

Ademhaling in afrijpend veldbonenzaad (*Vicia faba* L.) als oorzaak van opbrengstverliezen

H.G. Smid & C. Grashoff

cabo-dlo

272564

Verslag 191, december 1993



CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0571 5210

Het DLO-Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO) is onderdeel van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

DLO heeft tot taak het genereren van kennis en het ontwikkelen van expertise ten behoeve van de uitvoering van de landbouwpolitiek van de Nederlandse regering, het versterken van de *agrarische industrie*, het *plannen en beheren van het landelijk gebied* en het *beschermen van het milieu*. CABO-DLO heeft tot taak het verrichten van fundamenteel-strategisch, zowel experimenteel als modelmatig, onderzoek aan planten. De resultaten hiervan dragen bij aan de realisatie van:

- optimale en duurzame plantaardige produktiesystemen;
- produktvernieuwing en produktkwaliteit;
- natuurwaarden en milieukwaliteit in het landelijk gebied.

Adres:

CABO-DLO

Postbus 14

6700 AA Wageningen

tel. 08370-75700

fax. 08370-23110

e-mail postkamer@cabo.agro.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en Methoden	5
2.1. Proefdetails	5
2.2. Waarnemingen aan het veld	5
2.3. Waarnemingen aan het gewas	7
2.4. Ademhalingsmetingen	7
3. Resultaten	9
3.1. Gewasgroei en -ontwikkeling	9
3.2. Opbrengst en opbrengstverliezen	9
3.2.1 Drogestofopbrengst en -verdeling op oppervlaktebasis	9
3.2.2 Bebladeringsindex (LAI) en lichtinterceptie	10
3.2.3 Aantal planten en zijstengels per m ²	10
3.2.4 Drogestofopbrengst en -verdeling op plantbasis	11
3.3. Analyse van verliezen in relatie tot de opbrengstcomponenten	12
3.5 Verloop drogestofgehalte	14
3.6. Ademhalingsmeting	16
4. Discussie	19
5. Conclusies	21
Literatuur	23
Tabellen	25

Samenvatting

In een gewas veldbonen bedroeg het verlies aan zaadopbrengst in de afrijpingsfase (ongeveer 6 weken) $1,5 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. In gedetailleerde waarnemingen op plant-basis werden geen dalingen gevonden van het aantal peulen per plant en/of het aantal zaden per plant. Het duizendkorrelgewicht daalde met een gemiddelde snelheid van $0,8 \text{ g d}^{-1}$. Bij 1460 zaden per m^2 geeft dit een verlies van $1,2 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, hetgeen goed overeenkomt met het gemeten verlies van $1,5 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

Het drogestofgehalte van het zaad tijdens de afrijping schommelde tussen de 65 % en de 85 %, afhankelijk van het weer.

In het laboratorium werd de ademhalingsnelheid van zaden rechtstreeks gemeten met een zuurstofelektrode. De ademhaling vertoonde een exponentiële daling met toenemend drogestofgehalte in het zaad. De hieruit berekende daling van het duizendkorrelgewicht bedroeg 1 g d^{-1} bij een drogestofgehalte van 60 % maar was verwaarloosbaar bij een drogestofgehalte boven 85 %. Drogestofverlies door ademhaling verklaarde daarmee tenminste 35 % van het in het veld gemeten verlies aan zaadopbrengst.

1. Inleiding

Bij groeianalyses van zaadgewassen, waarbij de totale drogestofopbrengst en de verdeling over de plantdelen gedurende het groeiseizoen wordt gemeten, blijkt vaak dat er tijdens de afrijping van deze gewassen drogestof van reeds gevormd zaad verloren gaat. Dit verschijnsel treedt zeer sterk op bij erwten en veldbonen, maar ook bij andere zaadgewassen als granen en graszaden zijn voorbeelden bekend. Van Heemst & Smid (1988, 1989) en Grashoff (1992) vonden opbrengstverliezen tot 1 t ha^{-1} per ha bij erwten en veldbonen. Groot (1987) en Marinissen & Grashoff (1993) vonden opbrengstverliezen van $15\text{-}50 \text{ g m}^{-2}$ bij respectievelijk wintertarwe en zomergerst.

Deze verliezen traden echter niet altijd op en aan de oorzaken ervan wordt weinig aandacht besteed. Vaak wordt drogestofverlies veroorzaakt door zaadval vóór of tijdens de eind oogst (PAGV-Teelthandleiding Raaigrassen, 1978). Ook de gebruikte analysetechniek kan een bron van fouten zijn. Doorgaans worden tusse oogsten uitgevoerd aan kleine veldjes, terwijl de eind oogst op grotere oppervakken wordt bepaald waardoor een systematische afwijking kan ontstaan.

Van Heemst & Smid (1989) konden de in erwten waargenomen opbrengstverliezen echter niet uit zaadval of systematische fouten verklaren en maakten aannemelijk dat er ook een fysiologische oorzaak moet zijn. Er zijn aanwijzingen dat de ademhalingsnelheid in afrijpende zaden hoog is (De Visser, Dekhuijzen & Verkerke, 1990) waardoor opgeslagen drogestof in het zaad weer verademd kan zijn voor de eind oogst.

Ons onderzoek spitste zich toe op de vraag of deze laatste oorzaak kwantitatief van belang is. Het meten van gewichtsverlies van individuele zaden in de afrijpingsfase, ondersteund met directe metingen van de ademhalingsnelheid in deze zaden geeft hierop een antwoord. In ons onderzoek werden deze metingen uitgevoerd en vergeleken met de resultaten van een groeianalyse met gedetailleerde tellingen en metingen van de opbrengstcomponenten. Omdat er aanwijzingen zijn dat de opbrengstverliezen het grootst zijn in natte jaren, werden de metingen uitgevoerd bij twee niveaus van vochtvoorziening in het gewas, namelijk 'droog' (natuurlijke regenval) en 'nat' (ruime vochtvoorziening door middel van bevloeiing).

Het onderzoek werd uitgevoerd met het gewas veldboon als voorbeeld, omdat de eerder waargenomen drogestofverliezen in dit gewas groot zijn, terwijl zaaduitval uit de gesloten peulen nauwelijks optreedt.

2. Materiaal en Methodes

2.1. Proefdetails

De proef vond in 1990 plaats op proefboerderij 'De Bouwing', op perceel 9 (rivierklei), met als voorvrucht suikerbieten. De afslibbaarheid was 49 % bij een humusgehalte van 2,1 %.

Het perceel had een gehalte aan koolzure kalk van 0,5 %, een pH-KCL waarde van 7,5, een Pw-getal van 61, een K-getal van 12, en een K-HCl getal van 13. De bemesting per ha in november 1989 was 100 kg tripelsuper (46 % P_2O_5) en 200 kg K-60 (60 % K_2O). Op 17 maart werd het perceel, dat in het najaar van 1989 was geploegd, losgemaakt met een rotorkoepel en gelijktijdig ingezaaid. Het zaaien gebeurde met een precisiezaaimachine, bij een rijenafstand van 50 cm en een afstand in de rij van 8-9 cm.

De proef was ontworpen volgens een 'spitplot'-schema met het gewas veldboon (ras Victor), in vier herhalingen. Per herhaling waren er twee subblokken samenvallend met een behandeling. Binnen iedere subblok waren acht oogsten geloot, zodat het totaal aantal veldjes 64 bedroeg. De bruto- en netto-veldjes werden op 21 mei uitgezet. Per netto-veldje zijn tien planten zonder zijstengels willekeurig gemerkt met labels. De keuze voor planten zonder zijstengels werd gemaakt om de latere vergelijking van de meting en aan verschillende planten niet te verstoren door verschillen in aantal zijstengels.

De twee behandelingen waren: normale regenval, verder aangeduid met 'droog' en ruime vochtvoorziening, verder aangeduid met 'nat'. De bedoeling hiervan was, om in de behandeling 'nat' een langzame afrijping te krijgen, dus niet geforceerd door vochttekort.

Het extra vocht werd gegeven door middel van bevloeiing met gietdarmen. Deze gietdarmen werden op 21 mei in de te bevloeien objecten aangebracht. Op 24, 27 en 31 juli en 3 en 10 augustus is er bevloeid, per keer p.m. 15 mm.

Op 22 maart werd gespoten tegen onkruid met een 'vooropkomst' bodemherbicide: 2,5 kg ha^{-1} Bladex (cyanazin). Tegen bladrandkever is op 3 mei gespoten met 0,2 kg ha^{-1} Decis (deltamethrin), tegen luis op 29 mei met 0,3 kg ha^{-1} Pirimor (pirimicarb) en 25 juni met 1 l ha^{-1} Metasystox R (oxydemeton-methyl). Op 19 juli is er gespoten tegen chocoladevlekkenziekte, valse meeldauw en gele roest met 0,5 kg Benlate (benomyl) + 1 l Ronilan (vinchlozolin) + 0,5 Bayleton (triadimefon) ha^{-1} .

De oogsten waren op (tussen haakjes worden de dagnummers vermeld): 6 augustus (218), 13 augustus (225), 20 augustus (232), 27 augustus (239) en op: 3 september (246), 10 september (253), 17 september (260), 24 september (267). De eerste oogst was op het moment dat de eerste peulen zwart werden.

2.2. Waarnemingen aan het veld

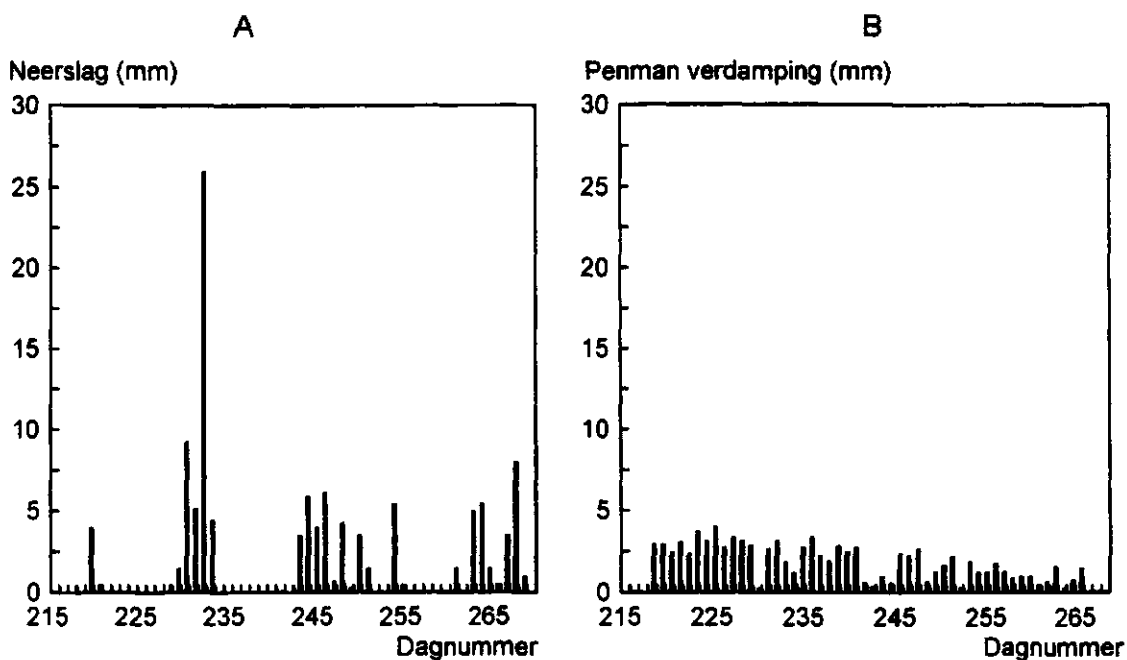
Doordat er te ondiep was gezaaid en er een droge periode volgde kwamen de planten onregelmatig boven. Op 6 april waren de eerste epicotielen zichtbaar, op 10 april waren bij 10 % van de opgekomen planten de blaadjes ontvouwen en op 13 april 90 %. Er lagen op dat moment ook nog zaden ongekiemd in de droge grond.

Deze zaden hadden onvoldoende contact met de vaste vochtige ondergrond. Op 18 april is er 10 x 1 m rijlengte geoogst om de drogestofopbrengst na opkomst te bepalen. Deze bedroeg 3,60 g m^{-2} . Het gemiddelde plantgetal bij de verschillende oogsten bedroeg 18,9 planten m^{-2} .

Het begin van de bloei was op 28 mei (de norm hiervoor is 2 bloem-etages open bloei) en het einde van bloei was op 25 juni.

In de loop van het groeiseizoen werd het door het gewas onderschepte licht gemeten met een lange lichtmeter, type nr. 91939.4, ontwikkeld door de Technisch Fysische Dienst voor de Landbouw (TFDL-DLO) voor het golflengtegebied 400-700 nm. Bij het meten werd een aantal keren in de verschillende herhalingen en behandelingen het licht boven en onder in het gewas gemeten. Uit het gemiddelde van de metingen boven en onder werd het percentage onderschept licht berekend.

Om de vochtvoorziening goed te kunnen vervolgen werden er wekelijks grondmonsters genomen in twee bodemlagen, 0-20 en 20-40 cm. Bij de tweede oogst werden bodemmonsters genomen ter bepaling van het volume-gewicht. Dit om de gewichtsprocenten vocht te kunnen herleiden tot volumepercenten vocht. Er was geen pF-curve van het perceel voorhanden. Om toch de bij de volume-procenten horende pF-waarden te bepalen, is een standaard pF-curve van het type rivierklei genomen. Op de proefboerderij werd elke dag de hoeveelheid neerslag gemeten. De andere weersgegevens: temperatuur (minimum, maximum en gemiddelde), dampdruk, stralingsom, windsnelheid en verdamping zijn overgenomen van het nabij gelegen weerstation van de Landbouwuniversiteit Wageningen (LUW) en zijn weergegeven in Tabel 10 t/m 16. Voor de proef waren de weersomstandigheden in de maanden augustus en september, de afrijpingsperiode, van belang. De neerslag in deze periode is weergegeven in Fig. 1A en de verdamping in Fig. 1B.



Figuur 1 De dagelijkse hoeveelheid neerslag gemeten op proefboerderij De Bouwing (A) en de dagelijkse verdamping (gemeten op het weerstation van de Landbouwuniversiteit te Wageningen) (LUW) (B) tijdens de afrijpingsfase

2.3. Waarnemingen aan het gewas

Kwantificering van opbrengstverliezen op basis van groeianalyse per oppervlakte-eenheid benadert de werkelijkheid het meest. Voor een verdere analyse van de waargenomen verschijnselen is het daarna noodzakelijk de effecten op plantniveau en vervolgens per opbrengstcomponent te beschrijven. Het oogsten verliep als volgt. Bij iedere oogst werden het aantal planten en stengels geteld van de te oogsten veldjes.

De afmeting van een netto-veldje was $4 \times 0,5 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$; dit kwam overeen met 4 meter rijlengte. In de te oogsten 4 meter rijlengte werden de 10 met labels gemerkte planten gescheiden gehouden van de rest. Beide monsters werden gelijktijdig vers gewogen. Deze twee gewichten samen gaven dan het totaal vers per 4 meter rijlengte ($= 2 \text{ m}^2$). De tien gemerkte planten per veldje werden daarna gesplitst in:

- a. blad (zonder stelen)
- b. stengel + bladstelen
- c. peulwanden per etage
- d. zaden per etage

Hierbij werden ook het aantal peulen en zaden per tien planten per etage geteld. Onder etage wordt verstaan, een denkbeeldig vlak in het gewas, bestaande uit peuldragende stengelknopen met een identiek volgnummer aan de plant.

Bij het doppen van de peulen werd voor iedere etage de toestand van de verbinding tussen peulwand en zaad met een cijfer weergegeven: 1 = intact en turgescerend, 2 = indroegend en 3 = zaad geheel los van de peulwand. Deze waarnemingen geven een indicatie van het tijdstip waarop de import van assimilaten naar de zaden onmogelijk is geworden.

Het bladmonster 'a' werd gescheiden in dood of geel en groen blad. Van het groene blad werd de bladoppervlakte bepaald. Van het zaad werd het versgewicht per etage bepaald. Van alle gewasonderdelen werd de totale hoeveelheid drogestof bepaald door droging bij $105 \text{ }^\circ\text{C}$, waarbij de monsters 'c' en 'd' per etage apart werden gehouden. Uit het versgewicht van de tien planten en drogestofgewichten van de onderdelen samen werd het percentage drogestof berekend. Met dit percentage en het totaal versgewicht per veldje werd de totale drogestofopbrengst per m^2 berekend.

2.4. Ademhalingsmetingen

De gemeten opbrengstverliezen uit bovenstaande waarnemingen konden vervolgens vergeleken worden met de berekende drogestofverliezen uit rechtstreekse metingen van de ademhalingsnelheid in afrijpende zaden. Daartoe werden na iedere oogst afzonderlijke peulmonsters uit verschillende peuletages van de randrijen genomen voor het uitvoeren van ademhalingsmetingen. Voor deze metingen werden steeds drie zaden in een gasdicht afgesloten meetvatje geplaatst. De ademhaling werd berekend uit de daling van de zuurstofconcentratie van de lucht in het meetvatje zoals bepaald met behulp van een zuurstofelektrode. De ademhalingsnelheid van de zaden, gemeten als zuurstofopnamesnelheid bij een bepaalde temperatuur, wordt berekend uit:

$$r_{O_2} = ((a - b) * (1 / s) * O_2\text{-conc} * (c - d)) / w \quad (1)$$

waarin

r_{O_2} = respiratiesnelheid ($\mu\text{mol O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)
 a = begin schaaldeel van recorder-lijn (schaaldeel)
 b = einde schaaldeel van recorder-lijn na 1 uur (schaaldelen h^{-1})
 s = schaalcorrectie (schaaldelen)
 $O_2\text{-conc}$ = concentratie van O_2 in de lucht ($\mu\text{mol L}^{-1}$)
 c = volume meetvaatje (L)
 d = volume zaden (L)
 w = drogestofgewicht zaden (g)

Een beschrijving van de procedure voor het meten van O_2 -opname-snelheden met de YSI O_2 elektrode (polarografisch) en de berekeningen die daar op volgen is overgenomen van (De Visser et al. 1990).

Er zijn 15 series O_2 metingen gedaan tussen 14 augustus en 2 oktober. Het totaal aantal metingen was 171. De peulen hiervoor werden per etage apart gehouden. Per etage werden steeds drie zaden tegelijk in het meetvaatje gemeten. Naast de voor bovenstaande berekening benodigde waarnemingen werden bepaald: het peul-etagenummer, de toestand van de verbinding tussen zaad en peulwand en de mate van verkleuring van de peul (zie ook bij 'oogstmethode').

Met de gemeten ademhalingsnelheid (r_{O_2}) kan het gewicht aan verademde koolhydraten (r_{CH_2O}) worden berekend met de formule:

$$r_{CH_2O} = r_{O_2} * (MW \text{ glucose} / O_2\text{-glucose}) \quad (2)$$

waarin

r_{CH_2O} = gewicht aan verademde koolhydraten per g zaad ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)
 r_{O_2} = ademhalingsnelheid per g zaad ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)
 MW glucose = molecuulgewicht van glucose (is $180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
 $O_2\text{-glucose}$ = mol O_2 nodig voor oxidatie van 1 mol glucose (is 6 mol mol^{-1})

Vervolgens werd de respiratiesnelheid in het gewas (r_{crop}) berekend met de formule:

$$r_{crop} = r_{CH_2O} * 10^{-6} * 24 * \text{opbr.} \quad (3)$$

waarin

r_{crop} = gewichtsverlies aan koolhydraten uit het gewas ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)
 r_{CH_2O} = zie (2)
 opbrengst = zaadopbrengst in $\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$

De waardes zijn berekend bij een temperatuur van $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Resultaten

3.1. Gewasgroei en -ontwikkeling

Het gewas was in het begin wat onregelmatig maar ontwikkelde zich daarna goed. Tijdens de bloeiperiode was het weer iets aan de droge kant. Dit is een gunstige voorwaarde voor een goede peulzetting (Grashoff, 1990). Daarna beschikte het gewas tot half juli over voldoende vocht in de bodem, maar vervolgens begon de beschikbare hoeveelheid vocht snel terug te lopen. Uit Tabel 1 (zie voor de tabellen pag. 25 e.v.) blijkt dat er in de periode 17 juli tot 14 augustus in de behandeling 'droog' inderdaad een sterk vochttekort optrad. De pF overschreed in deze periode de waarde 4,2 (de volumegewichten om gewichtsvocht-bepalingen te kunnen herleiden tot volumepercenten vocht staan in Tabel 2). Dit ging samen met zeer hoge temperaturen, waardoor het gewas zeer snel afrijpte. Bij de behandeling 'nat' had het gewas pas vanaf 24 juli meer vocht ter beschikking.

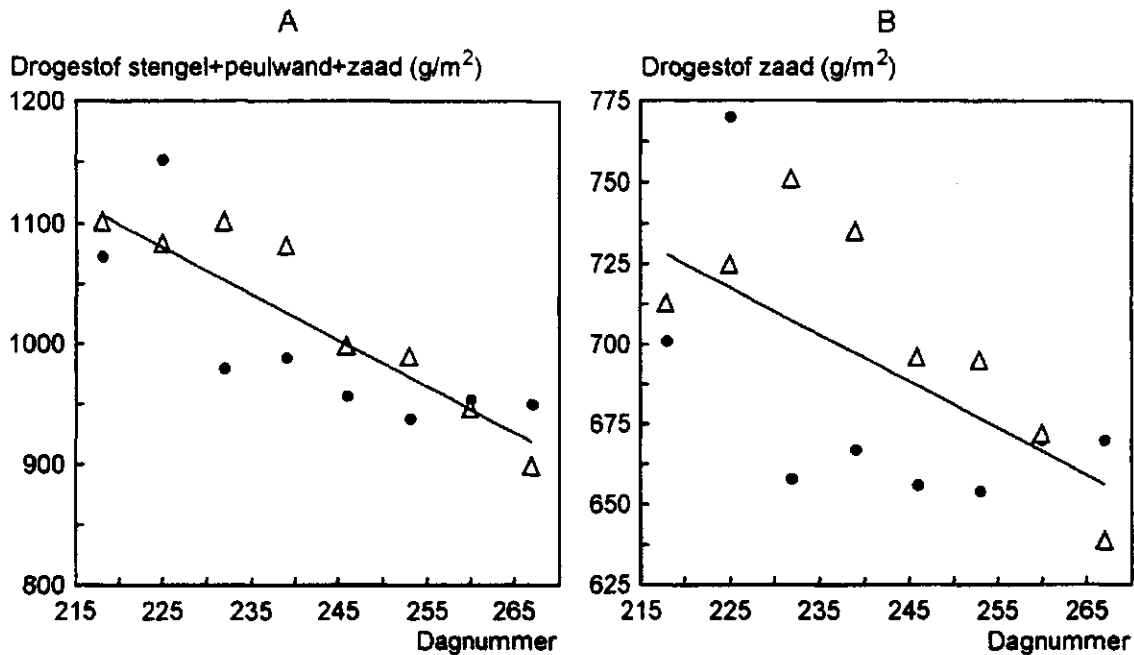
Het effect van de bevoeiingen gedurende eind juli en augustus was in de behandeling 'nat' op 6 en 13 augustus (oogst 1 en 2) duidelijk te zien: er werd meer groen blad gevormd. Echter, door de hoge temperatuur van eind juli tot begin augustus stierf de behandeling 'nat' ook snel af. Ook in deze behandeling verbruinde het blad snel en het uiteindelijke verschil in opbrengst tussen beide behandelingen was gering. Op 13 augustus (oogst 2) had de behandeling 'droog' 90 % zwarte peulen en de behandeling 'nat' 80 % zwarte peulen. Op 20 augustus (oogst 3) waren bij beide behandelingen alle peulen zwart. De stengels van de 'nat'-behandeling waren op die datum aanzienlijk groener, maar na een week waren die ook geheel zwart. De verschillen in afrijpingsnelheid tussen de vochtbehandelingen waren uiteindelijk erg klein.

3.2 Opbrengst en opbrengstverliezen

3.2.1 Drogestofopbrengst en -verdeling op oppervlaktebasis

De totale drogestofopbrengst (bovengronds), de drogestofopbrengsten van stengels, peulwanden en zaden van de twee behandelingen en acht oogsten is weergegeven in Tabel 3 en samengevat in de Fig. 2A en 2B. In de afrijpingsfase is er een significant negatief lineair verband tussen oogsttijdstip en de drogestof-hoeveelheid aan stengel + peulwand + zaad ($P < 0,01$); de afname bedraagt $3,85 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ (Fig. 2A). Bij het zaad is er een lineaire afname ($P = 0,06$) van $1,47 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ (Fig. 2B). Tussen de behandelingen was er bij stengel + peulwand + zaad en zaad geen significant verschil ($P = 0,25$ en $P = 0,18$). Deze drogestofverliezen kunnen niet veroorzaakt zijn door bladval, want de afname aan drogestof aan groen en geel blad is in bovenstaande resultaten buiten beschouwing gelaten.

De drogestofopbrengst aan groen en geel blad is in $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ per behandeling en oogst weergegeven in Tabel 3. Er is een duidelijk verschil tussen de behandelingen in de hoeveelheid groen blad op 6 en 13 augustus (oogst 1 en 2). Op 6 augustus (oogst 1) had de behandeling 'nat' ongeveer $25 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ meer blad dan de behandeling 'droog'; op 13 augustus (oogst 2) was het verschil nog ongeveer $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$.



Figuur 2 Drogestofopbrengsten aan stengel + peulwand + zaad (A) en drogestofopbrengst aan zaad (B) tijdens de afrijpingsfase.

Behandeling O = droog; behandeling Δ = nat

Geschatte lijn voor:

$$2A: Y = 1134 - 26,935 * X \quad (P < 0,01)$$

$$2B: Y = 738,2 - 10,246 * X \quad (P = 0,06)$$

$$X = \text{oogstnummer ofwel (dagnummer - 211)/7}$$

3.2.2 Bebladeringsindex (LAI) en lichtinterceptie

Met de drogestofopbrengst aan groen blad in kg ha⁻¹ en het specifiek bladoppervlak (cm² per gram drogestof) is de bebladeringsindex (LAI) berekend, die per behandeling en oogst is weergegeven in Tabel 4. In Tabel 4 is op 6 en 13 augustus (oogst 1 en 2) te zien, dat in de behandeling 'nat' de afsterving van groen bladoppervlak heeft vertraagd. Vanaf 20 augustus (oogst 3) was er geen groen blad meer aanwezig (zie ook Tabel 3). De oorzaak hiervan was de extreem hoge temperatuur van eind augustus en begin september (zie Tabel 15 en 16).

In Tabel 5 is de gemeten lichtinterceptie van het gewas in de tijd weergegeven. Tot 7 augustus is het gemiddelde genomen van de twee behandelingen. Nadat er met bevloeien is begonnen, zijn de metingen van twee behandelingen afzonderlijk weergegeven. Het verschil is een gevolg van het feit dat er bij de behandeling 'nat' meer groen blad aanwezig was (zie Tabel 3).

3.2.3 Aantal planten en zijstengels per m²

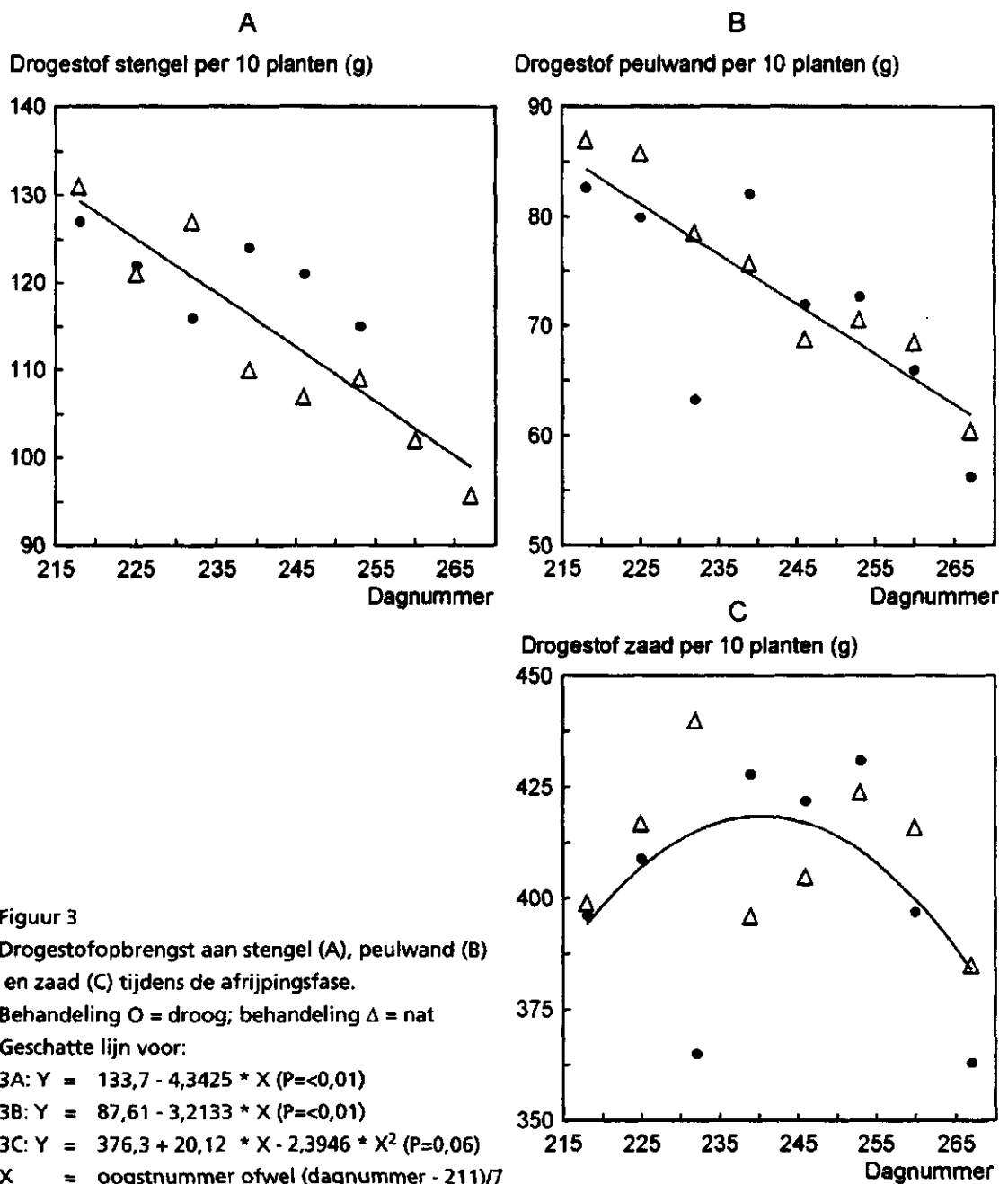
Het aantal planten en zijstengels per m² is per behandeling en oogst weergegeven in Tabel 6. Het gemiddeld aantal planten per m² van de oogsten en behandelingen is 18,9.

Er was geen significant effect van vochtbehandeling of oogsttijdstip. Dit is aannemelijk, omdat bij de aanvang van de behandelingen alle zijstengels al ontwikkeld waren.

3.2.4 Drogestofopbrengst en -verdeling op plantbasis

De totale drogestofopbrengst, drogestofopbrengst aan stengel + peulwand + zaad is per behandeling en oogsttijdstip in gram per tien planten weergegeven in Tabel 7.

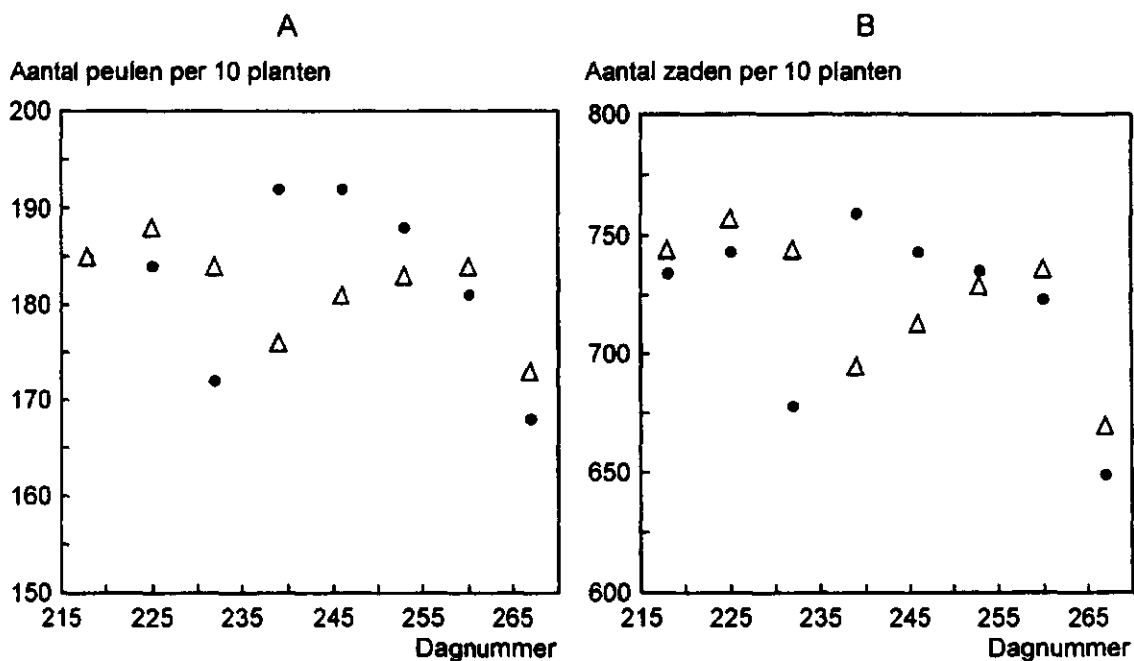
De drogestofopbrengsten aan stengel, peulwand en zaad afzonderlijk zijn weergegeven in Tabel 7 en in Figuren 3A, 3B en 3C. In de afrijpingsfase is er een significant negatief lineair verband tussen oogsttijdstip en drogestofopbrengst aan stengel (Fig. 3A) ($P < 0,01$) en peulwand (Fig. 3B) ($P < 0,01$). Tussen de behandelingen is zowel bij stengel als bij peulwand geen significant verschil ($P = 0,43$) en ($P = 0,39$). Een deel van de afname aan drogestof van stengel en peulwand zal zijn gelegen in redistributie naar het zaad. De zaadopbrengst was nietlineair gecorreleerd met het oogsttijdstip.



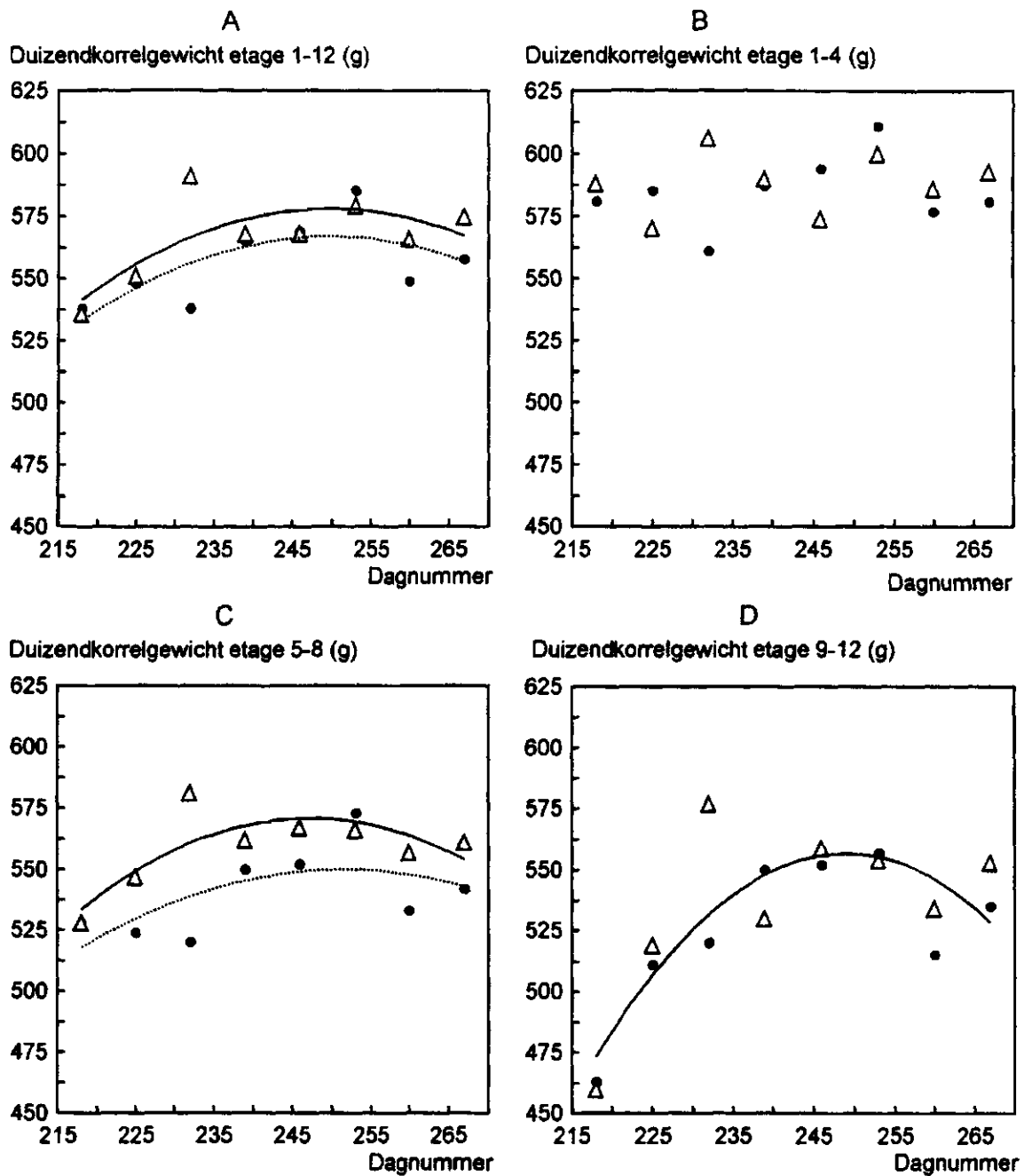
Dit bleek uit een curve-fitting door de reeksen waarnemingen, waarna de verschillen tussen de curves statistisch werden getoetst. De nietlineaire term in de curvefitting droeg significant bij aan het percentage verklaarde spreiding. Tot 27 augustus (oogst 4) was er een toename en daarna een afname van zaadopbrengst ($P=0,06$) (Fig. 3C). Deze gemiddelde afname, geschat vanaf het hoogste punt van de gefitte curve, bedraagt 0,17 g per plant per dag. Omgerekend komt dit neer op $3,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. De aanvankelijke toename wordt verklaard doordat er nog enige zaadgroei is, die gedeeltelijk is veroorzaakt door redistributie van drogestof vanuit stengel en peulwand. Verderop zal worden ingegaan op de verklaring van de afname aan zaadopbrengst na 27 augustus (oogst 4). Tussen de vochtbehandelingen was er geen significant verschil ($P \geq 0,56$). De vrij grote spreiding rond de gebogen lijn had zijn oorzaak in de onregelmatige afrijping binnen de subblok. Dit werd veroorzaakt door een combinatie van factoren: onregelmatige opkomst, pleksgewijs vochttekort in de bodem in samenhang met structuurverschillen binnen een subblok en pleksgewijze aantasting door gele roest.

3.3. Analyse van verliezen in relatie tot de opbrengstcomponenten

Het aantal peulen per tien planten in de behandelingen en oogsten is weergegeven in Tabel 6 en in Fig. 4A. Er was geen significant verschil tussen de vochtbehandelingen. Dit was ook te verwachten; de bevoeiing werd pas gestart na de kritieke fase van peulabortie.



Figuur 4 Aantal peulen (A) en aantal zaden (B) tijdens de afrijpingsfase. Behandeling O = droog; behandeling Δ = nat



Figuur 5 Het duizendkorrelgewicht aan de peuletages 1-12 (A), peuletages 1-4 (B), peuletages 5-8 (C) en aan peuletages 9-12 (D) tijdens de afrijpingsfase. Behandeling O = droog; behandeling Δ = nat.

Geschatte lijn voor:

$$5A (\Delta): Y = 523,6 + 19,65 * X - 1,7741 * X^2 \quad (P=<0,01)$$

$$5A (o): Y = 516,6 + 18,15 * X - 1,6375 * X^2 \quad (P=<0,01)$$

$$5C (\Delta): Y = 513,6 + 22,07 * X - 2,1286 * X^2 \quad (P=<0,01)$$

$$5C (o): Y = 503,2 + 16,09 * X - 1,3886 * X^2 \quad (P=<0,01)$$

$$5D: Y = 431,2 + 46,21 * X - 4,2549 * X^2 \quad (P=<0,01)$$

$$X = \text{oogstnummer ofwel } (\text{dagnummer} - 211)/7$$

Er was ook geen verschil tussen de oogsten. Dit betekent dat er geen significant verlies aan peulen optrad gedurende de afrijping.

Bij analyse zijn de 12 etages in drie groepen ingedeeld, n.l. etage 1 - 4, 5 - 8 en 9 - 12.

Bij deze drie groepen is geen significant verschil gevonden tussen de behandelingen en oogsten. De drie groepen van de peuletages zijn weergegeven in Tabel 6. Uitgesplitst over deze drie groepen trad er geen significant verlies aan peulen op gedurende de afrijping.

Het aantal zaden van tien planten per behandeling en per oogsttijdstip is weergegeven in Tabel 6 en in Fig. 4B. Er is geen significant verschil, tussen de behandelingen en oogsten. Het gemiddelde over de drie groepen etages is weergegeven in Tabel 6. Bij deze drie groepen etages was er geen verschil in aantal zaden tussen de behandelingen en oogsten dus trad tijdens de afrijping geen verlies aan zaden op.

Het aantal zaden per peul van tien planten en het gemiddelde over de drie groepen etages is per behandeling en per oogsttijdstip weergegeven in Tabel 6.

Het aantal zaden per peul veranderde niet tijdens de afrijping. Dit is niet meer statistisch getoetst omdat in het voorgaande al is vastgesteld dat zowel het aantal peulen per plant als het aantal zaden per plant niet daalde. De theoretische mogelijkheid van een significantie in de afgeleide waarde 'zaden per peul' werd daarom van weinig betekenis gevonden.

Het duizendkorrelgewicht per behandeling en oogst van de tien planten is weergegeven in Tabel 6 en Fig. 5A. Er was tussen de behandelingen een significant verschil ($P=0,02$). Er is een significante niet-lineaire (ofwel kwadratische) correlatie tussen duizendkorrelgewicht en oogsttijdstip ($P<0,01$).

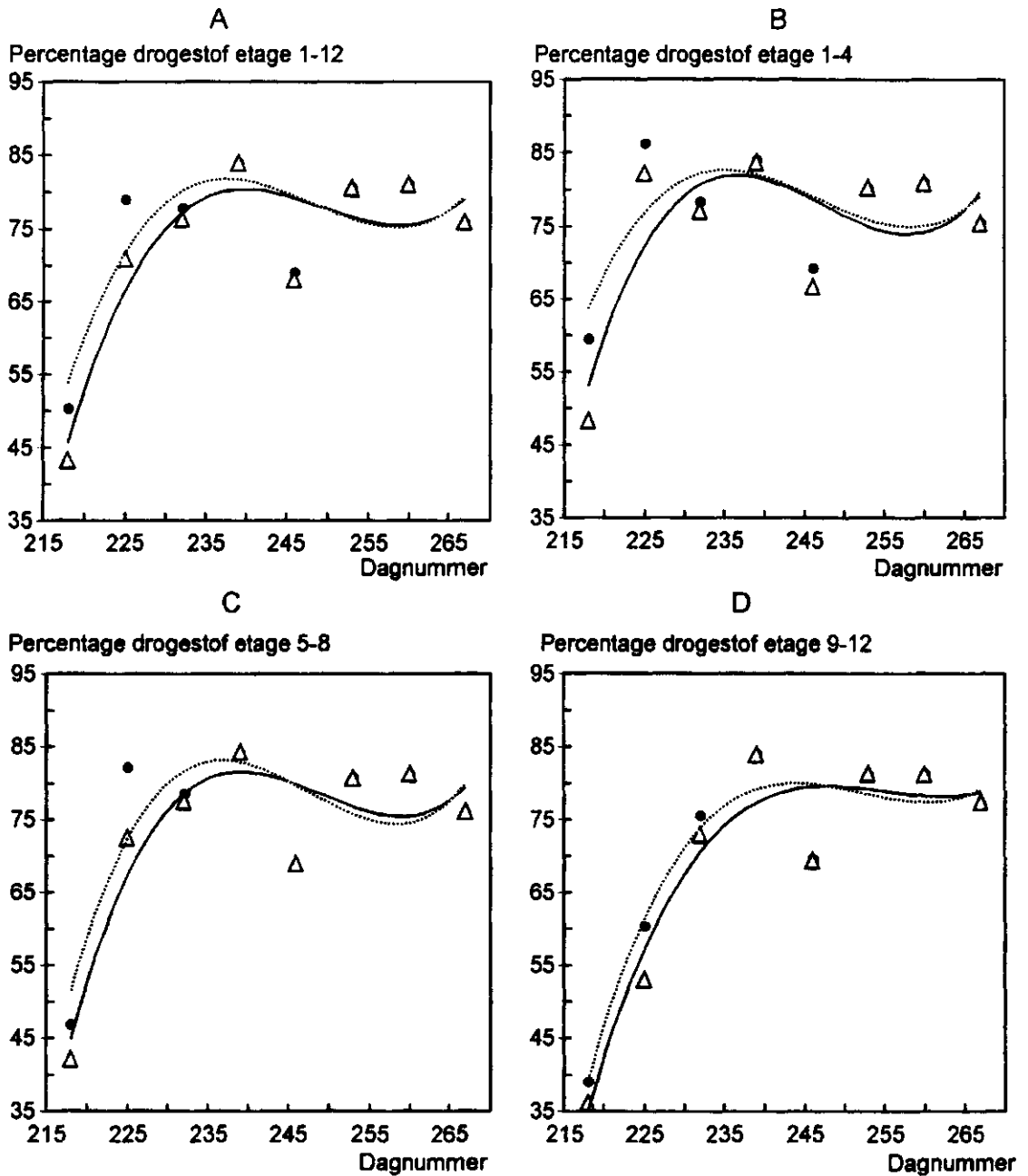
De kwadratische term gaf een significante verhoging van het percentage verklaarde spreiding. Na 3 september (oogst 5) trad er een daling van het duizendkorrelgewicht op. Deze daling, geschat vanaf het hoogste punt van de gefitte curve, bedraagt 0,8 mg per zaad per dag. Het gemiddelde over de drie groepen etages is weergegeven in Tabel 6 en in Figuren 5B, 5C en 5D. Tussen de behandelingen is er alleen bij etagegroep 5 - 8 een significant verschil ($P<0,01$). Bij etagegroep 5 - 8 (Fig. 5C) en 9 - 12 (Fig. 5D) is er een significante niet-lineaire (kwadratische) correlatie tussen duizendkorrelgewicht en oogsttijdstip ($P<0,01$). In deze etagegroepen trad na 6 september (oogst 5) een significante daling van het duizendkorrelgewicht op.

De sterkste daling werd gevonden in de etage-groep 9 - 12 (Fig. 5D); het verlies aan drogestof uit het zaad, geschat vanaf het hoogste punt van de gefitte curve, bedroeg 1,5 mg per zaad per dag.

3.5 Verloop drogestofgehalte

Het drogestofgehalte in het zaad en het gemiddelde over de drie groepen etages is per behandeling en oogst van de tien planten weergegeven in Tabel 6 en in Figuren 6A, 6B, 6C en 6D. Tussen de vochtbehandelingen was er bij de 4 groepen een significant verschil ($P<0,01$). In de Figuren 6A, 6B, 6C en 6D is te zien dat het percentage drogestof in behandeling 'nat' tot 3 september (oogst 5) lager is. Dit werd veroorzaakt door de betere vochtvoorziening waardoor de behandeling wat langer groen bleef. Door de waarnemingen werden curves gefit die vervolgens statistisch werden getoetst.

Bij de etage groepen 1 - 4, 5 - 8, 9 - 12 en 1 - 12 is er een significante niet-lineaire (derde macht) correlatie ($P<0,01$) tussen het oogsttijdstip en het percentage drogestof in het zaad. Hierbij trad zowel door de kwadratische als door de derde machtsterm een significante verbetering van het percentage verklaarde spreiding op. De curve-fitting met een derde machtsterm geeft een statistische onderbouwing van het verloop van het percentage drogestof in de tijd.



Figuur 6 Percentage drogestof van het zaad aan de peuletages 1-12 (A), peuletages 1-4 (B), peuletages 5-8 (C) en aan peuletages 9-12 (D) tijdens de afrijpingsfase.

Behandeling O = droog; behandeling Δ = nat

Geschatte lijn voor:

$$6A (\Delta): Y = 11,37 + 41,90 * X - 8,1410 * X^2 + 0,4952 * X^3 \quad (P=<0,01)$$

$$6A (o): Y = 23,05 + 38,01 * X - 7,7961 * X^2 + 0,4905 * X^3 \quad (P=<0,01)$$

$$6B (\Delta): Y = 19,57 + 41,68 * X - 8,8070 * X^2 + 0,5667 * X^3 \quad (P=<0,01)$$

$$6B (o): Y = 39,88 + 29,88 * X - 6,5486 * X^2 + 0,4282 * X^3 \quad (P=<0,01)$$

$$6C (\Delta): Y = 7,662 + 45,62 * X - 8,9927 * X^2 + 0,5515 * X^3 \quad (P=<0,01)$$

$$6C (o): Y = 15,22 + 45,02 * X - 9,4327 * X^2 + 0,6019 * X^3 \quad (P=<0,01)$$

$$6D (\Delta): Y = 2,492 + 38,61 * X - 6,3181 * X^2 + 0,3355 * X^3 \quad (P=<0,01)$$

$$6D (o): Y = 5,069 + 41,09 * X - 7,3018 * X^2 + 0,4153 * X^3 \quad (P=<0,01)$$

$$X = \text{oogstnummer ofwel } (\text{dagnummer} - 211)/7$$

Fysiologisch kan dit verloop verdedigd worden doordat de neerslag was geconcentreerd in 3 periodes, deze vielen samen met 20 augustus, 3 en 24 september (oogst 3, 5 en 8). Het is aanmerkelijk dat in deze 'vochtige' periodes het drogende zaad weer vocht kon opnemen.

Het drogestofgehalte in het zaad op 20 augustus (oogst 3) vertoont echter geen daling. Dit heeft als oorzaak, dat de neerslag viel in de vorm van een aantal buien met daarbij voldoende wind, temperatuur en straling voor een snelle droging. Het drogestofgehalte in het zaad gaf op 3 september (oogst 5) wel een sterke daling te zien. Het weer dat voorafging aan deze oogst was wisselvallig, met een aantal regendagen, weinig instraling en weinig wind.

Deze gegevens worden ondersteund door de referentieverdamping. Deze is voor de belangrijkste periode van de proef (6 augustus tot 24 september) weergegeven in Fig. 1B (voor de hele groeiseizoen, zie weergegeven in Tabel 10 t/m 16).

Tijdens de eerste natte periode, die voorafging aan 20 augustus (oogst 3) (Fig. 1A) was de verdamping nog hoog met $2,5 \text{ mm d}^{-1}$. Bij de tweede natte periode, die voorafging aan 3 september (oogst 5), was de verdamping slechts $0,7 \text{ mm d}^{-1}$. In de derde natte periode voor 24 september (oogst 8) was de verdamping $0,8 \text{ mm d}^{-1}$. Met name de lage verdamping in de laatste twee perioden (oogst 5 en 8) geven aanwijzingen dat in deze vochtige perioden het drogende zaad weer vocht kan opnemen en rechtvaardigen de 'golvende' curve-fitting (in Fig. 6A t/m 6D) voor het verloop van het drogestofgehalte.

Het vochtgehalte op 24 september (oogst 8) was lager dan bij de twee oogsten er voor. Gezien de weersomstandiging kan het vochtgehalte in het zaad tussen 17 en 24 september (oogst 7 en 8) nog lager zijn geweest dan bij de eindoogst op 24 september.

3.6. Ademhalingsmeting

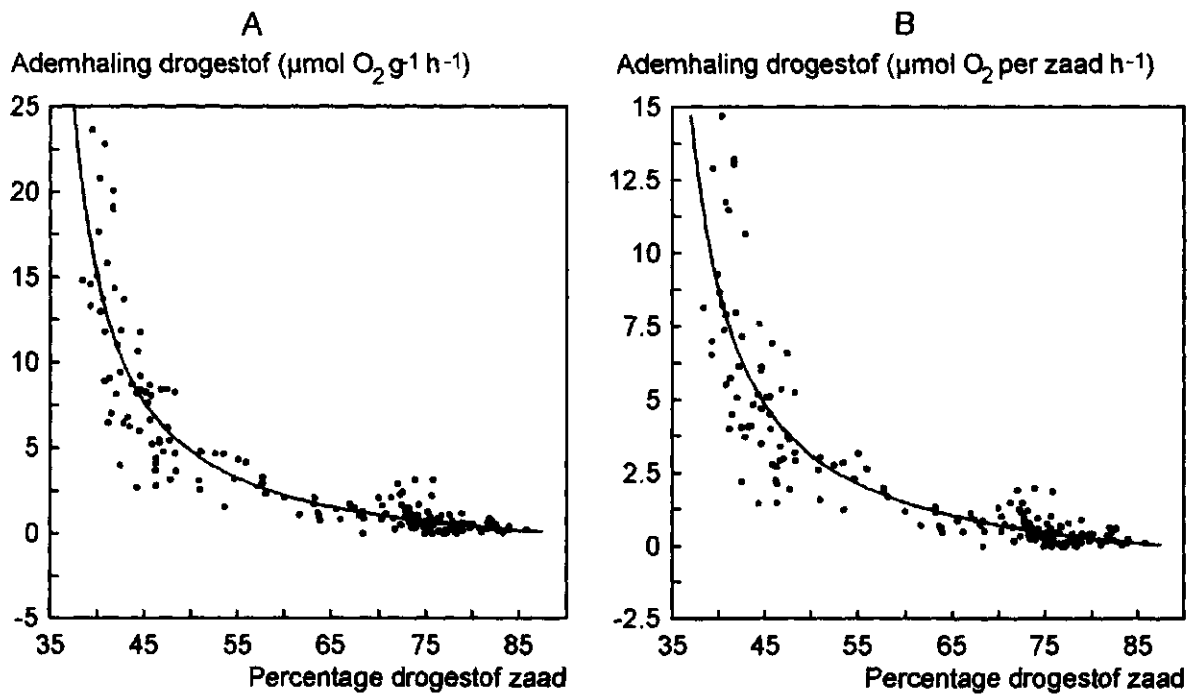
Een gedeelte van de 171 ademhalingsmetingen is weergegeven in Tabel 8. In Fig. 7A, waarin alle metingen zijn weergegeven, is de ademhaling per gram drogestof ($\mu\text{mol O}_2 \text{ h}^{-1}$) uitgezet tegen het percentage drogestofgehalte van de gemeten zaden.

Er blijkt een zeer duidelijk negatief exponentieel verband te zijn tussen het drogestofgehalte en de ademhalingsnelheid. De lijn verklaart 82 % van de spreiding ($r^2 = 0,82$). Bij een drogestofgehalte boven 75 procent is de lijn nagenoeg afgevlakt en vindt er geen ademhaling meer plaats.

Omdat in Fig. 7A zowel op de x-as (gram drogestof per gram vers) als op de y-as (micromol zuurstof per gram drogestof) een quotiënt is weergegeven met in beide gevallen de grootheid 'drogestof' bestaat het gevaar dat Fig. 7A een 'nonsens-correlatie' weergeeft (mond. med. M. van Oijen). Dit gevaar wordt ondervangen in Fig. 7B, waar de ademhaling per individueel zaad is uitgezet tegen het drogestofgehalte. Ook hier blijkt de negatief exponentiële correlatie tussen ademhaling en drogestofgehalte duidelijk aanwezig. De lijn verklaart hier 77 % van de spreiding ($r^2 = 0,77$).

Tabel 9 geeft de berekende gewichtsverliezen per individueel zaad, berekend met de relatie tussen drogestofgehalte en ademhalingsnelheid uit Fig. 7B. Hieruit blijkt dat bij een drogestofgehalte van 60 % een zaad (met een gewicht van 0,6 g) per dag 0,9 mg drogestof verademt. Bij 80 % drogestof is dit gewichtsverlies nog slechts 0,2 mg -d.

De vitaliteit van de verbinding tussen het zaad en de peulwand in de twee behandelingen en acht oogsten is gemiddeld voor de 3 etage-groepen weergegeven in Tabel 6. In deze drie groepen zijn de zaden los van de peulen vanaf 20 augustus (oogst 3). Op 6 en 13 augustus (oogst 1 en 2) laten de zaden in groep 1 - 4 het eerste los van de peulen en het laatste in de groep 9 - 12. Hieruit blijkt dat na 20 augustus (oogst 3) de zaden geen koolhydraten meer krijgen aangevoerd.



Figuur 7 De samenhang tussen het drogestofgehalte van het zaad en de ademhalingsnelheid per gram drogestof (A) en per zaadje (B).

Geschatte lijn voor:

$$7A: Y = -2,013 + -3,414 / (1 + -0,030005 * \%ds \text{ zaad})$$

$$7B: Y = -1,462 + -2,513 / (1 + -0,03139 * \%ds \text{ zaad})$$

4. Discussie

Gedurende de afrijpingsfase trad een verlies aan zaadopbrengst op. Berekend uit de waarnemingen op oppervlaktebasis (Fig. 2B) bedroeg dit zaad verlies $1,47 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

De gedetailleerde waarnemingen aan tien planten ondersteunen deze berekening. Op basis hiervan werd zelfs een verlies aan zaad van $3,5 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ berekend (Fig. 3C). Omdat er geen significante daling van aantal peulen (Fig. 4A) en aantal zaden (Fig. 4B) werd waargenomen kunnen deze verliezen niet worden verklaard uit zaadval of peulverlies. De enige oorzaak van gewichtsverlies ligt dus in daling van het duizendkorrelgewicht. Deze daling werd aangetoond in de Figuren 5A, 5C en 5D. Uit Fig. 5A volgt een gewichtsverlies van $0,8 \text{ mg}$ per zaad per dag. Met 1460 zaden per m^{-2} (geschat uit Fig. 4B) geeft dit een gewichtsverlies van $1,2 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Deze indirecte schatting is in overeenstemming met de direct gemeten verliezen op m^{-2} -basis in Fig. 2B. Daling van het duizendkorrelgewicht tijdens de afrijpingsfase van een gewas wordt niet altijd gevonden.

Nicolas et al. (1984) vonden in gedetailleerde waarnemingen aan tarwekorrels geen daling. Ook Tashira & Wardlaw (1989) vonden in tarwe en rijst geen daling van het duizendkorrelgewicht. Vernooij et al. (1986) daarentegen vonden in soja een kleine daling van $0,2$ - $0,3 \text{ mg}$ per zaad per dag. Guldan & Brun (1985) vonden in soja zelfs een daling van $0,5$ - 2 mg per zaad per dag. Ademhaling in het zaad is het enige proces dat dit gewichtsverlies kan verklaren. De ademhaling in afrijpende zaden was duidelijk meetbaar (Figuren 7A en 7B) en daalde exponentieel bij een toenemend drogestofgehalte van het zaad.

Rond 13 augustus (oogst 2) werd de verbinding tussen peulwand en zaad verbroken. Daardoor werd de import van koolhydraten naar de zaden onmogelijk (Tabel 6).

Het ademhalingsproces kan in deze fase uitsluitend gebruik maken van de reeds in het zaad aanwezige koolhydraten, hetgeen leidt tot gewichtsverlies van het zaad. Een belangrijke vraag is of de waargenomen ademhalingsnelheid het waargenomen opbrengstverlies kwantitatief kan verklaren. Uit de relatie tussen drogestofgehalte en ademhaling (Figuren 7A en 7B) en het daaruit berekende gewichtsverlies aan koolhydraten per gram drogestof (Tabel 9) volgt dat 7000 kg zaad per ha met een drogestofgehalte van 60% een gewicht aan koolhydraten verademt van $1,14 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Voor een individueel zaad van $0,6 \text{ g}$ geeft Tabel 9 bij 60% een gewichtsverlies van 1 mg per dag. Deze waarden stemmen in hoge mate overeen met de rechtstreeks gemeten verliezen per m^{-2} ($1,46 \text{ g d}^{-1}$; zie Fig. 2B) en per individueel zaad ($0,8 \text{ mg d}^{-1}$; Fig. 5A). Bij dit drogestofgehalte wordt het dagelijkse gewichtsverlies vrijwel volledig verklaard van uit de gemeten ademhalingsnelheid. Ook De Visser et al. (1990)

Tabel 9. De ademhalingsverliezen in mol O_2 per uur, drogestof per zaadje per uur per dag bij 6 drogestofgehalten van het zaad

% drogestof zaad	$\mu \text{ mol O}_2 \cdot \text{g ds}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{mg ds verademd} \cdot \text{g ds}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	$\mu \text{ g ds-zaad}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{mg ds zaad}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
40	15,0400	10,828	270,72	6,497
50	4,8116	3,465	86,61	2,079
60	2,2529	1,622	40,55	0,973
70	1,0896	0,785	19,61	0,471
80	0,4249	0,307	7,65	0,184
90	-0,0053	-0,003	-0,10	-0,002

vonden in afrijpende veldbonezaden een opvallend hoge ademhaling; bij een drogestofgehalte van 55 % vonden zij nog een zuurstofopname door het zaad van $6 \mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$ (op versgewichtbasis). Echter, in onze proef steeg het drogestofgehalte in het zaad gedurende de afrijping zeer snel (Figuren 6A t/m 6D). Vanaf half augustus schommelde het drogestofgehalte daardoor rond de 75 %. Als de bovengenoemde berekeningen worden uitgevoerd met dit percentage volgt een gemiddeld gewichtsverlies van $0,4 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ of 3,3 mg per zaad/d. Op basis van deze ruwe schatting verklaart de gemeten ademhalingsnelheid nog altijd 35 % van het gemeten gewichtsverlies.

De snelle afrijping is voor veldbonen uitzonderlijk en werd veroorzaakt door het zeer warme en droge weer in deze periode van 1990: 14,3 mm neerslag tussen 10 juli en 15 augustus met 16 dagen boven 25°C waarvan 3 dagen boven 30°C . Ook bij de behandeling 'nat' begon het blad al vroeg te verbruinen. De afrijping begon in beide behandelingen te vroeg en was binnen de proef ook onregelmatig.

Hierdoor was de spreiding van de proefuitkomsten tussen de herhalingen aan de hoge kant. Het gevolg hiervan was dat het verband tussen oogsttijdstip (of behandeling) en gewichtsverliezen moeilijker statistisch aantoonbaar werd. De normale afrijpingsperiode voor veldbonen is begin september. Dit maakt aannemelijk dat in minder drogende jaren de verliezen door ademhaling nog belangrijker kunnen zijn dan de hierboven geschatte 35 %. Het is in dit verband opvallend dat de eerder genoemde proeven waarin geen of vrijwel geen daling van duizendkorrelgewicht werd waargenomen (Nicolas et al., 1984; Tashira & Wardlaw, 1989; Vernooij et al., 1989) plaatsvonden in kassen of in klimaatkamers, terwijl een duidelijke daling door Guldan & Brun (1985) in veldproeven werd waargenomen.

Wellicht geldt ook dat de zaden van veldbonen binnen de peulwand relatief goed beschermd zijn en daardoor minder gemakkelijk vocht opnemen tijdens kortstondige natte perioden tijdens de afrijping. Deze situatie deed zich voor op 20 augustus (oogst 3). Alleen in periodes van meerdere dagen nat regenachtig weer daalde het percentage drogestof in het zaad sterk, zoals op 3 en 24 september (oogst 5 en 8). (Fig. 6A t/m 6D). Het verdient aanbeveling om de proef te herhalen met een gewas met onbeschermd zaden, liefst in een minder droog jaar met langzamer en regelmatiger afrijping. In het jaar 1993 bleek bijvoorbeeld dat het drogestofgehalte van zaden van zomergerst, na een regenachtige dag, daalde van 81 % tot 62 % (H.G. Smid, niet gepubliceerd). Wellicht is een graangewas, waarvan het vochtgehalte van de zaden snel reageert op neerslag, daarom een goed object voor voortzetting van het onderzoek.

5. Conclusies

De hypothese dat drogestof aan zaad verloren gaat door ademhalingsverliezen wordt door de proefresultaten aannemelijk gemaakt.

- Er is tijdens de afrijping een significante afname van drogestofopbrengst aan zaad, zowel gemeten in kilogrammen per ha als bepaald aan 10 individuele planten.
- Bij de oogsten is geen significant verschil gevonden in het aantal peulen en zaden. Dit geeft aan dat de afname van drogestof veroorzaakt wordt door daling van het duizendkorrelgewicht.
- De waargenomen afname van het duizendkorrelgewicht stemt kwantitatief overeen met het gemeten opbrengstverlies.
- De ademhalingsnelheid in het zaad daalt exponentieel met toenemend drogestofgehalte. Bij 60 % drogestof bedraagt het gewichtsverlies per zaad nog 1 mg d⁻¹ en bij meer dan 85 % drogestof is het gewichtsverlies vrijwel 0.
- Op basis van het verloop van het drogestofgehalte in het veld verklaren verliezen door ademhaling 35 % van de gemeten gewichtsverliezen per m⁻² en per zaad.
- Het verdient aanbeveling het onderzoek te herhalen met een graangewas in een seizoen met normale afrijpingsnelheid.

Literatuur

- Grashoff, C., 1990.
Effect of pattern of water supply on *Vicia faba* L. 1. Dry matter partitioning and yield variability. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 38: 21-44.
- Grashoff, C., 1992.
Variability in yield of faba beans (*Vicia faba* L.) Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen. LUW, Wageningen, 128 pp.
- Groot, J.J.R., 1987.
Simulation of nitrogen balance in a system of winter wheat and soil. Simulation report CABO-TT nr 13.
- Guldan, S.J. & W.A. Brun, 1985.
Relationship of cotyledon cell number and seed respiration to soybean seed growth. *Crop Science* 25: 815-819.
- Heemst, H.D.J. van & H.G. Smid, 1988.
Fysiologisch onderzoek aan erwten (*Pisum sativum* L.). Verslag van proef CABO-909. CABO-verslag 106. CABO-DLO, Wageningen, 51 pp.
- Heemst, H.D.J. van & H.G. Smid, 1989.
Fysiologisch onderzoek aan een halfbladloos erwten type *Pisum sativum* L., cv. Solara. CABO-verslag 109. CABO-DLO, Wageningen, 33 pp.
- Marinissen, M.J. & C. Grashoff, 1993.
Effect of nitrogen and shading on growth, kernel filling, size distribution and protein and carbohydrate content in malting barley (*Hordeum vulgare* L.). CABO-DLO verslag (in druk).
- Nicolas, M.E., R.M. Gleadow & M.J. Dalling, 1984.
Effects of drought and high temperature on grain growth in wheat. *Australian Journal of Plant Physiology* 11: 553-566.
- PAGV, 1978. Teelt van raaigrassen. PAGV-teelthandleidingen. PAGV, Lelystad, 30 pp.
- Tashiro, T. & I.F. Wardlaw, 1989. A comparison of the effect of high temperature on grain development in wheat and rice. *Annals of botany* 64: 59-65.
- Vernooy, C.D., J.H. Thorne, W. Inn & R.M. Rainbird, 1986.
Cessation of assimilate uptake in maturing soybean seeds. *Plant physiology* 82: 222-225.
- Visser, R. de, H.M. Dekhuijzen & D.R. Verkerke, 1990.
Control of seed respiration and growth in *Vicia faba* by oxygen and temperature: no evidence for an oxygen diffusion barrier. *Plant Physiology* 93: 668-672.

Tabellen

Tabel 1. Gewichtsprocenten vocht in de grond, volumepercenten vocht en de bijbehorende pF waarden in de zone 0-20 cm als in de zone 20-40 cm in de loop van het groeiseizoen bij twee vochtvoorzieningen (droog = natuurlijke regenval, nat = ruime vochtvoorziening)

Datum	zone 0 - 20						zone 20 - 40					
	gewichts %		vol. %		pF		gewichts %		vol. %		pF	
	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat
08-5	22,6		34,3		3,2		24,4		38,0		2,2	
14-5	24,4		37,1		2,9		26,5		41,3		1,7	
23-5	21,8		33,1		3,2		19,7		30,7		3,8	
28-5	20,6		31,3		3,7		20,0		31,2		3,8	
06-6	20,3		30,8		3,7		20,8		32,4		3,5	
11-6	20,1		30,5		3,8		19,9		31,0		3,8	
25-6	19,3		29,3		3,8		19,0		29,6		3,7	
02-7	23,8		36,2		2,9		25,9		40,4		1,8	
09-7	22,5		34,2		3,2		22,6		35,2		3,0	
17-7	18,0		27,3		4,3		18,5		28,8		3,9	
24-7	15,8		24,0		4,5		16,4		25,6		4,4	
31-7	15,8	21,3	24,0	32,4	4,5	3,6	17,2	21,3	26,8	33,2	4,3	3,4
07-8	16,8	22,8	25,5	34,6	4,3	3,0	14,8	23,9	23,1	37,3	4,7	2,6
14-8	16,1	22,2	24,5	33,7	4,4	3,1	13,5	22,6	21,0	35,2	4,9	2,9
21-8	21,5	23,6	32,7	35,8	3,3	2,9	20,8	23,9	32,4	37,3	3,5	2,6

*) gemiddelde volumegewicht 0-20 cm: 1,519
20-40 cm: 1,559

Tabel 2. Dichtheid droge grond (g cm^{-3}) en het volumepercentage vocht, in drievoud zowel in de zone 0-20 cm als in 20-40 cm, in vier herhalingen op het eind van het groeiseizoen.

herhaling	zone 0 - 20					vol. % vocht	zone 20 - 40				
	dichtheid				gem.		dichtheid				gem.
	1	2	3	gem.			1	2	3	gem.	
1	1,504	1,568	1,524	1,532		37,8	1,566	1,552	1,554	1,557	38,7
2	1,536	1,465	1,608	1,536		35,7	1,555	1,545	1,566	1,555	38,7
3	1,579	1,531	1,581	1,564		35,6	1,578	1,556	1,565	1,566	37,3
4	1,458	1,396	1,489	1,448		35,1	1,568	1,563	1,548	1,560	38,3

Gemiddelde dichtheid 0-20 cm: 1,519 en 20-40 cm: 1,559 (g cm^{-3})

Tabel 3 Drogestofopbrengst per plantonderdeel (g/m²) en het drogestofgehalte van het gewas bij acht oogstdatums en twee vochtvoorzieningen (droog = natuurlijke regenval, nat = ruime vochtvoorziening)

Plantdeel	oogstdatum (oogst 1 t/m 8)															
	6/8		13/8		20/8		27/8		3/9		10/9		17/9		24/9	
	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat
Stengel (1)	226	233	231	211	208	217	194	206	189	185	174	179	173	164	176	160
Peulwand (2)	146	155	151	148	114	134	128	141	112	118	110	116	111	111	104	100
Zaad (3)	701	713	770	725	658	751	667	735	656	696	654	695	670	672	670	639
1 + 2 + 3	1073	1102	1152	1084	980	1102	989	1082	957	999	938	990	954	947	950	899
Groen blad	58,5	80,7	2,9	11,7												
Geel blad	43,1	42,6	41,1	50,1	19,8	20,2	16,8	25,8	15,8	20,5	15,2	17,8	17,0	13,5	11,5	6,5
Totaal	1174	1224	1196	1146	1000	1122	1006	1108	973	102	953	1008	971	960	962	906
% drogestof	32,2	25,0	53,1	44,1	55,1	49,3	66,6	65,9	55,3	55,5	74,8	76,5	76,6	76,3	72,7	72,2

Tabel 7. Drogestofopbrengst per plantonderdeel (g per 10 planten) bij acht oogstdatums en twee vochtvoorzieningen
(droog = natuurlijke regenval, nat = ruime vochtvoorziening)

Plantdeel	oogstdatum (oogst 1 t/m 8)															
	6/8		13/8		20/8		27/8		3/9		10/9		17/9		24/9	
	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat
Stengel	127	131	122	121	116	127	124	110	121	107	115	109	102	102	95,3	95,7
Peulwand	82,7	87,0	80,0	85,8	63,3	78,6	82,1	75,7	72,0	68,8	72,7	70,6	66,0	68,5	56,3	60,4
Zaad	396	399	409	417	365	440	428	396	422	405	431	424	397	416	363	385
1 + 2 + 3	606	617	611	624	544	646	634	581	615	582	619	604	565	586	515	541
Groen blad	32,4	45,1	1,6	6,6												
Geel blad	24,4	24,0	21,3	29,6	11,0	11,8	10,9	13,7	10,2	12,0	10,2	10,5	10,1	8,5	6,2	3,9
Totaal	663	686	634	660	555	657	645	595	625	59	629	614	575	595	521	545

Tabel 8. Meetgegevens voor het berekenen van ademhalingsverliezen

Kolomnummer	1 = beginpunt helling recorderlijn *)	schaaldeel	a
"	2 = eindpunt " " "	schaaldeel/uur	b
"	3 = schaalcorrectie	schaaldeel	c
"	4 = volume meetcup (1 * 0,001)	1	d
"	5 = " zaad (L * 0,001)	L	-
"	6 = versgewicht zaad (g)	g	w
"	7 = drooggewicht " "	g	
"	8 = etage zaad (1= onder 15= boven)		
"	9 = percentage drogestof zaad		
"	10 = respiratiesnelheid	($\mu\text{mol O}_2 \text{ g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	RO ₂
"	11 = respiratiesnelheid	($\mu\text{mol O}_2 \text{ per zaad h}^{-1}$)	RO ₂

*) dimensie met symbool (in de formule)

datum	kolomnummer										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15-8	82,0	31,5	90,0	12,5	4,4	4,74	1,98	13	41,67	20,09	13,23
15-8	97,5	72,0	90,0	12,5	3,8	4,25	1,81	14	42,54	11,90	7,17
15-8	92,0	75,8	90,0	12,5	3,5	3,75	1,67	12	44,61	8,45	4,71
15-8	98,5	80,0	90,0	12,5	3,7	3,95	1,90	11	48,23	8,29	5,26
15-8	91,0	86,4	90,0	10,0	2,0	2,80	1,68	10	59,96	2,13	1,19
15-8	92,0	79,5	90,0	10,0	3,1	3,42	1,80	9	52,54	4,66	2,79
05-8	90,5	87,0	90,0	10,0	2,3	2,84	1,86	8	65,53	1,40	0,87
15-8	90,5	79,5	90,0	10,0	3,5	3,94	2,15	7	54,59	3,22	2,31
15-8	92,5	87,0	90,0	10,0	2,5	3,00	1,90	6	63,20	2,11	1,33
15-8	90,6	88,8	90,0	10,0	1,8	2,18	1,66	5	76,24	0,86	0,48
15-8	91,0	86,3	90,0	8,2	2,2	2,67	1,80	4	67,42	1,52	0,91
15-8	91,0	89,3	90,0	8,2	1,5	2,13	1,74	3	81,64	0,63	0,37
15-8	91,7	89,7	90,0	8,2	2,0	2,59	2,06	2	79,61	0,58	0,40
15-8	91,3	88,0	90,0	8,2	2,1	2,63	2,15	1	81,86	0,91	0,65
15-8	93,8	86,0	90,0	10,0	3,2	3,76	2,18	9	58,06	2,36	1,71
15-8	91,3	86,5	90,0	10,0	2,6	3,14	1,98	8	63,15	1,74	1,15
15-8	92,0	84,4	90,0	10,0	2,4	2,93	1,69	7	57,68	3,32	1,87
15-8	90,0	67,4	90,0	12,5	4,1	4,47	2,00	10	44,63	9,23	6,14
15-8	94,0	77,3	90,0	12,5	3,5	3,82	1,67	11	43,72	8,73	4,86
15-8	89,7	62,0	90,0	12,5	3,6	3,99	1,67	12	41,83	14,33	7,97
16-8	90,5	40,0	90,0	12,5	4,5	4,96	2,07	14	41,65	18,97	13,06
16-8	100,0	49,0	90,0	12,5	4,5	4,96	2,07	14	41,65	19,16	13,19
16-8	88,3	48,7	90,3	12,5	3,3	3,79	1,54	13	40,74	22,81	11,74
16-8	98,0	67,4	89,0	12,5	4,9	4,83	2,14	13	44,37	10,64	7,60
16-8	92,0	81,2	90,0	12,5	3,4	3,96	2,18	13	55,05	4,37	3,18
16-8	90,0	31,0	90,0	12,5	4,8	5,26	2,12	12	40,27	20,81	14,69
16-8	79,0	35,0	90,0	12,5	5,0	5,46	2,34	12	42,82	13,69	10,67
16-8	98,5	73,0	90,0	12,5	4,5	4,94	2,34	12	47,39	8,45	6,60
16-8	92,0	45,3	90,0	12,5	4,9	5,31	2,18	11	41,04	15,80	11,48
16-8	97,5	77,0	90,5	12,5	4,1	9,44	1,87	11	19,77	8,90	5,54
16-8	96,4	65,6	90,6	12,5	4,5	4,93	2,01	10	40,79	11,81	7,91
16-8	90,0	90,0	90,0	12,5	2,8	3,34	2,28	10	68,32	0,00	0,00
16-8	86,0	56,0	90,5	12,5	3,5	3,68	1,48	9	40,11	17,65	8,68
16-8	94,5	65,5	90,0	12,5	5,1	5,61	2,57	9	45,74	8,11	6,94
16-8	91,0	45,0	90,0	12,5	3,8	4,17	1,64	4	39,38	23,64	12,94

Tabel 9. zie bladzijde 19.

Tabel 10. Weergegevens Wageningen, maart 1990

Datum	luchttemperatuur op 150 cm (°C)			stralingsom (J cm ⁻²)	dampdruk (kPa)	wind op 10 m (m s)	verdamping (mm)	neerslag "De Bouwing" (mm)
	min.	max.	gem.					
1	0,4	6,8	3,4	843	0,63	6,1	1,2	17,5
2	0,3	6,0	2,4	958	0,64	3,9	0,8	3,0
3	1,3	8,7	4,9	775	0,76	3,8	0,4	2,5
4	4,5	8,3	6,8	309	0,88	5,7	0,7	--
5	6,8	9,2	7,7	453	0,90	7,6	1,1	--
6	7,6	9,7	8,6	402	1,00	7,2	0,7	--
7	8,5	11,9	9,8	362	1,13	5,0	0,7	0,5
8	5,7	11,6	8,4	614	0,95	3,2	0,6	--
9	5,4	9,2	7,3	428	0,75	6,2	0,6	--
10	5,7	12,1	9,4	258	1,08	5,6	0,4	1,8
11	7,7	14,9	10,5	960	1,09	5,4	1,2	1,7
12	0,6	11,7	6,3	1080	0,80	1,9	1,0	--
13	-2,5	12,1	6,2	1079	0,75	2,2	1,5	--
14	5,1	15,4	8,9	1251	0,92	2,6	1,4	0,5
15	2,2	13,8	7,7	1439	0,80	1,7	1,2	--
16	2,2	16,7	9,2	1426	0,83	1,4	1,2	--
17	5,3	20,0	12,0	1417	0,92	1,9	1,2	--
18	4,6	20,6	12,9	1496	0,85	2,2	1,5	--
19	8,6	14,9	12,8	484	1,04	3,7	0,7	--
20	6,2	14,1	10,7	1386	1,04	2,2	1,9	3,0
21	10,6	14,2	12,5	406	1,18	5,3	1,0	0,7
22	4,0	12,2	9,7	710	0,97	3,9	1,1	--
23	3,8	12,4	8,7	1261	0,83	5,0	1,7	--
24	3,2	11,1	7,9	333	0,88	5,3	0,5	--
25	2,0	8,7	4,8	982	0,72	3,9	1,1	4,5
26	1,6	10,1	5,9	819	0,78	3,2	0,7	5,3
27	-0,8	9,8	4,9	915	0,69	1,9	0,1	1,3
28	-2,6	10,1	5,0	1218	0,61	2,5	1,4	0,2
29	0,6	11,4	5,5	1722	0,70	1,9	1,8	--
30	1,3	14,1	7,8	1429	0,83	1,1	1,8	--
31	0,1	16,7	9,9	1840	0,92	2,5	2,3	--

Tabel 11. Weergegevens Wageningen, april 1990

Datum	luchttemperatuur op 150 cm (°C)			stralingsom (J cm ⁻²)	dampdruk (kPa)	wind op 10 m (m s)	verdamping (mm)	neerslag "De Bouwing" (mm)
	min,	max,	gem,					
1	7,5	19,3	13,2	1733	0,04	2,3	2,0	--
2	7,6	19,3	12,9	1697	0,97	3,9	2,8	--
3	1,1	11,3	6,4	1222	0,73	4,9	2,1	2,3
4	-1,3	7,6	2,7	1138	0,58	1,8	0,8	1,5
5	-3,9	9,5	2,7	1967	0,53	1,2	1,7	1,2
6	-5,4	11,2	5,0	1936	0,45	3,1	2,2	--
7	1,9	12,7	7,2	1894	0,56	4,0	2,3	--
8	2,1	11,1	6,4	2151	0,49	4,2	2,8	--
9	-2,3	10,6	4,0	2163	0,46	2,7	2,3	--
10	-4,7	12,3	5,7	1311	0,75	3,6	1,8	--
11	4,1	12,4	8,2	1572	0,80	3,2	2,4	3,5
12	5,2	11,6	8,4	325	1,02	2,1	0,4	--
13	5,6	14,9	10,6	1052	0,93	3,1	1,7	--
14	6,2	11,8	8,4	1502	0,79	4,1	2,5	2,5
15	4,0	10,1	6,6	1325	0,81	4,9	2,3	15,0
16	3,9	10,6	6,6	1484	0,77	3,7	2,1	6,0
17	1,9	10,2	5,8	1493	0,69	3,1	2,0	2,0
18	0,9	9,0	4,9	1101	0,72	2,6	1,1	2,5
19	1,2	10,5	5,6	1228	0,75	3,2	1,5	--
20	1,3	12,3	8,5	727	1,00	3,4	0,6	--
21	6,2	18,5	13,3	1896	1,10	3,3	2,9	2,0
22	9,7	19,4	14,4	1824	1,11	3,9	3,0	--
23	6,6	18,0	12,6	1761	1,13	3,6	2,7	0,5
24	5,2	17,5	11,4	1690	1,01	2,4	2,4	--
25	4,2	17,8	10,4	1443	0,95	2,0	1,9	--
26	0,7	17,2	10,9	1640	0,98	3,3	2,8	--
27	2,5	10,9	7,9	1240	0,83	3,3	2,0	5,0
28	1,1	12,9	7,8	2074	0,77	1,5	3,0	--
29	7,3	18,7	12,3	1747	1,12	1,5	3,1	--
30	3,9	22,4	14,6	2253	1,30	1,6	3,8	--

Tabel 12. Weergegevens Wageningen, mei 1990

Datum	luchttemperatuur op 150 cm (°C)			stralingsom (J cm ⁻²)	dampdruk (kPa)	wind op 10 m (m s)	verdamping (mm)	neerslag "De Bouwing" (mm)
	min,	max,	gem,					
1	0,4	6,8	3,4	843	0,63	6,1	1,2	17,5
1	7,7	24,0	16,8	2553	1,17	2,7	4,1	--
2	7,6	26,4	19,8	2406	1,29	3,3	4,3	--
3	13,3	24,9	19,7	2605	1,09	3,6	4,5	--
4	8,9	25,1	19,7	2551	1,10	3,0	4,4	--
5	8,8	26,5	18,9	2486	1,14	1,4	4,2	--
6	7,5	27,7	19,7	2251	1,13	1,5	3,9	--
7	7,2	22,0	15,8	2205	1,32	2,3	3,7	--
8	3,8	23,2	14,8	2181	1,16	1,5	3,6	--
9	8,0	20,5	14,3	1341	1,32	1,6	2,1	14,0
10	7,6	15,8	12,2	1162	1,10	1,8	1,6	1,0
11	7,6	13,9	10,2	1218	1,02	2,7	1,9	1,5
12	9,1	12,2	10,1	691	1,11	2,9	1,3	11,0
13	9,6	13,9	11,5	767	1,16	2,8	1,2	10,5
14	5,0	15,1	10,9	1076	1,01	2,6	1,8	1,5
15	4,4	19,7	13,7	1700	1,12	1,7	3,0	--
16	9,0	18,8	14,4	1771	1,24	2,9	3,2	3,0
17	6,1	18,5	12,5	1508	1,11	2,1	2,2	--
18	3,9	14,2	10,1	1200	0,84	1,4	1,8	--
19	5,1	18,2	12,7	2292	0,89	2,4	4,0	--
20	7,3	22,6	16,3	2612	0,94	2,3	4,4	--
21	6,8	21,7	15,3	2392	0,98	2,5	4,0	--
22	6,9	20,0	13,3	2802	0,97	2,4	4,5	--
23	3,4	19,1	12,8	2888	0,91	1,8	4,5	--
24	4,3	18,4	12,0	2039	0,93	1,8	3,0	--
25	3,1	15,1	10,2	1948	0,82	2,1	3,2	--
26	2,2	15,7	9,6	2028	0,74	1,5	3,3	--
27	0,6	17,7	10,6	2788	0,81	1,6	4,1	--
28	3,0	15,4	10,1	1923	0,80	1,8	3,5	--
29	1,0	19,2	11,2	2889	0,74	1,1	4,2	--
30	3,6	21,7	14,2	2481	0,85	1,2	3,9	--
31	6,1	22,5	15,5	2364	1,14	1,4	4,1	--

Tabel 13. Weergegevens Wageningen, juni 1990

Datum	luchttemperatuur op 150 cm (°C)			stralingssom (J cm ⁻²)	dampdruk (kPa)	wind op 10 m (m s)	verdamping (mm)	neerslag "De Bouwing" (mm)
	min,	max,	gem,					
1	8,4	25,2	19,0	2179	1,19	1,6	3,9	--
2	11,0	17,8	14,5	1754	1,27	4,4	3,9	7,0
3	11,0	17,2	13,3	671	1,33	3,2	1,2	8,7
4	9,4	15,3	12,0	1323	1,14	5,1	2,9	7,0
5	9,3	19,2	14,1	2261	1,11	1,6	3,9	0,8
6	11,1	17,9	14,0	1254	1,30	2,7	2,5	5,6
7	10,7	17,1	13,2	922	1,29	1,9	1,6	0,8
8	9,1	15,8	12,0	923	1,21	1,6	1,4	4,6
9	9,0	15,2	12,0	954	1,18	1,3	1,5	--
10	9,2	16,7	12,9	902	1,28	2,5	1,8	--
11	11,1	14,7	12,6	758	1,20	1,5	1,4	--
12	10,6	14,3	12,3	869	1,21	1,4	1,6	--
13	10,4	15,4	12,7	1168	1,19	1,6	2,1	--
14	7,6	15,2	12,2	1372	1,11	1,3	2,3	--
15	6,4	16,1	12,7	1561	1,08	1,1	2,7	--
16	8,1	18,9	13,7	2274	1,10	1,3	3,7	--
17	4,3	22,3	15,3	2537	1,18	1,1	4,0	--
18	9,4	22,7	17,1	1917	1,35	1,4	3,6	--
19	14,8	21,2	17,5	1192	1,61	2,8	2,4	--
20	13,1	20,2	16,0	1090	1,52	1,5	1,7	0,5
21	10,1	18,9	14,9	1738	1,17	4,3	3,6	14,0
22	11,5	16,5	13,4	1114	1,26	4,6	2,2	1,5
23	10,6	19,3	14,4	1716	1,30	3,7	3,9	6,0
24	9,8	21,0	16,2	2095	1,31	2,2	4,1	2,5
25	12,6	20,1	17,4	685	1,66	3,1	1,6	--
26	10,9	26,1	19,9	2250	1,68	1,4	4,3	--
27	16,6	25,4	19,6	1429	2,13	1,6	2,6	28,0
28	12,5	19,7	16,5	2119	1,25	3,4	4,0	17,5
29	12,3	23,3	18,7	1769	1,65	1,9	3,2	--
30	15,0	23,6	18,6	1617	1,90	2,6	3,0	--

Tabel 14. Weergegevens Wageningen, juli 1990

Datum	luchttemperatuur op 150 cm (°C)			stralingsom (J cm ⁻²)	dampdruk (kPa)	wind op 10 m (m s)	verdamping (mm)	neerslag "De Bouwing" (mm)
	min,	max,	gem,					
1	12,7	17,7	14,6	1199	1,45	7,3	2,5	16,0
2	8,7	17,3	13,4	1649	1,20	4,9	3,2	14,5
3	6,3	17,5	12,8	2091	1,05	1,7	3,3	--
4	6,9	18,7	14,3	1726	1,11	4,8	3,4	--
5	11,6	17,5	14,3	938	1,16	6,7	2,1	--
6	10,1	15,8	13,0	1166	1,34	5,8	2,3	5,0
7	11,7	16,3	13,8	563	1,47	4,1	1,0	3,0
8	15,5	19,9	17,0	547	1,72	6,1	0,9	2,7
9	11,4	17,3	15,0	1243	1,33	6,6	2,5	--
10	9,2	17,4	13,5	1510	1,31	4,5	2,9	3,8
11	9,0	21,5	16,3	2719	1,34	3,7	5,1	--
12	10,5	24,4	17,8	2300	1,48	2,0	4,3	--
13	10,1	21,6	15,9	2829	0,98	2,9	4,9	--
14	6,1	21,7	15,3	2936	1,12	2,8	4,8	--
15	9,0	26,1	18,5	2832	1,32	1,7	4,8	--
16	12,6	25,7	19,3	1929	1,57	2,2	3,5	--
17	12,7	19,3	15,8	1895	1,34	3,3	4,0	--
18	9,5	18,7	14,8	1625	1,42	2,6	3,4	--
19	9,0	22,7	16,7	2588	1,25	2,3	4,9	--
20	9,4	26,6	19,2	2436	1,50	1,4	4,3	--
21	11,5	26,5	19,5	2443	1,52	2,1	4,3	--
22	10,4	21,0	15,6	2642	1,34	2,4	4,3	--
23	6,0	18,7	13,1	1719	0,99	2,0	2,8	--
24	9,6	16,8	14,3	1106	1,11	1,8	2,1	--
25	12,5	17,6	15,2	956	1,16	1,5	1,8	--
26	12,4	25,2	19,3	2400	1,42	3,8	4,2	--
27	17,4	28,4	23,3	2176	1,44	4,8	4,1	--
28	15,2	27,3	21,7	1743	1,85	1,7	3,3	--
29	12,5	24,7	19,1	2098	1,62	2,0	4,0	6,0
30	10,9	27,9	20,5	2487	1,49	1,7	4,5	--
31	15,0	27,7	21,3	2085	1,86	1,5	3,8	--

Tabel 15. Weergegevens Wageningen, augustus 1990

Datum	luchttemperatuur op 150 cm (°C)			stralingssom (J cm ⁻²)	dampdruk (kPa)	wind op 10 m (m s)	verdamping (mm)	neerslag "De Bouwing" (mm)
	min,	max,	gem,					
1	13,6	27,3	21,3	2435	1,61	2,1	4,1	--
2	15,6	30,9	24,1	2508	1,47	3,0	4,2	--
3	17,2	33,1	25,2	2345	1,58	2,6	4,0	--
4	16,4	34,3	24,9	2158	1,80	2,1	3,7	--
5	10,1	23,6	17,6	1419	1,63	2,5	2,2	--
6	9,4	18,8	14,1	1661	1,26	2,7	3,0	--
7	9,3	19,7	14,2	1804	1,15	2,0	3,0	4,0
8	6,2	21,4	15,0	1596	1,20	2,4	2,5	0,5
9	10,9	25,2	18,6	1724	1,46	3,1	3,1	--
10	14,8	23,7	18,6	1292	1,58	2,6	2,4	--
11	13,5	27,3	20,4	2143	1,40	3,3	3,8	--
12	12,8	28,5	21,3	1856	1,41	1,8	3,2	--
13	14,5	27,7	21,2	2175	1,48	2,8	4,1	--
14	14,3	24,4	19,3	1470	1,63	2,3	2,8	--
15	15,1	24,3	19,6	1522	1,67	5,5	3,4	--
16	12,3	21,9	17,6	1636	1,38	6,4	3,2	0,5
17	11,4	19,3	14,9	1544	1,32	5,9	2,9	1,5
18	7,4	16,3	12,7	400	1,04	2,2	0,3	9,3
19	5,9	19,9	14,5	1414	1,55	3,7	2,7	5,2
20	13,1	18,1	16,1	1485	1,37	6,9	3,2	26,0
21	10,9	17,0	14,1	965	1,38	4,0	1,9	4,5
22	8,2	19,8	14,9	813	1,42	1,8	1,2	--
23	11,7	24,2	18,5	1593	1,22	1,7	2,8	--
24	11,3	26,1	19,5	2017	1,71	2,7	3,4	--
25	11,6	25,8	18,9	1447	1,83	1,3	2,3	--
26	10,8	23,1	17,1	1306	1,71	1,8	2,0	--
27	10,9	26,7	19,0	1777	1,85	1,3	2,9	--
28	11,5	27,3	19,8	1596	1,95	1,1	2,5	--
29	11,8	29,0	21,9	1617	2,16	2,0	2,8	--
30	10,9	20,3	17,0	494	1,44	2,4	0,6	--
31	11,4	16,7	13,5	349	1,23	1,6	0,4	3,5

Tabel 16. Weergegevens Wageningen, september 1990

Datum	luchttemperatuur op 150 cm (°C)			stralingssom (J cm ⁻²)	dampdruk (kPa)	wind op 10 m (m s)	verdamping (mm)	neerslag "De Bouwing" (mm)
	min.	max.	gem.					
1	12,4	18,9	15,0	604	1,57	1,6	1,0	6,0
2	13,9	19,0	16,4	396	1,74	1,4	0,6	4,0
3	15,1	23,1	17,7	1230	1,66	1,9	2,4	6,2
4	9,4	19,2	14,8	1430	1,37	2,1	2,3	0,7
5	8,3	18,9	13,6	1690	1,16	2,3	2,7	4,3
6	10,3	16,5	13,4	516	1,26	2,7	0,7	0,3
7	9,0	16,0	11,9	902	1,17	2,6	1,3	3,5
8	9,3	17,4	13,5	1062	1,26	2,0	1,7	1,5
9	8,0	18,3	12,9	1460	1,14	1,9	2,2	--
10	7,8	15,4	12,2	430	1,28	1,9	0,3	--
11	5,3	18,3	12,4	1381	1,21	1,2	1,9	5,5
12	7,4	18,2	13,1	940	1,29	1,1	1,3	0,5
13	5,5	19,0	12,1	1213	1,06	0,8	1,3	--
14	4,6	19,1	11,9	1417	1,07	0,9	1,8	--
15	4,4	16,1	11,5	835	1,05	1,1	1,3	--
16	6,4	16,3	11,9	792	1,05	0,7	0,9	--
17	3,9	15,9	11,7	512				
18	6,0	16,4	14,6	501				1,5
19	9,9	15,3	13,5	379	1,17	5,2	0,5	--
20	9,2	13,0	10,9	434	0,97	4,5	0,7	5,0
21	8,5	12,5	10,3	866	0,93	5,7	1,6	5,5
22	6,6	13,3	10,3	404	1,06	2,1	0,3	1,5
23	7,7	15,5	11,3	694	1,19	2,8	0,8	0,5
24	9,0	14,3	10,9	980	1,01	5,3	1,5	3,5
25	7,9	15,6	10,6	829	1,07	2,4	0,8	8,0
26	6,6	13,9	10,3	770	1,01	1,3	0,8	1,0
27	5,4	13,3	10,0	856	0,99	1,6	1,1	--
28	8,5	15,7	11,3	751	1,09	2,7	0,6	--
29	6,9	17,2	12,4	777	1,10	2,2	1,1	11,0
30	11,9	20,1	16,5	684	1,68	2,8	1,1	--