



# Teelthandleiding wintertarwe

Dr. ir. A. Darwinkel

© 1997 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 – 29 11 11  
Fax : 0320 – 23 04 79  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING .....	7
1.1	Granen.....	7
1.2	Tarwe .....	7
1.2.1	Plantensystematiek .....	7
1.2.2	Herkomst en verspreiding.....	8
1.2.3	Arealen en korrelopbrengsten.....	8
1.2.4	Morfologie.....	8
1.2.5	Fysiologie/vernalisation.....	9
2	GROEI EN ONTWIKKELING .....	11
2.1	Ontwikkelingsstadia .....	11
2.2	Kieming .....	11
2.3	Veldopkomst .....	11
2.4	Kiemplant.....	12
2.5	Uitstoeling.....	12
2.6	Stengelstrekking.....	13
2.7	Bloei en korrelzetting .....	13
2.8	Korrelvulling .....	14
2.9	Kiemrust .....	14
3	GROEIFACTOREN.....	17
3.1	Temperatuur .....	17
3.2	Licht .....	18
3.3	Water.....	18
3.4	Voedingsstoffen.....	18
4	BODEM.....	21
4.1	Bodem en beworteling .....	21
4.2	Vochtvoorziening .....	21
4.3	Luchthuishouding.....	22
4.4	Bodemvruchtbaarheid .....	22
4.5	Bodemgezondheid .....	22
5	GEWASGROEI EN PRODUKTIEPATROON .....	25
5.1	Productie .....	25
5.2	Productiepatroon .....	25
5.3	Potentiële korrelopbrengst .....	26
6	ZAAIEN .....	27
6.1	Zaai-bedbereiding .....	27
6.2	Zaaitijd.....	27
6.3	Rassenkeuze .....	28
6.4	Zaaidichtheid .....	29
6.5	Zaadverdeling en zaaidiepte .....	29
7	BEMESTING .....	31

7.1	Stikstofbemesting.....	31
7.1.1	Het huidige advies voor stikstofbemesting.....	32
7.1.2	Stikstofbemesting voor topopbrengsten.....	33
7.1.3	Stikstofvenster.....	34
7.2	Fosfaatbemesting#.....	34
7.3	Kalibemesting#.....	34
7.4	Bemesting van de overige mineralen.....	35
7.5	Toepassing van dierlijke mest.....	36
8	GEWASBESCHERMING.....	37
8.1	Legering.....	37
8.2	Bestrijding van onkruiden.....	38
8.2.1	Chemische onkruidbestrijding.....	38
8.2.2	Mechanische onkruidbestrijding.....	39
8.3	Bestrijding van ziekten.....	40
8.3.1	Kiemschimmels.....	40
8.3.2	Voetziekten.....	40
8.3.3	Bladziekten.....	41
8.3.4	Aarziekten.....	42
8.3.5	Fungiciden.....	43
8.4	Bestrijding van plagen.....	43
8.4.1	Gewervelde dieren.....	43
8.4.2	Insecten.....	43
8.4.3	Slakken.....	45
8.5	Virusziekten.....	45
8.6	Aaltjesziekten.....	46
9	OOGST EN BEWARING.....	47
9.1	Afrijping.....	47
9.2	Schot.....	47
9.3	Maaidorsen.....	47
9.4	Bewaring.....	47
9.4.1	Droging.....	48
9.4.2	Drogen met buitenlucht.....	48
9.4.3	Drogen met verwarmde lucht.....	48
10	VERWERKING, KWALITEIT EN AFZET.....	49
10.1	Tarwe voor de broodbereiding.....	49
10.1.1	Kwaliteitseisen.....	49
10.1.2	Standaardkwaliteit baktarwe.....	51
10.2	Tarwe voor andere bestemmingen.....	51
10.2.1	Pasta's en biscuit.....	51
10.2.2	Tarwe voor zetmeel.....	52
10.2.3	Tarwe voor veevoer.....	52
11	LITERATUUR.....	53





# 1 Inleiding

## 1.1 Granen

Granen beschikken over een hoge voedingswaarde en vormen reeds van oudsher de basis voor de menselijke voeding. Overal ter wereld, waar akkerbouw mogelijk is, worden dan ook granen geteeld. In gebieden met een gematigd klimaat zijn dit met name tarwe, gerst, rogge en haver; in tropen en subtropen rijst, maïs en sorghum.

Net als de grassen behoren alle granen tot de plantenfamilie der gramineeën of grasachtigen. Bij granen is de korrel het hoofdprodukt en het stro een bijprodukt. Door de gunstige eiwit/zetmeelverhouding, de rijkdom aan mineralen en de goede houdbaarheid vormen granen wereldwijd het basisvoedsel voor de mens. Maar ook wordt veel graan, al dan niet gemalen, in veevoer verwerkt. Het stro wordt voor zeer uiteenlopende bestemmingen ingezet, zoals strooisel, karton, brand-stof, bouw materiaal, dakbedekking, etc.

Mondiaal gezien beslaan granen ongeveer de helft van de akkerbouwmatig geteelde gewassen. Uit statistieken van de FAO (1991) zijn enkele gegevens aangaande oppervlakten en opbrengsten van de diverse graansoorten overgenomen (tabel 1.1). In deze tabel zijn dezelfde gegevens vermeld voor de Nederlandse situatie over 1991-1993 (Landbouwcijfers, 1994).

Wereldwijd is tarwe het meest geteelde graangewas, gevolgd door rijst en maïs. Gemiddeld genomen overtreffen rijst en maïs de gematigde gewassen in opbrengst. In Nederland is tarwe door zijn hoog opbrengend vermogen het meest geteelde graangewas.

Tarwe, gerst, rogge en haver worden tot de kleine granen gerekend. Bij tarwe, rogge en gerst is er, al naar gelang hun koudebehoefte, sprake van zomer- en een wintervormen. Tot het geslacht tarwe (*Triticum*) behoren nog spelt en harde of durum-tarwe, welke in Nederland niet of beperkt geteeld worden. Daarnaast heeft de laatste decennia Triticale, een kruising van tarwe met rogge enige verspreiding gekregen. Behalve genoemde granen, welke alle tot de monocotylen behoren, worden ook boekweit en recentelijk gierstmelde, ook wel quinoa genoemd, als (pseu-do)granen aangeduid. Beide zijn echter dicotyle planten.

## 1.2 Tarwe

De grote verbreiding van tarwe valt in belangrijke mate terug te voeren op de populariteit van brood als volksvoedsel. In de tarwekorrel bestaat het eiwit voor een groot gedeelte uit gluten, wat essentieel voor het bakken van een "gerezen" brood. De andere granen missen dit gluten.

### 1.2.1 Plantensystematiek

Binnen de familie der Gramineeën wordt tarwe ingedeeld in het geslacht *Triticum*, dat op zich weer kan worden onderverdeeld in een aantal soorten (species). Deze soorten (en ondersoorten) onderscheiden zich van eenvoudige wildvormen tot hoogproductieve cultuurvormen. De tarwesoorten onderscheiden zich niet alleen uiterlijk in aarvorm en bedekte c.q. naakte zaden, maar ook innerlijk in chromosoomaantallen. De

enkelvoudige of di-ploide soorten hebben 14 chromosomen ( $2n = 14$ ). Tot deze soorten behoort o.a. een-koorn (*Triticum monococcum*), alsmede *Triticum tauschii*, welke veel gebruikt wordt in het veredelingswerk. Verdubbeling van het aantal chromosomen ( $2n = 28$ ) heeft geresulteerd in tetraploide soorten, waartoe o.a. de emmer-tarwe (*Triticum dicoccoides*) en de harde of macaroni-tarwe (*Triticum durum*) behoren. De zachte tarwe (*Triticum aestivum*) is een hexaploid en bestaat uit 42 chromosomen ( $2n = 42$ ). Van alle tarwesoorten is deze cultuur-vorm het meest productief en daarom wijd verspreid. Tot de hexaploide soorten behoort ook spelt (*Triticum speltum*).

### 1.2.2 Herkomst en verspreiding

De herkomst van tarwe is het oostelijk gedeelte van het Voor-Aziatisch continent met als centra Anatolië/Kaukasus, Pakistan/Afghanistan en Ethiopië. In deze gebieden komen de diverse tarwesoorten nog steeds voor en fungeren als genen-bron voor de tarweveredeling. Door natuurlijke selectie zijn bepaalde soorten en variëteiten vermeerderd en vanuit deze gebieden verspreid. In Europa werd tarwe in de steentijd reeds gebruikt voor het bakken van brood. In de gematigde gebieden werd aanvankelijk vooral spelt (*T. speltum*) geteeld, later grotendeels vervangen door de productievere zachte tarwe (*T. aestivum*); de harde tarwe (*T. durum*) heeft zich vooral verspreid over het Middellandse Zeegebied. Bij de zachte tarwe is sprake van een zomer- en een wintertype. Voor het initiëren van de generatieve ontwikkeling vraagt wintertarwe lage temperaturen en/of korte dagen tijdens de vegetatieve ontwikkeling. Wintertarwe moet dientengevolge in herfst of winter gezaaid worden. Erg lage temperaturen in de winter kunnen echter plantsterfte geven. Op het Noordelijk halfrond wordt het teeltgebied van wintertarwe begrensd door de januari-isotherm van  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 1.2.3 Arealen en korrelopbrengsten

Teelt van tarwe vindt plaats onder zeer uiteenlopende omstandigheden in de gematigde klimaatzones. De wijze van telen lopen sterk uiteen, zo ook het opbrengstniveau. Wereldwijd wordt 224 miljoen hectare tarwe geteeld, in de Europese Unie (EU 12) 16 miljoen hectare, waarvan 13 miljoen hectare zachte tarwe. In de Europese Unie bedraagt de gemiddelde opbrengst van zachte tarwe ongeveer 6 ton/ha, van harde tarwe amper 3 ton/ha.

In Nederland is het areaal wintertarwe van 1950 tot 1980 sterk toegenomen, maar sindsdien gestabiliseerd op ongeveer 120000 hectare. Van het totale areaal granen in Nederland (ca 180000 ha) wordt het merendeel door winter-tarwe ingenomen (ca 63 %). Voor de andere granen is dit respectievelijk: zomertarwe 7 %, wintergerst 5 %, zomergerst 19 %, rogge 4 % en haver 2 %.

De korrelopbrengst van wintertarwe is na de 2e wereldoorlog voortdurend gestegen. Steeg de gemiddelde opbrengst aanvankelijk vrij traag van amper 4 ton/ha in 1950 tot 5 ton/ha in 1970, nadien vond een sterke stijging plaats tot 7 ton/ha in 1980 en 8 ton/ha in 1990. Op perceelsniveau zijn de afgelopen jaren opbrengsten van meer dan 11 ton/ha behaald.

### 1.2.4 Morfologie

Tarwe behoort tot de monocotylen of tweezaadlobbigen. De plant beschikt over een uitgebreid wortelstelsel en vormt één of meerdere stengels of halmen, waarop zich een aar met bloeiwijzen ontwikkelt. De wortels zijn sterk vertakt en kunnen tot meer dan een meter diep gaan. De stengel is rond en kaal en bestaat uit (stengel)leden of internodiën en (stengel)knopen of nodiën. De stengelleden zijn hol, de knopen zijn stevige ringvormige verdikkingen. De stengels zijn 60 tot 150 cm lang en omvatten meestal 10 à 12 knopen. Aan de voet van de stengel zijn de knopen dicht op één gestapeld (knopenstapel), bovengronds zijn vaak 5 à 6 knopen zichtbaar. Op elke knoop is één blad ingeplant. Het blad bestaat uit een lange, parallelnervige



bladschijf en een bladschede, die de stengel omhult. Op de overgang van bladschede naar bladschijf bevindt zich een vliesje (tongetje), dat regenwater belet binnen te dringen.

De aar staat eindstandig op de stengel ingeplant en bestaat uit circa 20 pakjes of aartjes, die met hun brede kant afwisselend aan weerszijden van de aarspil zijn ingeplant. Elk pakje brengt meestal 2 tot 6 bloempjes voort, waarvan vaak 1 à 3 door zelfbevruchting tot korrelzetting overgaan. Elk bloempje is omgeven door een kelk en een kroonkafje, die niet met de vrucht vergroeien. De korrel van tarwe is dientengevolge naakt-zadig.

### 1.2.5 Fysiologie/vernalisation

De levenscyclus van granen bestaat uit een vegetatieve fase, gekenmerkt door kieming en de vorming van spruiten en bladeren en een generatieve fase van bloei en korrelvulling. Met het intreden van kiemrust van de voortgebrachte zaden wordt de groeiperiode afgesloten. Zomer- en wintergranen onderscheiden zich met name in de overgang van de vegetatieve naar de generatieve fase. Voor het intreden van de generatieve ontwikkeling moet de plant in een bepaalde hormonale toestand geraken. Bij wintergranen wordt deze situatie pas bereikt, als de plant enige tijd aan lage temperaturen en/of aan korte dagen is blootgesteld. Dit proces, dat vernalisation wordt genoemd, verloopt via het eindstandig groeipunt van de spruit. Normaliter wordt aan de vernalisationbehoefte nog vóór of aan het begin van de winter voldaan. De generatieve ontwikkeling treedt echter pas in, als de dagen langer en warmer worden. Meestal is dit het geval in de eerste helft van april. Tot die tijd worden inder invloed van het groeipunt uitsluitend bladeren en spruiten aangelegd; nadien wordt overgegaan tot de aanleg van de aar en treedt na enige tijd stengelstrekking op.

Voor wintertarwe is vernalisation een noodzaak; bij inzaai in het voorjaar komt wintertarwe niet in bloei. Bij zomergranen speelt vernalisation geen rol en wordt, ook bij late voorjaarszaai, de generatieve ontwikkeling bereikt.



## 2 GROEI EN ONTWIKKELING

### 2.1 Ontwikkelingsstadia

Bij granen wordt een volledige levenscyclus doorlopen: zaden worden gezaaid en opnieuw geoogst. Het gewas kent daarbij een vegetatieve en een generatieve groeiwijze, waarbinnen een aantal duidelijke ontwikkelings- of gewasstadia zijn te onderkennen. Een goede herkenning van gewasstadia is vooral van belang voor de teelttechniek, omdat de uitvoering van vele teelthandelingen beter op basis van gewasstadia dan op basis van gewas lengte of kalenderdatum kan plaatshebben.

In 1941 werd door Feekes een eenvoudige en makkelijk te hanteren schaal van ontwikkelingsstadia geïntroduceerd bij wintertarwe, die wereldwijd in praktijk en wetenschap ingang heeft gevonden. De schaal heeft geen decimale indeling en kon dientengevolge niet toegepast in de automatisering, die zich de laatste decennia in onderzoek en advisering hebben voltrokken. Daarom wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van een schaal, die door Zadoks c.s. voor meerdere graangewassen werd ontworpen. Met deze decimale schaal kan de ontwikkeling van wintertarwe verregaand worden onderverdeeld. In figuur 2.1 is deze schaal met de diverse groeistadia weergegeven; volledigheidshalve zijn daarin ook de overeenkomstige stadia volgens de Feekes-schaal vermeld.

### 2.2 Kieming

De levenscyclus begint met het zaaien van zaad en eindigt met het oogsten van zaad. De tarwekorrel bestaat uit een kiem en een meellichaam, dat grotendeels bestaat uit reservestoffen (zetmeel), die het uitgroeien van de kiem tot kiemplant ondersteunen.

Om te kiemen zal het zaad eerst water opnemen. Daarbij zwelt de korrel op. In het zaad komen dan diverse fysiologische processen op gang, die kieming initiëren en de ontsluiting van reservestoffen activeren. Dit samenspel vormt de basis van een goede kieming. Naast water is toetreding van zuurstof noodzakelijk en warmte bevorderlijk. Bij tarwe geldt 20 - 25 °C als optimale kiemtemperatuur; als minimum geldt 3 - 5 °C en als maximum 30 - 32 °C.

Door opname van water begint zowel het zaad als de kiem te zwellen. Naar boven begint zich het pluimpje of groeipunt, naar beneden beginnen de wortels zich te ontwikkelen. De kieming wordt zichtbaar, wanneer de wortelschede (die de primaire kiemwortel omhult) de vruchtwand van de korrel doorboort en ook het coleoptiel (met daarin het pluimpje) naar buiten treedt. Na de primaire kiemwortel komen vrij snel nog 2 secundaire kiemwortels te voorschijn, welke alle een vlotte, uitbreidende groei vertonen. Tot op korte afstand van het worteltopje is het worteloppervlak bedekt met talrijke wortelharen, welke zorgen voor opname van water en mineralen. Door verdere vertakking van de kiemwortels wordt een actief wortelstelsel gevormd. Alhoewel de kiemwortels over een vrij lange levensduur beschikken, overtreffen de later gevormde kroonwortels de kiemwortels aanzienlijk in omvang en activiteit.

### 2.3 Veldopkomst

De kieming van de tarwekorrel geschiedt normaliter ondergronds en wordt pas zichtbaar, als het coleoptiel boven komt. Boven de grond stopt de lengtegroei van het coleoptiel onder invloed van licht. Het coleoptiel wordt meestal niet groter dan 2 cm, breekt open en de opgerolde bladschijf van het eerste tarweblad komt

te voorschijn.

De stengelgroei start met de vorming van een knopenstapel, meestal op zaaidiepte (2 à 3 cm onder het maaiveld) gelegen. Bij diepe zaai (meer dan 5 cm) ontwikkelt de jonge kiem in het coleoptiel een halmheffer, die de knopenstapel tot dicht onder het maaiveld verheft.

Bij het verschijnen boven de grond neemt het eerste tarweblad door de vorming van bladgroen (chlorophyl) een groene kleur aan. Ondergrondse stengeldelen van de jonge plant blijven wit en zijn een maat voor de zaaidiepte.

Het eindstandige groeipunt bevindt zich boven op de knopenstapel en wordt omgeven door bladeren, die zich vanuit de successievelijke knopen ontwikkelen. In de vegetatieve groeifase bevindt het groeipunt zich, beschermd door deze bladeren, onder de grond.

## 2.4 Kiemplant

Het kiemplantstadium duurt van veldopkomst tot begin van uitstoeling. In deze periode worden door de kiemplant 3 bladeren aangelegd. Het eerste blad komt te voorschijn uit het coleoptiel: de volgende bladeren komen opgerold te voorschijn uit de bladschede van het daarvoor aangelegde blad. De groei vindt plaats vanuit de basis; de top van het blad is dan ook het eerstgevormde c.q. het oudste deel van het blad. Zodra het tongetje van het blad zichtbaar wordt, is het blad volgroeid. Op dat moment is de opgerolde bladschijf van het volgende blad reeds gedeeltelijk te voorschijn gekomen. Als het blad volgroeid is, gaat de verticale bladstand over in een horizontale stand. De bladeren zijn afwisseld om en om aan de stengel geplaatst. Het eerste blad is vaak vrij klein en de bladschede kort. Bij de opvolgend aangelegde bladeren wordt de bladschijf steeds groter en de bladschede langer.

Tijdens de kiemplantstadium vindt ondergronds een sterke uitbreiding van de kiemwortels plaats. Daarbij kan gemakkelijk een diepte van 40 à 50 cm worden bereikt.

De elkaar omgevende bladscheden vormen de pseudo-stengel van de eerste spruit, veelal als hoofdspruit aangeduid. In de oksels van de bladeren op deze hoofdspruit komt een knop tot ontwikkeling. Zo'n knop kan uitgroeien tot een nieuwe of zijspruit met eigen wortels, de zgn. kroonwortels. De zijspruit, die zich in de oksel van het eerste blad ontwikkelt, komt ongeveer tegelijk met het verschijnen van het vierde blad te voorschijn. Met de vorming van deze zijspruit is de fase van uitstoeling aangebroken.

Bij wintertarwe is de knop in de oksel van het coleoptiel meestal slapend. Komt deze knop alsnog tot activiteit, dan verschijnt meestal een zich slecht ontwikkelende zijspruit.

## 2.5 Uitstoeling

Deze fase wordt gekenmerkt door de vorming van spruiten. Deze spruiten ontwikkelen zich successievelijk uit de uit de okselknoppen van de eerstgevormde bladeren en bezitten elk een eindstandig groeipunt. Onder gunstige omstandigheden kunnen de zijspruiten ook zelf nieuwe (secondaire) spruiten vormen, waardoor de planten sterk uitdijen. Tegelijkertijd worden voortdurend nieuwe bladeren aangelegd. De groeiwijze is vrij vlak, zodat de plant een rozetvormig uiterlijk krijgt.

Tegelijk met het uitgroeien van de nieuwe spruiten, ontwikkelen zich vanuit de okselknop nieuwe wortels. Deze kroonwortels zijn dikker dan de kiemwortels en maken een snelle groei door. Niet alleen wordt daarmee de plant stevig in de grond verankerd, ook wordt een groot, sterk vertakt wortelstelsel opgebouwd, die een goede opname van water en mineralen uit de bodem mogelijk maakt.

Tijdens de fase van uitstoeling worden door de plant vele spruiten aangelegd. Daarmee heeft de tarweplant de mogelijkheid om lage plantdichtheden te compenseren. Het aantal aangelegde spruiten wordt vooral bepaald door de lengte van de vegetatieve groeiwijze. Na het intreden van de generatieve ontwikkeling

worden geen bladeren en spruiten meer aangelegd. De plant begint zich geleidelijk op te richten en na enige tijd te strekken.

## 2.6 Stengelstrekking

Binnen de pseudo-stengel, gevormd door de over elkaar gelegen bladscheden, begint de echte stengel uit te groeien. Dit komt tot stand doordat de cellen tussen de bovenste 5 à 6 knopen van de knopenstapel zich gaan vermeerderen en strekken, waardoor een stengel met stengelleden en stengelknopen ontstaat. De hoofdspruit strekt zich het eerst, in volgorde van aanleg gevolgd door de zijspruiten. Het moment van strekking verloopt binnen een tijdspanne van 2 à 3 weken.

De ontwikkeling van het gewas tijdens de fase van stengelstrekking komt tot uiting in de productie van stengels en bladeren. Bij het uitgroeien van de stengel worden de stengelleden naar boven langer en de bladeren, met uitzondering van het bovenste vlagblad, groter. Bovengronds worden vaak 5, soms 6 knopen zichtbaar, die evenzo vele bladeren voortbrengen. Door afsterving van oudere bladeren zijn normaliter niet meer dan 5 groene bladeren aanwezig.

Na het intreden van de generatieve fase neemt de activiteit van het groeipunt sterk toe. Tijdens het strekken van de stengel ontwikkelt dit groeipunt zich tot de uiteindelijke aar. Achtereenvolgens worden pakjes, bloemdelen en bloempjes aangelegd. De hoofdspruit loopt daarbij voor op de later gevormde zijspruiten; de verschillen in ontwikkeling belopen bij het te voorschijn van de aar 10 à 14 dagen.

De ontwikkeling van het groeipunt tot aar wordt in sterke mate bepaald door de aanbod van assimilaten en als zodanig door de groeiomstandigheden. Deze zijn vaak gunstiger, naarmate de spruit eerder aangelegd is. De aar dan ook het grootst bij de hoofdspruit en is kleiner, naarmate de spruit later is gevormd.

Laatgevormde spruiten bevinden zich in een ongunstige situatie onder in het gewas. Vaak komt het groeipunt dan niet tot ontwikkeling en sterft, net als de spruit, vroegtijdig af.

In de periode van strekking tot bloei zijn er assimilaten nodig voor de groei van stengels en bladeren enerzijds en van de zich ontwikkelende aar anderzijds. Deze competitie om assimilaten is in sterke mate bepalend voor de omvang van de aar. Zijn er veel assimilaten nodig voor stengel en bladgroei, dan blijft de ontwikkeling van de aar achter, wat tot uiting komt in vele loze pakjes en weinig korrels per pakje. Het sterkst komt dit naren voren in aren van laatgevormde spruiten in dichte gewasbestanden.

Tegelijkertijd met de forse bovengrondse groei vindt in de bodem een sterke wortelgroei plaats. De kroonwortels groeien snel en vertakken zich sterk, zodat in de grond een uitgebreid netwerk van wortels wordt gevormd, dat gemakkelijk tot een diepte van 1½ m kan penetreren. Daarmee is de plant in staat om aan de grote vraag naar water en mineralen, die met de forse bovengrondse blad en stengelgroei gepaard gaat, te voldoen.

Vrij kort na het te voorschijn komen van het vlagblad, is de zich ontwikkelende aar zodanig in omvang toegenomen, dat de bladschede gaat op zwellen. Bij het te voorschijn komen van de aar, ook wel uitaren genoemd, is de aar volledig ontwikkeld en neemt tot de bloei alleen nog in omvang toe.

De periode van stengelstrekking tot bloei is afhankelijk van de temperatuur, maar duurt normaliter ongeveer 7 weken.

## 2.7 Bloei en korrelzetting

Bloei wordt gekenmerkt door het verschijnen van meeldraden. Tarwe is een zelfbevruchter en daardoor heeft de bevruchting van de bloempjes reeds plaatsgevonden, voordat de meeldraden naar buiten zijn getreden. De bloei begint in de aren van hoofdspruiten. Vervolgens beginnen de zijspruiten te bloeien in volgorde van hun leeftijd. De jongste zijspruit begint ongeveer een week na de hoofdspruit te bloeien.

De bloei begint in het midden van de aar en gaat verder naar boven en naar beneden. De bloei van alle bloempjes in een aar strekt zich uit over 3 à 5 dagen. In totaliteit duurt de bloeiperiode van een perceel tarwe 10 à 14 dagen.

Kort voordat het tarwebloempje zich opent en de meeldraden naar buiten treden heeft de bevruchting reeds plaatsgevonden. Na de bevruchting vindt frequente celdeling plaats. In de jonge korrel ontwikkelt zich een kiem en een opslagorgaan (meellichaam) voor reservevoedsel (kiemwit of endosperm).

Slechts een deel van de aangelegde bloempjes gaat over tot korrelzetting. Veelal worden per pakje 2 à 5 bloempjes gevormd en 1 à 3 korrels aangelegd. Afhankelijk van ras komen 15 à 20 pakjes tot korrelzetting, wat resulteert in de vorming van 30 à 50 korrels per aar.

## 2.8 Korrelvulling

De fase van korrelvulling kenmerkt zich door een sterke groei van de korrels en het afrijpen van het gewas door afsterving van bladeren en halmen. Ten aanzien van de korrelgroei kunnen een viertal fasen worden onderscheiden, t.w. de waterrijpe, de melkrijpe, de deegrijpe en de bindrijpe fase. In de waterrijpe fase zet de na de bevruchting ingezette celdeling zich voort en worden nog weinig assimilaten opgeslagen.

Vanaf het moment dat de korrel gaat vullen, verloopt de korrelgroei gedurende enige weken vrijwel constant. Tijdens de melk- en deegrijpe fase neemt het gewicht van de korrels dan ook sterk toe. Daarbij heeft in de korrel een geleidelijke afname van het vochtgehalte plaats. De aanvoer van assimilaten stopt als dit vochtgehalte onder 40 % zakt; dan treedt de bindrijpe fase in. De korrel verkeert in kiemrust, droogt in tot ca 15 % vocht, is hard en kan in deze toestand langere tijd worden bewaard.

Gedurende de bloei en het begin van de korrelvullingsfase onderscheppen de bovenste 3 à 4 groene bladeren het ingestraalde licht volledig. In deze periode kunnen de jonge korrels slechts weinig assimilaten benutten, zodat het merendeel ervan tijdelijk wordt opgeslagen, grotendeels in stengel en aarspil. Nadien treedt een sterke groei van de korrels op. Aanvankelijk kunnen de aanwezige groene bladeren volledig voorzien in de aanvoer van voldoende assimilaten. Door veroudering en afsterving van de bladeren vermindert dit en worden in toenemende mate de opgeslagen assimilaten in stengel en aarspil aangesproken.

Tijdens de bloei en de waterrijpe fase zijn de wortels actief en kunnen water en voedingsstoffen opnemen. Dit vermindert sterk tijdens de melkrijpe en deegrijpe fase.

De lengte van de korrelgroei lijkt vooral bepaald te worden door de temperatuur tijdens de korrelvulling. De aanvoer van assimilaten naar de korrel stopt, als de temperatuursom, gerekend vanaf begin bloei, een waarde bereikt van ca. 875 graaddagen(\*). [Voetnoot (\*): temperatuursom = som van de gemiddelde dagtemperaturen]. Dientengevolge kan in warme zomers vroeg, in koude zomers pas laat worden geoogst en zijn hoge opbrengsten met name te verwachten in zonnige, koele zomers. De afrijping van het gewas, te zien aan de afsterving van bladeren en stengels, verloopt echter niet altijd parallel met de afrijping van de korrels; bij een (te) hoge N-voorziening zijn korrels vaak eerder rijp dan bladeren en stro.

## 2.9 Kiemrust

De levenscyclus van wintertarwe wordt beëindigd met een harde korrel, die in kiemrust verkeert. De kiemrust treedt reeds in als de kiem van de korrel zich in de melkrijpe fase volledig heeft ontwikkeld. De kiemrust blijft gehandhaafd tijdens melkrijpe, deegrijpe en bindrijpe fase en ook bij de oogst verkeert de korrel normaliter nog in kiemrust. Door wateropname kan de korrel na zekere tijd tot kieming overgaan. De lengte van de kiemrustduur bedraagt 1 à 2 maanden, maar is afhankelijk van ras en temperatuur aan het einde van de korrelvulling. Hoge temperaturen tijdens de deegrijpe fase bekorten de kiemrust. Bij verlating

van de oogst door ongunstige, natte weersomstandigheden kunnen dan in de aar reeds korrels gaan kiemen; dit verschijnsel wordt schot genoemd.





## 3 GROEIFACTOREN

De wereldwijde verspreiding van (winter)tarwe geeft aan, dat dit gewas onder zeer uiteenlopende omstandigheden kan groeien. Wel beïnvloeden uitwendige omstandigheden, zoals temperatuur, licht, water en mineralen in sterke mate de groei en ontwikkeling, en daarmee de produktiviteit, van winter tarwe. Op deze groeifactoren zal in dit hoofdstuk nader worden ingegaan.

### 3.1 Temperatuur

Zowel de groei als de ontwikkeling van een tarweplant wordt in sterke mate beïnvloed door de temperatuur. Hoge temperaturen werken versnellend op de ontwikkeling en verkorten als zodanig de groeiduur. Bovendien is er bij hoge temperaturen een grotere ademhaling, wat de produktiviteit vermindert. Optimaal zijn temperaturen tussen 15 - 20 °C. Vanwege de vernalisatie zal winter tarwe na gekiemd te zijn, eerst een zekere periode aan lagere temperaturen blootgesteld moeten worden. Aan de vernalisatie wordt het snelst voldaan als de temperatuur zich beweegt rond het vriespunt tot maximaal 2 à 3 °C. De duur van de vernalisatie is rasafhankelijk en varieert van enkele weken tot 2 maanden. Vanaf de kieming treedt het proces van vernalisatie in. Bij inzaai in herft en vroege winter wordt dan ook altijd aan de vernalisatiebehoefte voldaan.

In de winter moet de tarweplant bestand zijn tegen lage temperaturen. Afhankelijk van ras kunnen temperaturen van 10 °C tot 25 °C worden verdragen. Het doodvriezen of uitwinteren van planten hangt vooral samen met de mate, waarin ze zijn afgehard. Dit afharden heeft plaats in perioden met temperaturen rond het vriespunt. Wordt een periode van milde temperaturen plotseling gevolgd door strenge vorst, dan kan het gewas niet afharden en kan ernstige uitwintering optreden. Het uitwinteren vindt met name plaats bij kale vorst; onder sneeuw zijn de planten beschermd.

Perioden van zeer hoge temperaturen (> 30 °C) zijn ongunstig, zowel voor de ontwikkeling als de groei van het gewas. Hitte gaat vaak samengaan met een relatief vochttekort. Tijdens de bloei schaadt hitte de korrelzetting, wat resulteert in vele loze pakjes. Tijdens de korrelvulling leidt hitte tot een versnelde bladafsterving en opbrengstderving. In ernstige gevallen kan noodrijpheid ontstaan, resulterend in vele kleine verschroepelde korrels.

Tijdens het groeiseizoen wordt de gewasontwikkeling overheersend bepaald door de temperatuur. Dit geldt vooral nadat het gewas als gevolg van de langere dag en hogere temperaturen is gaan schieten. Vanaf het begin van de stengelstrekking is de lengte van de elkaar opvolgende ontwikkelingsfasen min of meer gebonden aan een zekere temperatuursom. Dit geldt zeer sterk na het te voorschijn komen van het vlagblad. In tabel 3.1 is de temperatuursom van de ontwikkelingsfasen tussen stengelstrekking en binderrijpheid vermeld.

Het einde van de korrelvulling (gewas stadium 91) treedt in, wanneer de temperatuursom vanaf het begin van stengelstrekking een waarde bereikt van ongeveer 1500 graaddagen. Tussen het te verschijnen van de aar en het einde van de korrelvulling bedraagt de temperatuursom ongeveer 1000 graaddagen, wat normaliter 62 dagen in beslag neemt. In een warme zomer (1 °C boven normaal) is dit 58 dagen, in koude zomers (1 °C beneden normaal) 66 dagen. Lage temperaturen vertragen de gewasontwikkeling en verlengen als zodanig de groeiperiode.

## 3.2 Licht

Voor tarwe is zowel de duur als de hoeveelheid van de dagelijkse lichtinstraling van belang. De duur van de dagelijkse instraling (daglengte) is bepalend voor de ontwikkeling, de hoeveelheid licht (lichtintensiteit) is belangrijk voor de groei en produktiviteit.

Bij wintertarwe werken korte dagen bij lage temperaturen versnellend bij het vernalisatieproces. Na de vernalisatie treedt de generatieve ontwikkeling pas bij een grotere daglengte in. Tarwe is dan ook een 'lange dag' plant.

Onder invloed van licht worden uit water en koolzuur (CO<sub>2</sub>) suikers gevormd. De suikers worden vaak aangeduid met koolhydraten of assimilaten. Dit proces heet fotosynthese en vindt plaats in het bladgroen, dat zich bevindt in alle groene plantenorganen. Bij tarwe zijn dit de bladeren (bladschijven en bladstelen), de stengel en de aar. Tijdens de groeiperiode is de gewasgroei nauw gekoppeld aan de hoeveelheid onderschepte licht. In herfst en winter is er weinig licht en de onderschepping door het gewas gering. De groei verloopt traag. In het voorjaar neemt de instraling sterk toe en wordt door voortgaande bladvorming steeds meer licht onderschept. Een volledige lichtonderschepping door het gewas wordt bereikt, als er per m<sup>2</sup> grond minstens 3 m<sup>2</sup> bladoppervlak aanwezig is; d.w.z. bij een bebladeringsindex van 3 of hoger. Normaliter beschikt het gewas vanaf het begin van stengelstrekking tot de deegrijpe fase over voldoende blad om alle licht te onderscheppen en dus maximaal te produceren. Per dag bedraagt de productie ongeveer 200 kg drogestof per hectare, wat ongeveer 235 kg korrel betekent.

Lage temperaturen verlengen de groeiperiode. Het gewas kan dan meer licht onderscheppen en meer produceren. De hoogste korrelopbrengsten zijn dan ook te verwachten in koude, zonnrijke zomers, zoals 1993.

## 3.3 Water

Tijdens de groei neemt het gewas grote hoeveelheden water op. Voor de productie van 1 kg drogestof wordt ongeveer 250 liter water opgenomen. Het overgrote deel van de wateropname is nodig voor verdamping. Tijdens de groeiperiode bedraagt de dagelijkse productie bij volledige lichtonderschepping zo'n 200 kg drogestof per hectare, wat neer komt op een waterbehoefte van 50000 liter per hectare ofwel 5 mm vocht. Normaliter is de neerslag in de (voor)zomer ontoereikend en zal de watervoorraad in de bodem aangesproken worden.

Vochtttekort leidt tot vermindering van de productie van assimilaten. Het tijdstip en duur van vochttekort is bepalend voor aard en omvang van de gewasschade. In het voorjaar tijdens uitstoeiing en stengelstrekking speelt vochttekort zelden een rol; wel kan droogte de stikstofopname beperken en indirect de groei schaden. Vochtttekort tijdens stengelstrekking beperkt het uitgroeien van spruiten tot aardragende halmen; vochttekort tijdens het verschijnen van de aar en bloei heeft negatieve gevolgen op de aarontwikkeling en korrelzetting, wat resulteert in kleine aren met veel loze pakjes. Tijdens de korrelvulling vermindert droogte niet alleen de produktiviteit, maar leidt ook tot vervroegde afsterving van het blad; door de vaak tegelijkertijd optredende hoge temperaturen wordt dit beeld nog versterkt.

Watertekorten, ook al zijn ze van tijdelijke aard, zullen bij wintertarwe steeds tot productieverliezen leiden.

## 3.4 Voedingsstoffen

Het overgrote deel van de drogestof bestaat uit de elementen waterstof, zuurstof en koolstof, welke als water en koolzuur worden gebruikt bij de fotosynthese. De gevormde koolhydraten vormen de grondstof,

die samen met andere voedingsstoffen noodzakelijk zijn voor de groei en vorming van plantenorganen. Er is een grote behoefte aan stikstof, fosfor en kalium en in mindere mate aan magnesium, calcium, natrium en zwavel. Daarnaast zijn meerdere sporenelementen noodzakelijk voor het goed functioneren van processen, die zich tijdens de gehele groeiperiode in de plant afspelen.

Al deze voedingselementen moeten door de wortels uit de grond worden opgenomen. Via houtvaten worden de elementen naar stengels, bladeren en andere plantendelen getransporteerd.

Stikstof wordt in de vorm van nitraat (NO<sub>3</sub>) of ammonium (NH<sub>4</sub>) opgenomen en is als bouwsteen van eiwitten het belangrijkste voedingselement van tarwe. Eiwitten vormen het hoofdbestanddeel van enzymen, die essentieel zijn bij alle fysiologische processen, die zich in de plant afspelen. Met name in bladschijven is deze activiteit groot en de vorming van bladeren vraagt dan ook veel stikstof. Later in het groeiseizoen wordt veel stikstof als eiwitten opgeslagen in de korrels. Deels is deze stikstof afkomstig van wortelopname na de bloei, maar het merendeel wordt aan bladeren en stengel onttrokken. Bij de eind oogst bevindt zich 75 à 80 % van de opgenomen stikstof in de korrel.

Fosfor wordt in de vorm van fosfaat, vaak vermeld als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, opgenomen en vervult een onmisbare functie bij de uitvoering van alle fysiologische processen. Fosfor speelt vooral een belangrijke rol in de overdracht van energie bij de fotosynthese en de ademhaling. Evenals bij stikstof wordt ongeveer 75 % van de opgenomen fosfaat in de korrel opgeslagen.

Kalium of kortweg kali, vaak vermeld als K<sub>2</sub>O, wordt in grote mate door wortels opgenomen. Kali is onder andere betrokken bij de fotosynthese en vervult een functie in de waterhuishouding van cellen en is als zodanig betrokken bij transportprocessen van voedingsstoffen in de plant. Veel kali bevindt zich in de stengel en bij de oogst wordt ca. 75 % met het stro afgevoerd.

Naast stikstof, fosfaat en kali neemt tarwe vrij veel magnesium, calcium en zwavel op. Vooral magnesium is van belang vanwege zijn essentiële rol in de fotosynthese. Zwavel dient ondermeer als bouwsteen voor eiwitten.

Daarnaast zijn een aantal elementen in kleine hoeveelheden onontbeerlijk vanwege een rol in de fysiologische processen in de plant. Tot deze sporenelementen behoren o.a. koper, mangaan, borium, molybdeen en zink. In te hoge concentraties kunnen sporenelementen gewasschade geven, zoals borium, koper, aluminium en chroom.

Informatie over het voorkomen van de diverse elementen verschaft tabel 3.4. Daarin zijn bij de bloei de gehalten vermeld in het gewas en bij de oogst in korrel en stro+kaf.



## 4 BODEM

De groei van wintertarwe is gebaat bij een goede voorziening van vocht en mineralen. Wintertarwe wordt vanouds vooral op kleigronden geteeld, maar heeft thans ook op vochthoudende zand- en dalgronden een verspreiding gekregen. Bij de teelt van wintertarwe op de uiteenlopende grondsoorten speelt rassenkeuze een grote rol.

De bodem verschaft de plant water, mineralen en verankering. Voor een goede gewasgroei zullen de wortels in de bodem sterk moeten kunnen uitgroeien. Mechanische weerstanden in de bodem (storende lagen) of chemische omstandigheden (lage pH) remmen de groei; gebrek aan zuurstof beperkt de activiteit van het wortelstelsel.

### 4.1 Bodem en beworteling

Bij een goede bodemtoestand kunnen de wortels van wintertarwe gemakkelijk diepten tot ca 1½ m bereiken. Hoge indringingsweerstand beperken de lengtegroei. Dit geldt met name bij aanwezigheid van dichte en storende lagen (ploegzool). Op zandgronden met een humusloze ondergrond is de beworteling beperkt tot de humeuze bovenlagen; op plaatgronden met een dichte pakking van de zandige ondergrond gaat de beworteling niet dieper dan het kleidek.

Verdichtingen in de grond beperken of belemmeren de beworteling en de aanvoer van zuurstof en heeft een negatieve invloed op groei en gewasopbrengst. De grondbewerking zal moeten resulteren in een goed doorluchte bodem, die naast zuurstof ook veel water kan bergen. Het breken van dichte lagen (ploegzool) of van storende lagen (met lage pH) is bevorderlijk voor de wortelgroei. Een goede bodemstructuur is voorwaarde voor hoge gewasopbrengsten.

### 4.2 Vochtvoorziening

Voor een opbrengst van 10 ton korrel per hectare (16 % vocht) met een korrelaandeel van 45 % wordt bovengronds 18 à 19 ton drogestof geproduceerd. Per kg geproduceerde drogestof is ongeveer 250 kg water nodig. Voor een opbrengst van 10 ton/ha bedraagt de behoefte ongeveer 465 mm water. Ervan uitgaande dat in de maanden april tot en met juli 90 % van de totale opbrengst wordt geproduceerd, dan is daarmee ongeveer 420 mm water gemoeid. In die periode valt gemiddelde 264 mm neerslag, zodat ruim 150 mm uit bodemvocht moet worden opnemen. Op goed doorwortelbare vochthoudende gronden is dit goed mogelijk, maar op slecht bewortelde en/of weinig vochthoudende gronden zullen vochttekorten de produktiviteit van het gewas beperken.

De vochthuishouding van de bodem is in sterke mate afhankelijk van de diepte van het grondwater. In goed vochthoudende gronden kan daarvan water door capillaire opstijging binnen het bereik van wortels terechtkomen en door het gewas worden opgenomen. Is de grondwaterspiegel te diep, dan is de hoeveelheid beschikbare bodemwater vaak beperkt en kunnen gemakkelijk vochttekorten ontstaan. Wintertarwe vraagt voor hoge korrelopbrengsten een regelmatige vochtvoorziening. Korte perioden van droogte storen de groei, doen het blad krullen en vervroegd afsterven. Met name op droogtegevoelige zandgronden is de korrelopbrengst van wintertarwe vaak teleurstellend en blijft daar vaak achter bij die van winterrogge.

## 4.3 Luchthuishouding

Aanwezigheid van zuurstof is noodzakelijk voor een goed functionerend wortelstelsel. Zowel voor fysiologische processen in de wortel als voor opname van voedingsstoffen zijn water en lucht onmisbaar. Om wortels tot op grote diepte te laten doordringen, zal de bodem goed doorlucht moeten zijn. Het door wortelactiviteit vrijkomende koolzuurgas zal uitgewisseld moeten worden voor zuurstof. Vooral grotere poriën zijn bij de doorluchting van de grond betrokken.

Het intreden van lucht in de grond stagneert, wanneer de poriën dicht slibben. Dit is het geval bij verslemping van de bovengrond. Hevige neerslag en een fijn verkruid zaaibed leiden gemakkelijk tot verslemping en plasvorming. Toetreding van lucht wordt ernstig belemmerd en tekorten aan zuurstof verminderen de groei. Bij ernstige verslemping en plasvorming vindt weinig uitstoeling plaats en worden minder aren gevormd. Het beperken van slomp is vooral gelegen in een goede zaaibedbereiding.

## 4.4 Bodemvruchtbaarheid

De bodem moet zorg dragen voor een voldoende voorziening van water en mineralen. Een goed doorluchte, vochthoudende grond is bevorderlijk voor wortelgroei (en als zodanig voor de opname van water en voedingsstoffen) en vereist een juiste grondbewerking. Voldoende lutum, koolzure kalk en organische stof in de bouwvoor vergemakkelijken de grondbewerking en bevorderen de fysische en chemische eigenschappen van de bodem.

Wintertarwe groeit op diverse grondsoorten, waarbij de pH varieert van 5 tot 8. Voor kleigrond wordt een pH van 6½ à 7 als optimaal beschouwd. Op lichte zavel en op gronden met een hoog organische stofgehalte licht het optimum wat lager. Gedurende het gehele seizoen moeten voor een goede groei van de tarwe steeds voldoende mineralen beschikbaar zijn. Met name gronden, die mineralen tijdelijk adsorberen (aan kleideeltjes of organische stof) zijn geschikt voor de teelt van tarwe.

Op veel bouwland is het organische stofgehalte aan de lage kant. Voor handhaving c.q. verhoging ervan kunnen granen een belangrijke bijdrage leveren. Enerzijds wordt dit bereikt door het inwerken van gehakseld stro en stoppels van de tarwe zelf, anderzijds kan door het telen van een groenbemester in de tarwe of na de oogst van de tarwe een aanzienlijke hoeveelheid organische stof aan de bodem worden toegediend. Dit verbetert niet alleen de bodemstructuur, ook de bodemvruchtbaarheid wordt er door verhoogd. Immers, de mineralen die door de groenbemester worden opgenomen, gaan niet verloren, maar komen later door mineralisatie weer voor het volggewas) beschikbaar.

Binnen het akkerbouwplan vervullen granen een essentiële rol. De toenemende mechanisatie en de noodzaak om ook onder slechte omstandigheden (oogst)werkzaamheden te moeten verrichten zijn ongunstig voor de bodemstructuur. Verreden hakvruchtenland kan zich tijdens het groeiseizoen van wintertarwe herstellen, zodat na de tarwe de bodemstructuur weer geschikt is voor een volgend rooivruucht.

## 4.5 Bodemgezondheid

Na de oogst van wintertarwe kunnen onkruidzaden en aan tarwe gebonden ziekteverwekkers op het tarweperceel achterblijven en vormen een bron voor infectie voor een volgende teelt. Zeker bij een vruchtopvolging van tarwe op tarwe is een sterke uitbreiding mogelijk. De mate, waarin dit gebeurt is afhankelijk van vruchtwisseling, grondsoort en tarweopslag. In een bouwplan met 1 op 3 of 1 op 4 wintertarwe zijn bodempathogenen niet of nauwelijks van belang.

Door de intensivering van het bouwplan is de druk van bodemgebonden ziekten en plagen in de laatste

decennia sterk toegenomen. Vele bodempathogenen beperken zich in hun aantasting tot één of enkele gewassen. In een ruim bouwplan spelen vele bodempathogenen dan ook nauwelijks een rol. Met name granen blijken voor vele parasieten ongevoelig en onderbreken de levenscyclus van menig bodempathogeen. Handhaving van de bodemgezondheid zal in toenemende mate gezocht moeten worden in resistente rassen en/of teelt van weinig gevoelige gewassen, zoals granen. Dit zal sterker gelden, naarmate het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen verder zal verminderen.





## 5 GEWASGROEI EN PRODUKTIEPATROON

### 5.1 Productie

Tijdens kieming en opkomst worden de reservestoffen in de korrel aangesproken voor de groei van de jonge plant. Na veldopkomst doorboort het eerste blad het omhullende coleoptiel en wordt blootgesteld aan het licht. Vanaf dat moment heeft groei vrijwel uitsluitend plaats door fotosynthese. In de herfst en winter is deze door lage temperaturen en lage lichtintensiteit gering; aan het eind van de winter is vaak niet meer dan 1 à 2 ton drogestof per hectare geproduceerd. In het voorjaar neemt de groei door stijgende temperaturen en toenemende instraling van zonlicht snel toe.

Figuur 5.1. Opbrengstcurve + ds-verdeling

De produktie van drogestof tijdens de groeiperiode verloopt volgens de gebruikelijke S-curve (figuur 5.1.). Aanvankelijk is de groeisnelheid laag, maar vanaf het begin der stengelstrekking neemt deze sterk toe. Tot aan de deegrijpe fase neemt de produktie van drogestof vrijwel rechtlijnig toe. De verdeling van de geproduceerde drogestof verandert tijdens de groeiperiode. Eerst vindt groei van bladeren plaats, vervolgens van stengels en vanaf de bloei van aren. De gewichten van bladeren en stengels bereiken een maximum en verminderen nadien door afsterving en/of redistributie van assimilaten. Na de bloei komt de geproduceerde drogestof uitsluitend in de korrels terecht. De hoeveelheid kaf is vrijwel constant, de blad- en stengelgewichten nemen duidelijk af. Deze afname is merendeels een gevolg van een onttrekking van assimilaten ten behoeve van de korrelvulling. Bij de oogst is zo'n 40 à 50 % van de bovengrondse drogestof in de korrel aanwezig.

Zoals uit figuur 5.1. bleek worden de geproduceerde assimilaten aanvankelijk uitsluitend besteed aan de produktie van bladeren, wat resulteert in een sterke uitbreiding van het groene bladoppervlak. Na enige tijd is de bodem volledig bedekt en wordt het ingestraalde licht volledig onderschept. Het bladerdek heeft dan een oppervlakte van meer dan 3 m<sup>2</sup> per m<sup>2</sup> grond. Het bladoppervlak wordt als bebladeringsindex (BFI), maar vaker als Leaf Area Index (LAI) aangegeven. Tijdens de stengelstrekking neemt het bladoppervlak verder toe; veelal wordt kort voor de bloei een maximale LAI-waarde bereikt, die afhankelijk van standdichtheid en stikstofvoeding varieert van 4 tot 8. Op dat moment zijn vaak 4, soms nog 5 groene bladeren aan de stengel aanwezig. Vanaf de bloei loopt het bladoppervlak door afsterving terug. De snelheid van bladsterfte wordt mede bepaald door de N-voeding en de bestrijding van ziekten en plagen in het gewas.

In de periode van stengelstrekking tot de deegrijpe fase vindt een vrijwel volledige onderschepping van het licht plaats. De groeisnelheid is in die periode vrijwel constant, wat in figuur 5.1. in de rechtlijnige toename van de geproduceerde drogestof tot uiting wordt gebracht.

Behalve de bladschijven zijn ook andere groene plantdelen, zoals stengel, bladschedes en aar, actief in het fotosyntheseprocess. De bijdrage van deze organen aan de produktie is zeer aanzienlijk. In tabel 5.1 komt dit duidelijk tot uiting in de aanvoer van assimilaten, die in de korrel worden opgeslagen.

### 5.2 Produktiepatroon

De korrelopbrengst is het eindpunt van een reeks van opeenvolgende fysiologische processen, die zich in de plant afspelen en invloed uitoefenen op de diverse opbrengstcomponenten. De korrelopbrengst kan vereenvoudigd als volgt worden geformuleerd:

Korrelopbrengst (g/m<sup>2</sup>) = aren/m<sup>2</sup> x korrels/aar x 1000korrelgewicht (mg)

De opbrengstcomponenten kunnen in omvang sterk variëren. Zo is het aantal aren/m<sup>2</sup> afhankelijk van het aantal planten/m<sup>2</sup> en het aandeel spruiten, dat tot aarvorming overgaat. Het aantal korrels per aar, ook wel korrelzetting genoemd, wordt bepaald door de aanleg van pakjes en bloempjes, maar nog meer door de mate van bevruchting. De opbrengstcomponenten hangen onderling sterk met elkaar samen en daarin ligt ook het grote opbrengstcompenserend vermogen van een tarwegewas verscholen. In tabel 5.2a zijn als voorbeeld de gewassenmerken van een proef met sterk oplopende plantdichtheden vermeld.

In de praktijk wordt gestreefd naar hoge, opbrengstzekere korrelopbrengsten. Daarin passen geen slappe en ziektegevoelige rassen of dichte gewasbestanden, die ziekten en legering bevorderen. Gunstige gewasbestanden kenmerken zich door regelmatige verdeling van planten, die zich gelijkmatig en gelijktijdig (uniform) ontwikkelen.

Door de grote variatie binnen de opbrengstcomponenten kan een bepaalde opbrengst zeer verschillend tot stand komen. Vooral rasgebonden eigenschappen ten aanzien van korrelzetting en korrelvulling zijn wezenlijk. Voor opbrengsten van zo'n 10 ton tarwe per hectare zijn 500 aren/m<sup>2</sup> veelal voldoende (tabel 5.2b). Dit aantal aren kan goed worden bereikt uitgaande van 200 planten per m<sup>2</sup> na de winter. Per plant kan dan worden volstaan met de eerste 2 à 3 gevormde aren, die aanzienlijk produktiever zijn dan de later gevormde aren, die bij lage plantdichtheden voor compensatie moeten zorgen. Door het ontbreken van proefgegevens kan geen duidelijke invulling worden gegeven voor een optimaal productiepatroon van hogere korrelopbrengsten. De in tabel 5.2b weergegeven cijfers voor een opbrengst van 11 à 12 ton/ha berusten op een theoretische benadering.

### 5.3 Potentiële korrelopbrengst

Potentiële haalbare korrelopbrengsten van wintertarwe worden bereikt, wanneer een bestand van voldoende, regelmatig verdeeldstaande planten tijdens de groeiperiode ongestoord kan groeien. Dat wil zeggen, dat het gewas ruim voorzien is van water en voedingsstoffen, niet legerd en niet aangetast wordt door ziekten en plagen.

Op basis van lichtinstraling en lichtonderschepping kan wintertarwe onder Nederlandse weersomstandigheden in voorjaar en zomer een bovengrondse productie van ruim 22,5 ton drogestof per hectare bereiken. Wordt daarbij de productie in herfst en winter (ruim 1 ton/ha) bijgeteld, dan komt de totaal aanwezige drogestofopbrengst bij de oogst neer op ongeveer 24 ton per hectare. Deze hoeveelheid drogestof is verdeeld over de bovengrondse delen van de plant. Bij de huidige hoogproductieve rassen (Ritmo, Vivant) komt zo'n 45 % in de korrel terecht. De korrelopbrengst komt daarbij uit op ruim 12½ ton korrel per hectare met 15 % vocht. Een verschuiving van de verdeling van de drogestof ten gunste van de korrel zal de potentiële opbrengst aanzienlijk doen toenemen. Zo wordt bij een oogstindex van 50 % een korrelopbrengst berekend van 14 ton per hectare.

## 6 Zaaien

Een regelmatige verdeling en een uniforme ontwikkeling van de planten is de basis voor een productief tarwegewas. De voorwaarden daartoe moeten worden geschapen bij het zaaien. Naast de zaaibedbereiding en zaaioomstandigheden verdienen zaaitijd en zaai techniek de nodige aandacht.

### 6.1 Zaaibedbereiding

De ligging van het zaaibed is van belang voor opkomst en voor de beginontwikkeling van het plantenbestand. Voor een goede kieming moet voldoende vocht en zuurstof beschikbaar zijn. Een goed zaaibed bestaat uit een gelijkmatig en goed verkrumelde losse toplaag van ongeveer 3 cm dikte op een vastere ondergrond. De losse, licht verkrumelde toplaag bedekt de korrels en laat gemakkelijk lucht en water door. De vastere ondergrond levert voldoende vocht voor de kieming van de tarwekorrels. Een droge (en grove) bovenlaag geeft vaak een onregelmatige en ongelijktijdige opkomst en leidt gemakkelijk tot tweewassigheid en een ongelijkmatige ontwikkeling van de planten. Op slempgevoelige gronden moet een wat grovere structuur worden aangehouden, omdat de bovenlaag door regenval gemakkelijk kan dichtslaan en de zuurstofvoorziening in de knel komt. Vooral de ontwikkeling van de kiemplant wordt geremd, hetgeen later in een geringe spruit- en aarvorming tot uiting komt.

Op lichte gronden moet het zaaibed voldoende grof en op zwaardere gronden voldoende fijn zijn. De grootste kluiten mogen niet groter zijn dan 5 à 7 cm. Bij een (te) grof liggend zaaibed levert het onderbrengen van het zaad vaak problemen op, laat de opkomst vaak te wensen over, werkt een bodemherbicide minder effectief en kan op zware gronden schade door slakken ontstaan.

### 6.2 Zaaitijd

Wintertarwe kan van half september tot begin februari worden gezaaid. Het moment van zaaien heeft niet alleen een sterke invloed op de gewasontwikkeling en vorstgevoeligheid, maar ook op de ontwikkeling van onkruiden, ziekten en plagen. Het moment van zaaien wordt overwegend bepaald door de oogst van de voorvrucht en de weers- en bodemomstandigheden. Uit oogpunt van gewasontwikkeling is het gunstig, dat bij het begin van de winter de planten beginnen uit te stoelen. De eerste zijspruiten kunnen dan al tijdens de winter of in het vroege voorjaar worden aangelegd, wat de produktiviteit ten goede komt. Bovendien zijn de planten in staat om de schade van opvriezen door de vorming van kroonwortels te beperken.

Om voor de winter de uitstoelende fase te bereiken zal de tarwe tijdig moeten worden gezaaid. Normaliter is dit de tweede helft van oktober; in het noorden van het land wat eerder. Gemiddeld genomen is dit uit oogpunt van korrelopbrengst ook de beste zaaitijd (figuur 6.1.2. RIJP). Vroeger zaaien bevordert de opkomst en herfstontwikkeling, wat resulteert in een dichtere en langere gewassen. Ook komen in de herfst meer onkruiden tot ontwikkeling en vergroot de kans op ziekten en plagen. Bij zaaien na oktober zijn de zaaioomstandigheden vaak minder gunstig en zijn lagere korrelopbrengsten het gevolg. Bij inzaai in november is de opbrengst al gauw 5 %, in december tot 10 % lager.

Belangrijker dan de zaaitijd zijn de omstandigheden, waaronder gezaaid wordt. Inzaai op een slecht zaaibed of onder minder goede omstandigheden is ongunstig voor opkomst en begingroei. Gebruik van meer zaaizaad beperkt de schade, maar maakt deze niet ongedaan.

Goede omstandigheden in de tweede helft van oktober vormen de beste uitgangssituatie voor de teelt van wintertarwe.

Tot half december heeft het zaaien van wintertarwe voordelen boven het zaaien van zomertarwe. Bij zaai in

de tweede helft van december en in januari kan met zomertarwe een vergelijkbare opbrengst verwacht worden als met wintertarwe. Bij zaai na januari is de kans te groot dat wintertarwe niet of onvoldoende generatief wordt en verdient het altijd de voorkeur om zomertarwe te zaaien.

## 6.3 Rassenkeuze

Voor de teelt van tarwe komen uitsluitend rassen in aanmerking, welke zijn geregistreerd. Bij voorkeur zal gekozen worden voor rassen, welke staan vermeld in de jaarlijks verschijnende "Aanbevelende rassenlijst voor landbouwgewassen". Deze rassen zijn meerdere jaren beproefd op hun landbouwkundige eigenschappen en hebben daarbij voor Nederlandse omstandigheden bewezen een oogstzeker en productief ras te zijn. Bij de keuze van het ras wordt rekening gehouden met grondsoort en de bestemming van het produkt. Daarom maakt de bovenvermelde rassenlijst onderscheid tussen teelt op kleigrond en teelt op zand- en dalgrond en worden rassen onderscheiden voor de geschiktheid voor broodbereiding. Ondanks de gemiddelde cijfers voor de eigenschappen van de rassen die in de rassenlijst worden vermeld, kunnen de onderlinge verhoudingen tussen de rassen van jaar tot jaar sterk verschillen. Dit wordt veroorzaakt door het al dan niet voorkomen van ziekten en plagen, het plotseling optreden van nieuwe fysio's of door strenge winters, legering en dergelijke. Rassenspreiding (d.w.z. het verbouwen van meer dan één ras per bedrijf of regio) kan calamiteiten voorkomen en vermindert de grootte van de risico's. Bij een omvangrijke teelt van één ras kan een nieuw fysio (bijv. van gele roest of meeldauw) zich bij een doorbraak van de resistentie snel uitbreiden. Hierdoor zullen niet alleen de opbrengsten van het betreffende ras sterk tegenvallen, maar ontstaat ook de kans op een kettingreactie van nieuwe fysio's. Door de verhoogde ziektedruk is het aangetaste ras op zichzelf weer een bron van nieuwe fysio's. Hierdoor kunnen ook de resistenties van andere rassen worden doorbroken. Bij een sterke opbouw van de epidemie ontstaat op die manier een kettingreactie. Rassenspreiding geeft dus niet alleen een verlaging van de infectiedruk maar ook een verlaging van de kans op nieuwe fysio's.

Er is verschil in de mate van risico tussen de verschillende teeltgebieden. Gele roest treedt als regel het eerst en het meest op in de noordelijke kleigebieden en in de IJsselmeerpolders; meeldauw komt meer voor op dal- en vooral op zandgrond; in het zuidwesten speelt wintervastheid een minder grote rol dan in het noorden.

Rassenspreiding kan ook bijdragen aan een spreiding van de risico's in de afzet. Risico's tijdens de oogst (bijv. door schot of door korreluitval) kunnen worden vermeden door rekening te houden met de verschillen in afrijping (vroegrijpheid) tussen de rassen. Hierdoor kunnen ook arbeidspieken worden afgevlakt.

Behalve de "Aanbevelende Rassenlijst" is er een "Nationale Rassenlijst", waarop rassen staan vermeld, waarvan de produktiviteit en de gevoeligheid voor legering en ziekten aan bepaalde minimum-eisen voldoen. Daarnaast mogen in Nederland ook rassen verhandeld en ingezaaid worden, die in een ander EU-land zijn erkend. Het betreft veelal rassen, waarvan voor de teelt onder Nederlandse omstandigheden geen gegevens bekend zijn of waarvan de landbouwkundige eigenschappen onvoldoende bleken. Dit laatste geldt vooral voor rassen, die in de omliggende landen wel een grote betekenis hebben.

Kwaliteitsrassen blijven vaak achter in korrelopbrengst; de meerprijs voor kwaliteit is ter compensatie meestal onvoldoende. In de praktijk wordt daarom vaak gekozen voor hoogproductieve rassen. In toenemende mate wordt tarwe afgezet als veevoer. Over verschillen tussen tarwerassen aangaande voederkwaliteit is weinig bekend, maar mogen niet worden uitgesloten. Er zijn aanwijzingen, dat de voerkwaliteit toeneemt met afnemende bakkwaliteit.

Voor actuele informatie aangaande rassenkeuze wordt verwezen naar het jaarlijks verschijnende Rassenbulletin Wintertarwe en de eveneens jaarlijks verschijnende "Aanbevelende Rassenlijst voor Landbouwgewassen".

## 6.4 Zaaidichtheid

Bij de inzaai van tarwe zal steeds uitgegaan moeten worden van gezond en kiemkrachtig zaaizaad. Dat is niet alleen gunstig voor de veldopkomst, ook de beginontwikkeling van de kiemplant wordt bevorderd. Het gebruik van ontsmet zaaizaad is te prefereren. Vooral ongunstige omstandigheden in de herfst (natte en koude perioden) kunnen dan beter worden doorstaan.

Om hoge opbrengsten te bereiken is in het voorjaar een regelmatig bestand van 200 tot 250 planten per m<sup>2</sup> gewenst (tabel 5.2b). Het aantal te zaaien zaden zal hierop moeten worden afgestemd, waarbij rekening moet worden gehouden met plantverliezen in herfst en winter, veldopkomst (%) en zaadkwaliteit (kiemkracht). In de praktijk blijkt de veldopkomst sterk te variëren (40 - 90 %) als gevolg van grondsoort, zaaibedligging en zaaiomstandigheden. Veelal wordt een opkomst bereikt tussen 70 en 80 %. Plantverliezen in herfst en winter bedragen normaliter niet meer dan 5 %; alleen door uitwinteren en/of opvriezen kan dit percentage hoger uitvallen.

De hoeveelheid zaaizaad kan als volgt worden berekend:

$$\text{aantal zaden/m}^2 = 100 * \text{aantal planten/m}^2(\text{voorjaar}) \\ \text{veldopkomst (\%)} - \text{plantverlies (\%)}$$

en

$$\text{hoeveelheid zaaizaad (kg/ha)} = \frac{\text{aantal zaden/m}^2 \times 1000 \cdot \text{korrelgewicht}}{100}$$

Bij de vaststelling van de hoeveelheid zaaizaad zal de teler de veldopkomst moeten inschatten. Bij aankoop van gecertificeerd zaaizaad staat het 1000-korrelgewicht vermeld op het label. Zaaizaad wordt verhandeld in zakken van 50 kg, dan wel in eenheden van 500.000 kiemkrachtige zaden. In tabel 6.1.4 is de zaaizaadhoeveelheid voor een aantal situaties weergegeven.

Globaal kan als richtlijn aangehouden worden dat men onder gemiddelde omstandigheden ongeveer 350 korrels per m<sup>2</sup> moet zaaien. In onderstaande tabel wordt hiervan uitgaande de zaaizaadhoeveelheid gegeven voor een aantal combinaties van omstandigheden bij het zaaien en duizendkorrelgewichten.

Zaaizaadhoeveelheid in kg per ha.

Omstandigheden bij het zaaien	DKG = 40	DKG = 45	DKG = 50	DKG = 55
Zeer goed	120	135	150	165
Gemiddeld	140	160	175	195
Slecht	160	180	200	220

## 6.5 Zaadverdeling en zaaidiepte

Een uniforme ontwikkeling van planten in een gewasbestand wordt verkregen, als de zaden regelmatig verdeeld en op gelijke diepte zijn gezaaid. Een nauwe rijenafstand bevordert de plantverdeling; bij halvering van de rijenafstand van 25 naar 12½ cm wordt de afstand tussen de planten in de rij twee keer zo groot. Daardoor treedt de onderlinge concurrentie tussen de jonge tarweplanten pas later in, wat de ontwikkeling van de plant bevordert en resulteert in een betere grondbedekking.

De zaaidiepte is een belangrijke factor voor de veldopkomst. Diep gelegen zaden komen moeilijk boven; oppervlakkig gelegen zaden geven kiemingsproblemen bij droogte of vallen ten prooi aan vogels en ongedierte. Daarom moet het zaaizaad op 2 à 3 cm diepte worden gezaaid. Een gelijke diepteligging van het zaad geeft een gelijktijdige opkomst, zodat alle kiemplanten zich gelijkmatig kunnen ontwikkelen. Bij een ongelijke diepteligging is de opkomst van de zaden zeer verschillend, wat nadien een ongelijkmatige

ontwikkeling van de planten tot gevolg heeft.

Het overgrote deel van de tarwe wordt machinaal op nauwe rijenafstand gezaaid. Bij een goede zaaibedbereiding wordt een goede verdeling en een gelijkmatige diepteligging verkregen. Een verbetering ervan kan door precisiezaai worden verkregen, maar vereist een fijn zaaibed, wat in de herfst moeilijk realiseerbaar dan wel ongewenst is. Door het compenserend vermogen van een tarweplant is er nauwelijks effect op de korrelopbrengst. Bij breedwerpige zaai kan eveneens een goede verdeling van het zaaizaad worden verkregen. Door het inwerken komt het zaad echter op zeer ongelijkmatig in de grond terecht, wat een ongelijktijdige opkomst en een onregelmatig gewasbestand tot gevolg kan hebben.

## 7 Bemesting

De bemesting van wintertarwe beperkt zich veelal tot stikstof. De voorziening van de elementen fosfor en kalium geschiedt meestal in bouwplanverband voorafgaand aan aardappelen en suikerbieten; alleen in graanrijke bouwplannen worden deze elementen ook aan tarwe toegediend. De adviezen voor de toediening van meststoffen zijn uitvoerig beschreven in 2 uitgaven van het Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw (IKC). Voor wordt het bemestingsadvies voor stikstof vermeld in 'Stikstofbemestingsrichtlijnen voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond' en voor de overige voedingsstoffen in 'Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen'. De in deze teelthandleiding aangegeven mestgiften zijn daaruit overgenomen; voor uitgebreide informatie over de mestgiften wordt dan ook naar deze uitgaven verwezen.

Een productief tarwegewas neemt aanzienlijke hoeveelheden mineralen op. In tabel 6.2 zijn de hoeveelheden mineralen vermeld, welke voor een korrelopbrengst van 10 ton/ha moeten worden opgenomen.

Tijdens de fasen van stengelstrekking en aarverschijning vindt een sterke opname van mineralen plaats. Bij de bloei is het merendeel van de voedingsstoffen reeds opgenomen. Van de elementen, die sterk bij de stengel en bladgroei betrokken zijn (K, Ca, Fe, Bo en Cu) is de opname bij de bloei reeds maximaal. Met name bij kalium vindt nadien een sterke afname plaats.

### 7.1 Stikstofbemesting

De tarwekorrel is een tamelijk eiwitrijk produkt; het eiwitgehalte varieert veelal tussen 10 en 15 %. Per ton korrel kan de behoefte aan stikstof globaal gesteld worden op 25 kg N/ha. Daarvan is 18 à 20 kg N bestemd voor de korrelgroei, resulterend in een eiwitgehalte van 12 à 13 %; de rest blijft in het stro (+ kaf) achter. Voor hoge korrelproducties zal het gewas aanzienlijke hoeveelheden stikstof moeten opnemen.

De opname van stikstof tijdens herfst, winter en vroege voorjaar is beperkt en bedraagt aan het einde van de uitstoeling zo'n 40 à 50 kg N/ha. Nadien neemt de opname van stikstof ten behoeve van de blad- en stengelgroei sterk toe. Na de bloei loopt de opname door een verminderde activiteit van het wortelstelsel geleidelijk terug. Tijdens de korrelvulling is veel stikstof als eiwit nodig voor de groeiende korrels.

Aanvankelijk kan door stikstofopname nog grotendeels aan deze behoefte worden voldaan, maar al gauw en in toenemende mate wordt daarin voorzien door onttrekking van stikstof uit bladeren en stengel, wat geelverkleuring en afsterving van het gewas veroorzaakt.

De hoogte van de stikstofbemesting is in sterke mate bepalend voor de uiteindelijke gewasproductie en de korrelopbrengst. Het verloop van de opname, die nauw gekoppeld is aan de wijze van stikstoftoediening, beïnvloedt de gewasontwikkeling. Dit geldt ondermeer de uitstoeling (spruitvorming), de standdichtheid (aarfvorming), de korrelzetting, alsmede de legeringsgevoeligheid. Oogstzekere, hoge opbrengsten verlangen een optimale gewasontwikkeling; de hoogte, maar vooral de wijze van stikstofvoorziening draagt daartoe bij. De stikstofbemesting wordt daarom ook in meerdere keren gegeven.

De stikstof, die voor het gewas beschikbaar is, is afkomstig uit

- de bodemvoorraad aan minerale stikstof na de winter
- de mineralisatie van stikstof tijdens het groeiseizoen
- de toegediende kunstmeststikstof

Kunstmeststikstof wordt vrijwel uitsluitend in vaste vorm gegeven. De werking van de N-meststoffen is vergelijkbaar. Het merendeel van de stikstof wordt als kalkammon-salpeter (kas) gestrooid en via de wortels opgenomen. Vloeibare stikstof, zoals ureum of urean, worden gedeeltelijk door het blad opgenomen en worden nog wel als een overbemesting over het gewas gespoten. Om bladverbranding te voorkomen kunnen slechts beperkte hoeveelheden (10 à 20 kg N/ha) worden gespoten.

Het huidige advies voor de stikstofbemesting van wintertarwe is ontwikkeld in 1982/83 en is gericht op opbrengsten van 8 - 10 ton/ha voor klei- en lössgronden en 6 - 8 ton/ha voor zand- en dalgronden. Voor hogere produktieniveaux, welke de laatste jaren zijn behaald, zal meer stikstof nodig zijn, en dientengevolge een aanpassing van het N-advies behoeven. In deze teelthandleiding wordt eerst het huidige N-advies behandeld, vervolgens zal op de N-voorziening van hoge korrelopbrengsten worden ingegaan.

### 7.1.1 Het huidige advies voor stikstofbemesting

Aan wintertarwe zal vaak zo'n 150 - 200 kg N/ha als kunstmeststikstof moeten worden gegeven. Omwille van gewasontwikkeling wordt de stikstof in meerdere keren toegediend.

#### Eerste stikstofgift

De eerste stikstofgift is bestemd voor een goede spruit- en aarontwikkeling en voor de vorming van een uitgebreid wortelstelsel. Deze gift moet het gewas tot het 2- à 3-knopenstadium (GS 32-33) van voldoende stikstof voorzien; voor de periode nadien moeten aanvullende giften zorgdragen. Bij de vaststelling van de eerste N-gift moet rekening worden gehouden met de voorraad minerale stikstof (N<sub>min</sub>) in het bewortelbare profiel. Op klei- en lössgronden is dit meestal tot 1 m diepte, op zandgronden vaak zo'n 60 cm.

Als richtlijn kan worden aangehouden:

eerste N-gift --> 140 - N<sub>min</sub>

Als minimum geldt een gift van 30, als maximum een gift van 100 kg N/ha.

Deze richtlijn is zeer algemeen gesteld. De teler zal deze richtlijn steeds moeten aanpassen aan de situatie van elk perceel. Op zware kleigronden zal de eerste gift wat hoger kunnen zijn; op lössgronden vaak wat lager. Op veenkoloniale gronden met hoge organische stofgehalten is de N<sub>min</sub>-methode niet bruikbaar gebleken. Op deze gronden kan een eerste N-gift van 80 à 100 kg N/ha worden aangehouden.

Laat de plantdichtheid na de winter te wensen over, dan zal in het vroege voorjaar de spruit- en aarvorming bevorderd moeten worden, zodat nog een redelijk tot voldoende aardichtheid wordt verkregen. In die tijd moet voor de jonge plant voldoende opneembare stikstof aanwezig zijn. In dergelijke situaties moet er in de eerste plaats voor gezorgd worden, dat de eerste N-gift tijdig en soms wat verhoogd gegeven wordt. Beter nog lijkt een lichte tussengift van 20 à 30 kg N/ha of een vervroeging van de 2e N-gift, toe te dienen aan het einde van de uitstoeling. Daarmee wordt de vorming van aren gestimuleerd.

#### Tweede stikstofgift

De tweede stikstofgift is erop gericht, dat 500 à 550 van de gevormde spruiten zich ontwikkelen tot volwaardige, aardragende halmen. Het tijdstip van toediening is bepalend voor de ontwikkeling van het gewas. Een vroege 2e N-gift werkt positief op de aarvorming, wat de aardichtheid, maar ook de kans op legering, vergroot. Een late 2e N-gift vermindert de aardichtheid, maar verbetert de strostevigheid.

tweede N-gift --> 60 kg N/ha in 1- à 2-knopenstadium (GS 31-32)

De hoogte van deze N-gift kan nog genuanceerd worden door rekening te houden met N<sub>min</sub> in februari. Is de N<sub>min</sub> < 170, 170-200 of >200 kg N/ha, dan kan als richtlijn voor de 2e N-gift respectievelijk 60, 30 en 0 kg N/ha worden gehanteerd. Met deze 2e N-gift beschikt het gewas over voldoende stikstof tot aan het begin van de bloei. De toegediende stikstof is van belang voor de stengelgroei en de ontplooiing van het bladerdek, maar bovenal voor de ontwikkeling van de aar en als zodanig voor de korrelzetting.

Met de 1e en de 2e N-gift krijgt het gewas 200 kg N/ha (bodem-N + kunstmest-N) aangeboden, voldoende voor een opbrengst van zo'n 8 ton/ha. Voor zand- en dalgronden is dit voldoende gezien het opbrengend vermogen van deze gronden. Opsplitsing van de 2e gift in 2 x 30 kg N/ha (GS 31 + GS 33) kan de ontwikkeling van het gewas ten goede komen. Op klei- en lössgronden zal normaliter nog een 3e N-gift worden toegediend.



### Derde stikstofgift

Voor opbrengsten van meer dan 8 ton/ha is een N-aanbod van 200 kg N/ha veelal niet toereikend. Op klei- en lössgronden zal daarom vaak een aanvullende, derde stikstofgift moeten worden toegediend.

derde stikstofgift --> 30 à 50 kg N/ha in vlagbladstadium (GS 39-43)

Deze late N-gift heeft een positieve uitwerking op de korrelzetting, maar vooral op de korrelvulling. De stikstofopname wordt verhoogd en het gewas blijft langer groen. Uit onderzoek is gebleken, dat in productieve, gezonde gewasbestanden een meeropbrengst van 300 à 500 kg korrel per hectare wordt verkregen. Daarnaast wordt het eiwitgehalte in de korrel met ½ à 1 % verhoogd en blijft vrijwel steeds boven 12 %.

Uit oogpunt van N-opname moet deze late N-gift worden toegediend, zodra het gevaar voor legering is geweken. Bij een latere toediening van stikstof, bijv. bij het te voorschijn komen van de aar of bij de bloei, wordt minder stikstof opgenomen. Voor opbrengst blijkt een 3e N-gift van zo'n 40 kg N/ha voldoende; een hogere gift verhoogt uitsluitend het eiwitgehalte (tabel 6.2.1.1).

## 7.1.2 Stikstofbemesting voor topopbrengsten

In de afgelopen jaren is de korrelopbrengst van wintertarwe sterk gestegen. Op goede kleigronden worden tegenwoordig regelmatig opbrengsten gehaald van 10 à 11 ton/ha en soms meer. De stikstofbemesting was daarbij vaak hoger dan het in 6.2.1.1 beschreven het bemestingsadvies. Ook daarmee konden weliswaar opbrengsten van meer dan 10 ton/ha worden verkregen, maar de eiwitgehalten in de korrels waren soms dermate laag (ca. 10 %), dat de N-voorziening onvoldoende zal zijn geweest.

Voor de productie van tarwe met 12½ à 13 % eiwit moet het gewas ca. 25 kg N/ha per ton korrel opnemen (in de bovengrondse organen). Wordt een eiwitgehalte van 11½ % als voldoende geacht, dat zal er per ton korrel ruim 22 kg N moeten worden opgenomen. Uit onderzoek (PAGV-verslag 205) is gebleken, dat bij hoge opbrengstniveaus ongeveer 90 % van de aangeboden stikstof (bodem-N + kunstmest-N) door het gewas wordt opgenomen in de bovengrondse organen. Voor een opbrengst van 11 ton/ha zal het gewas ongeveer 245 kg N/ha moeten opnemen. Dit komt neer op een beschikbaarheid van 275 kg N/ha. Voor opbrengsten boven 11 ton/ha of voor hogere eiwitgehalten moet al gauw 300 kg N/ha voor het gewas beschikbaar zijn.

Ten opzichte van het huidige bemestingsadvies betekent dit een verhoging van 30 à 60 kg N/ha. Om deze stikstof optimaal te benutten voor opname, gewasgroei en korrelproductie lijkt toediening rond het begin van de stengelstrekking de aangewezen weg. Deze tijdige toediening is bevorderlijk voor de N-opname en voor de vorming en ontwikkeling van aren, maar ongunstig voor strostevigheid. Een vroegere toediening is inefficiënt en uit oogpunt van gewasontwikkeling niet gewenst; een late toediening (vlagblad, aarverschijning) beperkt de N-opname en werkt meer op eiwit dan op eiwit (zie tabel 6.2.1.1). Het valt daarom te overwegen de extra stikstof aan de huidige tweede gift (60 kg N/ha in GS 31-32) toe te voegen en deze gedeeld toe te dienen in gewasstadia 30-31 en 32-33. Inzet van een groeiregulator is geboden, ook bij stevige rassen.

Op basis van een theoretische benadering kan voor zeer productieve tarwegewassen als richtlijn voor de stikstofbemesting gelden:

1e gift (kg N/ha): 140 - N<sub>min</sub> (februari/maart: GS 21-23)

2e gift (kg N/ha): 45 - 60 (einde uitstoeling/begin strekking: GS 30-31)  
+ 45 - 60 (2-knopenstadium: GS 32-33)

3e gift (kg N/ha): 30 - 50 (vlagbladstadium: GS 39-43)

### 7.1.3 Stikstofvenster

Van stengelstrekking tot bloei heeft het gewas veel stikstof nodig. Het tijdstip van de tweede stikstofgift is essentieel. Tekort aan stikstof, resulterend in een schrale gewasontwikkeling, moeten worden vermeden. Inzicht in de N-voorziening van het gewas kan worden verkregen door aanleg van een stikstofvenster. Voor de aanleg van het N-venster is een kleine plek van het tarweperceel (bijv 5x5m) nodig, waar ongeveer 30 kg N/ha minder wordt gestrooid. Een krappe N-voorziening op het perceel wordt vroegtijdig zichtbaar in het venster. Een dreigend N-tekort kan aldus tijdig worden onderkend en worden afgewenteld. Stikstofgebrek is te herkennen aan een geelverkleuring van het gewas. Bij een ernstig tekort blijven de planten achter in groei en stelen minder uit. De bladeren verkleuren bleekgroen tot geelachtig en staan steil en sterven vervroegd af.

## 7.2 Fosfaatbemesting#

De fosfaatbemesting stoelt op de behoefte van het gewas en op de bemestingstoestand van de grond. Bij een korrelopbrengst van 10 ton/ha wordt in de korrel ongeveer 80, in stro+kaf ongeveer 25 kg fosfaat (P2O5) aangetroffen (zie tabel 6.2). Dit komt neer op ruim 10 kg P2O5 per ton korrel. Afhankelijk van de korrelopbrengst vraagt het gewas 60 tot meer dan 100 kg P2O5 per hectare. Bij hogere opbrengsten neemt de fosfaatbehoefte toe en zal dus zwaarder bemest moeten worden. Deze behoefte zal, naast de bemestingstoestand van de grond, bepalend zijn voor de hoogte van de fosfaatgift.

Omdat fosfaat nauwelijks uitspoelt, is het mogelijk een bouwplanbemesting uit te voeren. Toediening van fosfaat heeft dan ook vaak plaats voorafgaande aan aardappelen en suikerbieten. De fosfaattoestand in de grond wordt thans als Pw-getal vermeld. Bij een bemesting in bouwplanverband zal aan tarwe alleen fosfaat worden toegediend, als het Pw-getal beneden de streefwaarde voor een optimale fosfaattoestand zakt. Op alle gronden geldt als richtlijn voor de fosfaatbemesting van wintertarwe:

$$\text{fosfaatgift (in kg P2O5/ha)} = 140 \text{ minus } 4 \times \text{Pw-getal}$$

Bij een Pw-getal van 35 of hoger heeft in een bouwplan met hakvruchten geen fosfaat te worden toegediend. Na de hakvruchten blijft er voor de granen normaliter voldoende fosfaat in de bodem achter. In een graanrijk bouwplan, zoals op de zware klei in Groningen, zal aan de granen wel een bemesting met fosfaat moeten plaatshebben. Gezien de behoefte kan vaak met een bemesting van 80 à 100 kg P2O5 per hectare worden volstaan. In een bouwplan met hakvruchten wordt vaak fosfaat vaak als mengmeststof of als (tripel)superfosfaat gegeven. In een graanbouwplan wordt zo mogelijk voor het zaaien (tripel)superfosfaat gestrooid. De laatste jaren wordt een toenemend deel van de fosfaat verstrekt door middel van dierlijke mest.

Fosfaatgebrek komt bij granen weinig voor en alleen op gronden met een lage fosfaattoestand of met fosfaatfixatie. Fosfaatgebrek wordt zichtbaar door een donkere, dofgroene verkleuring van bladeren en stengels. De bovenste bladeren kunnen later paarsrood verkleuren. De oudere bladeren verdrogen vanaf de top en sterven vervroegd af. Fosfaatgebrek kan door een juiste bemesting worden voorkomen.

# voetnoot: om praktische redenen wordt hier fosfaat (P2O5) aangehouden: 1 kg P is gelijkwaardig aan 2,29 kg P2O5.

## 7.3 Kalibemesting#

Tijdens de groeiperiode neemt het tarwegewas grote hoeveelheden kali op. Bij de bloei kan de behoefte aan kali gesteld worden op zo'n 300 kg K<sub>2</sub>O/ha (zie tabel 6.2). Tijdens de afrijping vermindert dit reeds door bladafval en uitspoeling. Bij de oogst bevindt zich het overgrote deel van kali in de stengel; amper 20 % wordt met de korrel afgevoerd.

De hoogte van de kalibemesting wordt in belangrijke mate bepaald door de kalitoestand van de grond, die wordt aangegeven als K- of kali-getal. Het optimale kaligetel is afhankelijk van grondsoort en het percentage slib. Evenals fosfaat wordt kali vaak als bouwplanbemesting voor hakvruchten toegediend. Op klei- en lössgronden is de uitspoeling van kali beperkt en hoeft vaak geen kali aan wintertarwe worden gegeven. Op zand- en dal-gronden zal door uitspoeling en de grote onttrekking door fabrieksaardappelen vaak een aanvullende kalibemesting aan granen moeten worden toegediend. Bij een gunstig kaligetel is 100 kg K<sub>2</sub>O/ha meestal voldoende; bij lage kalitoestanden kan de bemesting oplopen tot meer dan 200 kg K<sub>2</sub>O/ha. Ook op kalifixerende gronden zijn verhoogde kaligiften nodig.

In een graanrijk bouwplan wordt kali veelal als chloorkali of kali-60 op basis van de kalitoestand van de grond toegediend, bij voorkeur in de herfst.

Kaligebrek wordt in de praktijk vrijwel nooit geconstateerd. De symptomen zijn donker grauwoene bladeren, soms met bruinachtige vlekken. Het gewas wordt slap en de bladpunten en bladranden verkleuren roodbruin. De planten blijven wat kleiner en de wortels zijn minder goed ontwikkeld. Vaak uit zich ernstige kaligebrek in veel loze pakjes.

# voetnoot: om praktische redenen wordt hier kali (K<sub>2</sub>O) aangehouden: 1 kg K is gelijkwaardig aan 1,21 kg K<sub>2</sub>O.

## 7.4 Bemesting van de overige mineralen

Kalk, magnesium en zwavel moeten in redelijk hoeveelheden beschikbaar zijn (zie tabel 6.2); van de resterende (sporen)elementen is de behoefte gering, maar essentieel.

Kalk is in de bodem in voldoende mate voor het gewas beschikbaar. De betekenis van kalk is indirect. Een bemesting met kalk dient uitsluitend voor het in stand houden, c.q. verhogen van de pH van de grond, opdat deze geschikt is voor de groei van het gewas. Wintertarwe is vrij tolerant ten aanzien van de pH (range 5 - 7½). Als voedingsstof voor granen is kalk of calcium van geen betekenis.

Magnesium zal uitsluitend worden toegediend, als op basis van grondonderzoek een tekort mag worden verwacht. Uitgangspunt is een goede bemestingstoestand, die door een bemesting met kieseriet of bitterzout kan worden verkregen. In bouwplanverband kan tevens een magnesiumhoudend mengmeststof worden ingezet. Voor acute gebreksverschijnselen, zichtbaar aan donkergroene vlekjes (tijgering) tot geelverkleurde, opgerolde bladeren, is een bladbespuiting met een 2 % bitterzoutoplossing (80 kg bitterzout in 600 liter water) aan te raden.

Zwavel is in de grond en door depositie in voldoende hoeveelheden voor het gewas beschikbaar. Bovendien kan door zwavelhoudende meststoffen (o.a. zwavelzure ammoniak) gemakkelijk in de zwavelbehoefte worden voorzien. Overigens zal de depositie door milieuschonende maatregelen in de komende jaren sterk verminderen.

Sporenelementen, zoals borium, koper, zink, molybdeen en mangaan zijn weliswaar essentieel voor de groei, maar ze zijn slechts in kleine hoeveelheden nodig en komen veelal van nature in voldoende mate in de bodem voor. In wintertarwe wordt een enkele maal een tekort aan mangaan, en soms aan koper, waargenomen.

Toediening van sporenelementen zal alleen bij een onvoldoende bemestingstoestand van de bodem nodig zijn. Acute gebreken kunnen worden bestreden door een gewasbespuiting.

Tekorten aan mangaan komen met name voor bij een hogere pH. Mangaangebrek is vaak pleksgewijs en uit zich aanvankelijk in chlorose van bladweefsel. Op de bladeren verschijnen grijsbruine vlekken, vooral halverwege de bladschijf. Het bovenste deel knikt om en droogt uit. Bestrijding kan plaatsvinden door bespuiting met een 1,5 % mangaansulfaatoplossing (15 kg MnSO<sub>4</sub> per hectare in 1000 liter water), zonodig

na enige tijd herhalen. Bij koper is een gebrek meestal terug te voeren tot te lage kopergehalten in de grond; dit is met name het geval op humusarme zandgronden. Bij granen is kopergebrek herkenbaar aan witte bladpunten ('vlaggetjes'). De bladeren zijn smal en om de lengteas gerold. Het gewas is slap en warrig. Ter bestrijding kan een 0,2 % oplossing van kopersulfaat of koperoxychloride (1,2 kg CuSO<sub>4</sub> per hectare in 600 liter water) worden uitgevoerd.

## 7.5 Toepassing van dierlijke mest

Ook dierlijke mest kan bijdragen aan de voorziening van diverse mineralen voor het gewas. De hoogte van de mestgift en het tijdstip van toediening is gebonden aan wettelijke regelingen. Dierlijke mest wordt bij voorkeur toegepast ten behoeve van de teelt van hakvruchten en wordt in de herfst op de tarwestoppel en/of vroeg in het voorjaar aangewend.

Voor wintertarwe is toediening van dierlijke mest in de herfst uit oogpunt van de stikstofvoorziening ongewis en weinig efficiënt, zodat het uitrijden van de mest bij voorkeur in het voorjaar moet plaatshebben. Op bouwland, dus ook op het tarweperceel, moet dierlijke mest in de grond worden ingebracht. Het tijdstip van toediening is sterk weersafhankelijk en dientengevolge niet voorspelbaar. Bij het uitrijden ontstaat gewasschade, hoofdzakelijk in de wielsporen; het injecteren met behulp van sleepvoeten of sleufkouters zelf geeft nauwelijks schade. Om de gewasschade beperkt te houden, moet de dierlijke mest voor het strekken van het gewas zijn uitgebracht.

Op basis van bodem- en weersomstandigheden (en de beschikbaarheid van de machines) zal drijfmest normaliter pas in april kunnen worden toegediend. Dit betekent, dat reeds daarvoor een stikstofgift moet zijn gegeven, nodig voor een vlotte voorjaarsontwikkeling van het gewas.

Aan de hand van de samenstelling van de dierlijke mest kan de mestgift vastgesteld worden. Een juiste en regelmatige mestafgifte is voorwaarde voor een gelijkmatige gewasontwikkeling. De N-werking van dierlijk mest voor het wintertarwegewas is (nog) niet duidelijk. Uit eerste onderzoeken bleek alleen de aanwezige, minerale stikstof in de mest voor het gewas beschikbaar te zijn. De verwachte positieve werking op het eiwitgehalte van de stikstof, welke later door mineralisatie zou vrijkomen, kon niet worden aangetoond. Onzekerheden aangaande het tijdstip van toediening en de N-werking in drijfmest bemoeilijken de vaststelling van de toe te dienen kunstmeststikstof in ernstige mate.

## 8 GEWASBESCHERMING

### 8.1 Legering

In granen kan legering tot aanzienlijke opbrengstverliezen leiden. Legering treedt vooral op in zware en dichte gewasbestanden, veelal ontstaan door een ruime stikstofbemesting. De stengelvoet kan zich dan niet volledig ontwikkelen, wat de stevigheid ervan beperkt. Bij zware neerslag en veel wind kan de zwakke stengelvoet gemakkelijk gaan knikken. Legering kan al plaatshebben, wanneer de aar te voorschijn komt. Vaak treedt legering echter op na de bloei, wanneer het gewas nog bladrijk is en het aargewicht door korrelvulling toeneemt.

In gelegeerde gewassen blijft de fotosynthese sterk achter. De schade aan de korrelproductie is groter, naarmate de legering eerder en ernstiger plaats heeft. Veelal beperkt legering de korrelvulling en als zodanig het 1000-korrelgewicht. Bij zeer vroegtijdige legering worden ook de bloei en bevruchting en daarmee de korrelzetting nadelig beïnvloed. De schade van legering komt verder tot uiting in een slechtere korrelkwaliteit, moeilijkheden bij de oogst, geringe oogstcapaciteit en problemen met onkruiden.

Het optreden van legering hangt in sterke mate samen met de stevigheid en de lengte van het stro. Beide kenmerken zijn sterk rasgebonden. Lange rassen zijn vaak slap en worden in de praktijk vrijwel niet meer geteeld. Op de rassenlijst komen nog uitsluitend rassen met vrij kort en stevig stro. Bij lange rassen kan het gewas zich nadien nog enigszins oprichten; bij de huidige, korte rassen is dit meestal niet het geval. Ook een ruime stikstofvoorziening en veel zaaizaad bevorderen een dichte, zware gewasontwikkeling en vergroten de kans op legering. Verder kunnen voetziekten, m.n. oogvlekkenziekte (*Pseudocercospora herpotrichoides*) de stengelvoet verzwakken, wat legering kan veroorzaken.

Het optreden van legering zal in eerste instantie moeten worden tegengegaan door een juiste teeltwijze aangaande rassenkeuze, zaaidichtheid en stikstofbemesting. Daarnaast is voor hoge, oogstzekere opbrengsten de inzet van een groeiregulator onontbeerlijk. De groeiregulator werkt remmend op de lengtegroei van de stengel en bevordert de diktegroei ervan. Dientengevolge wordt een korter en steviger gewas verkregen. De werking van de groeiregulator is sterk afhankelijk van de temperatuur. Voor een juiste bespuiting moet behalve met gewasstadium ook met de temperatuur rekening worden gehouden.

Als groeiregulator zijn in tarwe de volgende middelen beschikbaar:

- chloormequat (merknamen: o.a. CCC, Chloormequat, Cycocel, e.a.)
- chloormequat/ethefon (merknaam: Terpal C)
- ethefon (merknaam: o.a. Cerone, Ethefon, Ethrel)

De werkzame stof chloormequat is actief bij 8 à 10 °C(\*?), ethefon eerst bij 12 à 15 °C(\*?). Bij gebruik van chloormequat-bevattende produkten bedraagt het percentage werkzame stof 46 of 72 %; ten aanzien van de dosering moet daarmee rekening worden gehouden!

De verbetering van de strostevigheid moet in de eerste plaats gezocht worden in een versteviging van de halm door verdikking van de stengelvoet. Daarvoor zal kort voor het begin van de stengelstrekking een bespuiting met chloormequat moeten worden uitgevoerd. Naarmate later wordt gespoten wordt het effect op halmversteviging minder en op halmverkorting groter. Ethefon is pas later tijdens de stengelstrekking effectief en geeft uitsluitend een verkorting van de stengel.

Voor percelen met een opbrengstverwachting lager dan 8 ton/ha kan normaliter worden volstaan met de keuze van een stevig ras. Om opbrengsten boven 8 ton/ha, en zeker boven 10 ton/ha, te kunnen produceren zijn gewasbestanden nodig, die riskant zijn uit oogpunt van legering. Eén effectieve bespuiting is afdoende; echter bij hoge opbrengstniveaus verdient toediening in twee keer de voorkeur.

Voor het huidige rassensortiment is geen duidelijke adviesnorm voor het gebruik van een groeiregulator voorhanden. Als leidraad kan gelden:

- opbrengstverwachting 8 - 10 ton per hectare:  
2 l/ha Chloormequat\*: bij begin stengelstrekking (GS 30-31)
- opbrengstverwachting > 10 ton/ha:  
--> 1 à 1½ l/ha Chloormequat\*: bij einde uitstoeling (GS 29-30)  
+ ¾ à 1 l/ha Chloormequat\* : in 1- à 2-knopenstadium (GS 31-32)

\* voetnoot: er is uitgegaan van een formulering met 46 % actieve stof.

Van chloormequat mag een goede werking verwacht worden, als de temperatuur niet te laag is; nooit bij nachtvorstverwachting spuiten. Groeizaam weer tussen half april en half mei zijn niet alleen gunstig voor het gewas, maar ook gunstig voor de werking van chloormequat.

De inzet van cloormequat/ethefon of ethefon is bij tarwe beperkt. Alleen wanneer van chloormequat een onvoldoende werking wordt verwacht of niet is toegepast én legering dreigt, kan een bespuiting met 1½ à 2 l/ha Terpal in het 2- à 3-knopenstadium (GS 32-37) of met ¾ à 1 l/ha Cerone rond het vlagbladstadium (GS 37-45) worden uitgevoerd.

Toepassing van groeiregulatoren op wintertarwe heeft vooral plaats op gronden met hoge opbrengstverwachtingen, zoals (rivier)klei-, löss-, en dalgronden. Op zandgronden kan een groeiregulator veelal achterwege blijven.

## 8.2 Bestrijding van onkruiden

Onkruiden kunnen direct en indirect schade of problemen veroorzaken. De directe schade ontstaat door concurrentie om water, licht en mineralen. De tarwe beschikt over een sterk onkruidonderdrukkend vermogen. Opbrengstverliezen komen eigenlijk alleen voor bij een hoge onkruidbezetting en bij hoogopgroeïende onkruiden als duist, windhalm en kleefkruid. Indirect kunnen onkruiden problemen geven bij het oogsten en het vochtgehalte en de onzuiverheid van het oogstproduct verhogen.

In granen, dus ook in tarwe, wordt de bestrijding van onkruiden vooral bekeken uit oogpunt van het bouwplan. Ten behoeve van de volggewassen worden onkruiden zo volledig mogelijk bestreden, ook als de onkruidbezetting niet schadelijk is voor het graangewas zelf. Onkruiden kunnen in granen goed en goedkoop worden bestreden met chemische middelen. Op dit moment is een groot aantal middelen met een uiteenlopend werkingsspectrum voorhanden. Binnen het 'Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG)' worden meerdere stoffen beschouwd als milieukritisch en zullen geleidelijk verdwijnen. Daardoor heeft de mechanische onkruidbestrijding in de afgelopen jaren aandacht gekregen.

### 8.2.1 Chemische onkruidbestrijding

Bij granen is een uitgebreid sortiment van chemische middelen (herbiciden) beschikbaar, waarmee de uiteenlopende onkruiden in diverse gewasstadia in (winter)tarwe kunnen worden bestreden. Er kan daarbij onderscheid worden gemaakt tussen bodemherbiciden, contactherbiciden, groeistoffen en diverse mengcombinaties. Bij de keuze van het middel moet vooral gelet worden op de meest schadelijk aanwezige onkruiden, de ontwikkeling van de onkruiden, het gewasstadium van de wintertarwe en een eventueel ingezaaide ondervrucht. Weersomstandigheden spelen in de chemische bestrijding een grote rol. Dit betreft niet alleen de keuze van de middelen en de spuittechniek, maar ook de dosering. Binnen de chemische onkruidbestrijding zal het gebruik van lage doseringen in de komende jaren in toenemende mate aandacht krijgen.

In het verleden zijn bij wintertarwe voor een rendabele onkruidbestrijding wel schadedrempels ontwikkeld, maar deze hebben in de praktijk niet of nauwelijks ingang gevonden. Onkruiden, die in meerdere gewassen problemen (kunnen) geven, mogen in een tarwegewas niet tot zaadzetting komen en moeten volledig worden bestreden. Het betreft met name onkruiden als duist, wilde haver, distel, kleefkruid en kamille.

### **8.2.1.1 Onkruidbestrijding in de herfst**

Na de inzaai van de wintertarwe kunnen zich in de herfst onkruiden ontwikkelen, die in het voorjaar niet of moeilijk te bestrijden zijn. Het betreft met name grasachtigen als duist, windhalm en wilde haver(?) en in mindere mate kamille en kleeftkruid. In de herfst worden uitsluitend bodemherbiciden ingezet. Deze middelen hebben een langdurige werking tegen kiemende zaden en ondiep wortelende (kiem)planten en kunnen het tarwegewas in herfst, winter en vroege voorjaar vrijwaren van onkruiden. De inzet van bodemherbiciden is een preventieve bestrijdingswijze en vindt kort na het inzaaien plaats op percelen, die (jaarlijks) problemen met eerder vermelde onkruiden geven. De (meeste?) middelen kunnen zowel voor als na opkomst van de tarwe worden gespoten; sommige kunnen ook nog in het vroege voorjaar worden ingezet. In het onderzoek werden met de werkzame stof isoproturon goede resultaten verkregen met lage doseringen bij toepassing in de winter; afgewacht moet worden, of dit een betrouwbare praktijktoepassing zal opleveren.

### **8.2.1.2 Onkruidbestrijding in het voorjaar**

In het voorjaar worden onkruiden overwegend bestreden met contactherbiciden en groeistoffen; vroeg in het voorjaar kunnen ook nog bodemherbiciden worden ingezet. De meeste herbiciden bevatten een combinatie van verschillende actieve stoffen, zodat een brede werking tegen onkruiden wordt verkregen. De keuze en dosering van het middel wordt in sterke mate bepaald door grondsoort en onkruidbezetting. Vooral probleemkruiden als duist, kleeftkruid en kamille zijn vaak bepalend in de middelenkeuze. Verder moet bij de uitvoering van een onkruidbestrijding rekening worden gehouden met het gewasstadium van tarwe en een aanwezig of nog te zaaien groenbemester. Het bestrijdingseffect is daarbij sterk afhankelijk van de weersomstandigheden voor, tijdens en na het spuiten. Informatie omtrent dosering, weersomstandigheden, waterhoeveelheid en druppelgrootte staat ook vermeld op het etiket van het bestrijdingsmiddel (??).

Bodemherbiciden kunnen alleen vroeg in het voorjaar \*bij lage temperaturen\* (en i.v.m. persistentie?) worden ingezet. Kiemende en jonge onkruiden worden bestreden. De bestrijding is met name gericht op duist, windhalm en straatgras, maar neemt ook diverse dicotyle onkruiden mee.

Kleurstoffen ??

Contactherbiciden worden met name ingezet tegen jonge dicotyle onkruiden tijdens de uitstoeeling en het begin van de stengelstrekking. De werkzame stof in deze herbiciden blokkeren de fotosynthese??, ook bij lage temperaturen. De werkingsduur is weliswaar vrij kort, maar nieuwe kiemplanten krijgen in goed ontwikkelende gewasbestanden nauwelijks kans.

De werking van groeistoffen berust op een verstoring van fysiologische processen in de onkruidplant. Het bestrijdende effect van grasachtigen is gering, maar fors ontwikkelde dicotylen en wortelonkruiden kunnen goed worden bestreden. Om schade aan het tarwegewas te voorkomen moet de bespuiting met groeistoffen voor het te voorschijn komen van de aar zijn uitgevoerd (??).

De bestrijding van lastige wortelonkruiden (kweek, veenwortel) en aardappelopslag kan ook later plaatshebben door een bespuiting met glyfosaat 1 à 2 weken voor de oogst of in de stoppel na de oogst.

### **8.2.1.3 Herbiciden**

Bij wintertarwe is een groot aantal chemische bestrijdingsmiddelen of herbiciden toegelaten. Het sortiment aan chemische middelen verandert voortdurend door opname van nieuwe en afvoer van oude middelen. Actuele informatie over gewasbeschermingsmiddelen wordt jaarlijks samengebracht in de handleiding "Gewasbescherming in de Akkerbouw en Veehouderij", uitgegeven door de Dienst Landbouw Voorlichting (DLV) en te verkrijgen bij DLV-Centraal te Wageningen en de regionale DLV-teams Akkerbouw.

In deze teelthandleiding wordt volstaan met informatie over de meest toegepaste middelen en hun werking op de meest van belang zijnde onkruiden. In tabel 6.3.2.1.3. is een overzicht gegeven.

## **8.2.2 Mechanische onkruidbestrijding**

In het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP) wordt een duidelijke vermindering van het gebruik van chemische middelen aangegeven. Daarbij worden aan de mechanische bestrijding van onkruiden goede mogelijkheden toegedacht. Binnen de geïntegreerde teeltwijze heeft de mechanische onkruidbestrijding gestalte gekregen door in het voorjaar te eggen en, indien mogelijk, te schoffelen. Droge bodem en weersomstandigheden zijn voorwaarde voor een goed bestrijdingsresultaat. In de herfst is dit meestal niet het geval en kan dientengevolge vaak geen mechanische bestrijding worden uitgevoerd; meestal kan pas in maart worden geëgd.

Mechanische onkruidbestrijding is gebaat bij laat zaaien van de tarwe; een (chemische) bestrijding in de herfst kan dan achterwege blijven. Bovendien zijn de onkruiden in het voorjaar minder ver ontwikkeld. Door eggen worden alleen kleine onkruiden effectief bestreden door ze uit te trekken of onder te dekken. Met eggen zal zo vroeg mogelijk in het voorjaar moeten worden begonnen. Onkruidgrootte noch onkruidbezetting zijn criteria voor de uitvoering van een bestrijding; door tijdig en herhaald eggen (met tussenpozen van 10 à 14 dagen) worden onkruiden in een kwetsbaar stadium getroffen. Met eggen moet niet worden gewacht, totdat de onkruidbezetting daartoe aanleiding geeft. Gunstige weers- en bodemomstandigheden moeten worden benut om de mogelijkheden van eggen te optimaliseren. Het bestrijdingseffect wordt in sterke mate bepaald door weersomstandigheden. Langere perioden met nat weer beletten het eggen en resulteren vaak in een teleurstellende bestrijding. Een nabespuiting met een herbicide is dan vaak onontbeerlijk.

Uit onderzoek is echter gebleken, dat herhaald eggen geen wezenlijke schade toebrengt aan het tarwegewas. Door herhaald eggen worden echter nooit alle onkruiden bestreden, ook niet als omstandigheden gunstig zijn. De overblijvende onkruiden veroorzaken weliswaar geen schade aan de korrelopbrengst, maar kunnen in volggewassen door zaadproductie nog wel problemen geven.

## 8.3 Bestrijding van ziekten

Wintertarwe kan door een groot aantal schimmelziekten worden aangetast. De schade daarvan uit zich in lagere korrelopbrengsten, welke afhankelijk van de ziektedruk meer dan 50 % kan bedragen. Preventieve maatregelen, zoals gezond zaaizaad en 'resistente' rassen, kunnen de aantasting door ziekten beperken, maar in de praktijk zal een aanvullende ziektebestrijding meestal nodig zijn om hoge opbrengsten te bereiken. Infectie van schimmelziekten kan plaatshebben vanuit het zaaizaad, vanuit de grond of door sporen vanuit de lucht. Schimmelziekten worden dan ook onderscheiden in kiemschimmels, voetziekten en blad- en aarziekten.

### 8.3.1 Kiemschimmels

Tot de kiemschimmels behoren o.a. stuifbrand (*Ustilago nuda*), steenbrand (*Tilletia caries*) en enige fusarium-soorten (o.a. sneeuwschimmel). Deze schimmels infecteren de groeiende korrels tijdens de korrelvulling en gaan met het zaad over. Tijdens de kieming sterft de kiem van de aangetaste zaden vaak af, wat resulteert in een slechte opkomst. Door het zaaizaad te ontsmetten kunnen de kiemschimmels vrijwel volledig worden bestreden. Ontsmet zaaizaad geeft een goede opkomst met krachtige kiemplanten en vormt als zodanig de basis voor een goed plantenbestand.

### 8.3.2 Voetziekten

Voetziekten komen voor op wortels en op de stengelvoet. Het zijn meestal bodemgebonden ziekten, die in bouwplannen met veel granen sterk kunnen optreden. Bij wintertarwe betreft het tarwehalmdoder (*Gaeumannomyces graminis*), oogvlekkenziekte (*Pseudocercospora herpotrichoides*), scherpe oogvlekkenziekte (*Rhizoctonia cerealis*) en enkele fusarium-soorten.

De tarwehalmdoder tast de stengelvoet en met name de wortels aan. Bij het optrekken van de planten breken de wortels af; de stengelvoet is vaak zwartglimmend. De schimmel kan met name in continueteelten wintertarwe schade veroorzaken. Chemisch is de tarwehalmdoder niet te bestrijden.



De oogvlekkenziekte komt op de stengelvoet voor als een ovale vlek met een lichtbruine onscherpe rand en een geelwit centrum. De vlek lijkt op een oog. Meestal is er slechts één vlek onderaan de stengel aanwezig. Bij een zware aantasting vergroot het oog zich rondom de stengelvoet en kleurt donkerder. Bij legering knikt de halm op deze plaats om en kunnen daarbij naar alle kanten omvallen. Bij zware aantasting kan de opbrengst aanzienlijke schade oplopen. De oogvlekkenziekte is chemisch goed te bestrijden. Een bestrijding wordt zinvol geacht, als bij het begin van de stengelstrekking 15 à 20 % van de stengels zijn aangetast. Een ruime vruchtwisseling en niet te vroeg zaaien kunnen het optreden van oogvlekkenziekte beperken. Een goede bodemstructuur, ondiep en niet te dicht zaaien zijn eveneens gunstig. De scherpe oogvlekkenziekte wordt vooral aangetroffen op lichtere klei-, dal- en zandgronden. De vlekken kenmerken zich door een scherp begrensde donkere rand en een wit centrum. Vaak is er meer dan één vlek per stengel aanwezig, welke tot 30 cm boven de grond voorkomen. In tarwe kan deze schimmel met chemische middelen niet worden bestreden. Fusarium-voetziekten laten op de stengelvoet en het onderste stengellid vaak donkerbruine strepen en vlekken zien, die later geheel kunnen verbruinen. Deze schimmels zijn niet te bestrijden.

### 8.3.3 Bladziekten

Tot de bladziekten worden een groot aantal schimmels gerekend, welke voor de bloei bladeren en stengels aantasten. Reeds vroeg in het voorjaar kunnen meeldauw (*Erysiphe graminis*) en bladvlekkenziekte of bladseptoria (*Septoria tritici*) voorkomen. Tijdens de fasen van stengelstrekking en uitaren kan tarwe door gele roest (*Puccinia striiformis*), bruine roest (*Puccinia recondita*), kafjesbruin (*Septoria nodorum*) en, in mindere mate door de sneeuwschimmel (*Gerlachia nivalis*) worden aangetast. Recentelijk werd ook de gele bladvlekkenziekte (??) (*Drechslera tritici-repentis*) op tarwe aangetroffen. Het voorkomen van elk dezer schimmels is sterk afhankelijk van weersomstandigheden (vocht, temperatuur) en de structuur van het gewas.

Meeldauw toont zich bij een jonge aantasting als puistjes met wit-grijs schimmelweefsel op bladeren en bladscheden. Later verkleurt dit bruinachtig en in het schimmelweefsel ontstaan kleine, zwarte bolvormige vruchtlichamen. De sporen kunnen met de wind over grote afstand worden verspreid. Meeldauw is sterk gespecialiseerd; dit betekent, dat meeldauw niet van de ene naar een andere graansoort kan overgaan. Meeldauw wordt het meest aangetroffen in haarden, gekenmerkt door een hoge plantdichtheid en/of een zware gewasstand. Meeldauw kan zich vooral snel uitbreiden in perioden met warm en droog weer. Later kan ook de aar aangetast worden.

Meeldauw kan de korrelopbrengst van tarwe aanzienlijke schade toebrengen. De aantasting van meeldauw kan worden tegengegaan door te kiezen voor minder gevoelige rassen. Ook chemisch kan meeldauw goed worden bestreden.

Bladseptoria komt uitsluitend voor op tarwe en kan vaak al in de winter op bladeren worden aangetroffen. Op jonge planten ontstaan ronde tot ovale vlekken met licht groen weefsel, waarbinnen vruchtlichamen als zwarte puntjes (pyncniden) zichtbaar worden. De ziekte kan zich over het gehele blad verspreiden. Bij vochtig weer komen de sporen uit de pyncniden vrij. Tijdens de strekkingsfase wordt bladseptoria door spattende regendruppels van onder naar boven in de plant verspreid. De vlekken zijn dan meer langgerekt en grijs en bezet met zwarte pyncniden. De aantasting blijft vaak beperkt tot de bladeren; stengels worden weinig en aren vrijwel nooit aangetast.

Alhoewel bladseptoria vrijwel steeds in het jonge gewas aanwezig is, is uitbreiding tijdens de strekkingsfase sterk afhankelijk van weersomstandigheden. Bij droog weer vinden nauwelijks infecties plaats, in natte weersperioden kunnen zware aantastingen ontstaan. De meeste schade wordt dan ook aangericht in koele, natte groeiseizoenen. Alle rassen worden, in meer of mindere mate, door bladseptoria aangetast. Een effectieve bestrijding van deze schimmel is alleen met chemische middelen mogelijk.

Gele roest wordt meestal waargenomen tijdens de strekkingsfase. Op het blad ontstaat eerst een lichtgroene vlek, waarbinnen zich snel sporehoopjes met gele tot oranje gekleurde sporen ontwikkelen. De ziekte breidt zich tussen de bladnerven in de lengterichting uit, waardoor de karakteristieke rijen met sporehoopjes ontstaan. De ziekte komt vooral op de bladeren voor, maar ook stengels en aren worden bij een zware ziektedruk aangetast. Na infectie ontwikkelt de schimmel zich eerst in de aangetaste plant en in de directe omgeving, waardoor in het veld haarden van gele roest ontstaan. De verspreiding van sporen, over kleine zowel als grote afstanden, vindt voornamelijk door de wind. De ziekte ontwikkelt zich vooral bij

matige temperaturen (10 à 20 °C); hoge temperaturen (>30 °C) worden slecht verdragen. Aangetaste bladeren verliezen hun fotosynthetische activiteit en sterven vervroegd af, zodat grote opbrengstverliezen kunnen optreden.

Gele roest is fyosiospecifiek, d.w.z. sterk rasgebonden. Gevoelige rassen worden van de rassenlijst geweerd. Gele roest kan gemakkelijk nieuwe fysio's ontwikkelen, waardoor aanvankelijk resistente rassen, na een aantal jaren alsnog door een nieuwe roestpopulatie kunnen worden aangetast. Behalve door rassenkeuze kan gele roest door chemisch middelen effectief worden bestreden.

Bruine roest is een ziekte, die vaak wat later in het groeiseizoen optreedt. Op bladeren en bladscheden ontstaan ronde, bruine sporenhoopjes in een lichtgroene hof. De sporenhoopjes liggen vaak verspreid over het blad. De aantasting is meestal verspreid over het perceel, maar haarden komen voor. Sporen worden met de wind verspreid, ook over grote afstanden. Hoge temperaturen (20 à 30 °C) zijn gunstig en kunnen een explosieve uitbreiding van bruine roest geven. Door rassenkeuze en inzet van fungiciden kan schade door bruine roest worden tegengegaan. Door het optreden van nieuwe fysio's kunnen aanvankelijk weinig vatbare rassen toch ernstig worden aangetast door bruine roest.

Kafjesbruin kan bladeren en aren aantasten. Bij aantasting van het blad wordt deze ziekte vaak als bladvlekkenziekte aangeduid. Op het blad groeien donkerbruine puntjes uit tot vlekken met een bleek, okerachtig centrum. De vlekken groeien uit, vloeien samen en doen het blad afsterven. In de vlekken ontwikkelen zich de vruchtlichamen of pycniden, die echter met het blote oog moeilijk te zien zijn. Verwarring met andere ziekten (bladseptoria en gele bladvlekkenziekte ??) kan gemakkelijk voorkomen. De ziekte kan ook in langgerekte bruine vlekken op de stengel voorkomen. Bij zware aantasting verschrompelen de knopen en de halmen kunnen op deze plaats breken. De ziekte is door rassenkeuze niet afdoende tegen te gaan. Een tijdige bestrijding met chemische middelen kan de ziekte goed bestrijden. De sneeuwschimmel veroorzaakt op bladeren onregelmatige bleekgroene waterige vlekken, die later bruin verkleuren. Door voortgaande schimmelgroei ontstaan grote vlekken, wat tot bladsterfte leidt. De infectie ontstaat vanuit het zaad en vanuit de grond en kan niet worden voorkomen; wel kan door ontsmetten van zaaizaad de aantasting worden tegengegaan.

In 1995 werd op vrij uitgebreide schaal in het graanrijke bouwplan op de zware klei in Groningen \*\* gele bladvlekkenziekte \*\* geconstateerd. Op bladschijven ontstaan kleine, ovale, geelbruine vlekken met een donkere punt. Later zijn het onregelmatig begrenste verbruiningen, meestal met een geel hof rondom een donker centrum. Bij ernstige aantasting treedt afsterving en indroging van de bladpunten op. Tussen rassen bestaan verschillen in gevoeligheid. De schimmel infecteert het gewas vanuit stroresten of vanuit het zaaizaad. De ziekte kan worden tegengegaan door gebruik te maken van gezond c.q. ontsmet zaaizaad en geen tarwe na tarwe te zaaien. De ziekte kan door chemische middelen goed worden bestreden.

#### 8.3.4 Aarziekten

Een aantal van de bladziekten kunnen na de bloei de pakjes (meeldauw, gele roest) of de korrels (kafjesbruin, sneeuwschimmel) aantasten. Ziekten, die uitsluitend op de aar voorkomen zijn de rode kafschimmel of kafjesrood (*Fusarium culmorum* en *Fusarium graminearum*) en in mindere mate moederkoren (*Claviceps purpureum*). Verder komen diverse schimmels voor, die geen schade doen en algemeen worden aangeduid met 'zwartschimmels'.

In de aar worden meeldauw en gele roest aangetroffen op de kelk- en kroon-blaadjes van de pakjes; meeldauw zit vooral aan de buitenkant, gele roest vooral aan de binnenkant. Beide schimmels penetreren niet in de korrel. Dit laatste is wel het geval met kafjesbruin en de sneeuwschimmel. Voor een beschrijving van deze ziekten wordt verwezen naar de bladziekten (par. 6.3.3.3.).

De rode kafschimmel infecteert de pakjes, die afzonderlijk of in groepjes vroegtijdig verbleken, terwijl de rest van de aar groen blijft. De aangetaste pakjes verkleuren op den duur rose tot oranjeachtig. De spil van een aangetast pakje wordt eveneens aangetast en verkleurt donker. Bij tarwe wordt soms de centrale aarspil aangetast; het gedeelte van de aar dat er boven zit, verbleekt dan. Bij aantasting door de rode kafschimmel worden de korrels slecht gevuld. Aangetaste aren blijven vaak rechtop staan, terwijl de gezonde aren gaan buigen. Op de aangetaste aren ontwikkelen zich gemakkelijk saprofytische schimmels, die de aren een zwartkleuring geven. De rode kafschimmel blijft over op zaad en op organisch materiaal in grond. Alle fusarium schimmels komen sterker naar voren, naarmate het weer in winter en zomer vochtiger is. Vooral bij vochtig weer tijdens bloei en rijping kan een zware besmetting ontstaan. Beperking van de

infectie kan bereikt worden door zaaizaadontsmetting. Tijdens de bloei kan een bestrijding met een fungicide worden uitgevoerd, maar hiermee kan fusarium meestal niet afdoende bestreden worden. Binnen het rassensortiment bestaan aanzienlijke verschillen in gevoeligheid voor fusarium. Met behulp van een juiste rassenkeuze kan dan ook veel bereikt worden. Andere aspecten die een rol spelen bij het optreden van fusarium zijn de vruchtwisseling en de grondbewerking. In een graanrijk bouwplan kan men meer fusarium verwachten. Ook na maïs kan de infectiedruk hoog zijn. Het uitvoeren van een kerende grondbewerking waarbij aangetaste gewasresten van maïs of tarwe goed worden ondergewerkt, geeft een verlaging van de infectiedruk.

Moederkoren komt hoofdzakelijk bij rogge voor. Tarwe wordt meestal niet of in zeer geringe mate aangetast. De infectie heeft plaats via de bloemetjes en de geïnfecteerde vruchtbeginsels groeien uit tot opvallende, gekromde, paarse tot donkerbruine sclerotiën, die uit de aar steken. Het verwijderen van sclerotiën uit het zaaizaad kan gewasaantasting in belangrijke mate voorkomen. Overigens is in tarwe de schade te gering om te bestrijden.

Zwartzimmels zijn zwakteparasieten, die zich op dode of afstervende plantedelen ontwikkelen. Vaak zijn het volgparasieten na een aantasting van voetziekten, meeldauw en andere blad- en aarziekten. De aren krijgen daardoor een enigszins zwarte kleur. Vochtig weer en hoge temperaturen (ca. 25 °C) zijn gunstig voor zwartzimmels. Een bestrijding heeft geen zin.

### 8.3.5 Fungiciden

Sinds 1970 worden in de granen chemische bestrijdingsmiddelen of fungiciden toegepast. In wintertarwe zijn een aantal fungiciden toegelaten, die één of meerdere ziekten kunnen bestrijden. In tabel 6.3.3.5. is een overzicht gegeven van de werking van de meest belangrijke fungiciden in wintertarwe.

## 8.4 Bestrijding van plagen

Wintertarwe geldt als waardplant voor meerdere organismen. Het zijn niet alleen insecten, maar ook gewervelde dieren als muizen, hazen, ganzen e.a. vogels, alsmede slakken, die tarwe gebruiken als voedselgewas en die daarbij aanzienlijke schade kunnen veroorzaken.

### 8.4.1 Gewervelde dieren

Vanaf de inzaai wordt door muizen en vogels als fazanten en duiven naar het gezaaide zaad gespeurd. Vooral na het te voorschijn komen van de coleoptiel worden planten door genoemde dieren en vogels losgetrokken om het opgezwollen zaad te bemachtigen. Gewoonlijk kan het gewas deze schade gemakkelijk compenseren. Percelen, die op een afwijkend tijdstip worden gezaaid, hebben een verhoogde kans op schade. Later in de herfst zijn het met name hazen en reeën, die de bovengrondse bladmassa afgrazen. Omdat het groeipunt in tact blijft, kan de plant zich hiervan meestal goed herstellen. Anders ligt het ten aanzien van grote vogels als eenden, ganzen en zwanen. Niet alleen worden de planten veelal volledig uit de grond getrokken, onder natte omstandigheden wordt de grond vertrapt, verdicht en verslemt, wat problemen met luchtvoorziening in de bodem geeft. Vooral vertrapping kan pleksgewijs leiden tot aanzienlijke plantverliezen. Bovendien verloopt de ontwikkeling van de overgebleven planten gebrekkig als gevolg van de slechte bodemstructuur, waardoor de korrelopbrengst zal achterblijven.

### 8.4.2 Insecten

In wintertarwe komen meerdere insecten voor, die in uiteenlopende omvang schade veroorzaken. Zo treden bladluizen en graanhaantjes vrijwel jaarlijks op, terwijl fritvlieg en tarwestengelgalmug minder frequent in grote aantallen voorkomen. Van de overige schadelijke insecten mag gezien hun geringe voorkomen alleen

in incidentele gevallen enige schade worden verwacht.

In een tarwegewas zijn normaliter ook een groot aantal natuurlijke vijanden van de schadelijke insecten aanwezig, zoals het lieveheersbeestje, sluipwespen en gaasvliegen. Toch zijn deze natuurlijke vijanden niet in staat om een sterke uitbreiding van een schadelijk insect tegen te houden. Een chemische bestrijding is dan vaak noodzakelijk.

#### **8.4.2.1 Bladluizen**

Bij wintertarwe zijn 3 bladluizen van belang, t.w. de grote graanluis (*Sitobion avenae*), de roosgrasluis (*Metopolophium dirrhodum*) en de vogelkersluis (*Rhopalosiphum padi*). De roosgrasluis zit vrijwel uitsluitend op het blad; na het uitaren migreert met name de grote graanluis naar de aar. Alle 3 bladluizen zuigen aan de plant. De bladluizen scheiden honigdauw uit, welke als een glimmende en kleverige massa achterblijft en waarop zich zwartschimmels ontwikkelen. Aangestoken bladeren vertonen door het zuigen gele plekken en sterven versneld af. Daardoor vermindert de fotosynthese, wat opbrengstverliezen tot gevolg heeft. Vooral in gewasbestanden met een hoge opbrengstpotentie (> 10 ton/ha) kan veel schade optreden. Door bladluizen kan schade worden aangericht tot aan het eind van de melkrijpe fase; nadien is deze meestal van weinig betekenis meer.

Bij wintertarwe bestaat al meer dan 10 jaar een advies voor de bestrijding van bladluizen, t.w. als vóór en tijdens de bloei 30 % en na de bloei 70 % van de halmen bezet zijn. In de huidige teelt is dit advies niet meer toepasbaar, vanwege de sterk gestegen korrelopbrengsten en de vervroeging van de afrijpingsziektenbestrijding. In hoogproductieve wintertarwebestanden zal de bestrijdingsdrempel aanzienlijk moeten worden verlaagd.

In herfst en vroege voorjaar kunnen bladluizen het gerstevergelingsvirus overbrengen. Om verspreiding van deze ziekte over het perceel tegen te gaan, kan een bestrijding nodig zijn (zie virusziekten: par. 6.3.5.).

#### **8.4.2.2 Graanhaantje**

In alle wintertarwepercelen kan in de zomer het graanhaantje (*Lema cyanella*) worden aangetroffen. Het zijn de larven van kevers, die de bovenzijde van het blad streepsgewijs wegvreten. De larven zijn geel van kleur, maar zijn bedekt door een zwarte, kleverige massa, waardoor ze op slakjes lijken. In de laatste jaren wordt een toename van het voorkomen van graanhaantjes geconstateerd. Onduidelijk is, of de aantasting van het graanhaantje de korrelopbrengst (wezenlijk) schaadt. Bestrijding van het graanhaantje lijkt niet zinvol, maar is met chemische middelen mogelijk (maar is er wel een toelating??).

#### **8.4.2.3 Tarwestengelgalmug**

De tarwestengelgalmug (*Haplodiplosis equestris*) komt uitsluitend voor in graanrijke bouwplannen en wel bij voorkeur in zomergerst en in zomer- en wintertarwe. Deze mug legt van half mei tot eind juni eitjes in rijtjes aan de onder- en bovenkant van de bladeren. De daaruit komende witte larven kruipen tussen de bladschede en de stengel en vreet de stengel aan. Door de vorming van gallen ontstaan ribbels op de stengel. De larven verkleuren via rose naar oranje- of rood. De larven kruipen eind juli/begin augustus in de grond en een gedeelte verpopt in het voorjaar, waaruit in de loop van mei de muggen vrijkomen. De andere larven kunnen meerdere jaren in de grond overblijven en vormen een voortdurende infectiebron. De plaag is binnen een graanrijk bouwplan sterk perceelsgebonden. Meestal is de schade gering; soms is de eiafzetting erg groot en is een chemische bestrijding noodzakelijk. Deze moet uitgevoerd worden, voordat de larven tussen de bladschede en de stengel zijn verdwenen.

#### **8.4.2.4 Fritvlieg**

Door de fritvlieg (*Oscinella frit*) worden in de vroege herfst eieren gelegd op de jonge tarweplant. De larven kruipen in de plant en overwinteren. De aantasting wordt zichtbaar aan het slap en geel worden van het hartblad. Vaak wordt het groeipunt weggevreten en sterft de spruit en soms de gehele plant af. Bij een zware aantasting ontstaat vaak een holle stand; een lichte aantasting kan door een sterke uitstoeeling worden gecompenseerd. De aantasting kan worden tegengegaan door niet te vroeg te zaaien en door een zaaizaadbehandeling.

#### 8.4.2.5 Overige insecten

Van de overige insecten komen een aantal elk jaar op bescheiden schaal voor, zoals de graanmineervlieg (*Hydrellia griseola*) en thripsen. Andere insecten, zoals de smalle graanvlieg (*Hylemya coarctata*), de gele tarwegalmug (*Contarinia tritici*), de oranje tarwegalmug (*Sitodiplosis mosellana*) en de Hessische mug (*Mayetiola destructor*) komen in sommige jaren in meer of minder grote aantallen voor. De aantasting van deze insecten levert vaak geen schade van enige betekenis op. Een bestrijding is veelal niet nodig en vaak ook niet mogelijk.

#### 8.4.3 Slakken

Met name op zware kleigronden kan de opkomst van wintertarwe ernstig worden geschaad door slakkenvraat, waarbij regelmatig tot overzaaien moet worden besloten. De schade wordt vooral veroorzaakt door de akkeraardslak (*Deroceras reticulatum*) en, in mindere mate, door de grauwe weglak (*Arion circumscriptus*) en de boswegslak (*Arion silvaticus*). Het zijn naaktslakken, die na de kieming zowel onder als bovengronds schade kunnen veroorzaken. Het kiemende zaad en de jonge kiemplant gaan vaak volledig verloren. Vanaf het 2-bladstadium worden uitsluitend bladeren aangevreten en kan de plant zich veelal herstellen.

Slakken prefereren vochtige omstandigheden. Ruigten en bladrijke gewassen bieden slakken goede mogelijkheden om zich sterk uit te breiden. Slakken zijn tweeslachtig en kunnen zich dientengevolge snel vermeerderen. Ze leggen meerdere keren eieren, welke bij gunstige omstandigheden grote aantallen jonge slakken opleveren. In groenbemesters (m.n. klavers) en bladrijke voorvruchten (koolzaad en vollegrondsgroenten) kan een sterke vermeerdering plaatsvinden, waarvan het volggewas wintertarwe ernstige schade kan ondervinden.

De meeste schade wordt gewoonlijk aangetroffen aan de zijkanten van percelen. In dat geval penetreren de slakken vanuit ruige perceelsranden en slootkanten. Maar ook midden op het perceel kan bij een grove zaaibedligging soms ernstige schade optreden. Na een gunstige voorvrucht kunnen veel slakken aanwezig zijn en de grofkluiterige grond voorziet de slak van goede schuilplaatsen om te ontsnappen aan zijn natuurlijke vijanden.

Slakkenschade zal in de eerste plaats moeten worden tegengegaan door een goede zaaibedbereiding. Op zware gronden (> 50 % afslibbaar) zal daarbij naar een fijnkluiterig zaaibed gestreefd moeten worden. Het gebruik van een zware rol na het zaaien kan daaraan bijdragen. Ook het (herhaald) strooien van slakkenkorrels beperkt de schade, maar is duur en arbeidsintensief. Recentelijk zijn in het onderzoek goede resultaten bereikt met zaaizaadontsmetting, waaraan een slakkendodend is toegevoegd. Dergelijk ontsmet zaaizaad en een goede zaaibedbereiding zullen het slakkenprobleem bij de opkomst grotendeels oplossen.

### 8.5 Virusziekten

Bij wintertarwe wordt alleen het gerstvergelingsvirus als schadelijk voor de korrelopbrengst gezien. Dit virus wordt in de herfst door besmette bladluizen overgebracht. De besmetting blijft in de herfst beperkt tot de geïnfecteerde planten, omdat de ingevlogen bladluizen en hun nakomelingen zich niet of nauwelijks naar andere planten verspreiden. Pas bij stijgende temperaturen in het voorjaar verspreiden de bladluizen zich en besmetten de omliggende planten. Zo ontstaan de haarden, welke later als gele plekken in het gewas zichtbaar worden. Meestal blijft de aantasting tot haarden beperkt, maar onder gunstige omstandigheden kan het hele perceel geïnfecteerd raken. In dergelijke gevallen zijn opbrengstdervingen van meer dan 30 % mogelijk.

Normaliter zijn er na oktober door de lage temperaturen geen vluchten van bladluizen meer. Tarwe, die in november opkomt, ontloopt daardoor een besmetting met het gerstvergelingsvirus. Vooral vroeggezaaide

percelen worden aangetast, zeker wanneer bladluizen lang blijven vliegen door hoge temperaturen in de herfst. De infectie in de herfst kan en hoeft niet te worden tegengegaan; de verspreiding vindt immers vooral in het voorjaar plaats. De virusziekte zelf kan niet worden bestreden. De bestrijding is gericht op het voorkomen van de verspreiding van de bladluizen. Een bladluisbestrijding kan in de herfst worden uitgevoerd. Deze zal pas moeten worden uitgevoerd, wanneer de laatste vlucht heeft plaatsgehad. Bladluizen kunnen in het voorjaar het virus alleen verspreiden, als zij de winter overleven. Bladluizen zijn erg gevoelig voor vorst, maar zachte winters kunnen zij vaak goed doorstaan. Temperaturen tot  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  worden goed verdragen. Bij lagere temperaturen hangt de overleving ook af van droogte, vochtigheid en wind. Temperaturen van  $-5$  tot  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  kunnen bij mooi vorstig weer (droog en weinig wind) goed worden doorstaan; bij vochtig en winderig weer is deze matige vorst al gauw fataal. Strengere vorst ( $< -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) kan slechts korte tijd worden verdragen. Heeft in de herfst een besmetting plaatsgevonden en hebben de bladluizen de winter doorstaan, dan kan ook vroeg in het voorjaar nog een bestrijding worden uitgevoerd. Om verspreiding tegen te gaan, zal deze kort na de winter moeten worden uitgevoerd. De effectiviteit van deze bespuiting is gelijk aan een bestrijding in de herfst.

## 8.6 Aaltjesziekten.

Op wintertarwe kunnen een aantal aaltjes of nematoden worden aangetroffen, maar de schade, die aan de tarwe wordt aangericht, is van geen betekenis. Wintertarwe fungeert dan wel als waardplant en houdt het aaltje binnen het bouwplan in stand. Wintertarwe wordt niet aangetast door stengelaaltjes (Ditylenchussoorten) en cysteaaltjes (Globodera- en Heterodera-soorten), m.u.v. het havercysteaaltje (Heterodera avenae). Van de wortellesieaaltjes (Pratylenchus-soorten), de vrij levende wortelaaltjes (o.a. Paratrichodorus-soorten) en de wortelknobbelaaltjes (Meloidogyne-soorten) worden een aantal in stand gehouden of vermeerderd. Dit geldt ondermeer ten aanzien van ..Leendert ??.. (Paratrichodorus teres), het graswortelknobbelaaltje (Meloidogyne naasi) en het maiswortelknobbelaaltje (Meloidogyne chitwoodi).

## 9 Oogst en bewaring

### 9.1 Afrijping

Tijdens de korrelvulling loopt het vochtgehalte in de korrel door de aanvoer van assimilaten geleidelijk op. Als aan het einde van de deegrijpe fase (GS 90) dit vochtgehalte is gezakt tot 35 à 40 %, stopt de korrelvulling en vindt verdere indroging van de korrel plaats. Normaliter duurt het nog 1 à 1½ week, alvorens het gewas met de maaidorser kan worden geoogst. Onder gunstige omstandigheden kan het vochtgehalte tot minder dan 15 % dalen, maar vaak zal de oogst bij een hoger vochtgehalte plaatshebben. Om korrelverliezen en problemen met schot (zie 7.2.) te voorkomen zal tijdig met het oogsten moeten worden begonnen. Vaststelling van het vochtgehalte in de korrel kan vrij nauwkeurig plaatshebben met een speciale vochtbepalingsmeter, die voor de praktijk beschikbaar is.

### 9.2 Schot

Nadat de korrelvulling is beëindigd, verkeren de tarwekorrels in rust. Deze kiemrust biedt weerstand tegen vroegtijdige kieming. De kiemrust wordt geleidelijk afgebroken en na enige tijd is de korrel volledig kiemkrachtig. Verliest de korrel zijn kiemrust voordat het gewas is geoogst, dan kunnen onder natte omstandigheden korrels in de aar tot kieming overgaan. Dit verschijnsel heet schot. Vaak is schot zichtbaar aan kiemende zaden; soms is de kieming onvoldoende om te zien en is er sprake van blindschot. Bij het optreden van schot komen in de korrel processen op gang, die tot kieming leiden. Voor deze processen komen enzymen (alfaamylase) vrij, waarmee de in de korrel opgeslagen reservestoffen (zetmeel, eiwitten) worden omgezet (in suikers en aminozuren), die noodzakelijk zijn voor de groei van de kiem. Door de aanwezigheid van deze enzymen wordt een schottige partij ongeschikt voor de broodbereiding.

### 9.3 Maaidorsen

Het oogsten van tarwe vindt bij voorkeur plaats, wanneer de korrel voldoende droog is en het stro goed is afgerijpt. In hoogproductieve tarwegewassen verloopt het indrogen van de korrel vaak niet synchroon met het afrijpen van het stro. In vele gevallen is de korrel al dorsrijp, terwijl de stengels en met name de knopen nog groen zijn. Het 'taaie' stro vertraagt dan de oogst.

In een oogstperiode met drogend weer kan het vochtgehalte van de te dorsen tarwe teruglopen tot 16 % of nog lager. Dergelijke tarwe hoeft na de oogst niet te worden gedroogd. Tijdens het dorsen kan beschadiging aan korrels optreden, vooral bij lage vochtgehalten in de korrel is dit het geval. De maaidorser zal goed moeten worden afgesteld. Enerzijds is dit nodig uit oogpunt van korrelbeschadiging, anderzijds moeten de aren goed worden uitgedorsen en moeten verontreinigingen in het oogstprodukt, met name groene stengeldelen, worden vermeden. Vooral het dorsen van hoogproductieve tarwegewassen, waarbij veel stro de dorstrommel passeert, stelt eisen aan de afstelling.

### 9.4 Bewaring

Na de oogst zal tarwe gedurende kortere of langere tijd worden opgeslagen. Tijdens deze bewaring wordt er naar gestreefd de gewenste eigenschappen van het oogstprodukt te behouden. Een partij tarwe bestaat

uit levende korrels, waarin stofwisseling, zij het in geringe mate, plaatsheeft. Dit geldt met name de ademhaling, een proces waarbij warmte en water vrijkomt. De ademhaling is geringer, naarmate de korrel droger en de bewaartemperatuur lager is.

In een partij met sterke ademhaling wordt de atmosfeer tussen de zaden warmer en vochtiger. Daardoor kan gemakkelijk broei en/of schimmelvorming optreden. Door onrijpe korrels, korrelbeschadiging en onzuiverheden kan dit proces nog worden versterkt. Vooral onzuiverheden, zoals groene, levende plantendelen van onkruiden, ondervrucht en halm, hebben vaak een hoog vochtgehalte en moeten bij voorkeur voor het drogen door een goede voorreiniging worden verwijderd.

Partijen tarwe met vochtgehaltes lager dan 15 % zijn goed te bewaren (tabel 7.4). Bij hogere vochtgehaltes neemt de bewaaruur snel af, zeker als de temperatuur boven 15 °C stijgt. Bovendien treedt dan gemakkelijk schimmelvorming op. Voor bewaring gedurende lange tijd zijn lage bewaartemperaturen en lage vochtgehalten (12-14 %) bevorderlijk.

Droge tarwe zal tijdens de bewaring geregeld op temperatuur moeten worden gecontroleerd. Tijdens de opslag is het gunstig de tarwe regelmatig om te laten lopen om de houdbaarheid te vergroten. Eventueel aanwezige vochtige plaatsen in de partij worden dan verdeeld.

#### 9.4.1 Droging

Onder Nederlandse omstandigheden wordt tarwe vaak geogst bij een te hoog vochtgehalte om lang te kunnen worden bewaard. In dat geval moet de tarwe eerst worden gedroogd. Drogen kan langzaam met koude lucht plaatshebben of snel met verwarmde lucht. Bij droging met verwarmde lucht zal de maximaal toelaatbare temperatuur afhankelijk zijn van de bestemming van het geogste produkt. Bij zaaizaad zal de kiemkracht niet geschaad mogen worden, bij baktarwe moet de kwaliteit in stand gehouden worden. In tabel 7.4 zijn de kritische temperaturen voor beide bestemmingen vermeld.

#### 9.4.2 Drogen met buitenlucht

Door te drogen met niet verwarmde lucht wordt slechts een langzame droging van de korrels tot zo'n 16 à 17 % vocht bereikt. Bij ventileren met koudere buitenlucht neemt de koellucht overtollige warmte op; door deze optredende temperatuurstijging wordt tevens water(damp) opgenomen, wat een drogend effect geeft. De hoeveelheid lucht, nodig voor het drogen is afhankelijk van het vochtgehalte van de korrel, de ventilatiecapaciteit en de laagdikte. In tabel 7.4.2. zijn een aantal kengetallen voor het drogen van tarwe met buitenlucht vermeld.

#### 9.4.3 Drogen met verwarmde lucht

Ventileren met verwarmde lucht bevordert het drogen aanmerkelijk. De verwarmde lucht kan meer vocht opnemen; tegelijkertijd worden de korrels opgewarmd, waardoor ze gemakkelijker vocht afgeven. Per uur drogen wordt het vochtgehalte veelal verlaagd met 0,5 - 1 %; voor het indrogen van 5 % bedraagt de droogduur 7 à 14 uur. Het drogen tot het gewenste vochtgehalte kan continue, maar ook met onderbrekingen plaatshebben. De temperatuur van de drooglucht is meestal niet hoger dan 30 à 35 °C. De verhitter zal daartoe buitenlucht met ongeveer 10 à 15 °C moeten opwarmen.

Naarmate tarwe vochtiger is, dient de temperatuur van de drooglucht lager te zijn (tabel 7.4.1.). Verder is de verwarmingsduur die zonder schade kan worden verdragen, korter. Vooral bij het drogen van zaaigranen, waarbij kieming van belang is, moet daarmee rekening worden gehouden. Het verband tussen het vochtgehalte en de toelaatbare korreltemperatuur is in figuur 7.4.3 aangegeven. Omdat de korrels door de afgifte van vocht afkoelen, mag de drooglucht wat warmer zijn dan is aangegeven in deze figuur, maar zullen duidelijk lager moeten zijn dan de waarden, die in tabel 7.4.1. zijn vermeld.



## 10 Verwerking, kwaliteit en afzet

Tarwe is door zijn inhoudstoffen uitermate geschikt als voedingsbron voor mens en dier. De tarwekorrel bestaat voor ca. 15 % uit water en voor ca. 85 % uit droge bestanddelen. De droge stof van de korrel bestaat globaal uit:

- 80 % zetmeelachtige stoffen
- 13 % eiwitten
- 3 % vezelbestanddelen
- 2 % mineralen
- 2 % vetten

Deze stoffen zijn niet gelijkmatig over de korrel verdeeld. Zo is de kiem rijk aan eiwitten en vetten en het endosperm rijk aan zetmeel. De vruchtwand (zemelen) is rijk aan vezelbestanddelen en mineralen. Het eiwit in de korrel bestaat deels uit gluten. Dit is onoplosbaar in water, zeer draderig en elastisch en maakt tarwe zo geschikt voor de broodbereiding.

Tarwe wordt ook gebruikt als grondstof voor de industriële winning van zetmeel. In Nederland wordt daartoe jaarlijks ongeveer 300.000 ton tarwe verwerkt. Bij de zetmeelwinning worden eiwitten als nevenproduct gewonnen, welke in de broodbereiding of voor andere doeleinden (diervoeding) kunnen worden gebruikt. In de laatste jaren wordt tarwe in toenemende mate verwerkt in de mengvoerindustrie. Ook directe vervoeding aan vleeskuikens (hele korrels) en vleesvarkens (gemalen of geplette korrels) komt voor. Bij de afzet zijn thans alleen aan tarwe voor de broodbereiding duidelijk omschreven kwaliteitseisen verbonden. Tarwe, welke niet aan de deze kwaliteitseisen voldoet, wordt meestal simpelweg als voertarwe bestempeld. .

### 10.1 Tarwe voor de broodbereiding

Door zijn specifieke eiwitsamenstelling, ook wel eiwitkwaliteit genoemd, is alleen tarwe geschikt voor de bereiding van een luchtig brood. Van elke tarwepartij kan brood gebakken kan worden, maar de kwaliteit ervan kan sterk uiteenlopen. Tussen tarwerassen bestaan verschillen in de eiwitsamenstelling en als gevolg daarvan verschillen in bakkwaliteit. Voor de broodbereiding is behalve de eiwitsamenstelling ook het eiwitgehalte van belang. Bij de verwerking van de tarwepartij zijn maalbaarheid en maalrendement belangrijke criteria.

In Nederland wordt een luchtig, hooggerezen brood op prijs gesteld. Zo'n brood stelt hoge eisen aan de tarwebloem en als zodanig aan de tarwekorrel. Kwaliteitsrassen, die daaraan voldoen, worden in Nederland nauwelijks geteeld. Enerzijds zijn de klimatologische omstandigheden minder gunstig (denk aan het optreden van schot), anderzijds blijft de produktiviteit van bakwaardige rassen duidelijk achter bij die van voertarwe. Afhankelijk van de bakkwaliteit bedraagt de opbrengstderving 10 à 25 %. Voor de broodbereiding wordt vaak niet meer dan 10 à 20 % inlandse tarwe verwerkt. Veelal wordt deze tarwe als vultarwe toegevoegd.

#### 10.1.1 Kwaliteitseisen

Een partij tarwe wordt als goed gekwalificeerd, als deze voldoet aan de eisen die verwerker en bakker stellen. De verwerker let uit rendementsoverwegingen vooral op maalbaarheid en uitmaling, door de bakker wordt een hoog broodvolume op prijs gesteld. Het merendeel van de gewenste eigenschappen zijn rasgebonden en rassenkeuze is het eerste criterium voor de geschiktheid van tarwe voor de broodbereiding.

- Eiwitkwaliteit

Tarwebloem kan bij eenzelfde eiwitgehalte grote verschillen geven in het broodvolume. Dit wordt

veroorzaakt door de samenstelling van het eiwit, ook wel eiwitkwaliteit genoemd. Bij deze rasgebonden eigenschap is een hoog aandeel gluteneiwit van belang. De eiwitkwaliteit is in sterke mate bepalend voor de deegeigenschappen en als zodanig voor broodvolume en broodstructuur.

In Nederland wordt tarwe met zeer goede kwaliteitseigenschappen geïmporteerd. Vroeger gebeurde dit vooral uit Amerika, Argentinië en Australië; tegenwoordig komt veel tarwe uit Frankrijk en Duitsland.

- Eiwitgehalte

Eiwitten zijn essentieel voor het rijzen van het deeg. Hoe hoger het eiwitgehalte, des te beter is de bakkwaliteit. Voor de broodbereiding wordt een eiwitgehalte in de korrel van meer dan 12 % als wenselijk beschouwd. De betekenis van het eiwitgehalte is groter, naarmate de eiwitkwaliteit beter is. Bij kwaliteitsrijke rassen wordt daarom ook gestreefd naar hoge eiwitgehalten, veelal boven 14 %.

Het eiwitgehalte is rasgebonden, maar de verschillen tussen rassen zijn betrekkelijk klein. Het eiwitgehalte wordt in veel sterkere mate door de stikstofbemesting bepaald. Door een hoge stikstofbemesting, met daarbij een laat toegediende gift, kan het eiwitgehalte van de korrel sterk verhoogd worden.

- Korrelhardheid

Kwaliteitsrijke rassen worden vaak gekenmerkt door een "harde" korrel (zie voetnoot). Deze eigenschap komt tot uiting bij het malen door de mate, waarin de zetmeelkorrels worden gekneusd. Deze zetmeelbeschadiging kan uiteenlopen van 3 % bij zachte tot 10 % bij harde korrels. Een hoge korrelhardheid wordt geprefereerd bij het malen. Bij de broodbereiding wordt het reeds gekneusde zetmeel gemakkelijker afgebroken tot suikers en dextrinen, wat het rijzen en het bakken bevordert. Korrelhardheid is een raseigenschap: de meeste goede baktarwerassen beschikken over harde korrels.

(Voetnoot: Let op, dat 'harde korrel' een korreleigenschap is van de zachte tarwe (= *Triticum aestivum*) en niet verward moet worden met harde tarwe (= *Triticum durum*).

- Uitmaling

Bij het vermalen van de korrel wordt bloem voor de broodbereiding geproduceerd. De mate van uitmaling kan sterk variëren en daarmee in hoge mate het rendement beïnvloeden. De uitmaling geschiedt vaak op basis van het as-gehalte in de bloem. Rassenkeuze en teeltomstandigheden bepalen de uitmaling in belangrijke mate. Goedgevulde korrels zijn gunstig voor het maalrendement; verschrompelde korrels zijn ongunstig. De hiermee samenhangende verschillen in hectolitergewicht worden door de verwerkende industrie als kwaliteitsparameter beschouwd.

- Mycotoxinen

In tarwe kan deoxynivalenol (DON) voorkomen. DON is een mycotoxine die geproduceerd wordt door een groep van *Fusarium*-schimmels: *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* en *F. avenaceum*. Deze groep van schimmels wordt ook wel samengevat onder de naam *Fusarium roseum*. In hogere concentraties kunnen mycotoxinen de gezondheid van mens en dier schaden. DON kan leiden tot groeivertraging en braakneigingen en bij hoge concentratie tot aantasting van het immuunsysteem. De maalindustrie koopt geen ruwe tarwe in met een gehalte hoger dan 0,75 mg DON/kg tarwe. Voor gebruik van tarwe als veevoeder gelden normen die afhankelijk zijn van de diersoort en in bepaalde gevallen ook van de leeftijd van het dier. Kwaliteitstesten

In Nederland wordt een hooggerezen brood met een lichtgekleurde korst en een luchtige kruimstructuur op prijs gesteld. Het moet voedzaam en goed houdbaar zijn. Om dit te bereiken worden aan tarwe als grondstof voor de broodbereiding eisen gesteld. Om de geschiktheid van tarwe vast te stellen, zijn meerdere methodieken ontwikkeld. Afhankelijk van broodtype bestaan er tussen landen verschillen in een aantal beoordelingscriteria. Deze betreffen met name de vaststelling van de deegeigenschappen en de bakproef ter vaststelling van het broodvolume. In deze paragraaf zullen enkele bekende en algemeen verbreide technieken worden beschreven.

- Valgetal

Het valgetal, ook wel Hagberg-getal genoemd, geeft een indruk van aanwezig schot in de partij tarwe. Bij schot komt het kiemproces in de korrel op gang en daarbij komt de enzym alfa-amylase vrij (zie 7.2). De activiteit van dit enzym wordt gemeten en is een maat voor de schottigheid en wordt uitgedrukt als valgetal.

Zeer schottige tarwes hebben een valgetal van 120 of lager; schotvrije tarwe heeft een valgetal van 300 of hoger. Aan tarwe, bestemd voor de broodbereiding wordt veelal een valgetal van 200 als minimum beschouwd.

- Sedimentatie waarde

Deze bepaling, ook wel Zeleny-test geheten, geeft een eerste indruk van de deegeigenschappen en zodoende ook van de eiwitkwaliteit. Na het schudden van een hoeveelheid bloem met water en een melkzuuroplossing ontstaat een sediment. Hoe meer gluten zich bevindt in de bloem, des te groter is het sediment. De sedimentatie waarde is een ras gebonden eigenschappen. Bij slecht bakkende rassen is de sedimentatie waarde lager dan 25. Goed bakkende tarwerassen hebben een sedimentatie waarde, welke van 40 tot 70 kan oplopen. Hoge eiwitgehalten hebben een positieve invloed op de sedimentatie waarde.

- Kleefstarwe

De eiwitkwaliteit van sommige rassen kan zo slecht zijn, dat het deeg tijdens het kneden en de verdere verwerking gaat kleven. Dit levert grote problemen op in de bakkerij. Met name bij het huidige machinale kneden zijn klevende tarwes onverwerkbaar. Partijen, waarin kleefstarwes voorkomen, worden door de maalindustrie geweerd.

- Overige bepalingstechnieken

Behalve de bovenvermelde, algemeen toepasbare methoden, zijn er ook nog methodieken ontwikkeld, die meer afgestemd op de wijze van broodbereiding. Op deze wijze zijn verschillen in bepalingmethoden tussen landen ontstaan. Dit geldt met name voor de vaststelling van het broodvolume. In Nederland wordt de bakproef standaard in een blik uitgevoerd; in andere landen wordt vaak zonder blik gebakken. Voor de vaststelling van deegeigenschappen zijn een aantal methoden in omloop. In de maalindustrie wordt veel waarde toegekend aan de rekbaarheid en de rekweerstand van het deeg, welke met behulp van een extensograaf of een alveograaf kan worden bepaald. Met behulp van een farinograaf wordt de hoeveelheid water bepaald, welke moet worden toegevoegd aan de bloem voor de deegbereiding.

### 10.1.2 Standaardkwaliteit baktarwe

Binnen de Europese Unie kan tarwe worden aangeboden voor interventie. Voldoet de tarwe aan de standaardnormen voor kwaliteit, dan geldt de interventieprijs. Voldoet de tarwe niet aan de normen, dan volgt korting. Daarnaast heeft een toeslag plaats, indien de tarwe aan bijzondere normen voldoet. In tabel 8.1.2. zijn de kwaliteitsnormen vermeld.

## 10.2 Tarwe voor andere bestemmingen

Behalve voor brood wordt tarwe als grondstof voor menselijke voeding afgezet voor de bereiding van pasta's, vruchtenbrood en biscuit. Daarnaast wordt veel tarwe gebruikt voor de produktie van zetmeel (zetmeelverwerkende industrie) en in veevoer (mengvoederindustrie). In het kader van alternatieve energiebronnen krijgt tarwe aandacht voor de produktie van (bio)ethanol.

### 10.2.1 Pasta's en biscuit

Pasta's of deegwaren, zoals macaroni, spaghetti en vermicelli, wordt voornamelijk bereid uit de harde of durumtarwe (*Triticum durum*), welke veel in het Middellandse Zeegebied wordt geteeld. In de laatste jaren is in Nederland ook inlandse, zachte tarwe in pasta's verwerkt. De eisen, die aan de grondstof worden gesteld komen goed overeen met die voor de broodbereiding. Momenteel wordt onderzocht, in hoeverre inlandse tarwe met een geel endosperm geschikt is voor de bereiding van pasta's en vruchtenbrood.

Voor biscuit wordt tarwe met een laag eiwitgehalte en een zachte korrel (zie 8.1.1. korrelhardheid) gevraagd. In Nederland wordt vaak niet aan het lage eiwitgehalte (< 10 %) voldaan en beschikken vrijwel alle geteelde rassen over harde korrels.

### 10.2.2 Tarwe voor zetmeel

In Nederland wordt meer dan 300.000 ton tarwe afgezet in de zetmeelverwerkende industrie. In het verwerkingsproces wordt zetmeel omgezet in suikers, zoals glucose en fructose, welke worden gebruikt in de zoetwaren-, de frisdranken- en de zuivelindustrie. Als bijproduct worden eiwitten gewonnen, welke kunnen worden ingezet bij de broodbereiding en bij de produktie van veevoer. Wat de inhoudstoffen betreft worden aan zetmeeltarwe geen bijzondere eisen gesteld. Uit oogpunt van bedrijfsrendement wordt bij aankoop van tarwe gezocht naar grote, homogene partijen met een hoge uitmaling. Door de zetmeelindustrie wordt voornamelijk buitenlandse, vooral Franse, tarwe verwerkt.

### 10.2.3 Tarwe voor veevoer

Als gevolg van de lage graanprijzen wordt in de laatste jaren steeds meer tarwe gebruikt voor diervoeding. Enerzijds wordt steeds meer tarwe verwerkt in het mengvoer, anderzijds wordt in de pluimvee en de varkenshouderij tarwe in toenemende mate aan het voederrantsoen toegevoegd. Bij vleeskuikens wordt tarwe als hele korrels verstrekt, bij varkens als gemalen of geplette korrels.

## 11 Literatuur

Voor het tot stand komen van deze teelthandleiding werden gegevens verzameld uit de volgende bronnen:

Teelt van wintertarwe. J.A.H. Haenen, PAGV-Teelthandleiding nr. 23, 1987.

De teelt van granen. J.A. de Jong, 1986.

Handbuch des Speziellen Ackerbaues. W.Brouwer, Band 1, 1972.

Grain production and assimilate utilization of wheat in relation to cultivar characteristics, climatic factors and nitrogen supply. Proefschrift J.H.J.Spiertz, 1978.

Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemäßigten Klimas. G.Geisler, 1983.

Potentiële productie, bruto- en nettoproductie van de Nederlandse landbouw. H.D.J.v.Heemst, H.v.Keulen & H.Stolwijk, VLO nr. 879, 1978.

Invloed van zaaitijdstip op opbrengst en ontwikkeling van winterkoolzaad en granen. A.Habekotté, Flevobericht nr. 302, 1989.

Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe. A.Darwinkel & A.Bramsvik. PAGV-verslag nr. 158, 1993.

71e Rassenlijst van Landbouwgewassen, 1996.

Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen. IKC-AT, 1992.

Stikstofbemestingsrichtlijnen voor akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. IKC-AT, 1992.

Aanbod en opname van stikstof bij hoge produktieniveaus van wintertarwe op klei- en zavelgrond.

A.Darwinkel, PAGV-verslag nr. 205, 1995.

Gewasbeschermingsgids, IKC-AT/PD, 1993.

Gewasbescherming in de akkerbouw en de veehouderij. DLV Akkerbouw, 1996.

Kennen en kiezen. DLV, Actualiteiten nr. 36, 1994.

Ziekten en plagen in graangewassen in beeld. Ministerie van Landbouw en Visserij/CAD Gewasbescherming, 1986.

Pflanzenkrankheiten und Schädlinge im Ackerbau. DLG-Verlag, Frankfurt, 1987.

Het drogen en bewaren van inlandse granen, zaden en peulvruchten. IBVL publ. 112.

Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond. IKC/DLV/PAGV, 1995.

De lettergrootte van de tekst en de koppen staan al gedefinieerd.