Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 72 (1981)

Heft: 1

Artikel: Über den Einfluss von Kompost- und NPK-Düngung auf Ertrag und Nitratgehalt von Spinat, Schnittmangold, Kopf- und Nüsslisalat = Influence of compost and mineral (NPK) fertilizer on yield and nitrate content of spinach, leaf beet, lettuce and cornsalad

Autor: Eichenberger, M. / Ott, P. / Schudel, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-984599

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 72, 31–43 (1981)

M. Eichenberger, P. Ott, P. Schudel und *H. Vogtmann,* Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Oberwil/BL sowie *D. Leu,* Kantonales Laboratorium Schaffhausen

Über den Einfluß von Kompost- und NPK-Düngung auf Ertrag und Nitratgehalt von Spinat, Schnittmangold, Kopf- und Nüßlisalat*

Influence of Compost and Mineral (NPK) Fertilizer on Yield and Nitrate Content of Spinach, Leaf Beet, Lettuce and Cornsalad

Einleitung

Der Nitratgehalt in Nahrungsmitteln hat in letzter Zeit zu regen Diskussionen Anlaß gegeben. Früher weckte die Methämoglobinämie in Zusammenhang mit dem Nitratgehalt von Trinkwasser und Gemüse das Interesse der Forschung. Dank entsprechenden Verhaltensmaßregeln treten heute akute Vergiftungsfälle nur noch selten auf. Mit der Entdeckung einer möglichen In-vivo-Synthese von Nitrosaminen und der potentiellen Kanzerogenität vieler dieser Stoffe wurde das Nitratproblem wieder aktuell.

Die Bildung von Nitrosaminen

Nitrosamine entstehen durch Reaktion von sekundären oder tertiären Aminen oder Amiden mit Nitrit. Das eigentliche nitrosierende Agens ist dabei NO^+ (1). Die Reaktion verläuft optimal bei pH 2–3 und wird durch Halogenidionen (2) und durch Thiocyanat (Rhodanid) katalysiert. Die Anwesenheit von Katalysatoren kann bewirken, daß eine Nitrosierung auch bei tiefen pH-Werten, wie sie z. B. im menschlichen Magen vorliegen, stattfinden kann (3, 4). Rhodanid liegt im Speichel vor, und zwar bei Rauchern in einer 3- bis 4mal höheren Konzentration als bei Nichtrauchern (4).

Läuft die Nitrosierungsreaktion in vivo ab, so gelangt das Nitrit durch Nahrungsmittel und Getränke oder über den Speichel in den Magen. Die zweite dazu notwendige Komponente, Amine oder Amide, sind ubiquitär vorhanden (5, 6, 7,

* Diese Arbeit wurde mit finanzieller Unterstützung der Abteilung für Landwirtschaft des Eidg. Volkswirtschaftsdepartements, der Komission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und der Schweiz. Stiftung zur Förderung des biologischen Landbaus durchgeführt.

8, 9). Das für die Nitrosierungsreaktion notwendige Nitrit entsteht nach *Greenberg* (10) zu 65% durch mikrobielle Reduktion von Nitrat in der Mundhöhle. Andere Forscher schätzen diesen Anteil auf 80—90% (11). Die Nitritbildung ist konzentrationsabhängig: Bei hoher Nitratkonzentration wird mehr Nitrit gebildet als bei niedriger Konzentration, auch wenn die gesamte zugeführte Nitratmenge gleich groß ist (12); dabei spielt auch die Mundhygiene eine Rolle (13). Speichel aus der Parotisdrüse entnommen ist frei von Nitrit (14). Zudem besteht eine eindeutige kausale Beziehung zwischen dem aufgenommenen Nitrat und dem Nitritgehalt des Speichels. Vor allem bei Aufnahme von mehr als 40 mg Nitrat ist eine starke Zunahme der Nitritkonzentration im Speichel festzustellen (15).

Die Wirkung der Nitrosamine

Die Kanzerogenität der Nitrosamine wurde im Tierversuch erstmals von *Magee* und *Barnes* (1956) entdeckt (16). Seither hat eine intensive Forschungstätigkeit eingesetzt, die die toxische, kanzerogene, mutagene und teratogene Wirkung vieler Nitrosamine bei insgesamt 12 untersuchten Tierarten, inkl. Primaten (17), eindeutig erwiesen hat (2, 18, 19, 20, 21). Im weiteren erzeugte die separate Verfütterung von Nitrit und Aminen die gleichen Karzinome wie die Applikation der entsprechenden Nitrosamine (2, 22, 23). Die häufige Einwirkung kleinerer Mengen ist offensichtlich gefährlicher als eine größere, nur einmal auftretende Menge (24). Verschiedene Autoren entdeckten auch synergistische Effekte auf die Nitrosaminkarzinogenese (25), und man ist sich heute einig, daß N-Nitrosoverbindungen zu den potentesten derzeit bekannten chemischen Karzinogenen zu zählen sind (26).

Bis heute ist es noch nicht möglich, Aussagen über Dosis-Wirkungs-Beziehungen dieser Stoffe beim Menschen zu machen und somit einen zuverläßigen Grenzwert zu bestimmen. Aber auch über die komplexen endogenen Bedingungen für die In-vivo-Synthese besteht noch keine endgültige Klarheit, und über langfristige synergistische Effekte verschiedener Karzinogene und Cokarzinogene ist noch so gut wie nichts bekannt. Wegen der Gefahr der In-vivo-Nitrosaminbildung wird daher die Forderung gestellt, die Nitrat- und Nitritaufnahme beim Menschen so gering wie möglich zu halten (11, 26).

Besondere Fragen wirft in diesem Zusammenhang die Hypothese einer endogenen Nitratquelle im Menschen auf. Nitratbalancestudien am Menschen bei einer speziellen Diät ergaben eine tägliche endogene Nitratbildung von gegen 50 mg, welche einer mikrobiellen heterotrophen Nitrifikation in den oberen Darmabschnitten zugeschrieben wird (21). Daraus wurde suggeriert, daß die Nitrat/Nitrit-Belastung in der Ätiologie des Krebses möglicherweise in einem viel weiteren Rahmen gesehen werden müsste. Diese Publikation wird seither gerne zitiert, um die Frage der übermäßigen Nitratbelastung als Folge falscher Kulturmaßnahmen in der Landwirtschaft oder leichtfertigen Umgangs mit Zusatzstoffen in der Lebensmittelindustrie (Fleisch- und Milchprodukte) voreilig zu verharmlosen (27), obwohl eine ganze Reihe von Fragen weiterer Abklärungen bedarf:

— Die erwähnte Studie gibt keine Antwort auf die riesigen individuellen Variationen in der Nitratausscheidung, welche vorgefunden worden sind.

– Die Frage der Nitratbildung bei normaler Diät und Darmflora ist offen.
– In der erwähnten Studie wurde der Zusammenhang zwischen Nitratkonzentration im Darminhalt und der Nitratkonzentration im Speichel nicht untersucht, was aber für die Nitrosaminbildung von zentraler Bedeutung ist.

Tägliche Nitrataufnahme

Betrachtet man die durchschnittliche tägliche Nitrataufnahme der schweizerischen Bevölkerung (Tabelle 1), so ist der große Anteil bei Gemüse und Tinkwasser (69,9% bzw. 20,9%) auffallend. Diese Zahlen variieren natürlich je nach Nitratgehalt des Trinkwassers und dem individuellen Gemüseverzehr beträchtlich (Tabelle 2). Nach den Berechnungen des Bundesamtes für Gesundheitswesen stammt fast die Hälfte des über Gemüse und Salat eingenommenen Nitrates aus Blattsalat (28).

Tabelle 1. Die durchschnittliche tägliche Nitratbelastung in mg NO_3^- pro Tag und Person in der Schweiz (Tremp, 1977/1980)* (28)

	mg	%
Fleisch- und Fleischwaren	5,7	6,3
Getreideprodukte und Backwaren	1,5	1,6
Vegetabilien	63,7	69,9
Obst	1,0	1,1
Milch- und Milchprodukte	0,2	0,2
Trinkwasser	19,0	20,9
Summe nach Statistik	91,1	

* 1. Jahreszahl: Erhebung der statistischen Daten, 2. Jahreszahl: Publikation der Arbeit.

Herkunft des Nitrates im Gemüse

Gewisse Gemüse, sogenannte nitrophile Arten, reagieren auf eine hohe Stickstoffversorgung mit starker Ertragszunahme. Daneben zeichnen sie sich aber auch durch besonders starke Nitratakkumulation aus. Diese wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. An erster Stelle sind die Lichtverhältnisse zu nennen. Bei ungenügender Belichtung resultieren immer hohe Nitratgehalte. So weist Kopfsalat die höchsten Nitratwerte im Winteranbau unter Glas auf (29, 30).

Ein weiterer wichtiger Faktor stellt die Düngung dar. Dabei ist nicht nur die ausgebrachte Düngermenge von Bedeutung, sondern auch die N-Form, welche die Nitratakkumulation stark beeinflußt (31). So werden von der Düngerindustrie seit einiger Zeit N-Depotdünger und Nitrifikationshemmer angeboten, die eine gleichmäßigere Verfügbarkeit des Stickstoffs über die Vegetationsperiode gewährleisten

Tabelle 2. Der Einfluß des Nitratgehaltes des Trinkwassers auf die durchschnittliche tägliche Nitratbelastung in der Schweiz in mg NO_3^- pro Tag und Person (Biedermann et al. 1980) (29)

Nitratkonzentration im Trinkwasser	Gesamtaufnahme von Nitrat pro Kopf und Tag bei einem Konsum von täglich 1,85 l Trinkwasser		Gesamtaufnahme von Nitrat pro Kopf und Tag bei doppeltem Gemüseverzehr und einem Konsum von täglich 1,85 l Trinkwasser	
mg NO_3^-	mg NO_3^-	Faktor**	mg NO_3^-	Faktor**
< 1	72*	1	136	1,9
10	90,5	1,25	154,5	2,1
20	109	1,5	173	2,4
30	127,5	1,75	191,5	2,7
40	146	2,0	210	2,9
50	164,5	2,25	228,5	3,2
75	210	2,9	274	3,8
100	257	3,6	321	4,5

* Basiswert aus der Arbeit von Tremp (28).
** Mehraufnahme gegenüber < 1-Variante bei einfachem Gemüseverzehr.

sollen, als dies mit den herkömmlichen Mineraldüngern der Fall ist (32). Im biologischen (ökologischen) Landbau stehen mit den aufbereiteten Hofdüngern (Komposte) seit jeher langsam fließende N-Quellen zur Verfügung, und es ist zu erwarten, daß bei deren sachgemäßen Anwendung keine Anreicherung von Nitrat in den Pflanzen stattfindet. Die nachfolgenden Versuche sollen zur Erhärtung dieser Hypothese dienen.

Versuchsanlage

Da in Reifekompost der größte Teil der Pflanzennährstoffe in organisch gebundener Form vorliegt, können bei mehrmaligen, überhöhten Gaben Nährstoffanreicherungen im Boden auftreten, die sich evtl. negativ auf den Nitratgehalt von Blattgemüse auswirken könnten. Um den Einfluß von NPK- und Kompostdüngung sowohl bei einmaliger Anwendung als auch bei einer Akkumulation größerer Düngermengen im Boden vergleichen zu können, wurden zwei parallele Parzellenversuche (Parzellengröße 3 m^2) auf einem schwach humosen Schlufflehm mit guter Nährstoffversorgung angelegt. Auf beide Parzellengruppen wurden nacheinander drei nitrophile Gemüsearten angebaut (Tabelle 3). Verglichen wurde ein NPK-Mineraldünger (Ricasol 13, 60% der N-Gabe, und Ammonsalpeter, 40% der N-Gabe) mit einem 7 Monate alten Mistkompost. Die Düngung erfolgte beim einen Versuch nur zur ersten, beim anderen zur ersten und zur zweiten Pflanzung, und zwar N-äquivalent in drei Düngungsstufen: 0 kg N/ha (Kontrolle), 100 kg N/ha (normale Gabe) und 300 kg N/ha (überhöhte Gabe). Die überhöhte Gabe von

Tabelle 3. Übersicht über die Versuche

Parzellengruppe 1

Bez.	Blattgemüseart	Aussaat/Erntezeit bzw. Pflanzzeit	Düngung[1]
1a	Schnittmangold «glatter Grüner»	30. 5. 78/ 1. S. 4. 7. 78 2. S. 27. 7. 78 3. S. 15. 8. 78 4. S. 6. 9. 78	100 bzw. 300 kg N/ha
1b	Kopfsalat «Reskia»	10. 5. 79/14. 6. 79	100 bzw. 300 kg N/ha
1c	Nüßlisalat «Vit»	6. 9. 79/29. 1. 80	–

Parzellengruppe 2

Bez.	Blattgemüseart	Aussaat/Erntezeit bzw. Pflanzzeit	Düngung
2a	Spinat «Nores»	23. 8. 78/ 5. 10. 78	100 bzw. 300 kg N/ha
2b	Kopfsalat «Reskia»	9. 5. 79/19. 6. 79	–
2c	Nüßlisalat «Vit»	6. 9. 79/ 5. 2. 80	–

[1] NPK-Variante: 60% Ricasol Lonza (N-P-K-Mg-B = 13-7-22-3-0,2)
+ 40% Amonsalpeter Lonza (26% N)
Kompost-Variante: Mistkompost (0,4% N in der Frischsubstanz)

300 kg N/ha darf keinesfalls als praxisbezogen angesehen werden! Mit dieser hohen Düngung sollte bewirkt werden, daß die Folgen der beiden Düngungsarten deutlicher in Erscheinung treten. Alle Varianten wurden in vierfacher Wiederhohlung angelegt.

In den Ernteprodukten wurden neben dem Ertrag der Nitrat- und Trockensubstanzgehalt und z. T. der organisch gebundene Stickstoff (nach Kjeldahl) bestimmt.

Material und Methoden

Die Angaben über Vorfrüchte, Versuchsanlage, Boden- und Düngeranalysen und Analysenmethoden sind bei *Schudel* et al. (1979) aufgelistet (33).

Die Parzellen (3 x 1 m) wurden wie folgt bepflanzt: Spinat und Schnittmangold 5 Reihen, Kopfsalat 3 Reihen, Nüßlisalat 6 Reihen. Analysiert wurden bei Spinat und Schnittmangold die 3 mittleren Reihen, wobei an den Längsseiten ein Rand

von je 50 cm ausgeschieden wurde. Bei Nüßlisalat bestand die Ernteparzelle analog dazu, aus den 4 mitleren Reihen, während bei Kopfsalat 8 Köpfe aus der mittleren Reihe geerntet wurden. Die Analysen erfolgten bei allen Kulturen im gewaschenen Erntegut. Bei Kopfsalat wurden zudem die drei äusseren Blätterkränze und die Storzen der geernteten Köpfe als Rüstabfall verworfen, so daß sich alle Analysenangaben auf den eßbaren Anteil beziehen.

Resultate und Diskussion

Nitratgehalt

Sowohl bei Schnittmangold wie Spinat bewirkte die Kompostdüngung einen 2- bis 4mal tieferen Nitratgehalt als die entsprechende Mineraldüngung (Abb. 1).

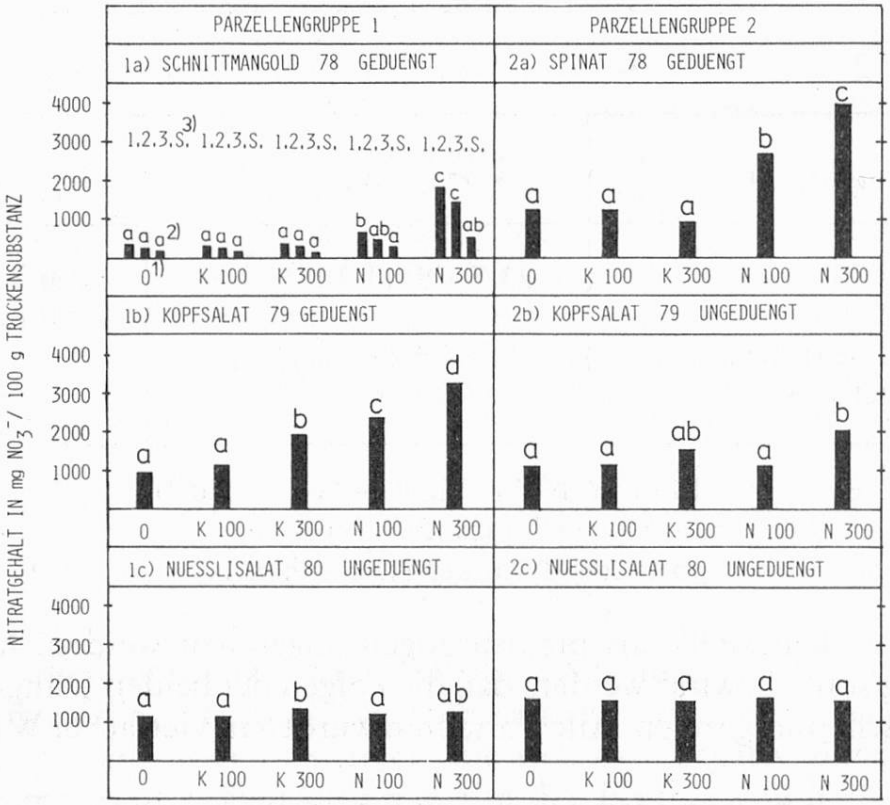

Abb. 1. Nitratgehalt der sich nachfolgenden Kulturen auf den beiden parallel geführten Parzellenversuchen in Abhängigkeit von der Düngung

1) 0 = Kontrolle
K_{100} = Mistkompost 100 kg N/ha — N_{100} = Mineraldüngung 100 kg N/ha
K_{300} = Mistkompost 300 kg N/ha — N_{300} = Mineraldüngung 300 kg N/ha

2) Innerhalb eines Versuchs unterscheiden sich mit verschiedenen Buchstaben markierte Werte signifikant ($p \leq 0{,}05$); ab = Unterschiede zu a und b nicht signifikant

3) 1. 2. 3. S. = 1. Schnitt, 2. Schnitt, 3. Schnitt

Von besonderem Interesse ist der Befund, daß Schnittmangold auf gleiche Anbaubedingungen generell mit einem tieferen Nitratgehalt reagierte als Spinat. Der Kopfsalat im darauffolgenden Jahr (Versuch 1b) zeigte ein ähnliches Verhalten. Selbst die Pflanzen, die auf den Parzellen mit 300 kg N/ha Kompost wuchsen, wiesen einen tieferen Nitratgehalt auf als jene, die mit einer «normalen» Gabe von 100 kg mineralischem Stickstoff/ha gedüngt worden waren. Die mit 100 kg N/ha gedüngten Kompostparzellen waren wiederum statistisch nicht von den Kontrollparzellen zu unterscheiden ($p \leq 0{,}05$). Im Parallelversuch (Versuch 2b) waren von der Vorjahresdüngung nur die beiden überhöhten Düngungsstufen im Nitratgehalt feststellbar. Dieser Einfluß war in der 3. Kultur (Nüßlisalat, Versuch 2c) vollständig ausnivelliert, während die zweimalige Düngung im Parallelversuch (Versuch 1c) in den hohen Düngungsstufen gerade noch signifikante Unterschiede ($p \leq 0{,}05$) lieferte. Dieses tiefe Nitratniveau ist um so bemerkenswerter, da der Nüßlisalat in der lichtarmen Jahreszeit (September bis Januar) angebaut wurde, in welcher Blattgemüse wegen der mangelnden Photosyntheseleistung vermehrt Nitrat einlagert (30).

Die durch die Mineraldüngung in den Versuchen festgestellte Nitratakkumulation im Kopfsalat geht nur mit einer kleinen Steigerung des Gehaltes an organisch gebundenem Stickstoff in der Trockensubstanz einher (Abb. 2). Die Abnahme des Trockensubstanzgehaltes (TS) ist aber so groß, daß sich diese Zunahme auf die Frischsubstanz (FS) bezogen wieder ausgleicht. So steigt der Nitratgehalt nicht nur bezüglich der Trocken- und Frischsubstanz an, sondern auch dessen Anteil am Gesamtstickstoffgehalt (Kjeldahl-N + NO_3^--N) erhöht sich massiv (Abb. 2). Zudem besteht zwischen dem Trockensubstanz- und dem Nitratgehalt bezogen auf die Frischsubstanz eine negative Korrelation (Abb. 3). Dies steht im Gegensatz zu wertgebenden Inhaltsstoffen wie z. B. Vitamin C, für die eindeutig positive Korrelationen bestehen (33).

Erträge

Wie aus Abbildung 4 ersichtlich ist, reagierte die Spinatsorte «Nores» ertragsmäßig nicht auf die Kompostdüngung. Dagegen ergaben die Mineraldüngergaben stark gesicherte Mehrerträge ($p \leq 0{,}01$). Auch der Schnittmangold zeigte dasselbe Verhalten, wobei zu berücksichtigen ist, daß auf diesem gut versorgten Schlufflehmboden auch mit der normalen Mineraldüngergabe von 100 kg N/ha keine gesicherte Ertragszunahme gegenüber der Kontrolle erzielt wurde.

Beim Kopfsalat (Versuch 1b) ist eine Zunahme des Trockensubstanzertrages durch die Kompostdüngung sichtbar, sie bleibt aber weit hinter derjenigen nach Mineraldüngergaben zurück. Im Parallelversuch (Versuch 2b) sind über alle Düngungsvarianten keine gesicherten Unterschiede mehr sichtbar. Die Salatsorte «Reskia» benötigt also eine hohe Nährstoffkonzentration, um auf diesem fruchtbaren Boden eine Ertragszunahme gegenüber der Kontrolle zu zeigen. Demgegenüber war im Versuch 1c (Nüßlisalat) die Kompostdüngung zur Vorkultur sichtbar, auch wenn nur die überhöhte Düngungsstufe statistich gesichert ist ($p \leq 0{,}05$). Ein ähnli-

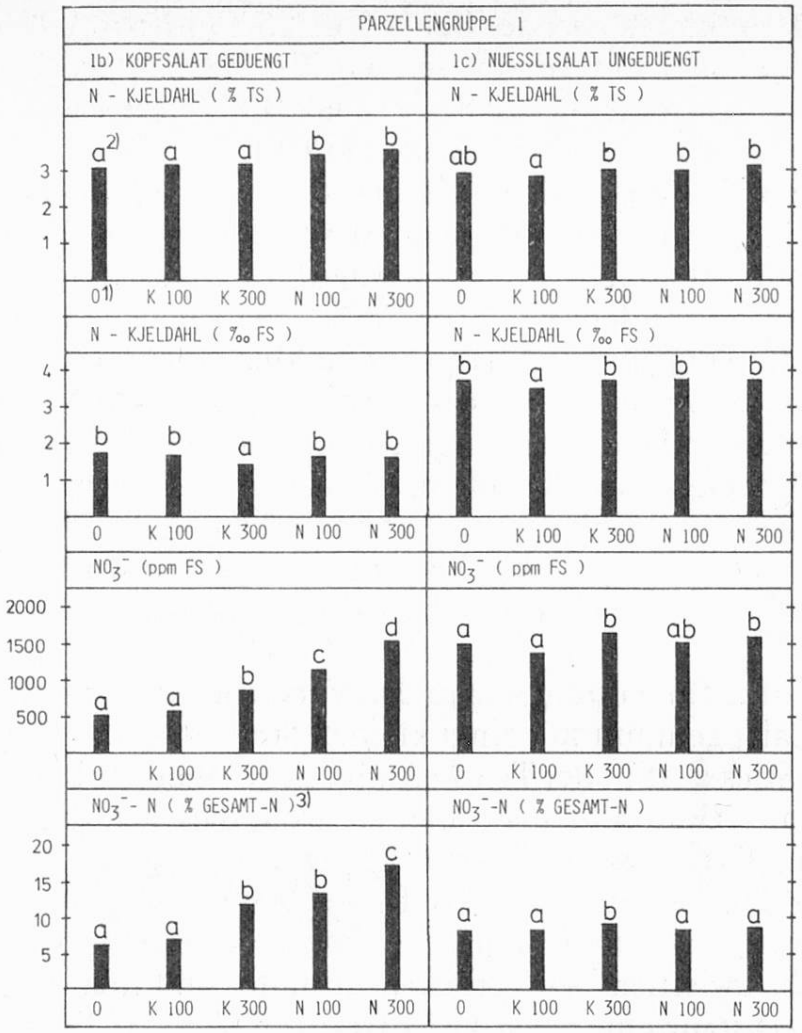

Abb. 2. Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff (Kjeldahl-N, % TS und ‰ FS) und Anteil des Nitratstickstoffes am Gesamtstickstoff von Kopf- und Nüßlisalat in Abhängigkeit von der Düngung

1) siehe Abb. 1

2) siehe Abb. 1

3) Gesamt-N = Kjeldahl-N + NO_3^--N

ches Bild bietet sich im Parallelversuch (2c), doch sind hier die Unterschiede nicht signifikant.

Diese Ertragsverhältnisse können nur z. T. auf die gute Nährstoffversorgung des Versuchsbodens zurückgeführt werden. Daß sortenspezifische Faktoren eine wichtige Rolle spielen, kann sehr gut am extremsten Beispiel bezüglich Ertrag, dem diskutierten Spinatversuch mit der Sorte «Nores», aufgezeigt werden. Parallel zu diesem Versuch wurde auf demselben Versuchsfeld ein identischer Versuch mit der älteren, nicht sehr schoßfesten Spinatsorte «Nobel Original» angelegt (Abb. 5). Die Nitratgehalte lagen bei Kompostdüngung wieder auf einem sehr tiefen Niveau, während durch die Mineraldüngung die bekannten hohen Werte resultierten.

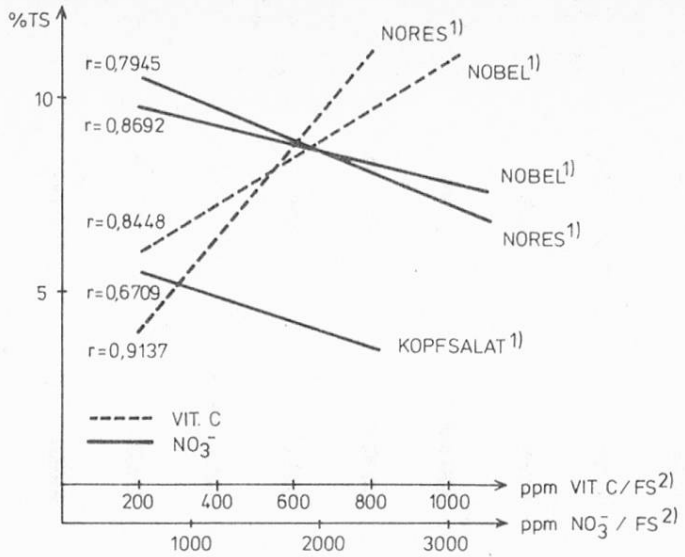

Abb. 3. Korrelation zwischen dem Vitamin C- bzw. NO_3^-- und dem Trockensubstanzgehalt (TS) von Spinat und Kopfsalat

1) Nores: Spinat Sorte «Nores» aus Versuch 2a
   Nobel: Spinat Sorte «Nobel Original» aus parallel geführtem Parzellenversuch (Abb. 5)
   Kopfsalat: Sorte Reskia aus Versuch 1b
2) Vitamin C- bzw. NO_3^--Gehalt in der Frischsubstanz

während durch die Mineraldüngung die bekannten hohen Werte resultierten. Dabei war aber der Trockensubstanzertrag für beide Düngungsvarianten gleich hoch und bewegte sich in derselben Größenordnung wie er bei der Sorte «Nores» ausschließlich mit der Mineraldüngung erreicht werden konnte. Dieses Resultat bestätigte sich auch in einem Topfversuch und zeigt, daß geringe Erträge infolge einer Kompostdüngung durchaus sortenabhängig sein können (33).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß eine angemessene Kompostdüngung, im Vergleich zur gebräuchlichen NPK-Düngung, die Qualität von Blattgemüse bezüglich des Nitratgehaltes verbessert und daß selbst bei übertrieben hohen Kompostgaben — zumindest für Freilandbedingungen — ein kleines Risiko für eine Nitratakkumulation besteht. Die Ertragsbildung aufgrund langsam fließender Stickstoffquellen war bis jetzt nicht Gegenstand der Sortenzüchtung und -prüfung und liegt bei neueren Sorten teilweise hinter dem Wünschbaren zurück. Da aber der Nitratgehalt im Gemüse gesenkt werden muß, ist es nicht zu umgehen, diesen Faktor in der Zukunft bei der amtlichen Sortenprüfung zu berücksichtigen.

Dank

Herrn *F. Ribs* danken wir für seine wertvolle Mitarbeit bei der Durchführung der chemischen Analysen. Für die Mitarbeit an der Manuskriptherstellung und Redaktion danken wir Frau *R. Eichenberger* und Herrn *R. Widmer* herzlich.

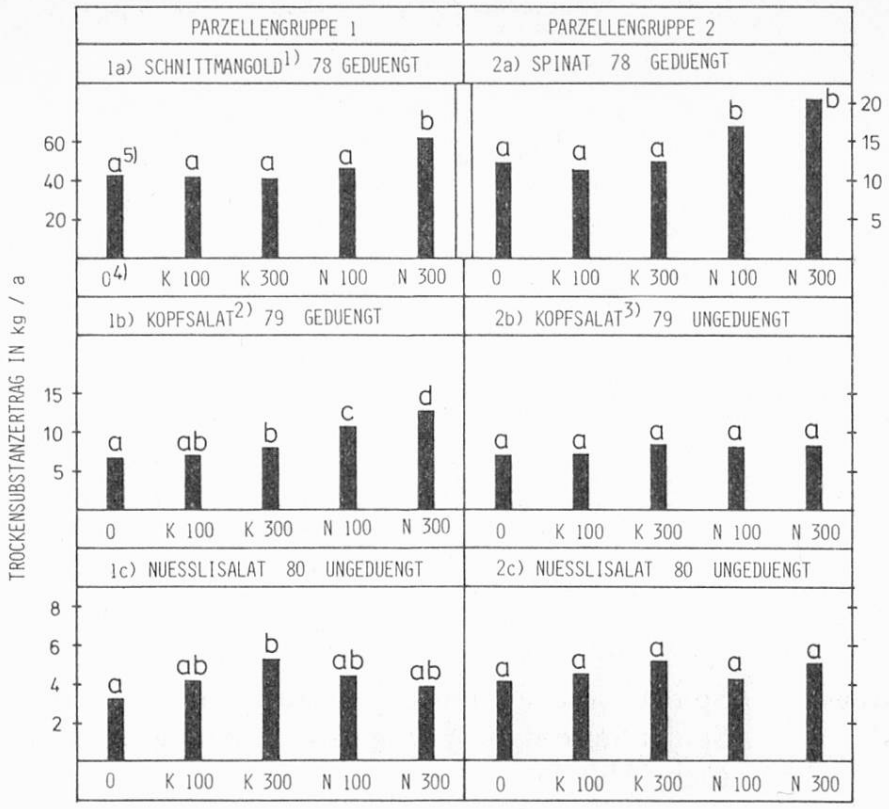

Abb. 4. Trockensubstanzertrag der sich nachfolgenden Kulturen auf den beiden parallel geführten Parzellenversuchen in Abhängigkeit von der Düngung

1) Gesamtertrag aus drei Schnitten
2) Ertrag an eßbarem Anteil. Der Rüstabfall betrug durchschnittlich 32%. Die Kontrolle wies einen Anteil von 37% auf. Die anderen Verfahren weichen nicht signifikant vom Mittelwert ab ($p \leq 0{,}05$)
3) Ertrag an eßbarem Anteil. Der Rüstabfall betrug durchschnittlich 36%. Die verschiedenen Verfahren weichen nicht signifikant vom Mittelwert ab ($p \leq 0{,}05$)
4) siehe Abb. 1 1)
5) siehe Abb. 1 2)

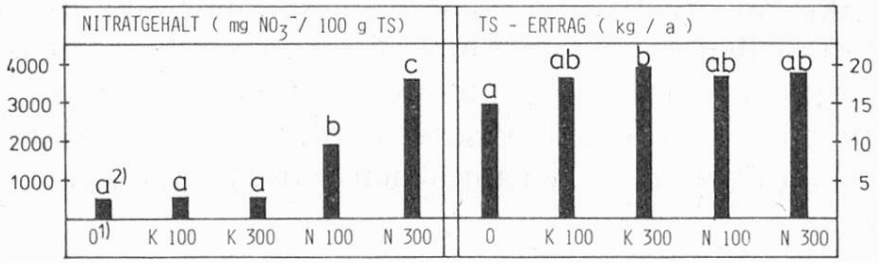

Abb. 5. Parzellenversuch mit der Spinatsorte «Nobel Original»: Nitratgehalt und Trockensubstanzertrag (TS-Ertrag) in Abhängigkeit von der Düngung

1) siehe Abb. 1
2) siehe Abb. 1

Zusammenfassung

Die Relevanz des Nitratgehaltes von Gemüse wird anhand neuerer Untersuchungen über die Bildung von Nitrosaminen und deren Toxizität und einer Untersuchung über die Nitratbelastung der schweizerischen Bevölkerung dargelegt. In 7 Kleinparzellenversuchen wurde festgestellt, daß eine Düngung mit der langsam fließenden N-Quelle Kompost gegenüber einer N-äquivalenten NPK-Düngung einen Beitrag zur Senkung des Nitratgehaltes in Blattgemüse leisten kann. Bei übertrieben hohen Kompostgaben bleibt — zumindest für Freilandbedingungen — das Risiko für eine Nitratakkumulation gering. Die Ertragsbildung aufgrund langsam fließender Stickstoffquellen war bis jetzt nicht Gegenstand der Sortenzüchtung und -prüfung und liegt bei neueren Sorten teilweise hinter dem Wünschbaren zurück. Am Beispiel von zwei Spinatsorten wird aber gezeigt, daß bei einer geeigneten Sortenwahl mit Kompost ein zur NPK-Düngung vergleichbarer Ertrag zu erzielen ist.

Résumé

L'importance de la teneur en nitrates des légumes a été mise en évidence tant par de récentes études sur la formation des nitrosamines et leur toxicité que par l'étude de l'ingestion moyenne en nitrates de la population suisse. Sept essais en plein champ ont montré qu'une fumure à base de compost permet de réduire très nettement la teneur en nitrates des légumes verts par rapport à une fumure minérale NPK (N équivalente). Le risque d'une accumulation de nitrates, même à des niveaux de fumure élevée (300 kg N/ha), est bien moindre avec une application de compost qu'avec une fumure minérale NPK. Le rendement relativement bas obtenu avec de nouvelles variétés est principalement dû à une sélection qui ne tient pas compte de sources d'azote progressivement disponible. Un choix de deux variétés d'épinards a toutefois permis d'obtenir avec une fumure organique (compost) un rendement comparable à celui d'une fumure minérale (NPK).

Summary

Recent studies on nitrosamine formation, as well as their toxicity, and on Swiss average nitrate intake, has spurred new concern about nitrate content in vegetables. A compost fertilisation, with its slow nitrogen release, has proved to reduce significantly the nitrate content in leafy vegetables when compared to a corresponding mineral NPK fertilisation. Even with high application rates, the risk of nitrate accumulation in tissue is minimal with compost. Since varieties are not selected and/or tested with organic fertilizer such as compost, the yields of new varieties are below normal. A well-chosen variety, however, has given comparable yields with compost to those obtained with NPK.

Literatur

1. *Sander, J., Schweinsberg, F.* und *Menz, H. P.:* Untersuchungen über die Entstehung cancerogener Nitrosamine im Magen. Hoppe — Seyler's Z. physiol. Chem. **349**, 1691—1697 (1968).
2. Sander, J. und *Schweinsberg, F.:* Wechselbeziehungen zwischen Nitrat, Nitrit und kanzerogenen N-Nitrosoverbindungen. Zentr. Bakteriol. Hyg. 1. Abt. Orig. B **156**, 299—340 (1972).

3. *Boyland, E., Nice, E.* und *Williams, K.:* The catalysis of nitrosation by thicyanate from saliva. Food Cosmet. Toxicol. **9**, 639–643 (1971).
4. *Boyland, E.* and *Walker, S. A.:* Effect of thiocyanate on nitrosation of amines. Nature **248**, 601–602 (1977).
5. *Heyns, K.:* Über Nitrosamine in der Nahrung. Getreide, Mehl, Brot **27**, 249–253 (1973).
6. *Kawamura, T., Sakai, K.* und *Myazawa, F.:* Studies on nitrosamines in foods (IV). Distribution of secondary amines in food. J. Food Hyg. Soc. Japan **12**, 192–197 (1971).
7. *Lijinsky, W.* and *Epstein, S.:* Nitrosamines as environmental carcinogens. Nature **225**, 21–23 (1970).
8. *Möhler, K., Mayrhofer, O. L.* und *Hallermayer, E.:* Das Nitrosaminproblem aus der Sicht des Lebensmittelchemikers. Z. Lebensm. Unters. Forsch. **150**, 1–11 (1972).
9. *Neurath, B.* and *Schreiber, O.:* Investigations on nitrosamines in the human environment. I.A.R.C. Sci. Publ. **9**, 211 (1974).
10. *Greenberg, R. A.:* Update on nitrite, nitrate and nitrosamines. Proc. Meat Ind. Res. Conf 71–76, ref. in Chemical Abstacts **84**, 163048 (1976).
11. *Schlatter, Ch.* in Arbeitsgruppe «Nitrate in Lebensmitteln» des Bundesamtes für Gesundheitswesen (BAG), (1978).
12. *Tannenbaum, S. R., Weisman, M.* und *Fett, D.:* The effect of nitrate intake on nitrite formation in human saliva. Food Cosmet. Toxicol. **14**, 549 (1976).
13. *Sieber, R.* und *Blanc, B.:* Zur Bewertung von Nitrat, Nitrit und N-Nitrosoverbindungen. Deut. Molkereiztg. **99**, 240–248 (1978).
14. *Tannenbaum, S. R., Sinskey, A. J., Weisman, M.* and *Bishop, W.:* Nitrite in human saliva. Its possible relationship to nitrosamine formation. J. Natl. Cancer Inst. **53**, 79–84 (1974).
15. *Spiegelhalder, B., Eisenbrand, G.* and *Preussmann, R.:* Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: Possible relevance to in vivo formation of N-nitrose compounds. Food Cosmet. Toxicol. **14**, 545–548 (1976).
16. *Magee, P. N.* and *Barnes, J. M.:* The production of malignant primary hepatic tumors in the rat by feeding dimethylnitrosamine. Brit. J. Cancer **10**, 114–122 (1956).
17. *Kelly, M. G., O'Hara, R. W., Adamson, R. H., Gadekar, K., Botkin, Const. C., Reese, W. H., Jr.* and *Kerber, W. T.:* Induction of hepatic cell carcinomes in monkeys with N-nitrosodiethylamine. J. Natl. Cancer Inst. **36**, 323–351 (1966).
18. WHO: Toxicological evaluation of some food additives including anticaking agents, antimicrobials, antioxidants, emulsifiers and thickening agents. WHO food Additives No. 5, pp. 97–109. WHO, Genf 1974.
19. *Preussmann, R.:* Formation of carcinogens from precursors occuring in the environment: New aspect of nitrosamine induced tumorgenesis. Cancer Res. **44**, 9–15 (1974).
20. *Fahmi, O. G.* and *Fahmi, M. J.:* Mutagenecity of N-acetoxyethyl-N-ethyl-nitrosamine and N,N-diethylnitrosamine in relation to the mechanims of metabolic activation of dialkylnitrosamines. Cancer Res. **16**, 4504–4512 (1976).
21. *Tannenbaum, S. R., Fett, D., Young, V. R., Land, P. D.* and *Bruce, W. R.:* Nitrite and Nitrate are formed by endogenous synthesis in the human intestine. Science **200**, 1487–1489 (1978).
22. *Taylor, H. W.* and *Lijinsky, W.:* Tumor induction in rats by feeding heptamethyleneamine and nitrite in water. Cancer Res. **35**, 812–815 (1975).
23. *Sander, J.* und *Buerkle, G.:* Induktion maligner Tumoren bei Ratten durch gleichzeitige Verfütterung von Nitrit und sekundären Aminen. Z. Krebsforsch. **73**, 54–66 (1969).
24. *Lijinsky, W.:* How nitrosamines cause cancer. New Scientist **73**, 216–217 (1977).

25. *Montesano, R.* and *Saffiotti, U.:* Carcinogenic response of the respiratory tract of syrian golden hamsters to different doses of diethylnitrosamine. Cancer Res. **28**, 2197–2210 (1968).
26. Deutsche Forschungsgemeinschaft/Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln: Analytik und Entstehung von N-Nitrosoverbindungen. Boppart 1977.
27. *Leistner, L.:* Welche Konsequenzen ergeben sich für Fleischerzeugnisse aus den bisherigen Ergebnissen zum Nitrat/Nitrit/Nitrosamin-Problem? Fleischwirtschaft **59**, 1415 (1979).
28. *Tremp, E.:* Die Belastung der schweizerischen Bevölkerung mit Nitraten in der Nahrung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **71**, 182–194 (1980).
29. *Biedermann, R., Leu, D.* und *Vogelsanger, W.:* Nitrate in Nahrungsmitteln, eine Standortbestimmung. Deut. Lebensm. Rundschau **5**, 149–156 (1980).
30. *Temperli, A., Künsch, V.* und *Keller, F.:* Zum Nitratgehalt in Kopfsalat. Schweiz. landwirtsch. Forsch. **1/2**, 75–88 (1978).
31. *Leu, H.:* Düngungsversuche über den Nitratgehalt in Spinat, Lonza AG, Basel. Hearing der EGA-Arbeitsgruppe «Nitrate in Nahrungsmitteln». 24. 5. 1978, Bern.
32. *Flaig, W.:* Die organische Bodensubstanz als nachliefernde Stickstoffquelle für die Ernährung der Pflanze und einige Modelle zur technischen Verwirklichung. Landbauforsch. Völkenrode **26**, 117–121 (1976).
33. *Schudel, P., Eichenberger, M., Augstburger, F., Kläy, R.* und *Vogtmann, H.:* Über den Einfluß von Kompost- und NPK-Düngung auf Ertrag, Vitamin C- und Nitratgehalt von Spinat und Schnittmangold. Schweiz. landwirtsch. Forsch. **4**, 337–350 (1979).

M. Eichenberger
Forschungsinstitut für
biologischen Landbau
CH-4104 Oberwil