in diesen Fällen bereits gewisse Beeinträchtigungen hervorgerufen worden sein, die sich in der weiteren Entwicklung – es wurde keine merkliche Verbesserung der Umweltbedingungen für die Kulturpflanze erzielt – nicht mehr ausgleichen lassen. Die Mehrerträge auf dem Lehm sind z. T. durch eine gute Herbizidwirkung sämtlicher Wirkstoffe, z. T. auch als unmittelbare Folge einer mit der mechanischen Lockerung verbundenen Beschädigung der Pflanzen durch die Handhacke auf den Kontrollparzellen zu erklären (lange Trockenzeiten im Frühjahr 1967). Der Zuckergehalt sowie auch der Anteil an Mono- und Disacchariden werden auf dem Standort Mühlfeld und Grünschwaige nur wenig beeinflusst. Auf dem anmoorigen Boden Schleißheim kann durch die Herbizidbehandlung der Zuckergehalt günstig beeinflusst werden. Insbesondere Saccharose, jedoch auch Fructose und Glucose nehmen zu. Dieser Anstieg des Zuckergehaltes ist in den CIPC- und Metoxuron-Gruppen eine unmittelbare Folge der besseren Wachstumsbedingungen (Herbizidwirkung), in den mit Linuron behandelten Pflanzen vorwiegend die Folge eines Konzentrationseffektes (geringere Ertragsbildung!).

Die Zuckerbildung ist demnach abhängig vom Erfolg der chemischen Unkrautbekämpfung. Eine notwendige Herbizidbehandlung führt nicht zu einem Rückgang des Zuckergehaltes.

Diskussion der Ergebnisse

Im Gefäßversuch ist die Höhe der Ertrags- und Zuckerbildung in erster Linie eine unmittelbare Folge der Wirkstoffverträglichkeit der Pflanzen, im Feldversuch entscheidet dagegen der Erfolg der Unkrautbekämpfung. Die Applikation von herbiziden Wirkstoffen bedeutet zunächst immer einen Eingriff in den Stoffwechsel der Kulturpflanzen, dessen Ausmaß abhängig ist von der morphologischen und physiologischen Selektivität des Mittels. Unter Freilandbedingungen kann dieser

Tabelle 3: Wirkung der Herbizide auf Ertrags- und Zuckerbildung – Feldversuche 1967/68
 Effect of herbicides on yield and formation of sugar – field trials 1967/68

	Herbizid- Wirkung 1 = gut 9 = schlecht	Rüben- ertrag dz/ha	Ges. Zucker- gehalt % i.Fr.S.	Zucker- ertrag dz/ha
<i>Lößbraunerde (Mühlfeld)</i>				
Chem. unbehandelt ¹	–	232	5.58	12.9
1 x BiPC + OMU	5	282	5.52	15.6
6 x BiPC + OMU	2	286	5.34	15.3
1 x CIPC	3	288	5.36	15.4
6 x CIPC	2	311	5.09	15.8
1 x Linuron	2	326	5.56	18.1
3 x Linuron	2	325	5.02	16.3
1 x Solan	2	314	5.26	16.5
3 x Solan	2	304	5.38	16.4
GD ₅ %	–	62	–	0.3
<i>Anmoorgley (Grünschwaige)</i>				
Chem. unbehandelt ¹	–	333	5.19	17.3
1 x BiPC + OMU	9	257	5.29	13.6
6 x BiPC + OMU	7	320	5.26	16.8
1 x CIPC	6	297	5.25	15.6
6 x CIPC	4	317	5.19	16.4
1 x Linuron	3	297	5.62	16.7
3 x Linuron	2	371	4.95	18.4
1 x Solan	3	333	5.19	17.3
3 x Solan	2	310	5.15	16.0
GD ₅ %	–	77	–	0.4
<i>Anmoor (Schleißheim)¹</i>				
Chem. unbehandelt	–	148	4.21	6.2
1 x CIPC	6	273	5.04	13.8
3 x CIPC	5	247	5.17	12.8
2 x Linuron (1x/1x)	9/4 ²	141	5.43	7.7
5 x Linuron (3x/2x)	9/3	132	4.76	6.3
9 x Linuron (6x/3x)	9/2	115	4.98	5.7
1 x Solan	4	241	4.61	11.1
3 x Solan	3	197	4.74	9.4
GD ₅ %	–	41	–	2.9

¹ Die sehr starke Verunkrautung kann nur durch Kombination von mechanischen und chemischen Maßnahmen kontrolliert werden.

² Bonitur nach wiederholter Spritzung

Effekt durch verbesserte Wachstumsbedingungen (Unkrautkonkurrenz) rasch ausgeglichen werden; ein guter Herbizideffekt gewährleistet somit eine gute Ertrags- und Zuckerbildung. Werden durch Erhöhung der Wirkstoffgaben die Wachstumsbedingungen der Kulturpflanze noch weiter verbessert, so ist damit in der Regel auch eine erneute Steigerung der Stoffbildung verbunden trotz häufig etwas höherer Pflanzenschutzmittelrückstände (Tab. 4, s. auch Gutser u. Amberger 1974).

Tabelle 4: Wirkung einer Linuronbehandlung auf Ertrag, Zuckerbildung und Rückstände in Rüben

Effect of linuron on yield, sugar-formation and residues in roots

Behandlung	Herbizid- Wirkung	Ertrag	Zuckerbildung unbehandelt = 100	Rückstände (ppm i. Fr. S.) (1. – 3. Ernte)
		<i>Anmoorgley</i> 1967 <i>peaty gley</i>		
1 x Linuron	3	89	97	0.09 – 0.05
3 x Linuron	2	111	106	0.27 – 0.09
		<i>Kalkreicher Anmoorgley</i> 1968 <i>calcareous peaty gley</i>		
2 x Linuron	9/4 *	95	101	0.32 – 0.05
9 x Linuron	9/2 *	78	92	4.00 – 0.16

* Bonitur nach wiederholter Spritzung

Bringt die Wirkstoffsteigerung aber keine Verbesserung der Umweltbedingungen, so wird die Stoffproduktion meist negativ beeinflusst (Tab. 4). In diesen Fällen werden in der Regel höhere Rückstandsgehalte nachgewiesen.

Im Gefäßversuch bewirkt die Behandlung mit den Harnstoffderivaten Linuron und Metoxuron in beiden Fällen einen Rückgang der Ertragsbildung und häufig auch der Zuckergehalte in Möhrenwurzeln und -blättern. Verminderte Zuckergehalte gehen in erster Linie auf niedrigere Saccharosegehalte zurück, trotz häufig unveränderter oder sogar erhöhter Glucose- und Fructosewerte (Abb. 1). Der Saccharose dürfte demnach eine besondere Bedeutung im Zuckertransport und -stoffwechsel zukommen. Niedere Saccharosegehalte in den assimilierenden Organen sind wohl in erster Linie auf eine Hemmung der Photosynthese durch Phenylharnstoffe und -carbamate zurückzuführen; in den frühen Erntezeitpunkten werden auch sehr niedrige Glucose- und Fructosegehalte in den behandelten Blättern festgestellt. Eine geringere Saccharosebildung in den Blättern führt aber zwangsläufig zu einem geringeren Zuckergehalt in den Rüben. Die in das Speicherorgan abgeleitete Saccharose wird sicherlich bei jungen Pflanzen dort zum Teil als Kohlenstoffgerüst für den Eiweiß-, Lipid- und Carotinstoffwechsel dienen. Ein Teil der

Monosaccharide wird aber – insbesondere in älteren Rüben – wieder zu Saccharose aufgebaut und gespeichert. Auf einen Abbau des Transportzuckers Saccharose weisen die hohen Monosaccharid- und geringen Disaccharidgehalte der 1. Ernte hin (Abb. 1) sowie ein fast konstantes Glucose/Fructose-Verhältnis (ca. 1). Wenn man also einen solchen Umbau des Transportzuckers Saccharose annehmen darf, so liegt der Schluß nahe, daß die Herbizide neben der Hemmung der Photosynthese (Hill-Reaktion) – möglicherweise über eine Aktivierung der Phosphatase – zu einer Verringerung des Saccharosegehaltes bei zugleich erhöhten Glucose- und Fructosegehalten führen. *Tomizawa* u. *Koike* (1954) konnten nämlich zeigen, daß das Carbamat IPC die Phosphataseaktivität fördert und damit die Disaccharidbildung aus Monosacchariden hemmt. Nach beiden Autoren bewirkt IPC auch eine Erhöhung der Invertaseaktivität, die jedoch keine größere Bedeutung für den Umbau oder Abbau der Saccharose besitzt, da die katalysierte Reaktion energetisch zu ungünstig liegt (*Richter* 1969).

Freed (1953) stellte ebenfalls fest, daß Harnstoffderivate und Carbamate den Gehalt an reduzierenden Zuckern erhöhen.

Zusammenfassung

In Feld- und Gefäßversuchen wurden Möhren auf Mineralboden und Nieder- bzw. Anmoor mit Harnstoffderivaten, Phenylcarbamaten und Phenylamiden behandelt und die Zuckerbildung während des Wachstums studiert. Unter Freilandbedingungen bestimmt in erster Linie der Erfolg der chemischen Unkrautbekämpfung den Ertrag- und Zuckergehalt. Im Gefäßversuch führt die Herbizidbehandlung zu einem Rückgang der Ertrags- und Zuckerbildung. Von den 3 Hauptzuckern der Möhre (Glucose, Fructose und Saccharose) nimmt das Disaccharid am stärksten ab trotz vielfach gleichhoher bzw. etwas erhöhter Gehalte an reduzierenden Zuckern. Es wird vermutet, daß der Aufbau von Disacchariden aus Monosacchariden infolge erhöhter Phosphataseaktivität gehemmt ist.

Literatur

- Asahi, T., und Jagendorf, A. T.*: A spinach enzyme functioning to reverse the inhibition of cyclic electron flow by p-chlorophenyl-1, 1-dimethylurea at high concentrations. *Arch. Biochem. Biophys.* **100**, 531–541 (1963)
- Ashton, F. M.*: Physiological, biochemical and structural modifications of plants induced by Atrazine and Monuron. *Proc. Ann. Meet. South. Weed Conf.* **18**, 596–602 (1965)
- Avron, M. und Shavit, N.*: Inhibitors and uncouplers of photophosphorylation. *Biochem. Biophys. Acta* **109**, 317–331 (1965)
- Bergmeyer, H. U.*: Methoden der enzymatischen Analyse. Verlag Chemie GmbH Weinheim, Bergstraße (1962)

- Freed, V. H.*: Mode of actions other than aryl oxyalkyl acids. *J. Agric. Fd. Chem.* **1**, 47–51 (1953)
- Gutser, R., und Amberger, A.*: Rückstände von Harnstoffderivaten, Carbamaten und Amiden in Möhren im Verlauf der Vegetationszeit. *Z. Pflanzenkrankh. Pfl. Schutz* **81**, 341–355 (1974)
- Habben, J.*: Einfluß einiger Standortfaktoren auf Ertrag und Qualität der Möhre (*Daucus carota* L.) *Gartenbauwiss.* **5**, 345–359, (1972)
- Jagendorf, A. T.* (1958): Zit. in *Crafts, A. S.*: The chemistry and mode of action of herbicides. Interscience Publisher, New York, London (1961)
- Makejewa-Gur'janova, L. T., und Chanikow, D. I.*: Die Wirkung von herbiziden Harnstoffderivaten auf photosynthetische Prozesse. *Agrochimija* **3**, 93–98 (1968)
- Meade, J. A., und Kuhn, A. O.*: The carbohydrate content of corn plant as affected by isopropyl-N-(3-chlorophenyl)-carbamate. *Weeds* **4** 43–49 (1956)
- Meade, J. A.* (1958): Zit. in *Crafts, A. S.*: The chemistry and mode of action of herbicides. Interscience Publishers – New York, London (1961)
- Minshall, W. U.* (1960): Zit. in *Hilton, I. L., Jansen, L. L., Hull, H. M.*: *Annu. Rev. Plant Physiol.* **14**, 353 (1963)
- Overbeek, J. van*: Physiological responses of plants to herbicides. *Weeds* **10**, 170–174 (1962)
- Phan, C. T., und HSU, H.*: Physical and chemical changes occurring in the carrot root during growth. *Can. J. Plant Sci.* **53**, 629–634 (1973)
- Richter, G.*: Stoffwechselphysiologie der Pflanzen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1969), 168
- Rogers, R. L., und Funderburk, Jr. H. H.*: Physiological aspects of fluometuron in cotton and cucumber. *J. Agri. Fd. Chem.* **16**, 434–440 (1968)
- Tomizawa, C., und Koike, H.*: Studies on herbicides. *Bul. Natl. Inst. agri. Sci. (Japan), Series C*, 25–73 (1954)
- Wünsch, A.*: Untersuchungen zur Kenntnis der Saccharose und der Hauptzucker der Kartoffel. Diss. TH München (1964)

**Effect of applications of phenyl-ureas, -carbamates and -amides
on synthesis of sugar in carrots**

By *A. Amberger* and *R. Gutser*

In field and pot trials with mineral and peaty soil respectively lower moor the synthesis of sugar was studied with carrots treated with herbicides of the type of phenyl-ureas, -carbamates and amides. In field trials the success of the chemical weed control determines the yield and sugar content. In pot trials the application of herbicides diminishes the yield and formation of sugar. From the 3 predominant sugars of carrots (glucose, fructose and sucrose) the disaccharid is reduced the most in spite of frequently unchanged respectively slowly increased reducing sugars. It is supposed, that the synthesis of disaccharides from monosaccharides is inhibited by an increased activity of phosphatase. [3654]