

D. STENUIT

Directeur van de Bodemkundige Dienst van België.

en

R. PIOT

Assistent bij de Bodemkundige Dienst van België.

**Opzoekingen naar de oorzaak
van het optreden van blauw loof
bij witloofforcerie**

Uittreksel van het « Landbouwtijdschrift »

4° Jaargang — N° 3 — Maart 1951

Opzoekingen naar de oorzaak van het optreden van blauw loof bij witloofforcerie

door

D. STENUIT

Directeur
van de Bodemkundige
Dienst van België

en

R. PIOT

Assistent
bij de Bodemkundige
Dienst van België

I. — BESCHRIJVING VAN HET VERSCHIJNSEL EN BELANG.

Een verschijnsel, dat zeer veel voorkomt in gans de witloofstreek tussen Leuven, Brussel en Mechelen, is wel het blauw worden van het loof. Het witloof in plaats van een normaal witgele kleur te hebben vertoont een blauwe schijn. De opbrengst zelf lijdt er weinig of niet onder, doch de kwaliteit van zulk loof is merkkelijk minder, wat een gevoelig prijsverschil voor gevolg heeft.

In feite wordt de blauwe glans van het witloof niet veroorzaakt door een of ander micro-organisme (schimmel of bacterie), doch wel door het afsterven van cellen.

In de practijk ondervindt men dat het blauw loof meest voorkomt op gronden, die men pas of nog niet lang in gebruik heeft voor de witloofforcerie. Het komt voor zowel op zandgrond als op leemgrond.

In de literatuur is hierover zeer weinig te vinden. Een landbouwblad van 15 October 1949 vermeldt: « Het blauw worden van het witloof ontstaat in vele gevallen uit oorzaak van een slechte laagbedekking. Aldus is het ten zeerste af te raden met oude lemen of vast dekmateriaal te dekken; deze zijn zwaar en laten geen lucht door. Ook stalmeest is niet aan te raden, hoewel dit in sommige streken gebruikt wordt voor het trekken van witloof. Als laagbedekking gebruiken wij bij voorkeur een lichte dekking, waaronder haverstro het beste is. Aldus kunnen dampen ontsnappen en kan de lucht inwerken. Wortelen, opgekweekt in een grond met een tekort aan fosfor en potas en overdreven stikstof, zullen ook vlugger blauw loof geven. »

Nergens wordt een duidelijke oorzaak opgegeven. *Wij zijn, alvorens deze studie te beginnen, evenwel reeds tot de vaststelling gekomen dat het niet de grond is waar de plant groeit, doch wel de plaats waar de forcerie wordt gedaan, die een rol speelt in het optreden van blauw loof.* Inderdaad, verschillende kwekers leggen hun witloof in op meer dan één plaats. Terwijl de wortels van hetzelfde perceel voortkwamen, won men hieruit op één plaats blauw en op een ander plaats gezond loof.

Zulks hebben we reeds herhaalde malen vastgesteld, wat ons besluit dus rechtvaardigt.

De meeste kwekers, die met blauw worden van het witloof af te rekenen hebben, geven veel kalk of as, andere mengen de bovengrond met zware alluviale klei en nog andere banken de grond (d.i. zeer diep bewerken). Sommigen zijn alzo spoedig van de kwaal verlost, doch bij anderen blijft ze nog vele jaren voortduren. Alle kwekers zijn het er over eens, dat het optreden van blauw loof meer voorkomt als men tamelijk sterk verwarmt dan bij lagere temperatuur.

II. — DOEL DER OPZOEKINGEN.

Wij hebben ons voorgenomen te trachten uit te maken, welke factoren het optreden van blauw loof verwekken of in de hand werken en hoe men dit in de practijk moet voorkomen of bestrijden.

III. — WERKWIJZE.

Daar wij zeker waren, dat wij niet te velde doch in de forcerie zelf moesten zoeken, hebben wij ons beperkt tot het onderzoek van dit laatste.

Zoals onder I aangehaald, schrijven sommigen het verschijnsel toe aan de invloed van scheikundige factoren, anderen aan de invloed van fysieke factoren van de grond. Ons onderzoek beslaat dan ook beide groepen.

Wij hebben op 15 bedrijven de grond, die er regelmatig voor witloofforcerie gebruikt wordt, onderzocht. Op 8 plaatsen hadden we te doen met blauw-zwart schijnend loof en op 7 plaatsen met zeer gezond. Dit geeft geen algemeen beeld van de toestand, doch we hebben speciaal de gezondste en meest aangetaste forcerieplaatsen uitgekozen. Op ieder bedrijf werd een profielonderzoek uitgevoerd en de verschillende grondlagen bemonsterd. Tevens werden alle inlichtingen opgenomen die maar enigszins van nut kunnen zijn. Deze profielstudie vormt de basis van het onderzoek naar de invloed der fysieke factoren.

Om met voldoende zekerheid uit te maken of de verschillende scheikundige elementen enige invloed hebben op het optreden van blauw loof werd een watercultuur met witloofwortels voor de forcerie aangelegd.

IV. — HET ONDERZOEK.

A. *Onderzoek naar de invloed van de scheikundige factoren bij middel van een proefforcerie in voedingsoplossing (Watercultuur).*

De proef werd aangezet op 14 December 1949. In 't geheel werden 38 wortels gebruikt, afkomstig van eenzelfde veld en van een eenvormige ontwikkeling. Elke wortel werd in een afzonderlijke bokaal geplaatst. De bokalen zelf waren gevuld met een voedingsoplossing. Alvorens ze te vullen, werden de bokalen grondig gereinigd. De wortel zelf was

ter ondersteuning aan het deksel bevestigd. Het deksel bestond uit geparaffineerd karton, op verschillende plaatsen doorboord voor de natuurlijke en kunstmatige verluchting. De kunstmatige verluchting gebeurde door het inbrengen van lucht onder druk, die dan in de oplossing opborrelde. Aldus werd 2-maal per dag, telkens gedurende een half uur, verlucht. De potten zelf waren geplaatst in een totaal lichtvrije, doch goed verluchte kelder. De temperatuur van deze kelder was geregeld tussen 19 en 20° Celsius. De proef heeft geduurd van 14 December 1949 tot 13 Januari 1950, t.t.z. 30 dagen.

Schema van de proef :

De verschillende recipiënten waren genummerd van 1 tot 38. De proef werd opgevat met volgende objecten, elk met 2 herhalingen : blanco gedistilleerd water — volledige oplossing — zonder stikstof — zonder fosfor — zonder kali — zonder ijzer — zonder boor — zonder mangaan — zonder ijzer, boor, mangaan — overmaat van boor — overmaat van ijzer — overmaat van mangaan — zuur midden — neutraal midden — sterk alcalisch midden — volledige oplossing zonder verluchting — volledige oplossing met beperkte verluchting.

Verloop der proef en uitslagen :

N. B. — Het opzet van deze proef bestond er in uit te maken of de verschillende voedingselementen al dan niet een invloed hebben op het optreden van blauw loof. Wij hebben ons dan ook beperkt tot 2 recipiënten per scheikundig element. Zulks is evenwel onvoldoende om met zekerheid de juiste invloed na te gaan op de opbrengst. Zulks was ook ons inzicht niet. Doch daar sommige verschillen zo sprekend waren, kunnen wij niet nalaten ze hier terloops te vermelden.

Het uitschieten der wortels en van het loof gebeurde vrij regelmatig. Reeds na drie dagen konden we de vorming van kleine zijwortels op de oude wortel opmerken.

1. Vergelijking tussen gedistilleerd water en volledige oplossing (foto 2).

De eerste dagen was er weinig verschil op te merken. Vanaf de 7^e dag zag men reeds, dat de beworteling bij de blanco's ten achter bleef bij de volledige oplossingen. Na 10 dagen proef noteren we volgende gewichtstoename :

voor de 4 blanco's te samen	: 72 g.
voor de 4 volledige oplossingen te samen	: 95 g.

Van dan af begon het verschil zich hoe langer hoe meer af te tekenen. De wortels, in volledige oplossingen geplaatst, ontwikkelden een grote hoeveelheid zijworteltjes. Deze beworteling bleef in de recipiënten met gedistilleerd water veel ten achter. Het aantal zijwortels was er veel geringer (zie foto 2), doch ook het loof zelf was merkkelijk minder ontwikkeld. Na 20 dagen noteerden we volgende gewichtstoename :

voor de 4 blanco's te samen	: 155 g.
voor de 4 volledige oplossingen te samen	: 391 g.

Tussen de kleur zelf van het loof was geen onderscheid op te merken. In beide gevallen waren de bladeren wit-geel.

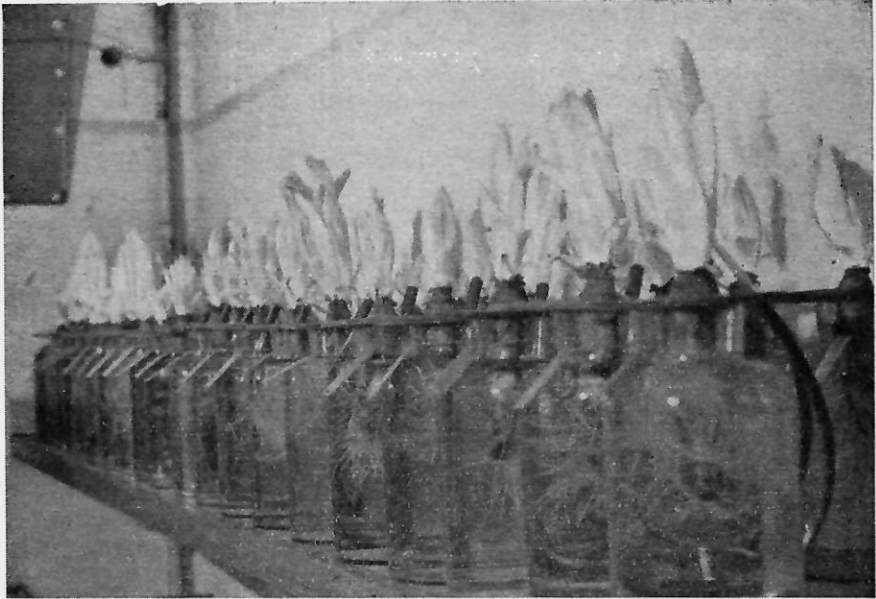


Foto 1. — Een zicht op de watercultuur op het einde van de proefneming.
Bemerk de verschillen in beworteling en ontwikkeling van het witloof

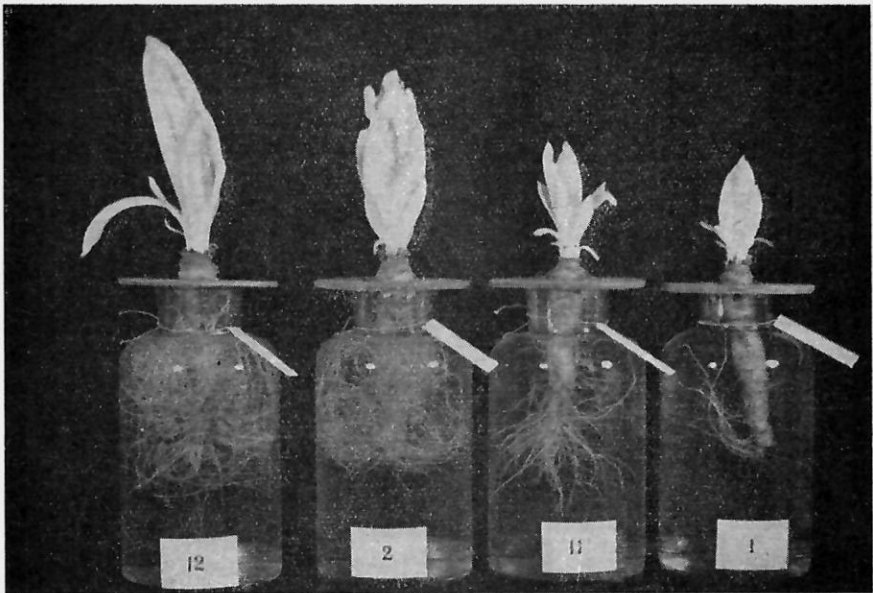


Foto 2. — Vergelijking tussen volledige oplossing en gedistilleerd water
(zonder voedingsstoffen).

Besluit :

De vergelijking van deze beide objecten laat ons toe het volgende te besluiten :

1) In tegenstrijd met wat veelal wordt beweerd, namelijk dat de vorming van het witloof (en bijgevolg ook de opbrengst per laag) enkel afhangt van de wortel zoals hij te velde groeide, stellen wij vast, dat dit geenszins het geval is. De opbrengst aan witloof wordt eveneens in grote mate bepaald door de voedingstoestand van het milieu, waarin men de wortels voor de forcerie plaatst. Dit is van groot belang, want meteen stelt zich ook het vraagstuk van de bemesting der lagen;

2) Wij hadden verwacht, dat de bladeren zich los en opengespreid zouden ontwikkelen. Immers de wortels waren ver van elkaar geplaatst en de bladeren ontwikkelden zich vrij in de lucht. We hebben evenwel vastgesteld, dat tot kort vóór het einde van de proef de kroppen betrekkelijk goed gesloten waren, wat ons laat veronderstellen, dat het praktisch mogelijk moet zijn goed gevormd witloof in watercultuurforcerie te kweken.

2. *Vergelijking tussen goed verluchte en weinig of niet verluchte recipiënt met volledige oplossing (foto 3).*

De eerste dagen was er geen verschil te bemerken. Na 10 dagen was er slechts een gering verschil, dat dan meest nog merkbaar was bij de beworteling, die reeds merkkelijk minder was in de slecht verluchte recipiënten dan in de goed verluchte recipiënten. Wij noteerden alsdan volgende gewichtstoename :

4 slecht verluchte recipiënten te samen	90 gr.
4 goed verluchte recipiënten te samen	95 gr.

wat dus practisch overeenkomt. Daarna begon het verschil evenwel toe te nemen. Niet alleen de beworteling, doch ook de kropvorming bleef sterk ten achter bij de slecht verluchte recipiënten. Na 20 dagen noteerden we volgende gewichtstoename :

4 slecht verluchte recipiënten te samen	285 gr.
4 goed verluchte recipiënten te samen	391 gr.

Dit verschil liep nog verder uiteen naarmate de proef voortduurde. Foto 3 geeft een beeld van deze beide objecten. De bladkleur in beide objecten was normaal.

B e s l u i t :

1) Het optreden van blauw loof is dus ook niet rechtstreeks te wijten aan een slechte verluchting van de grond, al wordt zulks niet zelden beweerd.

2) Een regelmatige verluchting, en dus ook een gunstige structuur van de grond der lagen, heeft een grote invloed op beworteling en opbrengst.

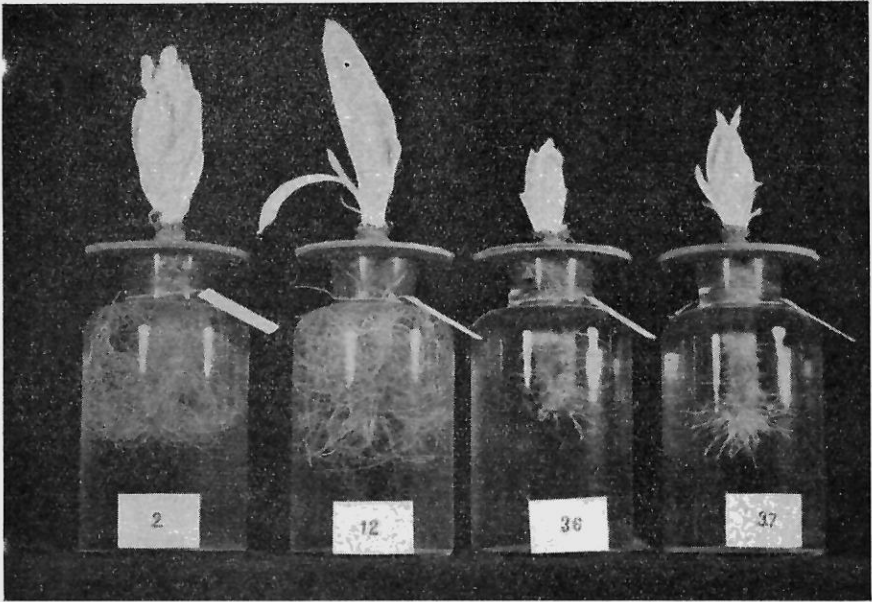


Foto 3. — Vergelijking tussen goed verluchte en slecht verluchte recipiënten.
Bemerk vooral de geringe wortelontwikkeling bij de slecht verluchte recipiënten (36 en 37).

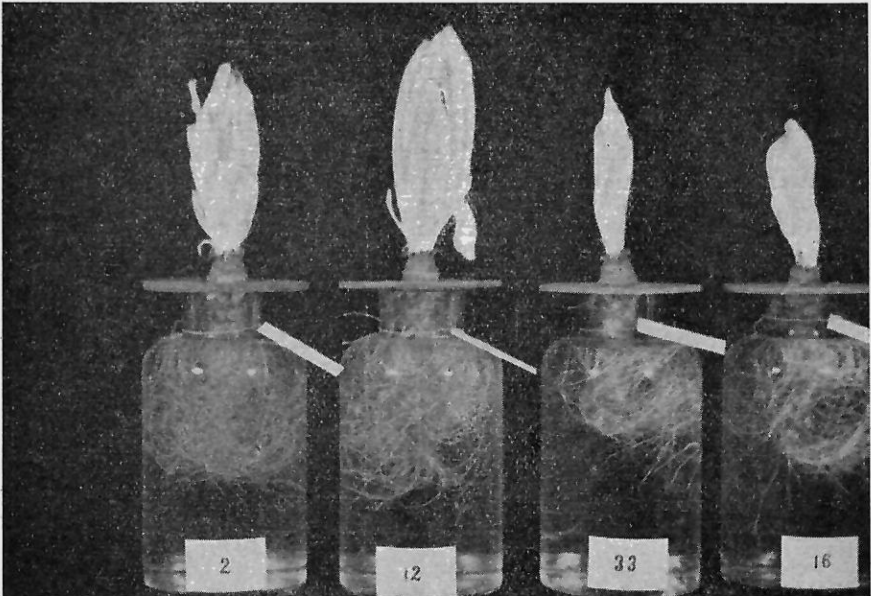


Foto 4. — Vergelijking tussen recipiënten met volledige oplossing (2 en 12) en recipiënten waar de stikstof ontbreekt (33 en 16).

3. *Vergelijking tussen de recipiënten met volledige oplossing en volledige oplossing zonder stikstof (foto 4).*

Oorspronkelijk was er geen verschil op te merken noch in kleur, noch in ontwikkeling. Ook na 10 dagen proef was er practisch nog geen verschil. De gewichtstoename bedroeg toen gemiddeld per plant :

met stikstof : 23 gr.

zonder stikstof : 22 gr.

Langzaam begon het verschil zich dan af te tekenen. De beworteling bleef in beide gevallen flink, doch de kroppen waren merkkelijk dunner en ook iets korter daar waar stikstof ontbrak. Na 20 dagen hadden we volgende gewichtstoename per plant :

met stikstof : 97,7 gr.

zonder stikstof : 59,0 gr.

B e s l u i t :

1) De stikstoftoestand van de oplossing oefent geen invloed uit op het verschijnsel van blauw loof.

2) De invloed van de stikstoftoestand der oplossing op de opbrengst is zeer gevoelig. Dit wijst er op dat de stikstoftoestand van de lagen wel degelijk van belang is. Wij begrijpen dan ook best de doenwijze van sommige kwekers, die nitraat geven in de forcerielagen. Practisch zal het nitraatgehalte in de gronden voor forcerie gebruikt wel tamelijk hoog zijn, bijzonder op het ogenblik der forcerie, vermits men veel organische stof in de grond brengt en het leven der nitrificerende micro-organismen bevoordeligd wordt door de gunstige structuur en warmtegraad.

4. *Kaligebrek.*

Tussen de recipiënten zonder kali en die met kali was op gebied van ontwikkeling en opbrengst geen noemenswaardig verschil te bemerken. De ontwikkeling van de wortels was overal zeer sterk. De krop zelf was lossier, daar waar potas ontbrak. Wij mogen hier evenwel niet te zeer de nadruk op leggen, daar de proef slechts op 2 exemplaren per object werd uitgevoerd.

Daar de kleur van het loof overal wit-geel was, mogen we hieruit besluiten dat kaligebrek ook niet verantwoordelijk is voor het optreden van blauw loof.

5. *Gebrek aan fosfor.*

Er bestond zeer weinig verschil tussen de ontwikkeling van het witloof in recipiënten met een volledige oplossing en deze zonder fosfor. Wel was de kropvorming bij fosforgebrek lossier en minder regelmatig. De kleur was echter overal normaal.

Ook fosfor heeft bijgevolg geen invloed op het voorkomen van het blauw loof.

6. Gebrek aan ijzer, boor, mangaan.

De ontwikkeling was hier normaal evenals de kleur.

Ook gebrek aan één dezer elementen kan geen vorming van blauw loof voor gevolg hebben. Dit is trouwens gans in overeenstemming met de practijk, zoals we verder zullen zien in de beschouwingen over de pH.

7. Relatief hoge pH en grote hoeveelheid van het element calcium.

De beide recipiënten (nl. n^{rs} 15 en 30) met kalkrijke oplossing lieten een flinke ontwikkeling aan het witloof toe. De gewichtstoename en kleur was zeer gunstig. Ook waren de kroppen goed gevormd. Zulks stemt volledig overeen met de vaststellingen in de practijk, waar men veel bekalkt voor witloofforcerie. In ieder geval mogen we beweren, dat het optreden van blauw loof ook niet veroorzaakt wordt door een overmaat van calcium in de voedingsoplossing.

Algemene besluiten uit de forcerie-watercultuur.

1) De opbrengst aan witloof wordt in grote mate beïnvloed door de voedingstoestand en de physische toestand van de plaats van de forcerie.

2) Het is mogelijk de witloofforcerie in de practijk door te voeren in watercultuur. Dit zou zelfs zekere voordelen hebben daar men de factor water naar goeddunken regelt en men de sclerotieënziekte niet moet vrezen (gemak van ontsmetting).

3) Het optreden van blauw loof is waarschijnlijk niet te wijten aan een afwijking in de scheikundige toestand van de laag.

B. Onderzoek van de forceriegronden zelf.

1. Werkwijze :

Op 15 bedrijven in de gemeenten Werchter en Kampenhout werd overgegaan tot een gedetailleerd profielonderzoek van de grond der forcerielagen. De bedrijven waren zo gekozen, dat men ze kon classificeren bij ofwel zeer gezond loof, ofwel blauw loof. Op 7 bedrijven was het loof regelmatig gezond en goed van kleur, op 8 bedrijven was het gewoonlijk blauw of blauwachtig.

In al deze gevallen werd op de plaats der witloofforcerie een profielkuil gemaakt van ongeveer 1,20 m diepte. Op de wand van deze kuil werden de verschillende horizonten afgetekend en daarna elk afzonderlijk beschreven en bemonsterd. Van elke horizont werden volgende inlichtingen opgenomen : diepte, nr. staal, grondsoort, humus-toestand, structuur, hardheid, aanwezigheid van wortels, aanwezigheid van wormgaten, aanwezigheid van ijzerconcreties en de diepte van de grondwaterstand.

Verder werden nog als inlichtingen opgenomen de bemesting, bekaliking, opbrengst, kwaliteit van het loof, sedert wanneer men te doen heeft met blauw loof, gebeurlijk voorkomen van andere ziekten en de vermoedelijke oorzaak volgens de kweker.

Op de grondstalen, afkomstig van de bouwlaag, werden op het laboratorium volgende bepalingen uitgevoerd : pH, fosfor, kali, koolstof, totale stikstof, nitraten en chloorgehalte. Op de stalen van de ondergrond werden volgende bepalingen uitgevoerd : pH, koolstof en mechanische samenstelling (3 fracties).

Hierna volgt een voorbeeld van profielopname en ontledingsuitslagen, zoals dit voor elk der onderzochte profielen (percelen) gebeurde.

Profielbeschrijving n° 23.

Nr ontleding	Nr staal	Diepte	Profielbeschrijving
197.194	443	25 cm	zandleem gemengd met as, kalk en bladeren - kruimelstructuur - doordringbaar - wortels - wormgaten - geen ijzereconcreties.
197.172	425	50 cm	zandleem - geelbruin colluvium - sterk gebladerd - tamelijk gesloten - weinig wortels - wormgaten - geen ijzereconcreties.
197.173	220	+ 50 cm	zandleem - bruingeel hoekige structuur - te sterk gesloten - zeer weinig wortels - wormgaten - gleyhorizont. <i>Waterstand : 50 cm. in de winter.</i>

Ontledingsuitslagen : (1)

a) Ontleding van de stalen van het profiel :

Nr ontleding	Nr staal	pH	C %	Klei %	Leem %	Zand + Grint %
197.194	443	6,9	1,7	6,5	6,5	87,0
197.172	425	4,9	0,70	8,0	13,5	78,5
197.173	220	5,9	0,40	12,0	6,0	82,0

b) Ontleding van het gemiddeld staal der bouwvoor :

Nr ontleding	Nr staal	pH	P ₂ O ₅ in mg.	K ₂ O in mg.	C in %	N in mg.	C/N	Nitraten in mg.	Chloorgehalte in %
197.194	443	6,9	35,2	28,0	1,70	102,2	16,6	31,4	0,005

(1) De pH werd in water met glaselectrode bepaald. Fosfor en kali werden bepaald volgens de calciumlactaatmethode, de koolstof (humus) volgens de bichromaatmethode. Het stikstofcijfer betekent de totale stikstof volgens Kjeldahl.

2. Scheikundig onderzoek :

Vergelijking tussen de scheikundige toestand van de lagen met gezond loof en deze met blauw loof.

Gezond loof

N ^o bedrijf	P ₂ O ₅ in mgr.	K ₂ O in mgr.	NO ₃ in mgr.	Cl in %
24	75,2	25,4	15,0	sporen
26	34,0	20,6	18,0	0,005
27	56,4	15,9	13,6	sporen
30	14,6	11,1	4,3	sporen
33	39,0	39,2	31,4	0,010
36	7,2	6,8	18,0	sporen
38	50,0	22,2	18,0	sporen

Blauw loof

N ^o bedrijf	P ₂ O ₅ in mg	K ₂ O in mg	NO ₃ in mg	Cl in %
23	35,2	28,0	31,4	0,005
25	30,0	25,9	13,6	0,005
28	55,2	23,3	31,4	0,005
29	28,2	19,6	30,0	0,005
31	13,0	20,1	5,4	sporen
34	12,6	21,7	7,4	sporen
37	13,6	13,7	12,0	0,005
39	20,0	21,7	12,7	sporen

Hierbij valt vast te stellen, dat er geen merklijk en regelmatig verschil bestaat tussen de lagen met blauw loof en deze met gezond loof. Dit is even waar voor fosfor, als kali, nitraten en chloorgehalte en is dus volledig in overeenstemming met wat werd vastgesteld door de watercultuur, t.t.z. *het optreden van blauw loof wordt niet veroorzaakt door een afwijking in de voedingstoestand van de grond.*

3. Onderzoek naar de invloed van de physische toestand van de grond op het voorkomen van blauwachtig witloof :

Om te kunnen uitmaken in hoeverre de toestand van het profiel het blauw worden van het witloof in de hand werkt, zullen wij de profielen, waar het loof steeds blauw wordt, vergelijken met de profielen waar het loof steeds een normale kleur vertoont.

Op 8 plaatsen, nl. waar de profielen n^os 23, 25, 28, 29, 31, 34, 37 en 39 werden genomen, werd het loof gewoonlijk blauw. De 7 profielen n^os 24, 26, 27, 30, 33, 36 en 38 werden opgenomen op plaatsen, waar het loof een gezonde kleur vertoont.

a) Onderzoek van de bouwvoor :

Vergelijken wij de 2 factoren pH en humus van de bouwlaag van de profielen met gezond en met blauw loof.

Normale kleur.

Blauwe kleur

	pH.	Koolstof- gehalte in % (humus)		pH.	Koolstof- gehalte in % (humus)
24	7,6	3,35	23	6,9	1,70
26	7,7	2,54	25	7,7	3,01
27	7,8	2,47	28	7,5	2,00
30	5,1	1,94	29	7,2	2,07
33	7,7	2,07	31	6,2	1,33
36	7,2	2,51	34	5,8	2,34
38	7,6	1,90	37	6,5	1,90
			39	6,5	1,70

Uit deze vergelijking blijkt reeds, dat de bouwlaag van de onderzochte grachten met normaal witloof gemiddeld een merkkelijk hogere pH en ook een hoger humusgehalte vertoont dan wel de lagen, met blauw loof.

Inderdaad zien wij, dat van de 7 grachten met normaal witloof slechts 2 een pH hebben beneden 7,5 en 2 met een humusgehalte beneden 2,00 %, terwijl bij de 8 grachten met blauw loof er slechts één is met een zuurheidsgraad boven 7,5, en slechts 3 met een humusgehalte boven 2,00 %.

Deze vaststelling schijnt er reeds op te wijzen, dat de 2 structuurvormende factoren, pH en koolstof, in de bouwlaag wel degelijk een invloed hebben op het verschijnsel van het blauw worden van het witloof.

Wij willen hier nog bij opmerken, dat de bovenste laag van profiel 30 met een pH van 5,1 ook de meest zandige bouwlaag is van al de profielen die werden onderzocht. Het is een bekend feit, dat de zuurheidsgraad voor een lichtere grond lager mag zijn en in deze grond veel minder invloed heeft op de structuur dan dit het geval is op een meer kleihoudende grond. Meldenswaardig is hier wel, dat de opbrengst van het witloof lager is dan normaal op deze plaats.

Structuur van de bouwlaag :

Wanneer wij de profielbeschrijvingen nagaan, dan zien wij, dat de bouwlaag van slechts 2 profielen in een min of meer ongunstige macrostructuur verkeert, nl. bij de profielen 29 en 39. Op beide profielen werd het loof blauw. Op profielplaats 29 werd nog maar 1 jaar witloof ingelegd, terwijl profiel 39 werd gegraven op een plaats, waar zich vroeger een weg bevond.

De overige profielen hebben een gunstige structuur in de bouwlaag, hetgeen normaal is voor een grond, die veel wordt bewerkt.

Mechanische samenstelling :

De mechanische ontleding van de bouwlaag van de verschillende profielen wijst er op, dat zowel op de lichtere als op de zwaardere gronden blauw loof kan optreden.

Besluit omtrent het onderzoek van de bouwlaag :

Uit voorgaande studie blijkt, dat de structuur en de structuurvormende factoren, pH en koolstof, van de bouwlaag wel enig verband schijnen te hebben met het optreden van het blauw loof.

Wij zouden ons bij het nagaan van de pH de vraag kunnen stellen of het blauw worden van het loof geen verband zou houden met gebrek aan mangaan, ijzer of boor. Het is een normaal verschijnsel, dat op gronden met een hoge reactie deze gebreksverschijnselen zich voordoen, vooral indien de grond nogal zandig is. Wij stellen vast, dat juist de grachten met gezond, normaal gekleurd witloof de hoogste reactie vertonen. Uit de waterculturen is eveneens gebleken, dat deze gebreken evenmin het blauw worden van het loof tot gevolg hebben. Het is derhalve praktisch uitgesloten dat het blauw worden van het loof verband zou houden met gebrek aan één dezer minorelementen.

Uit het onderzoek van de bouwlaag kunnen wij afleiden, dat wanneer deze laag zuur is, humusarm of van slechte structuur, het optreden van blauw loof in de hand wordt gewerkt. Indien de bouwlaag in orde is op gebied van reactie, humusgehalte en structuur, bestaat er evenwel nog mogelijkheid dat het loof blauw wordt. Het verbeteren van de bouwlaag zal dus bij het blauw worden van het loof steeds aan te raden zijn, doch niet altijd een definitieve oplossing geven.

b) Onderzoek van de ondergrond :

Wij zullen hier alleen nagaan de toestand van de eerste en tweede laag onder de bouwvoor.

In deze eerste tabel vergelijken wij de pH, het koolstofgehalte en de vastheid van de eerste en tweede laag onder de bouwlaag van de grachten met normaal en met blauw loof.

In deze tabel wijzen de letters S op een ongunstige toestand.

Als ongunstig wordt aangezien een pH beneden 5,5 — een humusgehalte lager dan 1,0 in de eerste laag onder de bouwvoor en lager dan 0,75 in de tweede laag onder de bouwvoor.

Een slechte structuur of een te vaste grond wordt eveneens door S aangegeven. De letter G wijst op een gunstige toestand.

Profielen met normale kleur bij het witloof.

1^o laag onder de bouwvoor :

N ^r profiel	24	26	27	30	33	36	38
pH	G	G	G	S	G	G	G
Koolstofgehalte	G	G	G	S	G	G	G
Vastheid	G	G	G	G	G	G	G

2^e laag onder de bouwvoor :

N ^r profiel	24	26	27	30	33	36	38
pH	G	G	G	G	G	G	G
Koolstofgehalte .	G	S	S	G	G	S	G
Vastheid	G	S	S	G	G	G	G

Profielen met blauwe kleur bij het witloof.

1^e laag onder de bouwvoor :

N ^r profiel	23	25	28	29	31	34	37	39
pH	S	G	G	G	G	S	G	G
Koolstofgehalte .	S	G	G	G	G	G	G	S
Vastheid	S	S	S	G	G	S	S	S

2^e laag onder de bouwvoor :

N ^r profiel	23	25	28	29	31	34	37	39
pH	G	S	G	S	S	G	G	veengrond
Koolstofgehalte .	S	S	G	G	G	S	S	
Vastheid	S	S	G	G	S	G	G	

Uit deze tabel blijkt duidelijk, dat de algemene toestand van de ondergrond beter is op de plaatsen met normaal witloof dan op de plaatsen met blauw loof.

Bij de 7 grachten met normaal witloof is er slechts één waar de laag onder de bouwlaag, nl. bij n^r 30, in minder gunstige toestand verkeert voor wat betreft pH en humusgehalte. Bij de 8 grachten met blauw loof zijn er 6 waarvan de eerste laag onder de bouwvoor te vast is, nl. de n^{rs} 23, 25, 28, 34, 37 en 39. Bij profiel 23 is deze laag daarbij nog te zuur en te arm aan humus, bij n^r 34 is de pH en bij n^r 39 het humusgehalte eveneens te laag.

Uit deze tabel blijkt eveneens, dat de tweede laag onder de bouwvoor over 't algemeen in een betere toestand verkeert bij de profielen met normaal gekleurd witloof

Van de 7 profielen met normale kleur bij het witloof zijn er twee, nl. de 26 en 27, waarvan deze laag te vast is en te arm aan humus. Ook bij n^o 36 is deze laag arm aan humus.

Van de 8 profielen met blauw gekleurd loof is er evenwel slechts één, nl. n^o 28, waar deze tweede laag in orde is zowel wat pH, koolstof als vastheid betreft. Zoals wij hoger aangaven, is in dit profiel de eerste laag onder de bouwvoor echter te sterk gesloten.

Deze overzichtstabel laat ons toe te besluiten, dat het optreden van blauw loof zonder twijfel verband houdt met het profiel en in de meeste gevallen met de structuurtoestand van de eerste en tweede laag onder de bouwvoor.

pH van de ondergrond :

Vergelijken wij in een volgende tabel de pH-cijfers van de eerste en de tweede laag onder de bouwvoor :

pH van de profielen met normaal loof			pH van de profielen met blauw loof		
	1 ^e laag	2 ^e laag		1 ^e laag	2 ^e laag
24	7,1	6,8	23	4,9	5,9
26	7,4	6,4	25	5,6	5,1
27	7,7	7,4	28	7,5	6,1
30	5,0	6,4	29	6,8	4,9
33	7,7	7,3	31	5,9	5,2
36	6,2	6,5	34	4,8	5,7
38	7,7	6,3	39	6,1	6,8
			37	5,9	6,8

Zoals wij reeds bij het onderzoek van de bouwlaag vaststelden, is er ook in deze 2 lagen een groot verschil in pH tussen de profielen met normaal en met blauw loof.

Rechtstreeks of onrechtstreeks moet de pH dus wel verband houden met het blauw worden van het witloof.

Het humusgehalte van de ondergrond :

Humusgehalte van de profielen met normaal loof.			Humusgehalte van de profielen met blauw loof.		
	1 ^e laag onder de bouwlaag	2 ^e laag onder de bouwlaag		1 ^e laag onder de bouwlaag	2 ^e laag onder de bouwlaag
	C %	C %		C %	C %
24	3,45	2,00	23	0,70	0,40
26	1,67	0,46	25	1,67	0,36
27	1,20	0,46	28	1,57	1,00
30	0,70	0,77	29	1,77	0,77
33	1,87	0,83	31	1,27	0,80
36	1,07	0,33	34	1,57	0,60
38	1,74	1,43	37	1,07	0,40
			39	0,70	4,48 (turf)

Uit deze tabel blijkt, dat er geen meldenswaardig verschil bestaat tussen het humusgehalte van de aangetaste en niet aangetaste grachten. Een flinke humusvoorraad is in ieder geval niet nadelig.

Vastheid en macrostructuur.

Hierin vinden wij een zeer groot verschil tussen de grachten met blauw loof en normaal loof, zoals blijkt uit de tabellen, aangegeven onder IV, B, 3, b (profielen met normale kleur en met blauwe kleur bij het witloof).

Bij de grachten met normaal gekleurd witloof zijn al de lagen onder de bouwlaag voldoende los en doordringbaar. Bij de 8 aangetaste grachten zijn er 6 die te vast gesloten zijn.

Dit komt overeen met talrijke vaststellingen uit de praktijk, o.a. dat op plaatsen, waar voor de eerste maal witloof wordt ingelegd, gemakkelijk het verschijnsel van blauw worden optreedt.

De reden hiervan is, dat dergelijke grond nog weinig geroerd werd en dat de wortels terecht komen op een gesloten ondergrond.

Ook zien wij dat witloofforcerie, aangelegd op leemcolluvium, dat gewoonlijk een sterk gebladerde structuur vertoont, gemakkelijk door het « blauw » wordt aangetast.

Mechanische Samenstelling :

Uit de mechanische ontleding blijkt, dat zowel op zwaardere als op lichtere gronden het verschijnsel van blauw worden zich kan voordoen.

Uit al het voorgaande blijkt, dat de structuur en de structuurvormende factoren, pH en koolstof, van doorslaggevende betekenis zijn in verband met het blauw worden van het witloof.

c) Rondig overzicht van de zuurheidsgraad en structuurtoestand van de verschillende onderzochte gevallen :

Profielen met blauw loof :

N^o 23 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 25 cm diepte tot 50 cm : *sterk zuur - te arm aan humus en slechte structuur.*
 dieper dan 50 cm : *nog zuur - arm aan humus en slechte structuur.*

N^o 25 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 30 tot 70 cm : *minder goede structuur - tamelijk gesloten - tamelijk sterk zuur.*
 dieper dan 70 cm : *te zuur - arm aan humus en veel te vast.*

N^o 28 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 25 tot 50 cm : *tamelijk stijve structuur.*

N^o 29 bouwlaag : *minder gunstige structuur.*
 vanaf 20 tot 50 cm diepte : *sterk zuur.*

N^o 31 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 20 tot 40 cm : *nog gunstig.*
 vanaf 40 cm diepte : *stijve structuur - te vast.*

- N^r 34 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 28 tot 70 cm diepte : *sterk zuur - stijve structuur - tamelijk gesloten.*
- N^r 37 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 40 tot 65 cm. diepte - zandig - *tamelijk vast - onderste van een podsol.*
 dieper dan 65 cm : zand nog los en *te humusarm.*
- N^r 39 bouwlaag : *stijve structuur.*
 vanaf 40 tot 100 cm : *nogal stijve structuur - tamelijk gesloten.*

Elk profiel, waarop blauw loof gewonnen wordt, vertoont dus een gebrekkige structuur meestal in de laag onder de bouwvoor.

Profielen met normaal loof :

- N^r 24 bouwlaag : gunstig.
 ondergrond : gunstig.
- N^r 26 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 23 tot 45 cm : gunstig.
 vanaf 45 cm iets *te gesloten en arm aan humus.*
- N^r 27 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 35 tot 55 cm : gunstig.
 vanaf 55 cm iets *te gesloten en arm aan humus.*
- N^r 30 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 25 tot 50 cm : *nogal zuur en arm aan humus.*
 dieper dan 50 cm : gunstig.
- N^r 33 bouwlaag : gunstig.
 ondergrond : gunstig.
- N^r 38 bouwlaag : gunstig.
 ondergrond : gunstig.
- N^r 36 bouwlaag : gunstig.
 vanaf 20 tot 50 cm : gunstig.
 dieper dan 50 cm : gunstig doch nogal arm aan humus.

De fysische toestand is bij deze profielen dus merkkelijk beter. De doordringbaarheid en de structuur, vooral van de laag onder de bouwvoor, zijn van hoofdbelang voor het bekomen van normaal gekleurd witloof.

V. — BESLUITEN VAN DEZE STUDIE

- 1) De oorzaak van het blauwe loof is niet te zoeken op het veld, waar de cichoreiplanten groeien, doch wel in de grond, gebruikt voor de forcerie.
- 2) Het voorkomen van blauwschijnend witloof wordt niet veroorzaakt door een afwijking in de voedingstoestand van de grond.
- 3) Het wordt ook niet veroorzaakt door gebrek van een of ander minor-element.
- 4) De slechte structuurtoestand van boven- en ondergrond is de rechtstreekse of onrechtstreekse oorzaak van de vorming van het blauwachtig witloof.
- 5) In de praktijk is het meest de structuurtoestand van de laag tussen 25 cm en 50 à 60 cm diepe die beslissend is voor dit verschijnsel.
- 6) De structuurtoestand van de ondergrond houdt nauw verband met de zuurheidsgraad. Sterk zure gronden, vooral als ze een zeker leem- en kleigehalte bevatten, zijn meestal te sterk gesloten. In de praktijk zullen voor witloofforcerie de leemgronden beter een pH hebben boven de 7,0 dan onder de 7,0.
- 7) Leemachtige profielen van colluviale oorsprong brengen bijna steeds blauw loof voort. De ondergrond verkeert er trouwens ook in een slechte, gebladerde structuur.
- 8) Op gronden, waarvan de eerste laag onder de bouwlaag vast en gesloten is, heeft men bijna steeds te doen met blauw loof.
- 9) Het gebrek van blauw loof zal meer uitgesproken voorkomen indien men op hogere temperatuur verwarmt.
- 10) Het is technisch mogelijk witloof te kveken in voedingsoplossing (watercultuur) in plaats van in forcerielagen.
- 11) In tegenstelling met wat algemeen wordt aangenomen, wordt de opbrengst van het witloof sterk beïnvloed door de fysische en scheikundige toestand van de voedingsbodem voor de forcerie gebruikt. Hierbij schijnen van het grootste belang: de structuur, de de waterhuishouding en de stikstofrijksdom.

Maatregelen, te treffen om het optreden van blauwschijnend witloof te voorkomen.

De grond moet in volgende toestand verkeren :

- 1) los en goed doordringbaar tot op minstens 60 cm. diepte.
- 2) een pH hebben van 7,0 of hoger (leem).
- 3) een koolstofgehalte van minstens 2 % in de bovenste en 1 % in de tweede laag.

Voor verbetering zal men die factoren dus moeten wijzigen, die afwijken van deze normen. Practisch zal dit dus gebeuren door volgens het geval te banken (bewerken van de ondergrond), te bekalken en humus in de grond te brengen.

Een profilering met bepaling van pH en humusgehalte van de verschillende lagen ligt aan de basis van een rationele verbetering en het voorkomen der ziekte.