

Nitraat en oxaalzuur in spinazie in verband met de gezondheidLiteratuuroverzicht

J. Prummel

Inleiding.

Nitraat en oxaalzuur kunnen in grote hoeveelheden schadelijk zijn voor de gezondheid. De vraag wordt daarom wel gesteld in hoeverre het gebruik van groenten met een hoog gehalte aan deze stoffen nadelig kan zijn.

Nitraat is op zich zelf niet giftig, behalve bij zeer grote hoeveelheden. Onder bepaalde omstandigheden kan het in het lichaam echter worden omgezet in het veel schadelijker nitriet. Dit wordt in het bloed opgenomen en vormt met hemoglobine methemoglobine dat niet in staat is zuurstof over te dragen, waardoor verstikking kan optreden.

Planten rijk aan oxaalzuur bevatten dit zuur voor een deel als oplosbare kalium- en natriumoxalaten. Bij een overschot aan oplosbare zouten wordt calcium aan het lichaam onttrokken onder vorming van onoplosbaar calciumoxalaat, waardoor een tekort aan calcium kan ontstaan. Daarom hecht men in de Verenigde Staten nogal waarde aan een laag oxaalzuurgehalte.

Spinazie (*Spinacea oleracea*) kan zowel veel nitraat als veel oxaalzuur bevatten. Vooral bij een overvloedig gebruik door zuigelingen en jonge kinderen zou dit gevaar kunnen opleveren. Er is daarom in de literatuur nagegaan welke gehalten aan nitraat en aan oxaalzuur schadelijk voor de gezondheid kunnen zijn en welke maatregelen bij de bemesting kunnen worden getroffen om de samenstelling van het gewas in dit opzicht gunstig te beïnvloeden. Voor nitraat is hierbij o.a. gebruik gemaakt van een door Norris in 1964 voor de Unilever opgesteld literatuuroverzicht "Nitrate in vegetables and its relation to health".

Gehalte aan nitraat.

Wilson (9 en 10) vermeldt het nitraatgehalte van perssap van een groot aantal plantensoorten. Spinazie valt hierbij op door een hoog gehalte (tot ruim 0,3% NO_3 , bij 8% droge stof overeenkomende met ongeveer 3,8% NO_3 in de droge stof), alleen overtroffen door rabarber en sommige koolsoorten. Spinazie kan blijkbaar grote hoeveelheden nitraat in het celsap ophopen alvorens dit gereduceerd wordt tot ammoniak, zonder dat het gewas zelf hiervan nadeel ondervindt. Het gehalte is hoog bij een ruim aanbod van nitraat en onder omstandigheden die remmend op de reductie van nitraat werken, zoals bijv. geringe lichtintensiteit. Het gehalte kan in natte jaren belangrijk hoger zijn dan in droge jaren. Dit blijkt o.a. uit een onderzoek van Kuhlen (5). Zonder stikstofbemesting bevatte voorjaarsspinazie ongeveer 0,5% NO_3 in de droge stof; met 120 kg N per ha steeg dit gehalte tot 2,7% in het droge jaar 1959 met veel zon en tot 6% in het koude, natte jaar 1960 met weinig zon. Schuphan (7) en Schuphan en Schlottmann (8) vonden zonder stikstofbemesting 0,2% NO_3 in de droge stof en met 320 kg N per ha 3,5%. Boek en Schuphan (1) vonden een hoger gehalte bij een verminderde lichtintensiteit. Uit het onderzoek van laatstgenoemden bleek tevens dat bemesting met kali het gehalte verhoogde en dat een sulfaathoudende kalimeststof daarbij een hoger gehalte gaf dan een chloorhoudende. Volgens gegevens verstrekt door Steinbuch (IBVT te Wageningen) verhoogde een stikstofbemesting het nitraatgehalte van 1,5 tot 3,7% in de droge stof en met stikstof als overbemesting tot 6,3%. Spinazie is als alle bladgroenten zeer dankbaar voor een flinke stikstofbemesting. Uit het oogpunt van het gehalte aan nitraat zouden echter overmatige stikstofgiften, vooral als overbemesting vermeden moeten worden.

Genoemd moet nog worden de rol van molybdeen. Dit sporenelement is onmisbaar voor de nitraatreductie in de plant. Mulder e.a. (6) vonden zeer hoge nitraatgehalten bij sterk molybdeengebrek (ruim 14% NO₃ in de droge stof); door bemesting met molybdeen daalde het gehalte tot ruim 1% NO₃.

Het is niet voldoende bekend in welke mate het nitraat in het lichaam wordt omgezet in het schadelijke nitriet en welke invloed een dieet met veel nitraat op de gezondheidstoestand van kinderen en volwassenen heeft. Bij een ruim aanbod van nitraat en veel nitraat in het gewas zal de kans op vorming van nitriet groter zijn dan bij weinig nitraat. De vorming van nitriet kan zich voordoen bij bepaalde ziekten en bij zuigelingen tot ongeveer zes maanden die aanvankelijk neutraal maagsap bezitten, waardoor een infectie van nitraatreducerende colibacteriën in de maag kan optreden. Het risico zou in dat geval groter zijn. In verband hiermee wordt aanbevolen spinazie aan zuigelingen pas te geven na de derde maand. Met 3½ tot 8 maanden oude zuigelingen traden geen nadelige gevolgen op bij voeding gedurende een week met spinazie (4) (dagelijkse hoeveelheid 16,5 tot 21 mg NO₃ per kg lichaamsgewicht). In het bloed van deze zuigelingen kon geen hoger nitraatgehalte en geen verhoogde vorming van methemoglobine worden vastgesteld. Wel trad tijdelijk een verhoogde uitscheiding van nitraat op. Volgens Kilgore (2) zijn dan ook geen gevallen bekend van vergiftiging bij gebruik van nitraatrijke groenten. Verondersteld wordt dat er tegelijk met de groenten andere stoffen worden opgenomen die verhinderen dat nitraat in het lichaam tot nitriet gereduceerd wordt. Nitraatvergiftiging bij zuigelingen is meestal een gevolg van met nitraat verontreinigd drinkwater dat gebruikt wordt bij het klaar maken van voedsel met behulp van melkpoeder. Kilgore (2) vermeldt dat 120 mg NO₃ in het drinkwater gevaar oplevert. Voor dyspeptische zuigelingen zou een gehalte van meer dan 50 mg NO₃ per l in drinkwater echter reeds bedenkelijk zijn (gegevens uit de medische literatuur, aangehaald door 7).

Bij de beoordeling in hoeverre spinazie door het gehalte aan nitraat schadelijk is, moet rekening worden gehouden met de verliezen door uitloging bij de bereiding van de verse groente in de huishouding of bij de conservering in de fabriek tot blikspinazie of diepvries-spinazie. Kramer en Smith (3) vermelden bij spinazie een verlies aan mineralen bij blancheren in water van ruim 90°C gedurende 4 en 7 minuten van resp. 38 en 54% en bij blancheren in stoom gedurende 3 minuten van 14%. Blancheren in warm water geeft dus grotere verliezen dan in stoom. Het gehalte aan calcium steeg daarentegen, vooral na blancheren in warm water door opname uit het calciumhoudende water. Het IBVT te Wageningen (gegevens van Steinbuch) vond na blancheren in stoom tot 3 minuten en vervolgens steriliseren in blik verliezen aan nitraat tot 50% en na blancheren in kokend water gedurende 3 minuten verliezen tot 70%. Het gehalte bedroeg na deze behandelingen gemiddeld resp. 3,2 en 1,8% NO₃ in de droge stof. Boek en Schuphan (1) vermelden dat bij spinazie tot 80% van het nitraat in het kookwater kan overgaan. Meer gegevens hierover waren in de literatuur niet te vinden. Bij gebruik van groenten zou volgens de FAC (11) 1 g KNO₃ (= 614 mg NO₃) per dag toelaatbaar zijn. Bij consumptie van 250 g groente met 8% droge

stof voldoet het bovengenoemde gehalte van 3,2% NO₃ na blancheren in stoom nog juist aan de gestelde grens. Bij gezonde individuen wordt het overtollige nitraat bovendien grotendeels en snel (binnen 24 uur) onveranderd door het lichaam uitgescheiden (4). Volgens deze gegevens lijkt het daarom niet erg waarschijnlijk dat spinazie bij normaal gebruik in dit opzicht schadelijk zal zijn.

Genoemd moet nog worden de vorming van nitriet in spinazie zelf. Van nature bevat verse spinazie geen of vrijwel geen nitriet. Er zijn echter gevallen bekend dat onder ongunstige omstandigheden tijdens het transport van verse spinazie door broei als gevolg van intramoleculaire ademhaling het nitraat in het produkt gereduceerd kan worden tot nitriet. Schuphan (7) en Schuphan en Schlottmann (8) vonden ruim 200 mg NO₂ per 100 g droge stof in nitraatrijke spinazie (ongeveer 2% NO₃ in de droge stof) bemest met 160 kg stikstof per ha na transport en vier dagen bewaren bij 22 tot 33°C, bij 320 kg stikstof zelfs 355 mg NO₂. Bij lagere stikstofbemesting (80 kg stikstof) en laag nitraatgehalte in het gewas bleef de vorming van nitriet onder deze omstandigheden achterwege. Opwarmen van bewaarde en toe bereide spinazie kan eveneens aanleiding geven tot nitrietvorming door bacteriële reductie. Een onjuiste behandeling van het produkt bij transport en bereiding moet daarom worden vermeden.

Gehalte aan oxaalzuur.

Spinazie behoort met o.a. rabarber, biet en zuring tot de planten die rijk zijn aan oxaalzuur. Het gehalte bedraagt in spinazie over het algemeen 3 tot ruim 9% van de droge stof (14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 28, 31 en 32), in extreme gevallen 14 à 17% (16, 21, 27 en 34). Extreem hoge gehalten (11 tot 16% van de droge stof) werden aangetroffen in Nieuw Zeelandse spinazie (*Tetragonia expansa*) (16, 24, 25, 28 en 30).

Het gehalte is in de bladeren hoger dan in de stelen (20, 28 en 30) en in oud gewas lager dan in jong gewas (20, 28, 30, 31 en 33) als gevolg van relatief meer oxaalzuurarmere stengels en stelen. Huhnke e.a. (23) vonden met gepolariseerd licht in oude bladeren meer en grotere kristallen van calciumoxalaat dan in jonge bladeren. Sengbusch e.a. (33) vonden in oude bladeren een lager gehalte aan oplosbaar oxaalzuur. Met toenemende daglengte neemt het gehalte toe (33): spinazie geoogst in juni heeft een hoger gehalte dan geoogst in het voorjaar of in het najaar. Najaarsspinazie bevat een lager gehalte aan oxaalzuur dan voorjaarsspinazie (29 en 31). Het gehalte aan fysiologisch werkzaam oxaalzuur (zie verderop) is echter praktisch gelijk (29), zodat er in dit opzicht geen voorkeur bestaat.

Oxaalzuur komt in de plant voor als onoplosbaar calcium- en magnesiumzout en als oplosbaar kalium- en natriumzout. Met toenemend calciumgehalte stijgt het oxaalzuurgehalte. Meestal is een overmaat aan oxaalzuur in verhouding tot calcium en magnesium aanwezig. Uit het gehalte aan calcium en magnesium kan worden berekend dat 30 tot ruim 70% van het oxaalzuur in oplosbare vorm aanwezig is. Bij opneming in het menselijk lichaam is dit deel fysiologisch werkzaam door onttrekking van calcium aan andere bestanddelen van het dieet, waarbij onoplosbaar calciumoxalaat wordt gevormd, dat niet of slechts ten dele resorbeerbaar is. Voeding met oxaalzuurhoudende spinazie verlaagde bij ratten de calciumresorptie dan ook sterk en veroorzaakte bij onvoldoende kalktoevoer ernstige verschijnselen van kalkgebrek met dodelijke afloop (12 en 25).

Bij normaal gebruik van spinazie in de menselijke voeding bevat het dieet meestal voldoende kalk om een eventueel schadelijke werking van oplosbaar oxaalzuur te voorkomen, zoals blijkt uit enkele gegevens uit de literatuur. Het gehalte aan fysiologisch werkzaam oxaalzuur en het daaruit voortvloeiende tekort aan calcium is betrekkelijk laag, mede als gevolg van verliezen door uitloging van in water oplosbare oxalaten bij het blancheren van de groente in de fabriek. Het gehalte aan oplosbare oxalaten kan daarom gereduceerd worden door bij de bereiding het kookwater te verwijderen en ook door toevoeging van calciumzouten (Ca-lactaat of -citraat). Bij gebruik van hard water bij het blancheren wordt een deel van het oplosbaar oxaalzuur omgezet in onoplosbare oxalaten. Volgens gegevens van Schaller (29 en 30) bevatte diepgevroren spinazie na blancheren in warm water gedurende 2 tot 3 minuten in 100 g vers gewicht ongeveer 200 mg fysiologisch werkzaam oxaalzuur ¹⁾ (20 tot 30% van de in water oplosbare oxalaten was verloren gegaan), en ingeblikte spinazie volgens gegevens van Kohman (25) 240 mg. Sengbusch (33) vond na blancheren een verlaging van 375 mg tot 150 mg oplosbaar oxaalzuur per 100 g vers gewicht. Het gehalte aan oplosbaar oxaalzuur was iets toegenomen. Uit gegevens van het IBVT te Wageningen kon berekend worden, dat spinazie na blancheren in stoom tot 3 minuten gemiddeld ongeveer 300 mg fysiologisch werkzaam oxaalzuur in 100 g vers gewicht bevat (opm. In deze monsters vond met het blancheren een verrijking aan calcium plaats; het gehalte aan oxaalzuur daalde niet). Deze hoeveelheden oplosbaar oxaalzuur binden ongeveer 70 tot 130 mg calcium. Dit tekort wordt gedekt door calcium uit de overige voedingsstoffen, zoals brood, melk, kaas en ei met resp. 90, 120, 740 en 56 mg calcium per 100 g vers gewicht. Schuphan en Weinmann (32) geven voorbeelden hoe bij consumptie van spinazie nog voldoende kalk uit de overige voeding aanwezig blijft. De kalkonttrekking lijkt dan ook niet erg belangrijk te zijn, mits geen overmatige hoeveelheden spinazie genuttigd worden. Alleen bij kalkarme voeding worden hoeveelheden van 1 g totaal en van 0,3 tot 0,5 g oplosbaar oxaalzuur in 100 g vers gewicht bij gebruik van spinazie in overmaat als ongewenst beschouwd.

Het gehalte aan oxaalzuur kan tot op zekere hoogte beïnvloed worden door de bemesting. Onderzoek hierover is verricht door Ehrendorfer (16, 17, 18 en 19), Grütz (20, 21 en 22), Munck (26), Olsen (27) en Schuphan (7). Volgens hun resultaten kan het gehalte aan oplosbaar oxaalzuur door calcium worden verlaagd (de opname van calcium neemt sterker toe dan de produktie van oxaalzuur) en door kalium en natrium worden verhoogd (vorming van oxaalzuur door verhoogde toevoer van deze basen of indirect door verminderde opname van calcium). Stikstof als nitraat verhoogt het gehalte aan oxaalzuur (7), ammoniumstikstof en fosfaat verlagen het gehalte. Bemesting met ammoniumsulfaat gaf volgens Olsen (27) een hoger gehalte dan bemesting met nitraat, mogelijk als gevolg van een optredende stagnatie in de groei.

Munck (26) vond met fosfaatbemesting lagere gehalten aan totaal en aan oplosbaar oxaalzuur. De invloed is echter betrekkelijk

1) Berekend uit het gehalte aan oxaalzuur en calcium, waarbij is aangenomen, dat calcium volledig aan oxaalzuur gebonden is. De opgegeven waarden zijn dus iets te laag.

gering als met de fosfaatbemesting tegelijk het calciumgehalte daalt. Het oxaalzuurgehalte kan toenemen bij verder opvoeren van de fosfaatbemesting en bij aanwezigheid van tegelijk veel kali. Bemesting met sulfaat geeft lagere gehalten dan met chloride.

Voor het kweken van spinazierassen met een laag gehalte aan oxaalzuur is het van belang nog het volgende op te merken. Volgens Doesburg en Zweede (13) hadden rassen die vroeg kunnen worden geoogst een lager gehalte dan rassen die later oogstrijp zijn. Huhnke e. a. (23) achten het in principe mogelijk genetisch oxaalzuurarme spinaziesoorten te kweken. Kitchen e. a. (24) vonden verschillen in gehalten tussen rassen met verschillende bladvorm. Volgens Sengbusch (33) hebben eenhuizige rassen een lager oxaalzuurgehalte dan twee-huizige. Het gehalte is eveneens lager bij langzame groei van het gewas.

Eheart en Massey (15) vonden daarentegen geen verschillen in oxaalzuurgehalte die van praktische betekenis waren, o. a. tussen rassen, verschillen in groeisnelheid en tijdstip van oogsten.

Samenvatting en conclusies.

Aan de hand van een literatuurstudie is nagegaan welke gehalten aan nitraat en aan oxaalzuur in spinazie schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid en welke maatregelen bij de bemesting kunnen worden genomen om de samenstelling van het gewas in dit opzicht zo gunstig mogelijk te beïnvloeden.

Het nitraatgehalte is in het algemeen niet zo hoog dat nadeel is te duchten. Nitraat wordt meestal onveranderd door het lichaam uitgescheiden. Bij de bereiding of verwerking treedt bovendien een vermindering op door uitloging. Het risico is groter onder omstandigheden, waarbij nitraten in het lichaam worden gereduceerd tot nitrieten (bij bepaalde ziekten en bij zuigelingen). Er zijn echter geen gevallen bekend van nitraatvergiftiging bij kinderen bij gebruik van nitraatrijke groenten. Nitraatvergiftiging bij zuigelingen is meestal een gevolg van het gebruik van met nitraat verontreinigd drinkwater. Een onjuiste behandeling bij transport en bereiding kan aanleiding geven tot nitrietvorming in het produkt zelf. Met het oog hierop zou uit kwaliteitsoogpunt ook gewaarschuwd moeten worden tegen te zware stikstofgiften.

Oxaalzuur is een waardeverminderende factor wanneer de groente in overmaat en zonder voldoende kalktoevoer wordt gegeten. Dit is het geval bij 1 g totaal oxaalzuur en 0,3 tot 0,5 g oplosbaar oxaalzuur in 100 g vers materiaal. Evenals bij nitraat treden ook bij oxaalzuur verliezen op tijdens de bereiding of verwerking van het produkt. Bij normale voeding met voldoende kalk is geen nadeel als gevolg van kalkonttrekking te vrezen. Het gehalte kan tot in zekere mate beïnvloed worden door de bemesting. Kalium, natrium, stikstof en chloriden verhogen het gehalte, fosfaat en sulfaat verlagen het.

Literatuur.

a. Nitraat.

1. Boek, K. und W. Schuphan. Der Nitratgehalt von Gemüsen in Abhängigkeit von Pflanzenart und einigen Umweltfaktoren.
Qual. Plant. et Mater. Veget. 5 (1958/1959) 199-208.
2. Kilgore, L., A.R. Stasch and B.F. Barrentine. Nitrate content of beets, collards, turnips greens.
J. Amer. Dietetic Assoc. 43 (1963) 39-42.
3. Kramer, A. and M.H. Smith. Effect of duration and temperature of blanch on proximate and mineral composition of certain vegetables.
Ind. and Eng. Chem. 39 (1947) 1007-1009.
4. Kübler, W. Werden Säuglinge durch den Nitratgehalt mineralisch gedüngter Gemüse gefährdet?
Qual. Plant. et Mater. Veget. 5 (1958/1959) 297-306.
5. Kühlen, H. Der Nitratgehalt von Spinat in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung und anderen ökologischen Faktoren.
16e Internat. Hort. Congress 1962 II (1963) 216-222.
6. Mulder, E.G., K. Bakema and W.L. van Veen. Molybdenum in symbiotic nitrogen fixation and in nitrate assimilation.
Plant and Soil 10 (1959) 319-334.
7. Schuphan, W. Ertragsbildung und Erzeugung wertgebender Inhalts- und Schadstoffe in Abhängigkeit von der N- und P-Düngung.
Landw. Forschung 19 Sonderheft (1965) 195-205.
8. Schuphan, W. und H. Schlottmann. N-Überdüngung als Ursache hoher Nitrat- und Nitritgehalte des Spinats (*Spinacia oleracea* L.) in ihrer Beziehung zur Säuglings-Methämoglobinämie.
Z. Lebensmitteluntersuchung und -Forschung 128 (1965) 71-75.
9. Wilson, J.K. Nitrate in plants: its relation to fertilizer injury, changes during silagemaking, and indirect toxicity to animals.
J. Am. Soc. Agron. 35 (1943) 279-290.
10. Wilson, J.K. Nitrate in foods and its relation to health.
Agron. J. 41 (1949) 20-22.
11. Sixth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives.
WHC Report Series 228 (1962).

b. oxaalzuur.

12. Ackermann, H. Der Oxalsäuregehalt im Gemüse und dessen Einwirkung auf den Stoffwechsel.
Archiv. für Gartenbau 6 (1958) 404-444.

13. Doesburg, J.J. en A.K. Zweede. Verslag van een onderzoek naar het oxaa-, kalk-, vitamine C en droge stofgehalte van een aantal spinazieselecties. Voeding 9 (1948) 12-25.
14. Doesburg, J.J. De invloed van oxaalzuur op de opneming en uitscheiding van calcium door mens en dier. Voeding 13 (1952) 227-240.
15. Eheart, J.F. and P.H. Massey. Factors affecting the oxalate content of spinach. Agric. and Food Chem. 10 (1962) 325-327.
16. Ehrendorfer, K. Oxalsäure in Spinat. Bodenkultur 12 (1961) 100-111.
17. Ehrendorfer, K. Einfluss der Stickstoffform auf Mineralstoffaufnahme und Substanzbildung bei Spinat. Bodenkultur 15 (1964) 1-13.
18. Ehrendorfer, K. Ein Beitrag zur Kenntnis des Einflusses der Kaliumdüngung auf Substanzbildung und Nährstoffaufnahme bei Spinat. Bodenkultur 15 (1964) 105-118.
19. Ehrendorfer, K. Einfluss der Mineralstoffgehalte, insbesondere des Phosphorgehaltes auf den Oxalsäuregehalt von Spinat. Phosphorsäure 24 (1964) 180-189.
20. Grütz, W. Die Oxalsäure als Qualitätsfaktor beim Spinat. Z. Pflz. Ern. Düng. Bodenk. 62 (107) (1953) 24-30.
21. Grütz, W. Beziehungen zwischen Nährstoffversorgung und Oxalsäurebildung in der Pflanze. Landw. Forschung 7 Sonderheft (1956) 121-135.
22. Grütz, W. Die Beziehungen zwischen Phosphorsäuredüngung und Oxalsäurebildung in Blättern von Beta-Rüben und Spinat. Phosphorsäure 16 (1956) 181-187.
23. Huhnke, W., W. Monicke, F. Schwanitz und R. von Sengbusch. Beiträge zur Qualitätszucht bei Nahrungs- und Futterpflanzen I. Grundlagen für die Zucht von oxalatarmen Spinat. Züchter 26 (1956) 168-172.
24. Kitchen, J.W., E.E. Burns and B.A. Perry. Calcium oxalate content of Spinach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84 (1964) 441-445.
25. Kohman, E.F. Oxalid acid in foods and its behavior and fate in the diet. J. Nutr. 18 (1939) 233-246.
26. Munk, H. Über den Einfluss der Phosphorsäure auf den Oxalsäuregehalt von Spinat. Phosphorsäure 25 (1965) 250-263.

27. Olsen, C. Absorption of calcium and formation of oxalic acid in higher green plants,
Compt. Rend. Lab. Calsberg Sér. Chim. 23 (1938-1941) 101-124.
28. Ryder, A.E. The oxalic acid content of vegetables used as greens.
J. Home Econ. 22 (1930) 309-315.
29. Schaller, A. Der Oxalatgehalt von Gefrierspinat als Qualitätskriterium.
Die Kälte 14 (1961) 487-493.
30. Schaller, A. Untersuchungsergebnisse über einige Einflussfaktoren auf den Oxalatgehalt von Gefrierspinat.
Die Kälte 15 (1962) 182-192.
31. Schuphan, W. Zur Qualität der Nahrungspflanzen.
BLV-Vorlagsgesellschaft München (1961) 109-112.
32. Schuphan, W. und I. Weinmann. Der Oxalsäuregehalt des Spinates als Masstab für seinen Wert als Nahrungsmittel.
Qual. Plant. et Mater. Veget. 5 (1958/1959) 1-22.
33. Sengbusch, R. von, I. Stücker und S. Handke. Untersuchungen über den Gehalt an Oxalsäure in Spinat (*Spinacia oleracea*) als Grundlage für die züchterische Bearbeitung dieses Merkmals.
Züchter 35 (1965) 90-98.
34. Srivastava, S.K. and P.S. Krishnan. Oxalate content of plant tissues.
J. Sci. Ind. Res. 18C (1959) 146-148.