

CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK
WAGENINGEN

AARVORMING VAN ZOMERGERSTRASSEN
MET EEN VERSCHILLENDE
ONTWIKKELINGSRITME

E.J.J. Meurs

CABO-verslag nr. 50

Wageningen, 1983

Q10530

<u>INHOUD</u>	<u>Blz.</u>
1. Inleiding	1
2. Proefopzet	1
3. Resultaten	2
3.1. Kasproef	3
3.2. Veldproef	5
3.2.1. Aarprimordia	5
3.2.2. Aarontwikkeling	10
3.2.3. Plantontwikkeling	11
3.2.4. Ontwikkeling in samenhang met temperatuur	14
4. Conclusies	16
Literatuur	17
Bijlagen	18

1. INLEIDING

Voor het vaststellen van de ontwikkeling van een graanplant wordt meestal gebruik gemaakt van schalen die voornamelijk gebaseerd zijn op uiterlijk zichtbare kenmerken van de plant. Voorbeelden hiervan zijn de schaal van Feekes en de daarvan afgeleide decimale code van Zadoks, Chang en Konzak (1974). Voor veel doeleinden is een beschrijving volgens een dergelijke schaal voldoende. Zo is het bijvoorbeeld goed mogelijk met deze methode rasverschillen in ontwikkelingsritme vast te leggen ten behoeve van veredelingsonderzoek. Door medewerkers van de Stichting voor Plantenveredeling (SVP) te Wageningen wordt onderzocht of bij zomergerst via selectie op een bepaald ontwikkelingsritme een hogere korrelopbrengst bereikt kan worden.

Daarbij komt de vraag naar voren in hoeverre beoordeling op uiterlijke kenmerken, gebaseerd op blad- en stengelontwikkeling, samenhang vertoont met de ontwikkeling van de aar. Wanneer er een nauwe koppeling zou bestaan tussen enerzijds aarontwikkeling en anderzijds de blad- en stengelontwikkeling zou op grond van beoordeling van uiterlijke kenmerken ook de aarontwikkeling in zekere mate zijn te karakteriseren. Is zo'n koppeling niet aanwezig, dan zouden bij onderzoek over samenhang tussen korrelvorming en groeiritme ook waarnemingen over primordia-aanleg en aardifferentiatie betrokken dienen te worden.

Voor een aantal zomergersten met uiteenlopend groeiritme is in 1982 de ontwikkeling van de aar en van blad en stengel vastgelegd. Dit verslag geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

2. PROEFOPZET

De proeven zijn uitgevoerd met een aantal zomergerstrassen met uiteenlopend groeiritme. De in overleg met de Stichting voor Plantenveredeling gekozen rassen waren Akka, Julia, Goldspear, Mazurka, Mansholt's 2-rijige, Zephyr en Piccolo.

Uit onderzoek in voorgaande jaren bij het SVP is naar voren gekomen dat tussen de rassen Julia, Mazurka, Mansholt en Zephyr verschillen bestaan in het tempo waarin de fasen van stengelvorming en in aar komen worden doorlopen. Goldspear staat bekend als een ras dat relatief laat schiet maar voor de stengelvorming relatief weinig tijd nodig heeft. De rassen Akka en Piccolo zijn toegevoegd als vroeg resp. laat ras.

De zaaidatum voor de kasproef was 4 februari 1982. De planten groeiden onder natuurlijk daglicht bij een temperatuur van ca. 15 °C. De hiervoor genoemde rassen zijn ook in het veld gezaaid en wel vroeg (15 februari) en vrij laat (13 april). De opkomstdata ware resp. 18 maart en 23 april. De ontwikkeling van de aar en de uiterlijke ontwikkeling van de plant werden gevolgd tot het in aar komen. Alleen bij de kasproef is de korrelvorming in beschouwing genomen.

De waarnemingen over de primordia-aanleg en het ontwikkelingsverloop van aar en stengel werden gedaan aan de hoofdassen. Voor het vastleggen van de uiterlijk zichtbare ontwikkeling van de plant werd de ZCK-schaal gebruikt (bijlage 1). Voor het vastleggen van het ontwikkelingsstadium van de aar is de in bijlage 2 weergegeven schaal gebruikt, een enigszins gewijzigde versie van de door Banerjee en Wienhues (1965) en Andersen (1952) gebezigde schalen.

De ontwikkelingsfase van het groeipunt is, na het bereiken van het double-ridge stadium, bepaald aan het verst ontwikkelde aarprimordium. Bij de bespreking van de resultaten worden alleen de aarprimordia in beschouwing genomen, dus niet de primordia die uitgroeien tot een blad.

3. RESULTATEN

Bij zomergerst neemt na de overgang van vegetatieve fase naar generatieve fase het aantal primordia toe over een vrij lange tijdsduur. Na het bereiken van het maximale aantal, waarbij evenwel geen toppakje wordt aangelegd zoals dat bij tarwe het geval is, volgt een periode waarin het aantal aarprimordia niet verandert, maar de differentiatie verder gaat. Daarna vindt reductie van het primordia-aantal plaats, in hoofdzaak doordat een deel van de laatst gevormde aarprimordia niet differentiëert en verschrompelt (zie ook fig. 1).

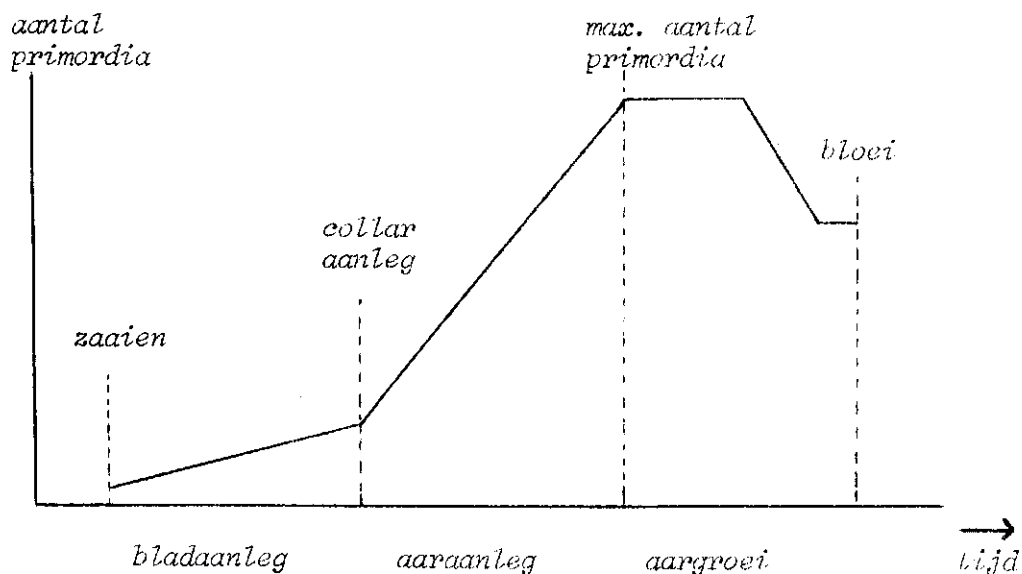


Fig. 1. Schematisch verloop van het aarprimordia-aantal bij zomergerst.

Bij de hieronder beschreven proeven is met name aandacht geschonken aan het maximaal aantal aangelegde aarprimordia, de duur van de periode van primordia-aanleg en de duur van enkele kenmerkende ontwikkelingsfasen.

3.1. Kasproef

Het maximaal aantal aangelegde aarprimordia (N_m) liep uiteen van 43,0 voor Mansholt tot 52,5 voor Mazurka (tabel 1). Het aantal dagen van zaaien tot het bereiken van N_m verschilde sterk, nl. van 50 dagen voor Akka tot 64 dagen voor Piccolo, terwijl voor het begin van het double-ridge stadium de verschillen beperkt bleven tot 5 dagen.

In tabel 1 staat voor de periode van double-ridge tot het bereiken van N_m de gemiddelde toename van het aantal aarprimordia per dag vermeld voor de verschillende rassen. Naast de duur van primordia-aanleg was de rasgebonden variatie in aanleg-snelheid bepalend voor het aantal primordia.

Tabel 1. Maximaal aantal primordia (N_m), tijdstip waarop dit bereikt werd (TSNm, in dagen na zaaien) en aanlegsnelheid tussen double-ridge en het bereiken van N_m (ΔN , aarprimordia.dag⁻¹).

Ras	N_m	TSNm	ΔN
Akka	43,5	50	1,27
Julia	46,5	62	0,80
Goldspear	47,0	59	0,95
Mazurka	52,5	58	1,27
Mansholt	43,0	54	1,21
Zephyr	48,0	54	1,42
Piccolo	45,5	64	0,93

Het maximaal aantal primordia werd bereikt bij het stadium waarin de top van de kafnaald het pakje erboven bereikt bij 7 en meer pakjes (stad. 11). De afsterving van aarprimordia begon toen de kafnaalden boven de aar uitgroeiden en de aar zich snel strekte (stad. 12). Na afsterving van aarprimordia en infertiel blijven van enkele pakjes stonden de korrelaantallen vast (tabel 2).

Tabel 2. Maximaal aantal aarprimordia (Nm), aantal korrels per aar, 1000-korrelgewicht (g) en korrelgewicht per aar (g).

Ras	Nm	korrels/aar	% van Nm	1000-korrelgewicht (g)	korrelgewicht/aar (g)
Akka	43,5	33,1	76	56,4	1,87
Julia	46,5	25,7	55	54,0	1,38
Goldspear	47,0	31,3	67	49,8	1,56
Mazurka	52,5	33,8	64	52,3	1,77
Mansholt	43,0	30,1	70	55,9	1,68
Zephyr	48,0	33,1	69	50,5	1,67
Piccolo	45,5	32,7	72	52,2	1,71

Bij alle rassen, met uitzondering van Julia, werd een hoog korrelaantal bereikt en ligt de fertiliteit rond de 70%. Voor Julia werd een afwijkend resultaat verkregen door een veel grotere afsterving van de primordia dan bij de andere rassen. Hierdoor is ook het korrelgewicht per aar sterk afwijkend. Een lange fase van aarprimordia-aanleg is, door variatie in aanlegssnelheid, geen garantie voor een hoog maximaal aantal aarprimordia. Maar ook een hoog primordia-aantal betekent niet automatisch veel korrels per aar door variatie in afsterving van primordia en fertiliteit van de pakjes.

Bij het indelen van de korrels naar positie op de aar bleek bij alle rassen, dat het korrelgewicht in sterk mate afhankelijk was van de positie aan de aar. De onderste korrels zijn aanzienlijk lichter dan de korrels op de posities 3 en 5. Het gewicht van de hoger geplaatste korrels neemt van beneden naar boven vrij snel af en vooral de bovenste korrels zijn relatief licht.

Tabel 3. Korrelgewichten (mg) van korrels naar positie op de aar.

	Akka	Julia	Goldspear	Mazurka	Mansholt	Zephyr	Piccolo
17	44,0			44,6		40,0	42,0
15	50,0		36,5	44,7	45,8	45,7	45,7
13	50,0	41,9	44,0	46,7	48,5	49,4	49,2
11	54,5	46,1	48,0	50,6	54,5	51,9	52,9
9	56,4	52,6	51,5	54,4	57,0	52,8	53,8
7	60,0	56,8	54,5	55,6	61,5	54,4	56,7
5	63,6	60,6	57,0	59,4	65,5	55,6	58,3
3	65,5	62,3	58,0	61,7	63,0	55,3	57,9
1	58,2	53,2	52,5	49,4	47,0	43,8	45,8

Het stadium, waarbij de eerste knoop voelbaar is (ZCK 31), viel voor alle rassen met uitzondering van Zephyr, vrijwel samen met het zichtbaar worden van de meeldradenaanleg op het verst ontwikkelde aarprimordium (stad. 9). Voor deze rassen gold dus onder de kasomstandigheden, dat het ZCK-stadium 31 een goede indicatie, was voor de aarontwikkeling. Het maximale aantal primordia is dan nog niet bereikt.

3.2. Veldproef

3.2.1. Aarprimordia

Het gemiddelde maximaal aantal aangelegde aarprimordia liep bij vroege zaai (15 februari) uiteen van 36,5 voor Akka tot 47,0 voor Mazurka (tabel 4). De rasverschillen werden, net als in de kasproef, veroorzaakt door rasgebonden variatie in zowel tijdsduur van aanleg als aanlegssnelheid.

Later zaaien gaf een reductie van Nm. De mate van reductie was rasafhankelijk. Bij Akka, Julia en Goldspear was de afname van Nm vrij groot (resp. 10,5; 11,0 en 8,0), bij Piccolo en Mazurka gering (resp. 2,5 en 3,0). De afname was vooral een gevolg van de kortere periode van primordia-aanleg. Deze periode was rond 21 dagen korter bij de late zaai, voor Julia zelfs 27 dagen korter. De grotere aanlegssnelheid bij late zaai was niet voldoende om het verlies als gevolg van de kortere aanlegperiode te compenseren (tabel 4). Bij vroege zaai liep de aanlegssnelheid uiteen van 0,91 tot 1,10 primordia/dag, bij late zaai van 1,55 tot 1,92 primordia/dag.

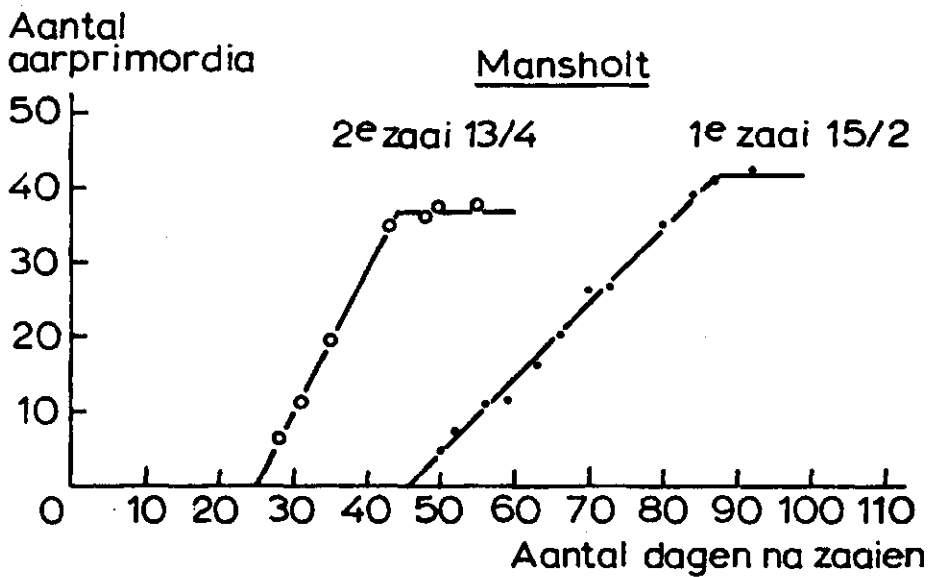
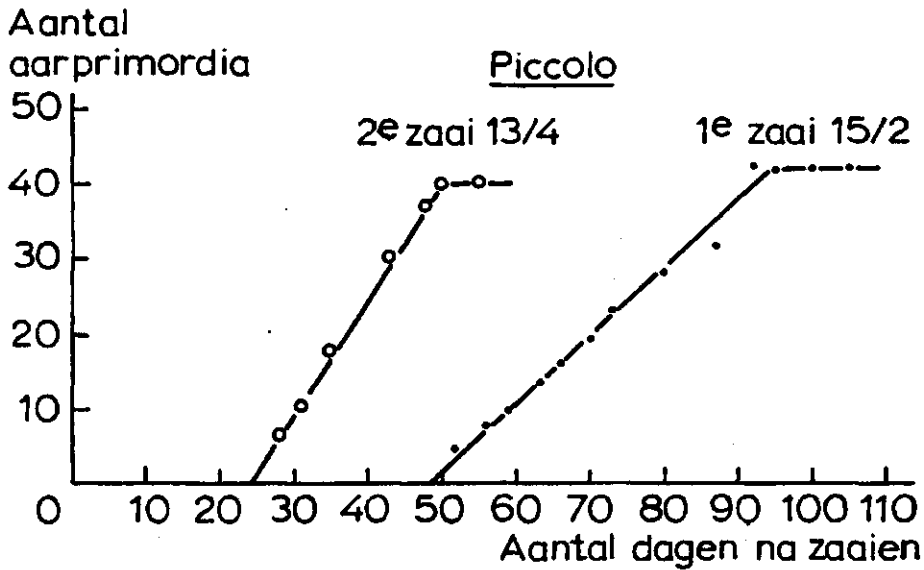
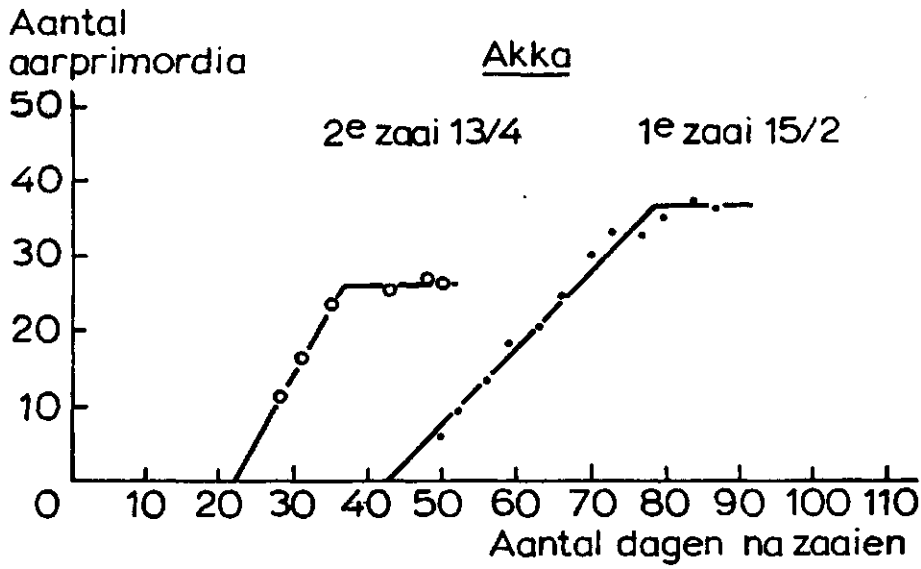
Tabel 4. Maximaal aantal aarprimordia (Nm), tijdsduur van aanleg (D in dgn) en aanlegsnelheid (Nm/D) voor beide zaaidata.

Ras	Eerste zaai 15/2			Tweede zaai 13/4		
	Nm	D	Nm/D	Nm	D	Nm/D
Akka	36,5	35,5	1,03	26,0	14,5	1,79
Julia	43,5	44,0	0,99	32,5	17,0	1,91
Goldspaar	44,0	41,5	1,06	36,0	20,5	1,76
Mazurka	47,0	47,0	1,00	44,0	27,0	1,63
Mansholt	41,5	41,5	1,00	36,5	19,5	1,87
Zephyr	42,5	38,5	1,10	37,5	19,5	1,92
Piccolo	42,0	46,0	0,91	40,0	25,5	1,57

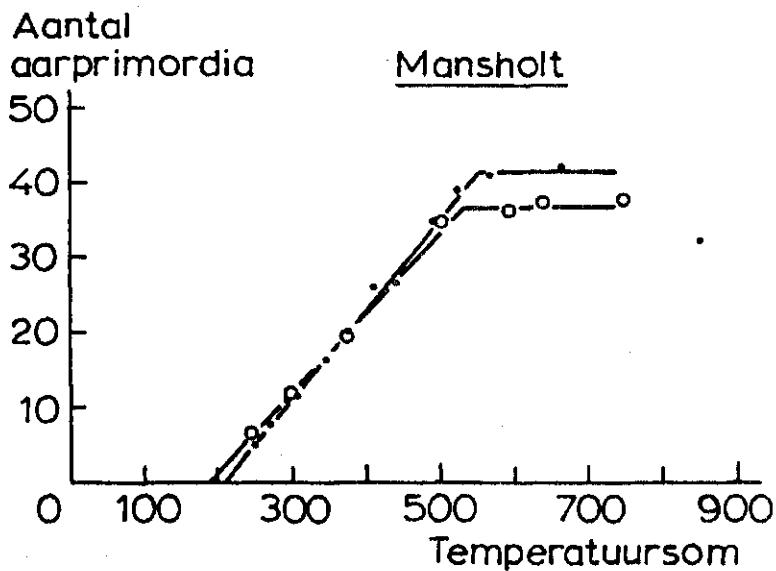
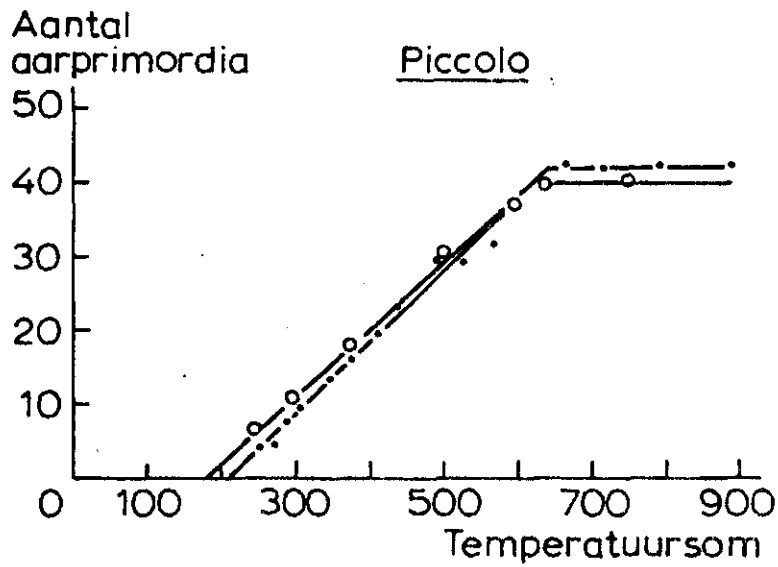
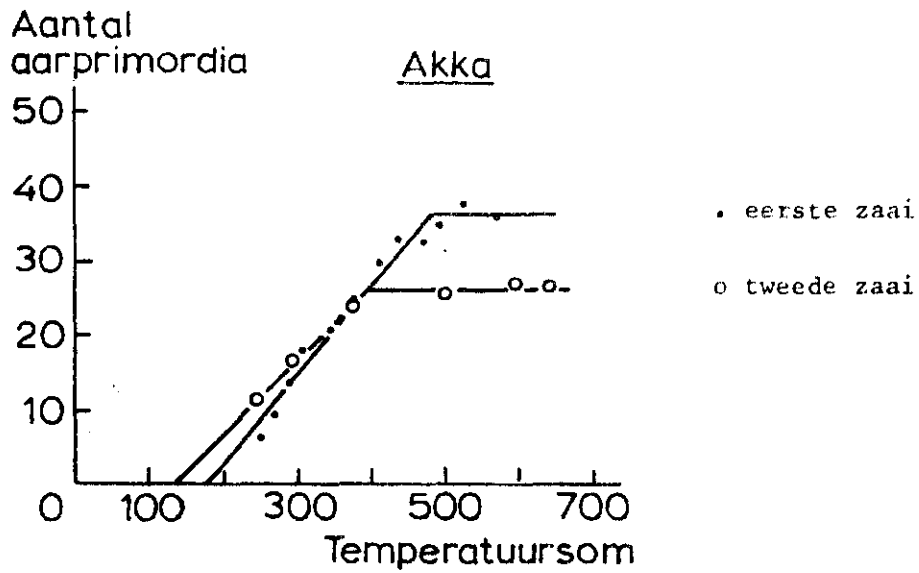
Ter vergelijking met figuur 2, waarin het verloop van het aantal aarprimordia in de tijd is weergegeven, is in figuur 3 voor Akka, Piccolo en Mansholt het aantal aarprimordia uitgezet tegen de temperatuursom. Voor het berekenen van de temperatuursom werden de gemiddelde etmaaltemperaturen, gemeten in °C op een hoogte van 20 cm, gesommeerd over de betreffende periode, waarbij een drempelwaarde van 0 °C werd aangehouden. De temperatuursom voor de periode van aarprimordia-aanleg was rasafhankelijk maar per ras, met uitzondering van Julia, voor beide zaaidata ongeveer gelijk (tabel 5). Een reductie van Nm door later zaaien, bij eenzelfde temperatuursom in de aanlegperiode, betekent dat er per graaddag minder aarprimordia aangelegd werden. Bij Julia was de temperatuursom voor de periode van aarprimordia-aanleg bij de late zaai ca. 90 graaddagen lager dan bij de vroege zaai (tabel 6).

Tabel 5. Maximaal aantal aarprimordia (Nm), temperatuursom aanlegperiode (T, graaddagen) en aanlegsnelheid (Nm/T) per 10 graaddagen.

Ras	Eerste zaai 15/2			Tweede zaai 13/4		
	Nm	T	10.Nm/T	Nm	T	10.Nm/T
Akka	36,5	300	1,22	26,0	260	1,00
Julia	43,5	410	1,06	32,5	320	1,02
Goldspaar	44,0	355	1,24	36,0	350	1,03
Mazurka	47,0	445	1,06	44,0	485	0,91
Mansholt	41,5	340	1,22	36,5	340	1,07
Zephyr	42,5	340	1,25	37,5	365	1,03
Piccolo	42,0	430	0,98	40,0	440	0,91



Figuur 2 De aanleg van aarprimordia bij Akka, Piccolo en Mansholt voor beide zaaidata



Figuur 3 De aanleg van aarprimordia bij Akka, Piccolo en Mansholt in afhankelijkheid van de temperatuursom (in graaddagen) na zaaien

Tabel 6. Verandering in maximaal aantal aarprimordia (Nm), temperatuursom van aanlegperiode (T, graaddagen) en lengte van aanlegperiode (D, dagen) van tweede zaai ten opzichte van eerste zaai met daarbij het gemiddeld aantal korrels per aar voor beide zaidata.

Ras	Nm	T	D	korrels/aar	
				eerste zaai	tweede zaai
Akka	-10,5	-40	-21	21,9	21,3
Julia	-11,0	-90	-27	24,3	23,6
Goldspear	- 8,0	- 5	-21	24,0	-
Mazurka	- 3,0	+45	-20	28,2	28,6
Mansholt	- 5,0	0	-22	25,2	24,0
Zephyr	- 5,0	+25	-19	27,4	24,6
Piccolo	- 2,0	+10	-20,5	28,0	27,9

Na het bereiken van Nm vond afsterving plaats van de bovenste aarprimordia. De periode van Nm tot begin afsterving was rasafhankelijk en was bij de meeste rassen korter voor de late zaai dan voor de vroege zaai. Bij de late zaai was de afsterving van aarprimordia minder groot, vooral bij de rassen met een sterke afname van Nm door late zaai. Mede hierdoor werd voor de meeste rassen geen duidelijk lager korrelaantal gevonden bij de late zaai (tabel 6).

3.2.2. Aarontwikkeling

Voor alle fasen van de aarontwikkeling en ook voor de tijdsduur van opkomst tot het double-ridge stadium werd een grote rasvariatie gevonden, met name voor de vroege zaai. Dit blijkt duidelijk uit figuur 4, waarin het tijdstip waarop een aantal ontwikkelingsstadia werd bereikt is weergegeven o.a. double-ridge stadium, aanleg meeldraden, eerste knoop voelbaar en kafnaalden zichtbaar. Bij de late zaai was de ontwikkeling veel sneller en waren de verschillen tussen de rassen minder groot; alleen de vroegheid van Akka en de laatheid van Piccolo komen nog duidelijk tot uiting. Het aantal aarprimordia bij het bereiken van het double-ridge stadium was rasafhankelijk en was bij de late zaai hoger dan bij de vroege zaai (tabel 7).

Tabel 7. Aantal aarprimordia bij stadium double-ridge.

	Eerste zaai 15/2	Tweede zaai 13/4
Akka	6	9
Julia	8	10
Goldspaar	6	9
Mazurka	9	15
Mansholt	7	11
Zephyr	10	14
Piccolo	8	14
Gemiddeld	8	12

De periode van aarprimordia-aanleg is de periode vanaf de aanleg van het primordium dat later de collar zal vormen tot het moment waarop de aanleg van primordia stopt (Nm). Bij studies over de relatie aarontwikkeling-opbrengst wordt vaak een grote nadruk gelegd op het moment van het bereiken van het double-ridge stadium, als overgang van de vegetatieve naar de generatieve fase. Op dat moment is er echter al een zeker aantal aarprimordia aangelegd (tabel 6) en het double-ridge stadium is alleen een karakterisering van het verst ontwikkelde aarprimordium. Het kan zelfs voorkomen dat bij het double-ridge stadium al bijna de helft van het maximale aantal aarprimordia is aangelegd (Kirby, 1977). In dit opzicht lijkt zomergerst op zomertarwe (Kirby, 1974).

Na de vroege zaai werd Nm bereikt in de ontwikkelingsfase, waarbij de top van de kafnaald het pakje erboven bereikt bij 7 of meer pakjes (stad. 11). Bij de late zaai viel Nm in een vroeger stadium, nl. kort na aanleg van de meeldraden (stad. 9), bij het zichtbaar worden van de kafnaaldenaanleg.

De aar van Mazurka was bij beide zaaidata ten opzichte van de andere rassen wat verder in ontwikkeling bij het bereiken van Nm.

Nicholls en May (1963) constateerden bij kasproeven met de factoren belichting en vochtvoorziening, dat het eind van de primordiavorming onder alle omstandigheden samenviel met het verschijnen van de meeldradenaanleg op het verst ontwikkelde aarprimordium. Daarentegen vond Kirby (1977) bij Proctor zomergerst in veld- en kasproeven dat in alle gevallen het maximale aantal aarprimordia bereikt werd bij het stadium van begin kafnaaldenaanleg.

Uit figuur 4 blijkt wel dat er wat de ontwikkelingsfase betreft waarin de aanleg van primordia wordt beëindigd veel variatie optreedt, die rasafhankelijk is en bovendien mede door het zaaitijdstip wordt beïnvloedt. Er is dus geen algemeen geldende koppeling tussen afsluiting van de primordiavorming en een bepaalde ontwikkelingsfase.

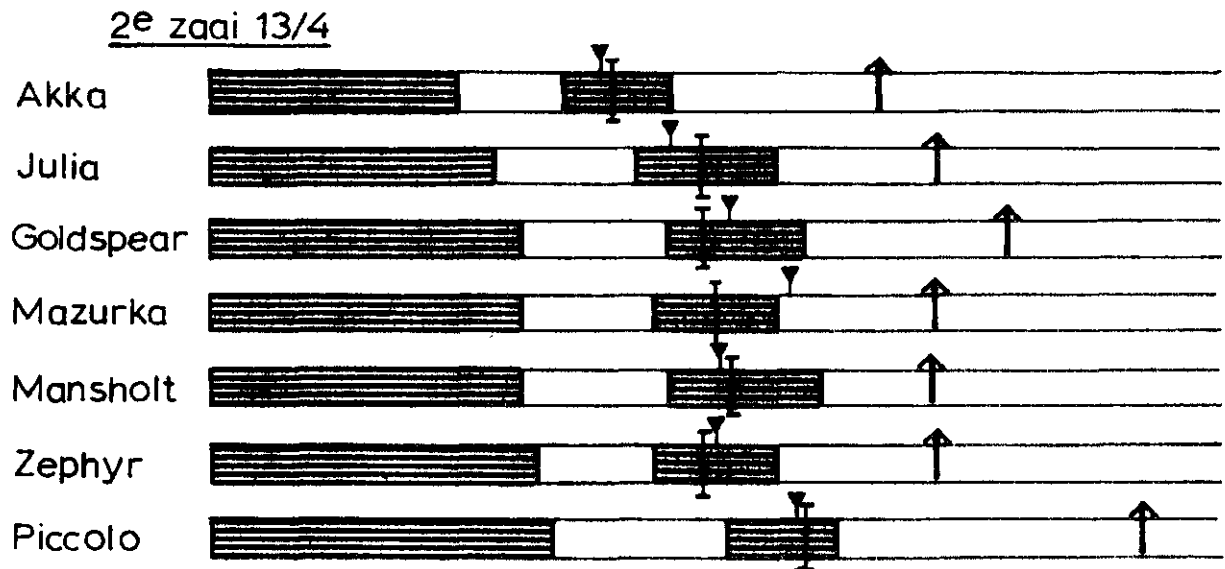
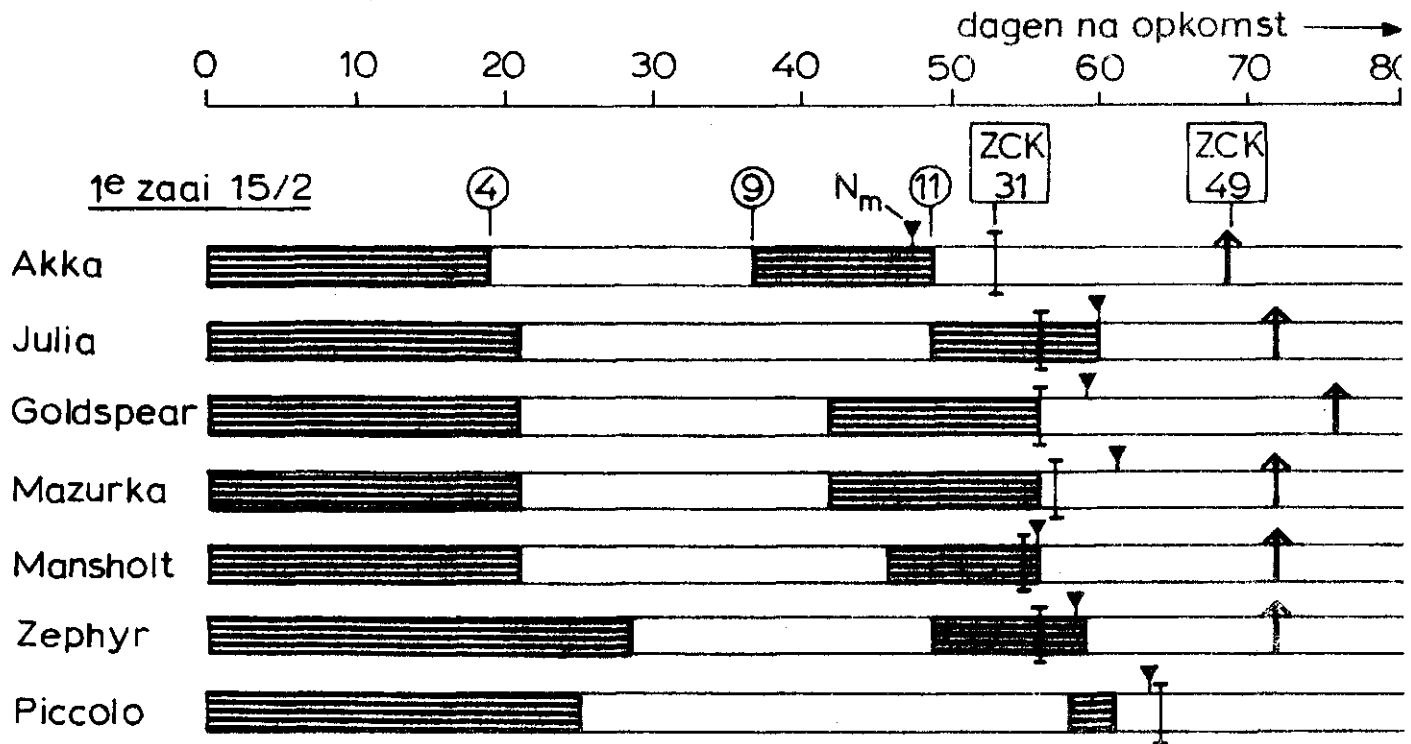
3.2.3. Plantontwikkeling

Voor de vroege zaai kon het verschijnen van de eerste knoop niet duidelijk gekoppeld worden aan een bepaalde fase van aarontwikkeling. Bij de late zaai was de eerste knoop voelbaar kort na aanleg van de meeldraden, toen de eerste aanleg van kafnaalden duidelijk zichtbaar was. Dit viel voor alle rassen, behalve Mazurka, vrijwel samen met het bereiken van het maximaal aantal aarprimordia (zie figuur 4).

Het verschijnen van de eerste knoop vond bij Akka wat vroeger en bij Piccolo duidelijk wat later plaats dan bij de andere rassen. Dit gold voor beide zaaidata.

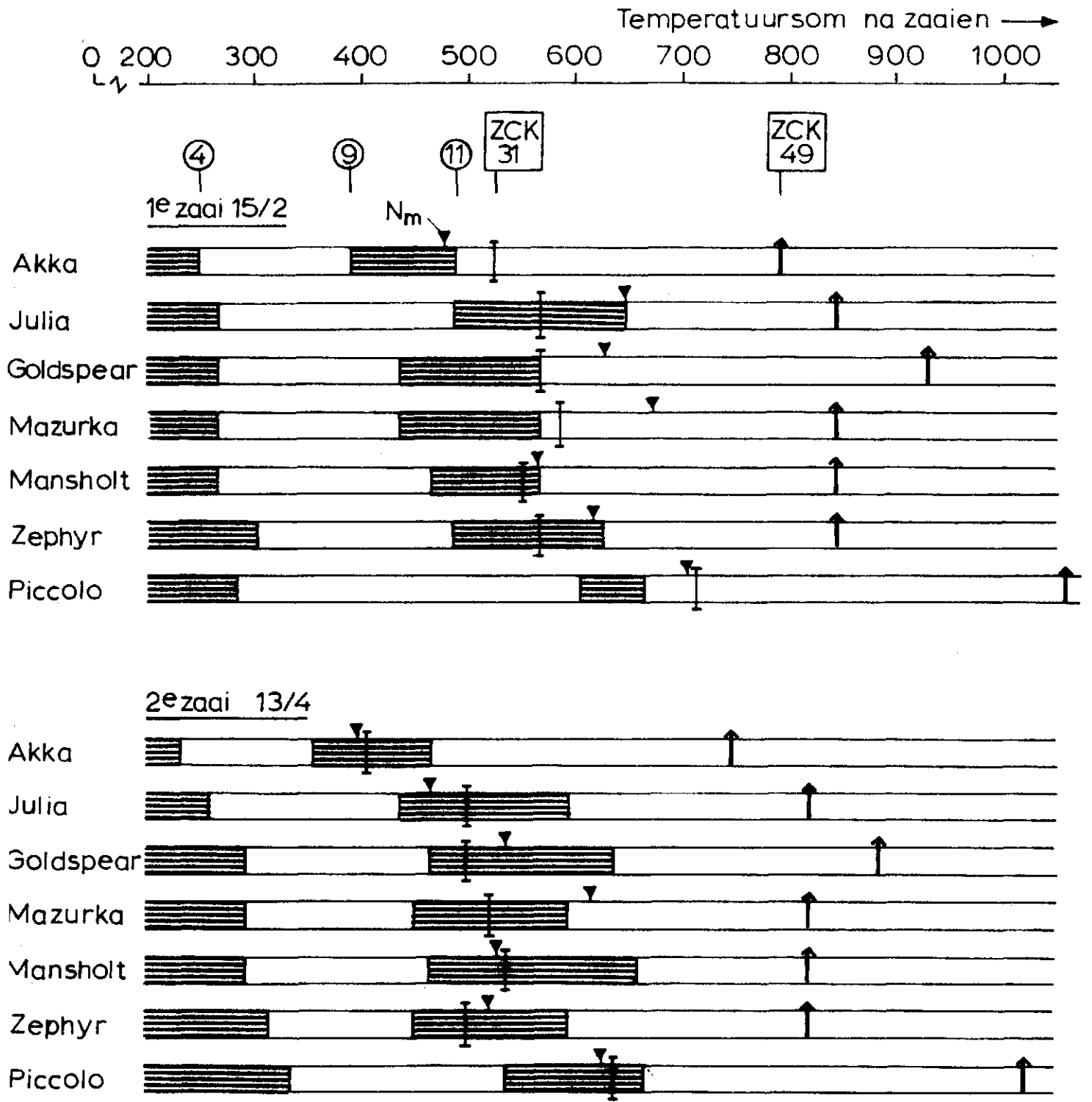
De periode van "eerste knoop voelbaar tot kafnaalden zichtbaar" was voor Goldspear na beide zaaidata en voor Piccolo, vooral na de late zaai, langer dan bij de andere rassen.

De verschillen tussen de rassen Julia, Mazurka, Mansholt en Zephyr waren met betrekking tot de genoemde periodes, minimaal. Voor deze rassen was het tijdstip waarop de eerste kafnaalden zichtbaar waren dan ook nagenoeg gelijk. Akka was hiermee vergeleken vroeg, Goldspear laat en Piccolo nog later.



- ∟ N_m : maximaal aantal aarprimordia
- ④ : double-ridge
- ⑨ : meeldradenaanleg zichtbaar
- ⑪ : top van de kafnaald bereikt het pakje erboven bij 7 of meer pak
- ∟ ZCK.31 : 1^e stengelknoop voelbaar
- ↑ ZCK.49 : eerste kafnaalden zichtbaar

Figuur 4 Verloop van de ontwikkeling in de tijd (in dagen na opkomst)



Figuur 5 Ontwikkeling in samenhang met temperatuursom (in graaddagen); voor legenda zie figuur 4

In onderzoek van Gallagher e.a. (1975) met Proctor zomergerst werd voor de periode van zaaien tot collarvorming een temperatuursom gevonden van 267 graaddagen en voor de periode van collarvorming tot Nm (35,9) een temperatuursom van 298 graaddagen. Hieruit volgt een periode van zaaien tot Nm van 565 graaddagen. Kirby en Ellis (1980) hebben de ontwikkeling gevolgd van Golden Promise en Maris Mink zomergerst in Schotland en Engeland in de jaren 1976 en 1977. In 1977 werden lagere temperatuursommen gevonden voor de aanlegperiode van aarprimordia dan in 1976. Daartegenover stonden vrij hoge aanlegnelheden (tabel 9).

Tabel 9. Maximaal aantal aarprimordia (Nm), temperatuursom aanlegperiode (T, graaddagen) en aanlegnelheid (Nm/T) per 10 graaddagen (Kirby en Ellis, 1980).

	Golden Promise			Maris Mink		
	Nm	T	10.Nm/T	Nm	T	10.Nm/T
1976 Engeland	38,3	379	1,01	37,7	397	0,95
Schotland	41,1	334	1,23	38,3	297	1,29
1977 Engeland	39,9	264	1,51	38,2	306	1,25
Schotland	35,0	261	1,34	34,3	268	1,28

Zowel de in dit verslag vermelde gegevens als de literatuurgegevens wijzen erop dat het niet mogelijk is om de aarontwikkeling van zomergerst uit te drukken d.m.v. kengetallen, in de vorm van temperatuursommen, die algemene geldigheid hebben. De aarontwikkeling is in de eerste plaats afhankelijk van het ras en in de tweede plaats van de omstandigheden waaronder dit ras opgroeit, waarbij naast de temperatuur mogelijk ook de daglengte de ontwikkeling beïnvloedt.

4. CONCLUSIES

Zowel in de kasproef als bij vroege zaai buiten werden als regel meer dan 40 aarprimordia gevormd. Een uitzondering vormde het zeer vroege ras Akka. Een lange fase van primordia-aanleg is, door rasgebonden variatie in aanlegsnelheid, geen garantie voor een hoog maximaal aantal aarprimordia (Nm). Maar ook een hoog primordia-aantal betekent niet automatisch veel korrels per aar door variatie in afsterving van primordia en fertiliteit van de pakjes.

Late zaai gaf een reductie van Nm ten opzichte van vroege zaai. De kortere periode van aarprimordia-aanleg werd, afhankelijk van het ras, onvoldoende gecompenseerd door een grotere aanlegsnelheid. De temperatuursom voor de periode van aarprimordia-aanleg was rasafhankelijk maar per ras (behalve voor Julia) voor de twee zaaidata ongeveer gelijk. Bij late zaai was de afsterving van primordia minder groot; daardoor was er bij de meeste rassen geen verschil in korrelaantal per aar voor de twee zaaitijden.

Vooraf bij vroege zaai werd voor alle fasen van aarontwikkeling een grote rasvariatie gevonden. Bij late zaai verliep de ontwikkeling veel sneller en waren de verschillen tussen de rassen minder groot.

Bij late zaai vielen zowel Nm als het voelbaar worden van de eerste knoop in een vroeger stadium van aarontwikkeling dan bij vroege zaai. In de kasproef was de aar bij het verschijnen van de eerste knoop in een nog vroeger stadium van ontwikkeling.

Uit de proeven blijkt dat er een rasgebonden variatie bestaat in primordia-vorming, aarontwikkeling en plantontwikkeling en ook dat deze kenmerken en de koppeling hiervan sterk beïnvloedt worden door de groeiomstandigheden. Dit houdt in dat bij onderzoek over de samenhang tussen korrelvorming en groeiritme voor een goede interpretatie van rasverschillen ook waarnemingen over primordiavorming en aarontwikkeling gewenst zijn, naast beoordeling op uiterlijke kenmerken.

LITERATUUR

- ANDERSEN, S., 1952. Methods for determining stages of development in barley and oats. *Physiologia Plantarum*, Vol 5, p. 199-210.
- BANERJEE, S. and F. Wienhues, 1965. Comparative studies on the development of the spike in wheat, barley and rye. *Z.f. Pflanzenzüchtung* 54, p. 130-142.
- BONNETT, O.T., 1966. Inflorescences of maize, wheat, rye, barley and oats: Their initiation and development. *Ill. Agr. Exp. Sta. Bul.* 721, 105 p.
- GALLAGHER, J.N., P.V. Biscoe and R.K. Scott, 1976. Barley and its environment. VI Growth and development in relation to yield. *J. Appl. Ecol.* 13, p. 563-583.
- KIRBY, E.J.M., 1974. Ear development in spring wheat. *J. Agric. Sci. Camb.* 82, p. 437-447.
- KIRBY, E.J.M., 1977. The growth of the shoot apex and the apical dome of barley during ear initiation. *Ann. Bot.* 41, p. 1297-1308.
- KIRBY, E.J.M. and R.P. Ellis, 1980. A comparison of spring barley grown in England and in Scotland. I. Shoot apex development. *J. Agric. Sci.* 95, p. 101-110.
- NICHOLLS, P.B. and L.H. May, 1963. Studies on the growth of the barley apex. I. Interrelationships between primordium formation, apex length and spikelet development. *Aust. J. Biol. Sci.* 17, p. 619-630.
- ZADOKS, J.C., T.T. Chang and C.F. Konzak, 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14, p. 415-421.

BIJLAGE 1.

Decimale code voor groeistadia voor granen: ZCK-schaal

0 Kieming

- 00 Droog zaad
- 01 Begin kieming
- 02 -
- 03 Kieming voltooid
- 04 -
- 05 Vorming wortels
- 06 -
- 07 Vorming colaoptiel
- 08 -
- 09 Blad bereikt top colaoptiel

1 Groei kiemplant

- 10 Eerste blad boven grond
- 11 Eerste blad ontplooid
- 12 Twee bladeren ontplooid
- 13 Drie bladeren ontplooid
- 14 Vier bladeren ontplooid
- 15 Vijf bladeren ontplooid
- 16 Zes bladeren ontplooid
- 17 Zeven bladeren ontplooid
- 18 Acht bladeren ontplooid
- 19 Negen of meer bladeren ontplooid

2 Uitstorting

- 20 Hoofdstengel
- 21 Hoofdstengel en één zijscheut (begin uitstoeling)
- 22 Hoofdstengel en twee zijscheuten
- 23 Hoofdstengel en drie zijscheuten
- 24 Hoofdstengel en vier zijscheuten
- 25 Hoofdstengel en vijf zijscheuten
- 26 Hoofdstengel en zes zijscheuten
- 27 Hoofdstengel en zeven zijscheuten
- 28 Hoofdstengel en acht zijscheuten
- 29 Hoofdstengel en negen of meer zijscheuten

3 Stengelstrekking

- 30 Pseudo stengelgroei/begin strekking
- 31 Eerste stengelknoop voelbaar
- 32 Tweede stengelknoop voelbaar
- 33 Derde stengelknoop voelbaar
- 34 Vierde stengelknoop voelbaar
- 35 Vijfde stengelknoop voelbaar
- 36 Zesde stengelknoop voelbaar
- 37 Vlagblad juist zichtbaar
- 38 -
- 39 Tongetje vlagblad juist zichtbaar

4 Schuiven

- 40 -
- 41 Schede vlagblad zet uit
- 42 -
- 43 Aar net zichtbaar gezwollen
- 44 -
- 45 Aren gezwollen
- 46 -
- 47 Schede vlagblad geopend
- 48 -
- 49 Eerste kafnaelden zichtbaar (aren)

5 In de aar komen

- 50 Eerste bloeiwijze juist zichtbaar
- 51 -
- 52 Kwart van de bloeiwijze zichtbaar
- 53 -
- 54 Helft van de bloeiwijze zichtbaar
- 55 -
- 56 Drievierde van de bloeiwijze zichtbaar
- 57 -
- 58 Bloeiwijze volledig zichtbaar
- 59 -

[O
G
O
G
O
G
O
G
O
G

6 Bloei

- 60 Begin bloei
- 61 -
- 62 -
- 63 -
- 64 -
- 65 Bloei halverwege
- 66 -
- 67 -
- 68 -
- 69 Einde bloei

[O = ongelijkmatig gewas
G = gelijkmatig gewas

7 Melkrijpheid korrel

- 70 -
- 71 Waterrijp
- 72 -
- 73 Vroeg melkrijp
- 74 -
- 75 Melkrijp
- 76 -
- 77 Laat melkrijp
- 78 -
- 79 -

8 Deegrijpheid korrel

- 80 -
- 81 -
- 82 -
- 83 Vroeg deegrijp
- 84 -
- 85 Zacht deegrijp
- 86 -
- 87 Hard deegrijp (weerstand tegen nageldruk)
- 88 -
- 89 -

9 Afrijping korrel

- 90 -
- 91 Korrel hard (moeilijk splijtbaar met duimmagel)
- 92 Korrel hard (niet splijtbaar, combi-rijp)
- 93 Korrel los, oogatverlies
- 94 Overrijp, stro dood
- 95 Zaad in kiemrust
- 96 50% kiemrust voorbij
- 97 Kiemrust voorbij
- 98 Secundaire kiemrust
- 99 Secundaire kiemrust over

BIJLAGE 2.

Ontwikkelingsstadia van het groeipunt bij gerst

- 1 Groeipunt met één bladprimordium
- 2 Groeipunt met twee tot drie bladprimordia
- 3 Verlengd groeipunt met vier en meer bladprimordia
- 4 Double-ridge stadium
- 5 Begin pakjesdifferentiatie
- 6a Begin differentiatie zijpakjes
- 6b Zijpakjes duidelijk zichtbaar
- 7 Kafaanleg zichtbaar (empty glumes)
- 8 Lemma aanleg zichtbaar
- 9 Meeldraden aanleg zichtbaar
- 9a Meeldraden goed zichtbaar en lemma top gebogen
- 9b Meeldraadlobben verschijnen in hoofdpakje, aanleg meeldraden in zijpakjes
- 10 Top van kafnaald bereikt het pakje erboven bij 1-6 pakjes aan elke kant
- 11 Top van kafnaald bereikt het pakje erboven bij 7 en meer pakjes
- 12 Kafnaalden langer dan de aar
- 13 Palea langer dan de meeldraden in de pakjes in het midden van de aar
- 14 Bloei (of in aar komen, kafnaalden juist zichtbaar)