

# Einfluß der Düngung auf einige Inhaltsstoffe der Roten Rübe

Von A. WEDLER\*)

Die Rote Rübe ist seit mehr als 2000 Jahren als Gemüse- und Arzneipflanze bekannt und wird auch heute noch als Heilpflanze empfohlen. Aminosäuren, ätherische Öle, organische Säuren, Allantoin, Mineralstoffe und Spurenelemente sind z. B. Inhaltsstoffe der Roten Rübe, die für den menschlichen Organismus von Bedeutung sein können. Die Zugehörigkeit der Roten Rübe zur Pflanzenfamilie der Chenopodiaceen schließt jedoch einen wertmindernden Faktor ein, der im Nitratspeicherungs- und Oxalsäurebildungsvermögen dieser Pflanze begründet ist. Die Nitratspeicherung in den Knollen der Roten Rübe ist in der Höhe des Gehaltes hauptsächlich von Umwelteinflüssen abhängig (LEE, SHALLENBERGER et al., 1971; CANTLIFFE, 1973; CANTLIFFE et al., 1974; SPLITTSTOESSER et al., 1974) und kann in weiten Grenzen schwanken (WEDLER, 1979).

Die Oxalsäure gehört als organische Säure zu den sekundären Naturstoffen. Sie kann als solcher genetisch und physiologisch beeinflussbar sein. Die bisher in der Literatur vorliegenden Daten über Oxalsäuregehalte in Roten Rüben (HERRMANN, 1972) geben keine Anhaltspunkte dafür, daß der Oxalsäuregehalt in den Knollen genetisch gesteuert werden kann. Nach v. SENGBUSCH et al. (1965), der Untersuchungen über den Gehalt an Oxalsäure in Spinat als Grundlage für die züchterische Bearbeitung dieses Merkmals durchgeführt hat, spielen Sortenunterschiede eine geringe Rolle. Eine wesentlich stärkere Beeinflussung erfährt nach seinen Untersuchungen der Oxalsäuregehalt durch Nährstoffangebot und Erntetermin (Jahreszeit und Reifestadium). Während die Oxalsäurebildung im Spinat in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung an Stickstoff, Phosphor und Kalium (z. B. SCHARRER und JUNG, 1954; EHRENDORFER, 1971, 1973) und speziell von der Phosphorsäure (EHRENDORFER, 1964; MUNK, 1965) und Stickstoffdüngung (z. B. BECKER, 1964; KNAUER und SIMON, 1968; MERKEL, 1975) vielfach verfolgt worden ist, liegen über diese Zusammenhänge in Roten Rüben nur wenige Untersuchungen (GRÜTZ, 1956) vor.

Diese Tatsache sowie der Beitrag von BENK (1974) über die Zusammensetzung des Saftes der Roten Rübe mit den Angaben von 60 bis 124 mg Nitrit und 1784 bis 3576 mg Nitrat/1 Saft waren Anlaß für uns, den natürlichen Schadstoffgehalt der Roten Rübe in Abhängigkeit von Sorte, Standort und Nährstoffangebot zu prüfen, um so feststellen zu können, was die Rote Rübe als Ernteprodukt an den genannten Inhaltsstoffen mitbringen kann.

Die Untersuchungen des Nitrat- und Oxalsäuregehaltes in Rote Rüben-Sorten erfolgten in Zusammenarbeit mit dem Bundessortenamt, das hierfür das Material zur Verfügung stellte. Aus diesen Untersuchungen wurden einige Ergebnisse als typische Beispiele ausgewählt, die das mögliche Verhalten der beiden Schadstoffe demonstrieren. In Tabelle 1 sind dreijährige Ergebnisse der Oxalsäure- und Nitratgehaltsbestimmungen verschiedener Sorten zusammengestellt. Sie zeigen, daß beide Inhaltsstoffe in der Höhe des Gehaltes großen jährlichen Schwankungen unterliegen, so daß eine statistische Absicherung von Sortenunterschieden – auch im Oxalsäuregehalt – nicht möglich war. Die Errechnung der Mittelwerte läßt erkennen, daß bemerkenswerte Differenzen sowohl im Oxalsäure- als auch im Nitratgehalt (hier mit Ausnahme der weißen Sorte „Albina Vereduna“) kaum auftraten. Zu bemerken ist, daß die Ergebnisse der einzelnen Anbaujahre andeuten, daß sich Oxalsäure- und Nitratgehalt beinahe antagonistisch verhielten. Bei hohem Oxalsäuregehalt waren zumeist niedrigere Nitratgehalte und umgekehrt in den Knollen nachweisbar.

\*) Dr. ANNEMARIE WEDLER, Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Außenstelle, Rüdeshheimer Str. 12 – 14, D-6222 Geisenheim.

Tab. 1

*Rote-Rüben-Sorten: Oxalsäure- und Nitratgehalte 1977 – 1979 (BSA/BFE) \*)*  
*Cultivars of Beetroots: Oxalic acid and nitrate contents*  
 mg/100 g FS

Sorte	Oxalsäure				Nitrat			
	1977	1978	1979	MW	1977	1978	1979	MW
Rote Kugel	398	101	154	217	120	321	344	262
Juwakugel	338	59	–	199	50	349	–	200
Dardani	361	76	116	184	77	294	240	204
Monodet	258	99	143	167	175	219	346	247
Ran	320	66	125	170	93	131	256	160
Marner Halanga	464	92	115	224	141	129	358	209
Formanova	202	107	158	154	100	173	338	204
Albina Vereduna	280	118	193	197	26	54	169	83

\*) Bundessortenamt, Hannover (BSA)

Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe, Außenstelle Geisenheim, Rheingau (BFE)

Über den Einfluß genetischer und ökologischer Faktoren auf den Nitratgehalt in Roten Rüben ist bereits berichtet worden (WEDLER, 1979). Bei diesen Untersuchungen hatte sich ergeben, daß mögliche Sortenunterschiede vom Standorteinfluß überdeckt werden können. Eine ähnliche Tendenz zeigte sich auch bei der Untersuchung des Oxalsäuregehaltes, deren Ergebnisse in Tabelle 2 aufgeführt sind. Das Rote-Rüben-Sortiment war 1977 an 3 verschiedenen Standorten angebaut worden, bei denen jeweils andere Bodenverhältnisse zugrunde lagen. Beim Standort a handelte es sich um Lehmboden, beim Standort b um einen humosen Sand und beim Standort c um einen Lößlehm. Die Düngung war den Bodenverhältnissen entsprechend erfolgt. Bei Vergleich der nachgewiesenen Oxalsäuregehalte stellte sich heraus, daß innerhalb der einzelnen Standorte die Sorten am Standort a zwischen 202 und 464, am Standort b zwischen 126 und 415 und am Standort c zwischen 153 und 255 mg/100 g FS schwankten und daß innerhalb einer Sorte der Oxalsäuregehalt durch den Standorteinfluß maximal um das 3,5fache (Sorte „Marner Halanga“) differierte. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß wie beim Spinat von der züchterischen Seite her nur eine geringe Beeinflussung des Oxalsäuregehaltes in Roten Rüben möglich sein wird.

Tab. 2

*Rote-Rüben-Sorten: Gesamtoxalsäuregehalte in Abhängigkeit vom Standort – 1977 (BSA/BFE)*  
*Cultivars of Beetroots: Total oxalic acid contents as influenced by the site*  
 mg/100 g FS

Sorte	a	b	c	MW
Rote Kugel	398	378	247	341
Juwakugel	338	292	199	276
Dardani	361	322	181	288
Monodet	258	415	197	289
Ran	320	126	209	218
Marner Halanga	464	131	153	249
Formanova	202	141	255	199
Albina Vereduna	280	227	246	251

Tab. 3

Rote-Rüben-Sorten: Gesamtoxalsäure- und Nitratgehalte in Abhängigkeit vom Erntetermin - 1975  
(BSA/BFE)

*Cultivars of Beetroots: Total oxalic acid and nitrate contents depending on their harvest time*  
mg/100 g FS

Sorte	Oxalsäure		Nitrat	
	Ernte: 15. 9. 1975	Ernte: 15. 10. 1975	Ernte: 15. 9. 1975	Ernte: 15. 10. 1975
Rote Kugel	129	120	162	234
Rote Kugel, Typ Probat	140	182	164	272
Bikores	184	120	159	200
Dwergina	205	88	170	218
Grazia	209	110	150	276
Dardani	180	119	195	233
Monodet	162	118	227	234
Ran	163	126	221	256
Little Ball	156	156	278	298
Boltardy	188	103	159	142
Red Pack	228	158	109	170
Marner Halanga	191	142	199	242
Formanova	216	149	174	249
Albina Vereduna	225	187	78	126

Die Abhängigkeit der Höhe des Oxalsäuregehaltes vom Erntezeitpunkt, die v. SENG-BUSCH bei Spinat festgestellt hatte, deutete sich auch bei Roten Rüben an. In Tabelle 3 sind Daten von Oxalsäure- und Nitratgehalten angegeben, die Untersuchungsergebnisse von Rote-Rüben-Sorten darstellen, die in etwa einmonatigem Abstand (Mitte September und Mitte Oktober) geerntet worden sind. Die Vegetationszeit der geernteten Knollen betrug 14 bzw. 19 Wochen, eine Zeit, die noch verschiedene Reifestadien umschließt. (LIST und ASKAR (1977) geben für Rote Rüben aufgrund ihrer Untersuchungen über organische Säuren und deren Bedeutung für den Stoffwechsel in Bezug auf Wachstum, Reifung und Lagerung für die biochemische Reife bzw. Vollreife 17 bis 22 Wochen an.) Bei Vergleich der Ergebnisse dieser beiden Reifestadien ist eindeutig zu ersehen, daß der Oxalsäuregehalt mit Ausnahme der Sorte „Sperling's Probat“ zum früheren Erntetermin höher war als zum späteren. Ein gegenläufiges Verhalten zeigte der Nitratgehalt, der mit Ausnahme der Sorte „Boltardy“ mit zunehmender Vegetationszeit anstieg. Aufgrund des überwiegend gleichen Knollengewichtes des Analysenmaterials bei beiden Ernten sowie des fast gleichen Trockensubstanzgehaltes ist dieses Verhalten sicher nicht auf einen Verdünnungseffekt zurückzuführen und liegt sicher nicht in der Knollengröße, auf die noch näher eingegangen wird, begründet, sondern die Ursachen sind eher im Stoffwechselgeschehen der Pflanze zu suchen, wenn dabei an den Citrat-Malat- bzw. Glycolatstoffwechsel, die mögliche Beteiligung der Oxalsäure am Aufbau des Methionins, an die Aufrechterhaltung des physiologischen Gleichgewichts und demzufolge an die Speicherung des Calciumoxalates in der Zelle gedacht wird.

Ergänzend zu den Untersuchungen des Sorten-, Standort- und Reifegradeinflusses wurde anhand zweijähriger Versuche der Einfluß der Nährstoffversorgung geprüft. Hierfür wurden Rote Rüben der Sorte „Rote Kugel“ auf 4 verschiedenen Böden in Betonrahmenparzellen angebaut und mit steigenden Nährstoffgaben an Stickstoff, Phosphor und Kalium gedüngt, wobei jeweils ein Nährstoff gesteigert wurde. Die verabreichten Düngergaben, die den Bodenverhältnissen entsprechend

gegeben wurden, sind in Tabelle 4 aufgezeichnet. Die verwendeten Düngemittel enthalten neben den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphor und Kalium Calcium in Form von Calciumcarbonat (Kalkammonsalpeter) bzw. Calciumsulfat (Superphosphat) sowie Chlorid (50er Kali).

Tab. 4

*Rote Rüben: Nährstoffgaben zur Sorte „Rote Kugel“ – Düngungsversuch auf verschiedenen Böden in Betonrahmenparzellen*

*Beetroots: Fertilizer amounts to the cultivar „Rote Kugel“ („Red Globe“) – manurial experiments using different soils filled in concrete frame plots*

kg/ha

Steigerungsstufe	N „Beinertweg“ mittlerer Boden sandiger Lehm (sL) pH 7,2, org. Subst. 1,9 %			P „Löhlbach“ leichter Boden lehmiger Sand (lS) pH 5,6, org. Subst. 4,3 %			K „Moor“ leichter Boden Moor (Mo) pH 5,7, org. Subst. 14,3 %			K „Sand“ leichter Boden Sand (S) pH 6,7, org. Subst. 2,1 %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	0	0	90	150	120	0	150	120	90	0	120	90
1	80	90	150	120	60	150	120	90	80	120	90	80
2	160	90	150	120	120	150	120	90	160	120	90	160
3	240	90	150	120	180	150	120	90	240	120	90	240
4	320	90	150	120	240	150	–	–	–	–	–	–

N als Kalkammonsalpeter    P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> als Superphosphat    K<sub>2</sub>O als 50er Kali

Der Stickstoff wurde in Form von Ammonium-(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)- und Nitrat-(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)-Ionen, die im Kalkammonsalpeter im Verhältnis 1 : 1 enthalten sind, ausgebracht, um so den Einfluß dieser beiden Ionen auf die Aufnahme anderer Nährstoffionen einzuschränken. Denn nach JUNGK (1967) begünstigt eine NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Düngung die Aufnahme von Anionen, während bei einer NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Düngung die Kationenaufnahme überwiegt. Im letzteren Fall müßte dann aus Gründen der Elektroneutralität der Kationenüberschuß vorwiegend durch organische Anionen (Malat- [OSMOND und ATIES, 1969] und Citrat-Ionen u. a.) kompensiert werden.

Die Ernte der angebauten Roten Rüben erfolgte durchschnittlich nach einer Vegetationszeit von 23 Wochen (Aussaat – Ernte). Für die Untersuchung der Inhaltsstoffe wurden jeweils 50 Knollen anteilmäßig nach Größen zu einer Mischprobe zusammengestellt, wobei die Knollen nach den Durchmessern 4 – 6, 6 – 8, 8 – 10, 10 – 12 cm sortiert wurden. Als Folge der unterschiedlichen Nährstoffgaben – und sekundär der unterschiedlichen Böden – ergab sich jeweils der Düngungsstufe entsprechend eine andere Zusammensetzung der Mischprobe.

Die Untersuchung auf qualitätsbestimmende Inhaltsstoffe wurde bei den Düngungsversuchen auf die Ermittlung der Gehalte an Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Gesamtstickstoff, Gesamtphosphor und Chlorid ausgedehnt. Der Oxalsäuregehalt wurde differenziert als Gesamttoxalsäure- und wasserlöslicher Oxalsäuregehalt untersucht, da letzterer ernährungsphysiologisch von Bedeutung ist. Ergänzend zum Nitratgehalt wurde Nitrit bestimmt. Außerdem wurde zusätzlich noch der Farbstoff der Roten Rüben, das Betanin, analysiert. Das Betanin ist chemisch ein Glucopyranosid des Betanidins – ein Pyridinderivat mit eingebautem Indolkörper – und gehört zur Gruppe der Betacyane (WHYLER et al., 1963; HÖRHAMMER et al., 1964; WILCOX et al., 1965; LIEBISCH, 1969; MILLER et al., 1968; KÖHLER, 1970, 1973).

Zur besseren Vergleichsmöglichkeit der Versuchsvarianten wurden die Analysenergebnisse der einzelnen Inhaltsstoffe – mit Ausnahme des Betanins und Nitrits – in Milliäquivalente umgerechnet, um aus der Summe der Anionen bzw. Kationen durch Düngungseinflüsse hervorgerufene Veränderungen ablesen zu können.

Tab. 5

Rote Rüben: Einfluß steigender Nährstoffgaben auf die Summe der Anionen und Kationen der Sorte „Rote Kugel“

Beetroots: Influence of increasing manuring on the sum of anions and cations of the cultivar „Rote Kugel“ („Red Globe“)

mval/100 g FS – Ertrag (yield) dt/ha

Steigerungs-Stufe	N			P			K <sub>Moor</sub>			K <sub>Sand</sub>		
	Ka-tionen	An-ionen	Er-trag	Ka-tionen	An-ionen	Er-trag	Ka-tionen	An-ionen	Er-trag	Ka-tionen	An-ionen	Er-trag
0	13,5	4,9	81	21,3	11,6	149	14,4	6,0	106	14,4	6,7	127
1	13,1	5,1	234	19,2	9,7	340	13,6	6,1	178	14,5	7,2	164
2	15,0	7,0	298	17,0	8,6	341	13,7	6,4	187	15,5	7,7	181
3	15,3	8,6	314	16,7	8,6	390	13,2	6,0	195	16,5	8,6	195
4	17,9	10,3	297	15,6	7,8	350						

Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in Tabelle 5 aufgeschrieben. Dazu muß bemerkt werden, daß in die Summe der Kationen und Anionen nur die genannten Inhaltsstoffe eingegangen sind, so daß eine Bilanzierung nicht vorgenommen werden konnte. Die Berechnung der Anionen enthält nicht den Gesamtstickstoff, da dieser am Aufbau vieler Verbindungen beteiligt ist, so daß sich demzufolge ein falsches Bild ergeben würde. Die Summe der Kationen und Anionen bezieht sich der Übersichtlichkeit wegen nur auf 100 g Frischsubstanz. Für die Beurteilung der Leistung des Bodens sind jeweils die entsprechenden Erträge mit aufgeschrieben worden.

Beim absoluten Vergleich dieser Zahlen ist festzustellen, daß mit steigenden Nährstoffgaben beim Stickstoff- und beim Kaliumversuch auf Sandboden eine Zunahme an Kationen und Anionen erfolgt ist, während beim P-Versuch eine deutliche Abnahme eingetreten war. Beim K-Versuch auf Moorboden hatte sich in der Summe der Kationen und Anionen kaum etwas geändert.

Während mit steigenden Gaben an K<sub>2</sub>O auf Moor- und Sandboden eine Ertragssteigerung bis zur höchsten K<sub>2</sub>O-Gabe verbunden war, trat bei der N- und P-Düngung eine Steigerung des Ertrages nur bis zur Stufe N<sub>3</sub> (240 kg N/ha) und P<sub>3</sub> (90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) ein.

Tab. 6

Rote Rüben: Einfluß steigender Nährstoffgaben auf verschiedene Inhaltsstoffe der Sorte „Rote Kugel“

Beetroots: Influence of increasing manuring regarding several quality determining substances of the cultivar „Rote Kugel“ („Red Globe“)

	Na	K	Ca	Mg	N	P	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	G. Oxals.	wsl. Oxals.	Betanin
N	→	→	→	→	→	→	→	→	→	←	←
P	---	←	←	←	←	---	---	←	←	←	←
K Moor	←	→	←	←	←	---	←	→	←	---	---
K Sand	→	→	←	→	←	←	→	→	→	→	---

→ Zunahme      ← Abnahme      --- indifferent      — unbeeinflusst

Die Berechnung der Summe der Kationen und Anionen läßt nicht erkennen, wie die steigenden Nährstoffgaben der jeweiligen Düngemittel die Anteile der einzelnen Kationen und Anionen beeinflusst haben. In Tabelle 6 ist dieser Einfluß anhand von Tenden-

zen aufgezeigt, die das Verhalten der einzelnen untersuchten Kationen und Anionen wiedergeben. Die eingezeichneten Pfeilrichtungen geben an, ob mit steigender Nährstoffgabe eine Zu- oder Abnahme des betreffenden Inhaltsstoffes erfolgt war. Die gestrichelten Linien geben ein indifferentes Verhalten wieder, die durchgezogene Linie zeigt an, daß der Inhaltsstoff durch die Düngung nicht beeinflußt wurde. Letzteres war nur im Betaningehalt bei der K-Düngung der Fall.

Mit steigenden N-Düngergaben nahmen fast alle untersuchten Inhaltsstoffe in ihrem Gehalt zu, lediglich der Anteil der wasserlöslichen Oxalsäure sowie das Betanin zeigten eine Abnahme. Das Chlorid nahm erst bei hohen N-Gaben zu.

Beim P-Versuch wiesen mit steigenden  $P_2O_5$ -Nährstoffgaben Kalium, Gesamtstickstoff, Nitrat, Betanin und Gesamtoxalsäure sowie der Anteil der wasserlöslichen Oxalsäure eine Abnahme auf, die übrigen Inhaltsstoffe zeigten kein eindeutiges Verhalten.

Beim K-Versuch auf Moorboden nahm mit steigenden  $K_2O$ -Düngergaben lediglich das Kalium zu, der Calcium-, Gesamtstickstoff- und Gesamtoxalsäuregehalt stieg erst bei hohen Düngergaben an. Alle anderen untersuchten Inhaltsstoffe verringerten sich in ihrem Gehalt. Der Anteil der wasserlöslichen Oxalsäure verhielt sich eher indifferent, ebenso der Chloridgehalt.

Die Steigerung der Düngergaben an  $K_2O$  hatte auf Sandboden eine Zunahme an Kalium, Natrium, Magnesium, Chlorid und Nitrat zur Folge, während Calcium, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor eine abnehmende Tendenz zeigten. Im Gesamtoxalsäuregehalt war nur bei der höchsten Düngungsstufe eine Zunahme eingetreten. Der Anteil der wasserlöslichen Oxalsäure wurde mit zunehmender K-Düngung erhöht, was mit der Verschiebung des Calciums zugunsten des Kaliums in Zusammenhang gebracht werden kann.

Nicht mitaufgezeichnet ist in dieser Tabelle das Verhalten des Nitritgehaltes. Während beim P-Versuch und K-Versuch auf Moorboden kein Nitrit nachgewiesen werden konnte, waren beim K-Versuch auf Sandboden und beim N-Versuch geringe Nitritgehalte bestimmt worden. Beim K-Versuch auf Sandboden verringerte sich der Nitritgehalt mit steigenden  $K_2O$ -Düngergaben von 80 auf 50  $\mu\text{g}/100\text{ g FS}$ , beim N-Versuch stieg der Nitritgehalt von 80 auf 260  $\mu\text{g}/100\text{ g FS}$  an.

Eine Vorstellung über die zahlenmäßigen Schwankungsbreiten der nachgewiesenen Gehalte der untersuchten Inhaltsstoffe, die aufgrund der verschiedenen Boden- und Düngerarten aufgetreten waren, gibt Tabelle 7. In dieser Tabelle sind die Ergebnisse der

Tab. 7

*Rote Rüben: Einfluß optimaler Düngergaben auf verschiedene Inhaltsstoffe der Sorte „Rote Kugel“*  
*Beetroots: Influence of optimal manuring regarding several quality determining substances*  
*of the cultivar „Rote Kugel“ („Red Globe“)*  
 mg/100 g FS

	Na	K	Ca	Mg	N	P	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	G. Oxals.	wsl. Oxals. %	Betanin
N <sub>2</sub>	58	319	38	29	268	28	77	145	68	54	106
P <sub>2</sub>	85	338	28	40	329	28	94	217	71	95	123
K <sub>2</sub> Moor	38	330	30	26	228	64	100	30	45	62	133
K <sub>2</sub> Sand	28	382	46	27	352	44	56	177	80	48	114

2. Düngungssteigerungsstufe zusammengestellt, in der eine annähernd optimale Düngung vorgenommen worden war. Die Gehalte sind in mg/100 g FS angegeben, nur der Anteil an wasserlöslicher Oxalsäure am Gesamtoxalat erscheint als Prozentzahl. Die größten Unterschiede traten im Nitratgehalt auf, der zwischen 30 mg/100 g FS auf Moorboden und 217 mg/100 g FS beim P-Versuch auf lehmigem Sand lag. Der Unterschied im Gesamtoxalsäuregehalt schwankte nicht in so weiten Grenzen, er differierte maximal um ca. 50 %. Bei den Mineralstoffen waren merkbare Unterschiede im Natrium (z. B. P-Versuch), Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphor- sowie Chloridgehalt vorhanden.

Neben der Untersuchung der anteilmäßig nach Größen zusammengestellten Mischproben sind auch die einzelnen Größensortierungen geprüft worden, um zu ermitteln, ob bei den verschiedenen Inhaltsstoffen eine Größenabhängigkeit besteht, die beispielsweise für die Handelsklassensortierung eine Rolle spielen könnte. In Tabelle 8 sind in der gleichen Weise wie bei den Mischproben die Tendenzen aufgezeigt, die bei den einzelnen untersuchten Inhaltsstoffen mit zunehmender Knollengröße bei den jeweiligen Düngungsvarianten festzustellen waren. Unabhängig von der Düngung nahm mit zunehmender Knollengröße der Gehalt an Natrium, Calcium, Betanin und – mit geringer Einschränkung – Gesamtoxalsäure ab, während der Gehalt an Kalium, Chlorid und Nitrat zunahm. Magnesium und Gesamtstickstoff zeigten ein unterschiedliches Verhalten, der Gesamtphosphorgehalt war bei allen Knollengrößen indifferent. Der Anteil wasserlöslicher Oxalsäure am Gesamtoxalsäuregehalt verhielt sich unterschiedlich. Während er bei der K-Düngung auf Sandboden anstieg, nahm er bei der P-Düngung ab und zeigte bei der K-Düngung auf Moorboden sowie bei der N-Düngung ein gegenläufiges Verhalten.

Tab. 8

*Rote Rüben: Einfluß der Düngung auf verschiedene Inhaltsstoffe der Sorte „Rote Kugel“ in Abhängigkeit von der Knollengröße*

*Beetroots: Fertilizer's influence on several quality determining substances of the cultivar „Rote Kugel“ („Red Globe“) depending on the size of their globe roots*

	Na	K	Ca	Mg	N	P	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Oxals.	Anteil an wsl. Oxals.	Betanin
N	←	→	←	---	←	---	→	→	→	↔	←
P	←	→	←	---	←	---	→	→	→	←	←
K Moor	←	→	←	---	---	---	→	→	↔	↔	←
K Sand	←	→	←	→	---	---	→	→	←	↔	←

→ Zunahme      ← Abnahme      --- indifferent

Das wesentliche Ergebnis der Untersuchung der Größensortierungen war nach den vorliegenden Daten die Abhängigkeit des Nitratgehaltes von der Knollengröße, wobei die absolute Höhe des Gehaltes düngungs- und bodenabhängig war. Der niedrigste Nitratgehalt wurde bei den auf stark humosem Moorboden gewachsenen Roten Rüben nachgewiesen, der im vorliegenden Fall seine Erklärung mit darin findet, daß infolge des verhältnismäßig niedrigen pH-Wertes des Moorbodens die Nitrifikation gehemmt wird (SCHEFFER, 1976), so daß der Pflanze im Boden nur wenig Nitrat angeboten wurde. Auf den optimal gedüngten Parzellen lag der Nitratgehalt bei einer Größensortierung von 4 bis 10 cm Knollendurchmesser zwischen 8 und 67 mg/100 g FS, beim N-Versuch vergleichsweise zwischen 104 und 180 mg/100 g FS, während beim K-Versuch auf Sandboden, der die kleinsten Knollen hervorbrachte, der Nitratgehalt bei einer Größensortierung von 4 bis 8 cm Durchmesser zwischen 161 und 217 mg/100 g FS differierte.

## Zusammenfassung

An Roten Rüben wurde der Einfluß von Sorte, Standort, Erntetermin und Düngung auf den Oxalsäure- und Nitratgehalt sowie einige andere ausgewählte Inhaltsstoffe geprüft.

Im Oxalsäure- und Nitratgehalt war ein Sorten- und Standorteinfluß vorhanden, wobei der Standorteinfluß überwog. Der Erntetermin beeinflusste die Höhe des Oxalsäure- und Nitratgehaltes ebenfalls. Gegenüber gestaffelten Nährstoffgaben an Stickstoff, Phosphor sowie Kalium zeigten die in Betonrahmenparzellen auf vier verschiedenen Böden angebauten Roten Rüben ein unterschiedliches Verhalten, das sich entsprechend der Düngung und den Bodenverhältnissen im Gehalt an Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Gesamtstickstoff, Phosphor, Chlorid, Nitrat, Oxalsäure, Betanin sowie im Ertrag widerspiegelte.

## Summary

WEDLER, A.: *Einfluß der Düngung auf einige Inhaltsstoffe der Roten Rübe (Content of Some Quality Determining Plant Substances of Beetroots Influenced by Different Fertilizing)*.

Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 37, Kongreßband Braunschweig 1980

In regarding beetroots (*Beta vulgaris* L.) the influences of cultivar proprieties, harvest times and fertilizer applications have been studied with special reference to their oxalic acid and nitrate contents, furthermore to other quality determining criterias of general interest.

Oxalic acid and nitrate contents were found clearly to depend on cultivar's proprieties, but especially on influences of the cultivation sites. Harvest time was detected to be another factor inducing changes of oxalic acid and nitrate contents of this vegetable.

The beets were cultivated in concrete frame plots containing four different soils, given varied and increased supplies of nitrogen, phosphorus and sodium, and analyzed in our laboratories. Thus we can show different tendencies depending on fertilizing and properties of the soils e. g. in the vegetable's contents of sodium, potassium, calcium, magnesium, total nitrogen, phosphorus, chloride, nitrate, oxalic acid, betanine – but last not least in the amounts of the yields.

## Résumé

WEDLER, A.: *Einfluß der Düngung auf einige Inhaltsstoffe der Roten Rübe (Influence de la fertilisation sur les teneurs en divers constituants de betteraves rouges)*.

Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 37, Kongreßband Braunschweig 1980

On a étudié l'influence de la variété de betteraves rouges, de la situation géographique, du moment de la récolte et de la fertilisation sur les teneurs en acide oxalique, en nitrates ainsi qu'en divers constituants choisis.

En ce qui concerne l'acide oxalique et les nitrates on a mis en évidence une influence de la variété et de la situation géographique, celle-ci s'avérant la plus importante. Le moment de la récolte s'est avéré influencer également les teneurs en acide oxalique et en nitrates. Les essais de fertilisation ont été réalisés par des doses croissantes de N, P, K. sur quatre types de sols dans des cadres en béton. La fertilisation et le type de sols influencent tous deux les teneurs en potassium, sodium, calcium, magnésium, azote total, phosphore, chlorures, nitrates, acide oxalique, bétanine, de même que la production totale.

### Literatur

- BECKER, M.: Oxalsäurebildung in Spinat (*Spinacia oleracea* L.) in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung. Arch. Gartenbau **12**, 539 – 551, 1964
- BENK, E.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung des Saftes der Roten Rübe (Rote Beete). Die industr. Obst- u. Gemüseverwertung **59**, 325 – 326, 1974
- CANTLIFFE, D. J.: Nitrate Accumulation in Table Beets and Spinach as Affected by Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Nutrition and Light Intensity. Agron. J. **65**, 563 – 565, 1973
- CANTLIFFE, D. J. u. GOODWIN, P. R.: Effects of Nitrogen Rate, Source, and Various Anions and Cations on  $\text{NO}_3$  Accumulation and Nutrient Constituents of Table Beets. Agron. J. **66**, 779 – 783, 1974
- EHRENDORFER, K.: Einfluß des Mineralstoffgehaltes, insbesondere des Phosphorgehaltes auf den Oxalsäuregehalt von Spinat (*Spinacea oleracea* L.). Phosphorsäure **24**, 180 – 189, 1964
- EHRENDORFER, K.: Untersuchungen über die quantitative Abhängigkeit des Oxalsäuregehaltes von den Mineralstoffgehalten einschließlich des Natriums in Spinatblättern (*Spinacea oleracea* L.). Bodenkultur **22**, 34 – 48, 1971
- EHRENDORFER, K.: Einfluß eines variierten K/Na- und  $\text{NO}_3/\text{Cl}$ -Angebotes auf Substanzbildung, Mineralstoffaufnahme und Oxalsäurebildung bei Spinat (*Spinacea oleracea* L.). Z. Pflanzenernähr. Bodenkde. **135**, 44 – 58, 1973
- GRÜTZ, W.: Die Beziehungen zwischen Phosphorsäuredüngung und Oxalsäurebildung in Blättern von Beta-Rüben und Spinat. Phosphorsäure **16**, 181 – 187, 1956
- HERRMANN, K.: Über den Oxalsäuregehalt des Obstes und Gemüses. Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. **148**, 206 – 210, 1972
- HÖRHAMMER, L., WAGNER, H. u. FRITZSCHE, W.: Zur Biosynthese der Betacyane. I. Biochem. Z. **339**, 398 – 400, 1964
- JUNGK, A.: Einfluß von Ammonium- und Nitrat-Stickstoff auf das Kationen-Anionen-Gleichgewicht in Pflanzen und seine Beziehung zum Ertrag. Landwirtsch. Forsch. **20**, 50 – 63, 1967
- KNAUER, N. u. SIMON, C.: Über den Einfluß der Stickstoffdüngung auf den Ertrag sowie Nitrat-, Mineralstoff- und Oxalsäuregehalt von Spinat. Z. Acker- u. Pflanzenbau **128**, 197 – 220, 1968
- KÖHLER, K.-H.: Zu einigen Fragen der Biosynthese chymochromer Pigmente und ihrer Beeinflussung durch Licht. Wiss. Z. Univ. Greifswald **19**, 75 – 87, 1970
- KÖHLER, K.-H.: Die Betalaine, eine neue Klasse chymochromer Pigmente. Pharmazie **28**, 18 – 24, 1973
- LEE, C. Y., SHALLERBERGER, R. S., DOWNING, D. L., STOEWSAND, G. S., PECK, N. M.: Nitrate and Nitrite Nitrogen in Fresh, Stored and Processed Table Beets and Spinach from Different Levels of Field Nitrogen Fertilization. J. Sci. Food Agric. **22**, 90 – 92, 1971
- LIEBISCH, H. W., MATSCHNER, B. u. SCHÜTTER, H. R.: Beiträge zur Physiologie und Biosynthese des Betanins. Z. Pflanzenphysiol. **61**, 269 – 278, 1969
- LIST, D. u. ASKAR, A.: Organische Säuren in Gemüse und ihre Bedeutung für den Stoffwechsel in Bezug auf Wachstum, Reifung und Lagerung. III. Möhren und Rote Beete. Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. **5**, 57 – 64, 1977
- MERKEL, D.: Oxalatgehalt und Kationen-Anionen-Gleichgewicht von Spinatpflanzen in Abhängigkeit vom  $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ -Verhältnis in der Nährlösung. Landwirtsch. Forsch. **28**, 34 – 40, 1975
- MILLER, H. E., RÖSLER, H., WOHLPART, A., WYLER, H., WILCOX, M. E., FROHOFER, H., MABRY, T. J. u. DREIDING, A. S.: Biogenese der Betalaine, Biotransformation von Dopa und Tyrosin in den Betalaminsäureteil des Betanins. Helv. Chim. Acta **51**, 1470 – 1474, 1968
- MUNK, H.: Über den Einfluß der Phosphorsäure auf den Oxalsäuregehalt von Spinat. Phosphorsäure **25**, 250 – 262, 1965
- OSMOND, C. B. u. LATIES, G. G.: Compartmentation of Malate in Relation to Ion Absorption in Beet. Plant Physiol. **44**, 7 – 14, 1969
- SCHARRER, K. u. JUNG, J.: Weitere Untersuchungen über Beziehungen zwischen Nährstoffversorgung und Oxalsäurebildung im Zuckerrüben- und Mangoldblatt. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. **66**, 1 – 18, 1954

SCHEFFER, B.: Zur Frage der Stickstoffumsetzungen in Niedermoorböden. Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 33/II, 20 – 29, 1976

SENGBUSCH, R. v., SÜCKER, I. u. HANDKE, S.: Untersuchungen über den Gehalt an Oxalsäure in Spinat (*Spinacea oleracea*) als Grundlage für die züchterische Bearbeitung dieses Merkmals. Züchter 35, 90 – 98, 1965

SPLITTSTOESSER, W. E., VANDEMARK, J. S. u. KHAN, S. M. A.: Influence of Nitrogen Fertilization Upon Protein and Nitrate Concentration in Some Vegetable Crops. Hort. Sci. 9, 124 – 125, 1974

WEDLER, A.: Untersuchungen über Nitratgehalte in einigen ausgewählten Gemüsearten. Landwirtsch. Forsch., SH 36, 128 – 137, 1979

WILCOX, M. E., WYLER, H., MABRY, T. J. u. DREIDING, A. S.: 24. Die Struktur des Betanins. 7. Mitt. Über die Konstitution des Randenfarbstoffes Betanin. Helv. Chim. Acta 48, 252 – 258, 1965

WYLER, H., MABRY, T. J. u. DREIDING, A. S.: Über die Konstitution des Randenfarbstoffes Betanin. Helv. Chim. Acta 46, 1745 – 1748, 1963