

*Statens Forsøgsstation, Aarslev**(M. Blangstrup Jørgensen)*

Indholdet af nitrat og protein i hovedsalat (*Lactuca sativa* var. *capitata* (Butterhead salat)) dyrket under forskellige vilkår

*The content of nitrate and protein in lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* (Butterhead salat)) grown under different conditions*

Holger Hansen

Resumé

En undersøgelse af hovedsalat dyrket under forskellige vilkår på friland og i væksthuse har vist, at indholdet af nitrat og protein varierer meget.

Disse variationer kan ikke henføres til et enkelt forhold såsom gødskning, årstid o.s.v. men er et samspil mellem flere faktorer.

Et højt nitratinhold i planter behøver ikke at være et éntydigt udtryk for, at den anvendte dyrkningsteknik har været forkert. Et højt nitratinhold kan også være et udtryk for, at salaten er blevet skåret på et tidspunkt, hvor den rent eksteriormæssigt var optimalt salgstjenlig, vurderet efter konsumentønske, men fysiologisk var i en tilstand, hvor ikke alle de faktorer, der indgår i de komplicerede processer, der ligger bag vækst og proteinsyntese, herunder klimafaktorer, samtidig har haft optimale virkningsbetingelser.

Fremsiddige bestræbelser på at opnå kvalitetsforbedringer i salat, bl.a. ved sænkning af nitratinholdet, bør ske gennem en samtidig optimering af disse betingelser, thi derved opnås samtidig maksimalt masseudbytte. En sænkning af kvælstofmængden i salatens ernæring under den optimale værdi vil som bekendt føre til utilstrækkelig produktion.

Nøgleord: Hovedsalat, nitratinhold.

Summary

An examination of lettuce, grown under various conditions in the open air and in greenhouse, has shown that the content of nitrate and protein vary greatly.

These variations can not be explained by one single factor e.g. fertilization, time of year etc., but are caused by an interaction between several factors.

A high content of nitrate in lettuce does not imply that the technique of growing is at fault. It may imply that the lettuce was cut at a time, when its appearance was most attractive to the consumer. The origin of a high nitrate content may also be that all the growth factors including the climatic factors were nonoptimal for the complex physiological processes involved in growth and protein-synthesis.

Future work to improve lettuce quality should include a reduction in nitrate content by appropriate balance of all growth factors without impairing optimal yield.

Key-words: Lettuce, content of nitrate.

Indledning

Problemet vedrørende vækstfaktorernes indflydelse på nitratophobning og proteinsyntese i planter er ret kompliceret og har udløst en omfattende forskeraktivitet med heraf flydende litteratur. Sigtet i disse publikationer har dog været af mere plantefysiologisk art.

Ved produktionen af grønsager bruges ofte store mængder nitratholdige gødninger. Derved opnås som bekendt ofte et stort masseudbytte og endvidere, at produkterne bliver meget saftspændte og derved forekommer mere attraktive.

Imidlertid medfører brug af store mængder nitrat også visse ulemper. De saftspændte planter er mere ømfindtlige ved håndtering og transport, tørstofprocenten er som regel lav, og modstandskraften overfor svampeangreb m.m. under opbevaringen er ofte svækket.

Gødskningen af planterne med store nitratmængder kan også føre til uharmonisk ernæring af afgrøden, hvorved der ophobes nitrat i planten. Nitratophobning kan også skyldes manglende tilførsel af energi i form af sollys.

Thi medens optagelsen af nitrat går let, kræves der til omdannelsen af det optagne nitrat til ammonium og den videre syntese til aminosyrer og protein en betydelig energimængde.

Mangelen på sollys kan skyldes, at dagen er kort, men kan muligvis også forårsages af, at bladene i tætte bevoksninger skygger for hin- og hin- andre.

Nitratophobningen forekommer særlig i bladværket og er størst i stilke og bladnerver (14).

Set fra et gødskningsmæssigt synspunkt er nitratophobning under alle omstændigheder uønsket, idet det kan være en dårlig udnyttelse af tilført gødning. Også set fra et ernæringsmæssigt synspunkt er nitrat i grønsager uønsket.

Nitrat er i sig selv ret uskadeligt, det udskilles hurtigt gennem nyrerne, og letal engangsdosis ligger på over 10 g kaliumnitrat (4). Men hvis nitratholdige madvarer, navnlig stuvninger, bliver gemt til senere anvendelse kan der med bakteriers hjælp ske en omdannelse af nitrat til nitrit.

Når nitrit optages i organismen kan der forekomme en forgiftning, methæmoglobinæmi,

som ligner kulilteforgiftning deri, at nitrit omdanner blodets røde hæmoglobin til det chokoladebrune methæmoglobin, som ikke er i stand til at transportere ilt (6) (12).

I blodet findes et enzymesystem, der er i stand til at modvirke dannelsen af methæmoglobin. Dette system er ikke fuldt udviklet hos spædbørn de første 3-4 mdr. efter fødslen. Derfor er denne gruppe den mest udsatte for evt. nitritforgiftning (1).

Herhjemme er der dog aldrig registreret noget tilfælde af nitrit-induceret methæmoglobinæmi hos spædbørn (16).

Ved tilberedning af fødevarer vil en større eller mindre del af nitratinholdet kunne udluses allerede ved blancheringen (9), hvorved en eventuel risiko mindskes eller helt fjernes.

Da hovedsalat anvendes i rå tilstand, finder der ikke nogen udludning sted af et evt. nitratinhold ved tilberedningen, og genopvarmning af evt. levninger vil ikke forekomme.

Opgivelser af nitratinhold i hovedsalat udbudt på det danske marked forekommer sjældent. I en oversigt over nitrat i vegetabilier udtaget ved stikprøver i levnedsmiddelbutikker (8) angives et nitratinhold i forskellige prøver salat fra 1971 ppm til 6224 ppm. Salaten blev angivet at stamme fra Danmark, Holland og Amerika, men oplysninger om dyrkningsforhold m.m. fandtes ikke.

Forsøg og undersøgelser vedrørende dyrkningen af hovedsalat omfatter derfor ikke alene produktionsmæssige faktorer, men også kvalitetsmæssige. Det er den sidste af nævnte faktorer, nærværende undersøgelse beskæftiger sig med.

Undersøgelsen formål var alene at få indblik i nitratinholdets niveau og variation. Nogen egentlig dyrkningsvejledning kan derfor ikke udledes.

Materiale og metode

Materiale

Undersøgelsen omfatter prøver fra: Forsøg I og II, stigende mængder kvælstofgødning og III plasticdækkede på friland, samt IV vækstanaly-

ser, V sortvariation, VI individvariation og VII belysning i væksthush.

Analysemetodik

Prøverne fra forsøg I, II og III er analyseret på Statens Planteavlslaboratorium, Centralanalytisk afdeling i Vejle. Analyserne er udført på tørret stof. Nitratbestemmelserne er udført ved hjælp af ionspecifik elektrode.

Målingerne blev foretaget i en stødpude, der pr. 1000 ml indeholdt 3.150 g aluminiumsulfat, 3.339 g sølvacetat, 0.618 g borsyre og 0.971 g sulfaminsyre, pH 3.0. Metoden er en modifikation af den af *Milham et al* (15) angivne metode.

Samme laboratorium udførte kvælstofbestemmelser rutinemæssigt som en total-N-bestemmelse på en Technicon Autoanalysator. Resultaterne opgives som % $\text{NO}_3\text{-N}$ og % total-N i tørstof.

Prøverne fra forsøg IV, V og VI er analyseret på Aarslev forsøgsstations kemiske laboratorium.

Nitratbestemmelse er udført som ovenfor beskrevet, men i saftprøver udvundet ved hjælp af en alm. saftcentrifuge til husholdningsbrug.

På Aarslev blev der i saften også bestemt protein efter Biuret-metoden som angivet af *Hartree* (5). Proteinet er isoleret ved udfældning med trikloreddikesyre. Biuretreaktionen omfatter ikke total-N men kun protein og peptoner. Resultaterne foreligger som ppm NO_3 i friskvægt og pct. protein i friskvægt.

Resultaterne af de to metoder henholdsvis ved total-N-bestemmelse og Biuretmetoden er ikke direkte sammenlignelige ej heller efter omregning af total-N til protein med faktor 6,25.

Derimod er nitratbestemmelsen fra Vejle omregnet til nitrat i friskvægt. For at anskueliggøre ændringerne i den kemiske sammensætning er der i de ved Vejle analyserede forsøg også anført $\text{NO}_3\text{-N}$ og total-N i tørstof. Tørstofbestemmelsen er udført ved 80°C.

Dyrkningsforsøg og resultater

Forsøg I og II omfatter salat dyrket på lermul-

det jord på friland. pH 6,4, Ft 9, Kt 15, Mgt 4 og Mnt 7. Der blev grundgødet med 700 kg PK-gødning (0-4-12) pr. ha og som forsøgs-gødning tilførtes a) 0, b) 25, c) 50, d) 100 og e) 200 kg N pr. ha som kalksalpeter ved såning. Forsøg I og II tilførtes yderligere tilsvarende mængder henholdsvis 24/5 og 22/7.

Ved gennemførelse af forsøg I anvendtes sorten *Somi Ny Munkegård* P 68 sået d. 27/4 og i forsøg II anvendtes sorten *Hjerter Es Hunderup* P 68 sået d. 6/7. I begge tilfælde blev salaten sået på blivestedet og udtyndet med hånd til 20 cm. Rækkeafstand = 55 cm.

Resultater

Forsøg I og II gennemførtes ikke primært som udbytteforsøg, men friskvægt og tørvægt er anført for at illustrere salatens udvikling. I tabel 1 ses, at medens der ved tidlig såning, forsøg I, er sket en forøgelse af friskvægten på ca. 50 pct. fra 1. til 2. skæring, er friskvægten ved forsøg II 2. såning kun øget ca. 10 pct. i løbet af ugen fra 1. til 2. skæring.

Sammenlignes forøgelsen i tørstofmængden fra 1. til 2. skæring ved henholdsvis forsøg I og II genfindes i store træk samme tendens. I ugen mellem 1. og 2. skæring er der en forøgelse i tørstofftilvækst på ca. 66 pct. i forsøg I, men praktisk taget ingen tilvækst fra 1. til 2. skæring i forsøg II (se tabel 1).

Indholdet af nitrat stiger stærkt med stigende N-tilførsel ved alle skæringer uanset såtid. Koncentrationen af $\text{NO}_3\text{-N}$ er væsentlig højere ved 1. skæring forsøg I, end ved de andre skæringer.

Koncentrationen af total-N i tørstof øges også ved stigende tilførsel af N i forsøg I, men ikke så meget som pct. $\text{NO}_3\text{-N}$, hvilket ses af forholdet mellem total-N og $\text{NO}_3\text{-N}$. I planterne fra 1. såtid forsøg I, udgør $\text{NO}_3\text{-N}$ en større andel af total-kvælstoffet end ved anden såtid. Forøgelsen af forholdet mellem $\text{NO}_3\text{-N}$ og total-N ændres også mere fra 0 til 200 N i forsøg I end ved forsøg II. Både i forsøg I og II er det procentiske indhold af $\text{NO}_3\text{-N}$ lavest ved sidste skæring.

Disse forskelle i såvel tørvægt som indhold af $\text{NO}_3\text{-N}$ og total-N afspejler sig også i mæng-

Tabel 1. Forsøg I og II. Friskvægt, tørstofprocent og tørvægt af salget på friland.

Gennemsnit pr. hoved

Table 1. Experiment I and II. Freshweight, dry matter % and dreyweight of lettuce grown in the open. Mean per head

kg N/ha kg N/ha	Friskvægt, g Fresh weight, g	Tørstof, g % dry matter	Tørvægt, g Weight of dry matter, g	% i tørstof % of dry matter		NO ₃ -N i % af total-N Ratio NO ₃ -N/total-N	mg pr. hoved mg/head		NO ₃ ppm i friskvægt NO ₃ ppm in fresh weight
				NO ₃ -N NO ₃ -N	Total-N Total-N		NO ₃ -N NO ₃ -N	Total-N Total-N	
Forsøg I. 1. skæring 6/7. 71 dage efter plantning. Daglængde 17 timer. cut days after planting. Length of days hours									
Max. temp. 22-25°									
0	79	7,0	5,5	0,82	3,27	25	45	179	2525
50	93	6,5	6,0	1,05	3,56	29	63	213	3003
100	149	6,1	9,0	1,44	3,86	37	129	338	3864
200	160	6,1	9,7	2,07	4,28	48	200	415	5555
400	169	5,7	9,6	2,20	4,44	49	211	436	5517
2. skæring 13/7. 77 dage efter plantning. Daglængde 17 timer									
0	117	6,3	7,3	0,40	3,11	12	29	227	1108
50	214	5,6	11,9	0,92	3,35	27	109	398	2266
100	226	6,4	11,4	0,69	3,58	19	99	515	1943
200	278	5,8	16,1	1,30	4,00	32	209	644	3317
400	268	6,4	17,1	1,41	3,98	35	241	680	3970
Forsøg II. 1. skæring 29/8. 54 dage efter plantning. Daglængde 14 timer.									
Max.temp. 13-20°									
0	105	7,4	7,7	0,37	4,37	8	28	336	1204
50	134	7,1	9,5	0,50	3,74	13	47	354	1562
100	145	6,8	9,8	0,64	4,10	15	62	401	1914
200	176	6,8	11,9	0,86	4,44	19	102	528	2573
400	147	7,1	10,4	0,88	4,02	21	91	418	2717
2. skæring 6/9. 62 dage efter plantning. Daglængde 13½ timer.									
Max.temp. 12-14°									
0	110	6,6	7,2	0,38	4,17	9	27	300	1103
50	151	6,8	10,2	0,35	4,13	8	35	421	1047
100	158	6,0	9,4	0,58	4,53	12	54	425	1531
200	161	6,2	9,9	0,75	4,25	17	74	420	2046
400	180	6,3	11,3	0,79	4,17	18	89	471	2189

den af optaget NO₃-N pr. salathoved. Medens der i 1. såtid forsøg I er sket en samtidig forøgelse af vægtmængde både af tørstof og af total-N fra 1. til 2. skæring, er de ved 2. såtid fundne mængder af tørstof og total-N uændrede fra 1. til 2. skæring.

Planterne i forsøg I har tilsyneladende været

i god vækst i perioden mellem 1. og 2. skæring, hvorimod planterne i forsøg II ikke har udvist nogen væsentlig fremgang hverken målt i tørstofudbytte eller optaget total-N, uanset at de var ca. 3 uger yngre målt i dage ved skæring end planterne fra 1. såtid. Medvirkende hertil er måske klimafaktorerne. I perioden, hvor

skæringen fandt sted, lå temperaturen ved 1. såtid midt på dagen fra 25-20°C, ved 2. såtid fra 20-14°C. I daglængden var der en nedgang på 3-3½ time fra forsøg I til forsøg II.

Forsøg III. Salat under plasticdække i det tidlige forår

Materiale

Salaten blev sået i jordpotter i væksthushus og udplantet på friland. Der blev udplantet 3 hold: A d. 29/3, B d. 18/4 og C d. 15/5.

Før hver plantning blev der tilført 300 kg NPK 14-4-17 pr. ha. Straks efter udplantning blev salaten dækket med 0,03 mm pasticfolie, udspændt på 60 cm brede og 40 cm høje buer.

Plastice blev forsynet med 6 huller á 10 cm i diameter pr. m² efter følgende plan:

- a. udækket
- b. plastic hullet når lufttemp. (ude) var over 15° i 1 dag
- c. » » » » » » » 15° i 3 dage i træk
- d. » » » » » » » 15° i 5 » » »

Samtidig med plantningen blev der for led a og d i jordbunden nedlagt ampuller med en rørsukkeropløsning for gennem invertering af sukkeret i dyrkningsperioden at få et tilnærmet udtryk for temperatursummen gennem denne (3).

Resultaterne er angivet i tabel 2, hvor der er anført udbytte af friskvægt og tørvægt, koncentration af NO₃-N og total-N, alder ved skæring samt gns. temperatur.

Antal dage fra plantning til skæring og fra plantning til hulning varierer meget fra plantetid til plantetid. Planterne i led a fra 1. plantetid blev skåret 70 dage efter plantning. Ved 3. plantetid led d blev planterne skåret 24 dage efter plantning.

Indenfor de enkelte plantetider blev de dækkede planter skåret samtidigt henholdsvis 57, 41 og 24 dage efter plantning. Den største variation i tørvægten mellem de enkelte led forekommer ved første plantetid.

Tørvægten af de udækkede hoveder er næsten ens ved alle tre plantetider. Tørstofprocenten i de udækkede hoveder er stigende med

stigende jordtemperatur fra 1. til 3. plantetid. Indenfor de enkelte plantetider har de planter, der har været dækket længst og haft den højeste varmesum, altid haft lavere tørstofprocent end de udækkede.

Det procentiske indhold af nitrat- og total-N varierer mest indenfor første plantetid, hvor såvel den højeste som den laveste procentiske værdi er fundet. Både ved første og anden plantetid har den tidligste hulning resulteret i væsentlig lavere nitratinhold end de senere hulninger.

Ved den sidste plantetid har udækket givet det laveste indhold af nitrat-N i tørstoffet. Nitratkvælstoffets procentiske andel af total-N er lavest ved den tidligste hulning ved de to første plantetider, og højest ved seneste hulning.

I tredje plantetid er forskellen mellem de for-

skellige behandlinger væsentlig mindre, men tredje plantetid afviger også fra de to første derved, at planterne kun var dækket med plastic i meget kort tid inden hulning. Planterne i led A1c og Ad samt B2c og Bd var unormale derved at der ingen hoveddannelse skete.

Forsøg IV. Vækstanalyse

Materiale

Vækstanalysen blev gennemført i væksthushus med sorten Noran i hold I og II og sorten Amanda i hold III. Der anvendtes pilleret frø som blev sået i 4 cm jordpotter og senere udplantet i væksthushus. Pottejorden blev pr. m³ tilsat 6 kg NPK-gødning 1-1-2 med Mg. Desuden blev tilsat 10 g Borax og 10 g Ammoniummolybdat.

Jordpotterne indeholdt pr. 100 ml tør jord 19 mg NO₃-, 12 mg K og 6,9 mg P, pH var 6,4. Jordbunden i væksthushuset var meget stærkt blandet op med pottejord, idet jordpotterne og rodrester efter hver skæring blev fræsset ned i jorden.

Tabel 2. Forsøg III. Dækning med plastic. Udbytte pr. plante og indhold af total-N og nitrat-N
 Table 2. Experiment III. Covering with plastic. Yield per plant and content of total-N and $\text{NO}_3\text{-N}$

Led	Hullet Perforation	Temp. gns. pr. ampul Temp. average	Dage efter Days after		Friskvægt, g Fresh weight, g	% tørstof % drymatter	Tørvægt, g Weight of D.M. g	% i tørstof % of dry matter		NO ₃ -N i % af total-N Ratio NO ₃ -N/ total-N	mg/hoved mg/head		NO ₃ - i friskvægt ppm NO ₃ ppm in fresh weight
			Hulning Perf.	Skæring Harvest				NO ₃ -N NO ₃ -N	Total-N Total-N		NO ₃ -N NO ₃ -N	Total-N Total-N	
A. Plantetid: 29/3. Skæring a = 4/6, b-c-d = 23/5.													
a.	udækket	11,5	—	70	168	5,8	9,8	0,42	3,28	12	41	323	1072
b.	2/5	—	34	57	164	8,1	13,4	0,05	2,65	2	6	356	172
c.	21/5	—	53	57	137	6,3	8,6	0,57	3,79	15	49	329	1580
d.	23/5	16,1	53	57	138	5,1	7,1	1,03*)	4,42	23	36	316	2311
B. Plantetid: 18/4. Skæring a = 8/6, b-c-d = 25/5.													
a.	udækket	13,4	—	51	141	7,1	10,1	0,21	3,03	14	21	307	1343
b.	2/5	—	14	37	152	7,0	10,6	0,21	3,28	5	22	350	585
c.	21/5	—	33	37	125	7,0	8,9	0,37*)	3,22	11	33	287	1139
d.	23/5	17,6	35	37	137	6,3	8,7	0,90*)	3,98	22	79	350	2494
C. Plantetid: 15/5. Skæring a = 13/6, b-c-d = 8/6.													
a.	udækket	17,5	—	29	126	7,6	9,6	0,21	3,30	6	21	319	702
b.	19/5	—	4	24	171	5,3	9,2	0,31	3,34	9	28	307	722
c.	21/5	—	6	24	173	5,5	9,5	0,28	3,27	8	26	312	677
d.	23/5	20,3	8	24	167	5,3	8,9	0,29	3,46	8	26	310	676

*) Ingen hoveddannelse.

Tabel 3. Forsøg IV. Udbytte pr. plante samt indhold af nitrat og protein i væksthussalat gennem vækstperioden

Table 3. Experiment IV. Yield per plant and content of nitrate and protein during the growthperiode of lettuce grown under greenhouse conditions

Dato	Friskvægt g/hoved	% tørstof	Tørstof, g/hoved	NO ₃ i friskvægt ppm	% protein friskvægt	Forhold % prot. NO ₃ ppm Ratio
Date	Fresh weight, g/head	% drymatter	Drymatter, g/head	NO ₃ in fresh weight ppm	% protein in fresh weight	% prot. NO ₃ ppm
Hold I						
4/4	1	6,33	0,06	3062	—	—
9/4	3	5,34	0,16	3432	—	—
16/4	20	4,71	0,94	2670	—	—
24/4	75	5,00	3,75	3352	1,16	3,46
30/4	157	4,45	6,99	4928	0,47	0,96
7/5	294	3,63	10,67	7128	0,31	0,43
Hold II						
7/5	4	5,40	0,22	6160	—	—
14/5	18	6,53	1,18	1496	1,29	8,62
21/5	53	5,68	3,01	1452	1,25	8,60
27/5	149	4,42	6,59	3082	0,50	1,62
4/6	280	3,93	11,00	2827	0,42	1,48
Hold III						
19/11	21	5,21	1,09	2800	1,42	5,00
27/11	44	4,44	1,95	1475	2,27	15,39
7/12	66	4,76	3,14	1710	2,00	11,69
20/12	90	4,24	3,82	2780	1,25	4,49
7/1	103	4,37	4,50	3120	0,60	1,90

Hold I blev udplantet d. 4/4, tilført 1 kg KNO₃ pr. 100 m² d. 19/4 og var skæretjenlige d. 4/5 efter 28 dages forløb. Daglængden ved skæring 15 timer. Hold II blev udplantet d. 11/5 tilført 0,5 kg KNO₃ pr. 100 m² d. 18/5, var skæretjenlige d. 2/6 efter 23 dages forløb. Daglængden var da 17 timer. Hold III blev udplantet d. 28/11, tilført 1,0 KNO₃ pr. 100 m², skæretjenlige d. 30/12 efter 66 dages forløb, daglængden ved skæring 7 timer.

Resultaterne fra forsøg IV er anført i tabel 3.

De to første hold har været meget nær ens i vægt, udvikling og alder ved skæring.

Hvad angår nitratindhold gælder for de tre hold, at både de yngste og de ældste planter har haft den højeste koncentration af nitrat.

Desuden indtræder der et fald i proteinkoncentrationen samtidig med, at nitratindholdet stiger mod slutningen af væksten.

Forsøg V. Undersøgelser over sorts- og individvariationen

Materiale

Prøverne blev udtaget i et sortsforsøg i væksthushus i 1973 og 1974 hos den tidligere nævnte producent. Kulturforholdene var som nævnt under forsøg III. Udtagning i den skæretjenlige salat skete d. 19/2 og 20/2 i henholdsvis 1973 og 1974. I 1974 blev der desuden taget en prøve også d. 21/1. På dette tidspunkt var de store rosetblade ved at nå sammen. De skære-

Tabel 4. Forsøg V. Indhold af nitrat og tørstof i forskellige salatsorter i væksthuss
 Table 4. Experiment V. Content of nitrate and dry matter in various varieties of lettuce in greenhouse

Dato	Antal sorter Number of varieties	ppm i friskvægt ppm i fresh weight	Indhold af NO ₃			Pct. tørstof			% drymatter											
			Forholdstal			Forholdstal			Forholdstal											
			Proportional			Proportional			Proportional											
			Gns. af alle sorter = 100			Gns. af alle sorter = 100			Gns. af alle sorter = 100											
Date	Total average	Lowest	Highest	Laveste sortsgns.	Højeste sortsgns.	Gns. af alle sorter	Laveste sortsgns.	Højeste sortsgns.	Gns. af alle sorter	Laveste sortsgns.	Højeste sortsgns.									
												Average total = 100			Average total = 100			Average total = 100		
												Total average			Total average			Total average		
1973	20/2	10	4974	4610	5781	92	116	4,5	4,0	88	106									
1974	21/1	7	12336	11609	12826	94	103	4,6	4,3	93	107									
1974	19/2	7	10608	10032	11088	94	104	4,9	4,6	93	105									

tjenlige planter var både i 1973 og 1974 så store, at også hovederne var ved at nå sammen. Alderen ved skæring var 126 og 119 dage i henholdsvis 1973 og 1974.

Der blev udtaget 4 planter pr. sort i een gentagelse af forsøgsparcellerne. Hver af de 4 planter blev halveret med et lodret snit. I 1973 og d. 21/1 – 1974 blev der i en samlet prøve af de 4 plante halvdele pr. sort bestemt nitrat i en saftprøve i den anden halvdel bestemtes tørstof. Den 20/2 blev der bestemt nitrat og tørstof i hver enkelt plante.

Sortsvariationen

Resultaterne er opstillet i tabel 4.

I 1974 var koncentrationen mere end dobbelt så høj som i 1973. Men i begge år har variationerne mellem sorterne været lille.

Individvariationen ved skæring d. 19/2 1974 er vist i tabel 5.

For hver sort er gennemsnittet sat = 100 og lavest og højest fundne værdi i de 4 planter er omregnet i forhold hertil. Det ses, at de enkelte individer afviger meget lidt fra sortens gennemsnit.

Sammenholdes variationerne i tabel 5 med den variation, der fremkommer ved forskellig gødskning, udviklingstrin (tabel 1) og temperatur (tabel 2), må det antages, at den variation, der skyldes dyrkningsforhold, er større end den genetisk betingede variation.

Forsøg VI. Undersøgelser over belysningens indflydelse

I et væksthuss med salgstjenlig hovedsalat blev der d. 14/2-1974 udtaget prøver i den yderste række ved gangene og fra de indre rækker. Udtagningen skete 72 dage efter plantning.

Planterne var så store at i de indre rækker var bladrosetten blevet dækket af de faste hoveder, men på planterne ved gangen var der store rosetblade ud mod gangen. Af tabel 6 fremgår, at yder- og inderplanter afviger fra hinanden både i vægt og sammensætning, og at lysforholdene påvirker nitratinholdet i salat i væsentlig grad. Forskellene både i vægt og indhold er i alle tilfælde statistisk sikker (P=0,95).

Tabel 5. Forsøg V. Forholdstal for laveste og højeste nitratinhold i 4 salgssædige hoveder fra 8 forskellige sorter i væksthuss

Table 5. Experiment V. Highest and lowest content of nitrate, expressed as percentage of mean, of 4 marketable heads, of 8 varieties of greenhouse grown lettuce

De respektive sortsgennemsnit = 100 The respective average of varieties = 100

Sorts nr. Varieties no.	1	2	3	4	5	6	7	8
Laveste indhold Lowest content	97	98	97	96	91	97	95	97
Højeste indhold Highest content....	104	102	103	104	107	102	104	106

Tabel 6. Forsøg VI. Indhold af nitrat og protein i salat placeret forskelligt i væksthuss. 1974

Table 6. Experiment VI. Content of nitrate and protein of lettuce-plants from different rows grown in the greenhouse

	Yderste række Outer row	Inderste række Inner row
Friskvægt, g pr. plante Freshweight, g per plant	115	97
Pct. tørstof %dry matter	5,5	4,9
NO ₃ ppm i friskvægt NO ₃ ppm in freshweight	2600	2895
Protein pct. i friskvægt Protein % in freshweight	0,5	0,2

Diskussion og konklusion

Sammenlignes de refererede nitratinhold (4) med dem, der er fundet i nærværende undersøgelse, har de højeste fundne værdier på 12826 ppm i prøven fra sortsforsøg (tabel 4) været omtrent dobbelt så høje, som den højeste af de af Jensen angivne værdier. De lavest fundne (væksthussalat ved forsk. årstid) tabel 3, har ligget 50 pct. under de laveste af Jensen's målte værdier.

Ved undersøgelsen her er de højeste værdier fundet i væksthuss den 21/1-1974 (tabel 4). I samme gartneri er der den 7/1 fundet en værdi på 3120 ppm (tabel 3), altså en betydelig variation på samme årstid i væksthussalat hos samme producent, men i to forskellige udplantninger. Også årstidsvariationen kan være stor, således som det også fremgår af tabel 3.

Når nitratkoncentrationen i de salgssædige salathoveder var større i hold I end i hold II, når hold II og III lå på samme niveau, og når der altid er et fald i koncentrationen midt mellem plantning og skæring, hænger dette måske sammen med bl.a. bladenes stilling og også lysforholdene i bladværket.

Bladstillingen ændres under væksten. De tilsæede jordpotter bliver stillet side om side i

lange bede til udplantningen finder sted. De først fremkomne blade ligger som rosetter fladt ud på jorden og er alle stærkt belyst, men ret hurtigt dannes der så mange blade, at der dannes et tæt tæppe af lodretstillede blade, der skygger meget for hverandre. På dette stadium finder udplantningen sted og her er nitratkoncentrationen høj.

Efter udplantningen danner de ydre blade igen en roset, der bliver størst belyst og ligger fladt ud på jorden, medens de inderste blade står vifteformet op. På dette trin er nitratinholdet lavt og proteinindholdet højest.

I tiden lige før skæring er planterne vokset så meget, at der kun er få cm mellem de enkelte hoveder, der skygger for hverandre, og de frie blade udgør kun en ringe del af den samlede bladmasse.

Hold III havde et lavt nitratinhold ligesom hold II. Her kommer også sortsforskelle ind, idet hold II, 'Noran' dannede hoved, medens »hovedet« hos hold III, 'Amanda' nærmest er en samling indadbojede blade, hvoraf mange var frie, og tilsyneladende aktive. Selv om daglængden var længere ved II end ved III kan lysforholdene i mikromiljøet have været mere gunstigt ved hold III end hold II. Dette forklarer

dog ikke, hvorfor proteinindholdet i hold III ikke var højere end tilfældet var.

En del af forklaringen kan måske være, at bladene i hold I og II fysiologisk var ældre og derfor havde en anden proteinbalance. Forholdet mellem de forskellige fraktioner af kvælstofholdige stoffer er ikke en fikseret situation, men veksler gennem vækstperioden, og ældre planter har lavere proteinsyntese end yngre. Også nitratreduktase er et protein, hvis syntese nedsættes i ældre planter (11). At planterne i hold I og II har været mindre produktive end planterne i hold III antydes deraf, at det procentiske indhold af tørstof falder mere gennem vækstperioden i hold I og II end i hold III.

Tidspunktet for udbringningen af kalksalpeter falder sammen med det udviklingstrin, hvor der er fundet lavt indhold af nitrat og højest indhold af protein. Hvorvidt senere ændringer i nitrat- og proteinindholdet er påvirket af denne kvælstoftilførsel kan ikke udledes af det foreliggende materiale.

I nærværende undersøgelse, der udelukkende omfatter salat dyrket under forhold som i praksis, er der ikke fundet salat uden nitrat eller indhold der nærmer sig nul. Noget sådant kan heller ikke forventes. Dels fordi nitratoptagelse er et naturligt led i plantens vækst, dels fordi der i jord altid sker en nitratdannelse, mængden kan i august udgøre ca. 70 kg N pr. ha under danske forhold, hvilket svarer til ca. 450 kg kalksalpeter (10).

Nitratindhold i grønsager og fødemidler i det hele taget er periodevis genstand for voldsom offentlig interesse og debat og herunder nævnes de af F.A.O./W.H.O. udsendte publikationer.

Der skal gøres opmærksom på, at F.A.O./W.H.O. beskæftiger sig med nitrat som tilsætningsstof.

Nitrat tilsættes specielt til kødvarer, idet nitrat bakterielt omdannes til nitrit, hvis hæmmende virkning mod vækst af pølsegiftbakterier (*Clostridium botulinum*) endnu ikke er overgået af andet middel (2). F.A.O./W.H.O. Expert Committee of Food Additives accepte-

rer derfor at der under visse omstændigheder tilsættes 2,5 pct. natriumnitrat til saltlage (4).

Dette bortforklarer ikke, at unødigt nitratindhold i føden er uheldigt. Og selv om der i en udpræget vegetabilsk kostplan kan indgå ingredienser, der har et naturligt højt indhold af nitrat, således som det også nævnes af F.A.O./W.H.O., anbefales det dog, at den totale ADI-værdi for nitrat (Acceptabel Daily Intake) ikke overstiger 500 mg (4).

Et højt indhold af nitrat er også uønsket indenfor planteavlsspektoren, både produktionsmæssigt og driftsøkonomisk, thi det er udtryk for en dårlig udnyttelse af kvælstofgødningen. Der har gennem mange år været gødet intensivt, men når det først er i de senere år at publikationer om nitrat i grønsager og planter i det hele taget er blevet så intense, som tilfældet er, hænger det måske sammen med, at der først i de senere år er fremkommet virkeligt egnet apparatur, nemlig de ionspecifikke elektroder, der forener den nøjagtighed, som kendetegner Xylenol-metoden ad modum *Chr. Sørensen* (13), med en hidtil ukendt hurtighed, således som beskrevet af *Jensen* (7).

Disse analysemetoder, der i første omgang gjorde det let at påvise den høje nitratværdi og dermed påpege en for lav udnyttelse af plantenæring, vil i næste omgang bidrage til, at der med en given mængde plantenæring kan opnås større udbytte af højere kvalitet.

Litteratur

1. *Betke, K. & H. Rau*, 1952: Zur Frage die Neigung Junger Säuglinge an Methämoglobinämien erkranken. – Arch. Kinderheilk. 145: 195-197.
2. *Brander, Ulla*, 1974: Personlig meddelelse.
3. *Christensen, P.E.*, 1974: Intern rapport 14. Forskningslaboratoriet for Grønt- og Frugtindustri, Statens Forsøgstation, Blangstedgaard.
4. *F.A.O./W.H.O.*, 1962: Evaluation of the Toxicity of a Number of Antimicrobials and Antioxidants. W.H.O. Technical Report, Series No. 228.
5. *Hartree, E.F.*, 1972: Determination of Protein. Analytical Biochemistry 48: 422-427.

6. *Hölscher, P. M. & J. Natzshka*, 1964: Methämoglobinämi bei jungen Säuglingen durch nitrithaltigen Spinat. – Deutsche Medizinische Wochenschrift 89: 1751-1754.
7. *Jensen, Jens*, 1970: Bestemmelse af nitrat i jordekstrakter med en nitratspecifik elektrode. Tidsskr. f. Pl. Bd. 74: 144-150.
8. *Jensen, T. P.*, 1972: Forskellige vegetabiliers indhold af nitrat og nitrit. – Medlemsblad for den danske dyrlægeforening 55: 459.
9. *Kaack, K.*, 1970: Intern rapport 1-c-1. Forskningslaboratoriet for Grønt- og Frugtindustri, Statens Forsøgsstation, Blangstedgaard.
10. *Poulsen, E. og P. Hansen*, 1961: Undersøgelse over jordens nitratinhold. Tidsskr. f. Pl. Bd. 65.
11. *Salisbury, F. B. & C. Roos*, 1969: Plant Physiology. Wads-Worth Publishing Co. Belmont Calif. 367-404.
12. *Sinios, A.*, 1964: Methämoglobinämie durch nitrithaltigen Spinat. – Münchener Medizinische Wochenschrift 106: 1180-1182.
13. *Sørensen, Chr.*, 1956: The Xylenol Method. and Determination of Nitrate in Beets. Phy. Plant. No. 9: 304-320.
14. *Sørensen, Chr.*, 1962: The Influence of Nutrition on the Nitrogenous Constituents of Plants. Acta Agriculturae Scandinavica. Vol. XII. pg. 106-124.
15. *Sørensen, N. Chr.*, 1971: Intern rapport. Statens Planteavlslaboratorium, Vejle.
16. Sundhedsstyrelsen, 1972: Personlig meddelelse.

Manuskript modtaget den 6. november 1975