

FENOTYPISCHE SCREENING VAN TRITICALE GENOTYPES ALS BASIS VOOR GEHELE PLANT SILAGE

INVLOED VAN HET OOGSTTIJDSTIP OP DE BIOMASSA-
OPBRENGST

Aantal woorden: 24 168

Laura Rogge

Stamnummer: 01270400

Promotor: Prof. dr. Geert Haesaert

Tutor: ing. Anneleen De Zutter

Masterproef voorgelegd voor het behalen van de graad master in de richting Master of Science in de biowetenschappen: land- en tuinbouwkunde

Academiejaar: 2017-2018

FENOTYPISCHE SCREENING VAN TRITICALE GENOTYPES ALS BASIS VOOR GEHELE PLANT SILAGE

INVLOED VAN HET OOGSTTIJDSTIP OP DE BIOMASSA-
OPBRENGST

Aantal woorden: 24 168

Laura Rogge

Stamnummer: 01270400

Promotor: Prof. dr. Geert Haesaert

Tutor: ing. Anneleen De Zutter

Masterproef voorgelegd voor het behalen van de graad master in de richting Master of Science in de biowetenschappen: land- en tuinbouwkunde

Academiejaar: 2017-2018

Auteursrechtelijke bescherming

De auteur en de promotor geven de toelating deze scriptie voor consultatie beschikbaar te stellen en delen van de scriptie te kopiëren voor persoonlijk gebruik. Elk ander gebruik valt onder de beperking van het auteursrecht, in bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van resultaten uit deze scriptie.

The author and the promotor give the permission to use this thesis for consultation and to copy parts of it for personal use. Every other use is subject to the copyright laws, more specifically the source must be extensively specified when using the results from this thesis.

Gent, Juni 2018

Laura Rogge

Promotor: Prof.dr. Geert Haesaert

Woord vooraf

Het schrijven van de thesis is de laatste vereiste voor het behalen van het diploma. In de masterproef wordt de kennis van de voorbije jaren gebundeld. Om dit tot een goed einde te brengen kan de begeleiding niet ontbreken.

Daarom wil ik graag mijn Tutor ing. Anneleen De Zutter bedanken voor de vele hulp en bijstand. Zij stond steeds paraat om mijn vragen te beantwoorden, mijn thesis te verbeteren en mij alles bij te leren over het praktijkonderzoek op het veld. Zo heb ik geleerd hoe veldproeven worden opgezet en hoe de waarnemingen op het veld gebeuren.

Daarnaast wil ik Prof. Dr. Geert Haesaert bedanken voor het aanreiken van dit onderwerp en het nalezen van mijn thesis. Daarnaast wil ik hem ook bedanken voor de boeiende en leerrijke vakken waarin ik zeer veel heb bijgeleerd over plantaardige productie.

Mijn dank gaat ook uit naar mijn ouders. Zij hebben mij steeds gesteund en bijgestaan. Daarnaast wil ik ook mijn zus bedanken waarmee ik al die jaren samen heb gestudeerd. Ik wil haar ook bedanken voor het nalezen van mijn thesis. Verder wil ik mijn vriend bedanken die mij de laatste vier jaar onvoorwaardelijk gesteund heeft bij mijn studies ook al hadden we eens wat minder tijd voor elkaar.

Ten slotte wil ik ook de rest van mijn familie en mijn medestudenten bedanken voor de vele steun en toffe momenten.

Samenvatting

In deze scriptie wordt gehele plant silage (GPS) van triticale bekeken als alternatief voor maïskuil. Percelen waarop wintergranen geteeld worden zijn minder erosiegevoelig, minder droogtegevoelig en wintergranen concurreren beter met onkruiden in vergelijking met maïs. De ziektegevoeligheid van maïs is echter wel lager dan deze van graangewassen. Tenslotte kan GPS triticale geïntegreerd worden in het teeltplan waardoor vruchtwisseling wordt geoptimaliseerd zodat monocultuur maïs kan worden teruggedrongen.

Dit onderzoek omvat een eerste fenotypische screening van 36 triticale genotypes als basis voor gehele plant silage. Als hoofdzaak wordt gekeken naar de invloed van het oogsttijdstip (midden melkrijp-, laat melkrijp-, vroeg deegrijp-, midden deegrijp- en laat deegrijp stadium) op de biomassa-opbrengst. Het onderzoek omvat een veldproef waarin 36 plots werden uitgezaaid, waarbij elke plot gehalveerd was in een opbrengstveldje (waarop Drogestof % en Drogestof-opbrengst, fracties stengel- blad- aar, en het stro- en aaraandeel werden bepaald) en een waarnemingsveldje (waarop opkomst, aantal aren/m², bloei, plantlengte en ziektebeoordelingen (echte meeldauw, gele roest en bladvlekkenziekte) werden bepaald).

Drogestof % en de Drogestof-opbrengst stijgen naarmate de ontwikkeling vordert, met de grootste stijging tussen laat melkrijp en vroeg deegrijp stadium. Het stengel- en bladaandeel daalt en het aaraandeel stijgt met de grootste daling/stijging eveneens tussen het laat melkrijp en vroeg deegrijp stadium. De genotypes kunnen in vijf groepen onderverdeeld worden op basis van hun oogstparameters.

Kernwoorden: triticale, gehele plant silage, oogsttijdstip, biomassa-opbrengst

Abstract

In this thesis, whole plant silage of triticale is considered as an alternative to maize silage. Fields on which winter grains are grown are less susceptible to erosion, less drought-sensitive and compete better against weeds in comparison with maize. The disease susceptibility of maize is, however, lower than that of small-grain cereals in NW Europe. Finally, GPS triticale can be easily integrated into the crop rotation plan, which optimizes crop rotation so that monoculture of maize can be reduced.

This research includes a first phenotypic screening of 36 triticale genotypes as the basis for whole plant silage. The main focus is on the influence of the harvest time (medium milk -, late milk -, early dough -, soft dough and hard dough development stage) on the biomass yield. The study includes a field trial in which 36 plots were sown, each plot was split in a yield field which was used for determining Dry matter content % yield, the fractions stem, leaf and ear and the proportion of straw and ear and an observation field for recording plant emergence, the number of ears/m², the flowering, the plant length and disease observations (powdery mildew, yellow rust and leaf spot disease).

Dry matter content (in %) and the Dry matter yield increase as the development progresses, with the largest increase between late milk development- and early dough development stage. The fractions stem and leaf decline and the fraction ear increases, where the largest decrease/rise resides between late milk- and early dough development stage. Based on harvest parameters, the genotypes can be divided into five groups

Keywords: triticale, whole plant silage, harvest time, biomass yield

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	8
Lijst met gebruikte afkortingen.....	10
Lijst met figuren.....	11
Lijst met tabellen.....	13
1 Inleiding.....	15
2 Literatuurstudie.....	18
2.1 Triticale.....	18
2.1.1 Geschiedenis en ontstaan.....	18
2.1.2 Groei en ontwikkeling.....	20
2.2 Teelt.....	26
2.2.1 Zaaimodaliteiten.....	28
2.2.2 Bemesting.....	29
2.2.3 Gewasbescherming.....	30
2.2.4 Oogst.....	34
2.3 Toepassing triticale als GPS.....	36
2.3.1 Celwandsamenstelling.....	38
3 Materiaal en methoden.....	41
3.1 Proefopstelling.....	41
3.1.1 Oogst.....	44
3.1.2 Fenotypische eigenschappen.....	44
3.2 Dataverwerking.....	46
4 Resultaten.....	47
4.1 Oogst.....	47
4.1.1 Drogestof totale plant.....	47
4.1.2 Drogestof opbrengst per hectare.....	51
4.1.3 Fracties blad-stengel-aar.....	53
4.1.4 Verhouding stengel - aar.....	54
4.2 Fenotypische eigenschappen.....	55
4.2.1 Opkomst.....	55
4.2.2 Aren per vierkante meter.....	55
4.2.3 Bloei.....	55
4.2.4 Plantlengte.....	55
4.2.5 Ziekten.....	58
4.3 Relatie tussen de genotypes op basis van de opbrengstparameter.....	63

5	Bespreking	66
6	Algemeen besluit	71
	Literatuurlijst.....	72

Lijst met gebruikte afkortingen

CIMMYT	International Maize and Wheat Improvement Center
DKG	Duizendkorrelgewicht
DM	Dry matter
DS	Droge stof
GPS	Gehele plant silage
ILVO	Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
K	Kalium
N	Stikstof
NW	Noord West
P	Fosfor

Lijst met figuren

Figuur 1: Links: Feekes 1.0: opkomst en scheut gevormd. Midden: Feekes 2.0: begin van de uitstoeling. Rechts: Feekes 3.0: einde uitstoeling (Miller, 1999).....	21
Figuur 2: Links: Feekes 4.0: begin stengelstrekking. Midden: Feekes 5.0: bladscheden sterk rechtopstaand. Rechts: Feekes 6.0: eerste knoop zichtbaar (Miller, 1999)	22
Figuur 3: Links: Feekes 7.0: tweede knoop zichtbaar en laatste blad wordt zichtbaar. Midden: Feekes 8.0: Vlagblad zichtbaar. Rechts: Feekes 9.0: tongetje van vlagblad zichtbaar (Miller, 1999).....	23
Figuur 4: Links: Feekes 10.1: eerste aren zichtbaar. Midden: Feekes 10.5.1: begin bloei. Rechts: Feekes 11.4: volwassen, oogstklare triticale (Miller, 1999)	24
Figuur 5: Het areaal en de opbrengst van triticale van 2009 tot 2014 in België (Dobbelaere <i>et al.</i> , 2015)	28
Figuur 6: Aantal spruiten en aren per plant bij toenemende zaaidiepte voor tarwe (Haesaert, 2017).....	28
Figuur 7: A) Echte meeldauw op triticale (<i>Blumeria graminis</i>) (Audenaert <i>et al.</i> , 2014) en B) Echte meeldauw op tarwe	31
Figuur 8: Links: gele roest en rechts: bruine roest	32
Figuur 9: Bladvlekkenziekte.....	33
Figuur 10: Opbrengst en kwaliteit van triticale geoogst als GPS op verschillende tijdstippen in 1999 (resultaten van Cranendonck en PVL zijn niet rechtstreeks vergelijkbaar) (Dasselaar <i>et al.</i> , 2000)	35
Figuur 11: Proefopzet van de veldproef van 36 genotypes triticale uitgezaaid in 4 banden. Elke plot met een oppervlakte van 15 m ² wordt gehalveerd in een opbrengstveldje (oranje) en een waarnemingsveldje (rood). Het plotnummer wordt vermeld met een naamplaatje dat geplaatst werd aan de linkerzijde van de plot	42
Figuur 12: geplette graankorrel tijdens de periode van korrelvulling: A: midden melkrijp stadium (GS75), B: Laat melkrijp stadium (GS77), C: Vroeg deegrijp stadium (GS83), D: Midden deegrijp stadium (GS85) en E: laat deegrijp stadium (GS87) (Pask <i>et al.</i> , 2012)	43
Figuur 13: Een schematische weergave van het verloop van de bloei met GS61, GS65 en GS69 (Pask <i>et al.</i> , 2012)	45
Figuur 14: Links: meeldauw op tarwe: percentage aantasting van het bladoppervlak, midden: Gele roest op tarwe, percentage aantasting van het bladoppervlak en rechts: Septoria op tarwe: percentage aantasting van het bladoppervlak (Derycke, 2012).....	46
Figuur 15: Het gemiddeld drogestof percentage (DS %) van 36 verschillende genotypes per groeistadium met bijbehorende standaarddeviaties (1,6 % voor midden melkrijp-, 2,2 % voor laat melkrijp-, 3,3 % voor vroeg deegrijp-, 3,9 % voor midden deegrijp- en 6,1 % voor laat deegrijp stadium. De gemiddelde DS % van de genotypes per groeistadium bedragen 28,6 % voor midden melkrijp-, 30,3 % voor laat melkrijp-, 49,9 % voor vroeg deegrijp-, 55,9 % voor midden deegrijp- en 62,5 % voor laat deegrijp stadium.....	47
Figuur 16: DS % van de verschillende genotypes per groeistadium ten opzichte van het gemiddelde DS % met als gemiddelde DS % per groeistadium: 28,6 % voor midden melkrijp, 30,3 % voor laat melkrijp, 49,9 % voor vroeg deegrijp, 55,9 % voor midden deegrijp en 62,5 % voor laat deegrijp.....	49
Figuur 17: De stijging DS % per °C tussen laat melkrijp (LM) en midden melkrijp (MM), vroeg deegrijp (VD) en laat melkrijp, midden deegrijp (MD) en vroeg deegrijp en laat deegrijp (LD) en midden deegrijp stadium met gemiddelden van respectievelijk: +0,09 % DS/°C, +1,01 % DS/°C, +0,39 % DS/°C, +0,35 % DS/°C	49

Figuur 18: Gemiddelde DS/ha tijdens de vijf oogststadia van de 36 verschillende genotypes in ton DS/ha met de bijbehorende standaarddeviaties (1,12 ton DS/ha voor midden melkrijp-, 1,53 ton DS/ha voor laat melkrijp-, 1,51 ton DS/ha voor vroeg deegrijp-, 1,61 ton DS/ha voor midden deegrijp- en 2,25 ton DS/ha voor laat deegrijp stadium). De gemiddelden van de genotypes per oogststadium bedragen 13,75 ton DS/ha voor midden melkrijp-, 15,15 ton DS/ha voor laat melkrijp-, 18,21 ton DS/ha voor vroeg deegrijp -, 18,29 ton DS/ha voor midden deegrijp- en 22,20 ton DS/ha voor laat deegrijp stadium.....	51
Figuur 19: Relatieve DS-opbrengst in ton DS/ha per genotype en per oogststadia ten opzichte van de gemiddelde DS-opbrengst van de 36 genotypes per oogststadium. De gemiddelden per oogststadium zijn: 13,75 ton DS/ha voor midden melkrijp-, 15,15 ton DS/ha voor laat melkrijp-, 18,21 ton DS/ha voor vroeg deegrijp-, 18,29 ton DS/ha voor midden deegrijp- en 22,20 ton DS/ha voor laat deegrijp stadium	52
Figuur 20: Fracties blad-stengel-aar per oogststadium uitgedrukt op DS-basis met het totale DS-percentage = 100 %	53
Figuur 21: Verhouding stengel-aar uitgedrukt op DS-basis met het totale DS-percentage = 100 %.....	54
Figuur 22: Aantal planten/m ² relatief ten opzichte van de referentiewaarde van 250 planten/m ² volgens CIMMYT. De zwarte lijn (100 %) betekent 250 planten/m ²	56
Figuur 23: Aren per m ² van de 36 genotypes. De lijn (100 %) is de referentiewaarde van 600 aren/m ² volgens CIMMYT	56
Figuur 24: Bloeidatum per genotype gerangschikt volgens bloeidatum	57
Figuur 25: De plantlengte in cm van de 36 genotypes. Rode lijn: minimum referentiewaarde van 70 cm en groene lijn: maximum referentie waarde van 120 cm volgens CIMMYT.....	57
Figuur 26: Ziektebeoordeling van meeldauw per waarnemingsdatum op een schaal van 0-9 waarbij 0 = geen aantasting en 9 = zware aantasting	60
Figuur 27: Ziektebeoordeling van roest per waarnemingsdatum op een schaal van 0-9 waarbij 0 = geen aantasting en 9 = zware aantasting	61
Figuur 28: Ziektebeoordeling van bladvlekkenziekte per waarnemingsdatum op een schaal van 0-9 waarbij 0 = geen aantasting en 9 = zware aantasting	62
Figuur 29: Cluster dendrogram van de 36 genotypes op basis van de oogstwaarnemingen (oogstdatum, oogststadium = laat deegrijp stadium voor alle genotypes, totaal vers gewicht per plot in kg, totaal DS gewicht per plot in kg, DS/ha/ton, DS gehalte, resultaten stalen fracties blad-stengel-aar en resultaten stalen aaraandeel) met hun bijbehorende oorsprong (PL = Polen, FR = Frankrijk, BE = België en DE = Denemarken). De vertakkingen geven aan welke genotypes bij elkaar clusteren. Hoe hoger de vertakking hoe meer het genotype afwijkt.	65

Lijst met tabellen

Tabel 1: Eigenschappen van triticale, tarwe en gerst als GPS; een + staat voor een positieve score, een +/- staat voor een gemiddelde score en een – staat voor een negatieve score (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000)	16
Tabel 2: Transpiratiecoëfficiënt en periode groeiseizoen voor GPS triticale, snijmaïs en gras (Schans & Stienezen, 1998)	16
Tabel 3: Schaal van Zadoks (Pask <i>et al.</i> , 2012).....	25
Tabel 4: Ontwikkelingsstadia bij tarwe volgens de schalen van Feekes en Zadoks (Heesaert, 2018).....	26
Tabel 5: Verschillende triticale genotypes en de herkomst gebruikt voor het onderzoek (Santiveri <i>et al.</i> , 2004)	27
Tabel 6: Bemestingsadvies voor triticale op zandgrond (GS: groeistadium) (Darwinkel, 1991)	30
Tabel 7: Landbouwcentrum Granen Vlaanderen. Rassenproeven triticale 2014. Hectolitergewicht, legering en ziektegevoeligheid (LCG, 2017)	31
Tabel 8: Effect van verschillende eigenschappen van rassen; een + staat voor een positieve score, een +/- staat voor een gemiddelde score en een – staat voor een negatieve score (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000)	37
Tabel 9: Samenstelling van triticale stro (Pronyck & Mazza, 2011).....	39
Tabel 10: Chemische samenstelling (% van het droog gewicht) van triticale korrelmonsters bestaande uit: eiwit -, zetmeel -, as -, vet -, onoplosbare niet polysacchariden - (I-NSP), oplosbare NSP - (S-NSP), NSP -, lignine -, voedingsvezel – (DF), water extract – (WEV) en totaal polyfenolen gehalte (Fras <i>et al.</i> , 2016).....	39
Tabel 11: Totale voedingsvezel gehalte (DF), arabinoxylan, β -gucaan (gehaltes % en extraheerbaarheid %), fructaan, cellulose, arabinogalactan en Klason lignine-gehalte (%) in triticale, rogge en tarwe cultivars gekweekt op verschillende locaties. De inhoud (%) is op droge stof basis (Rakha <i>et al.</i> , 2011)	40
Tabel 12: Objecten met het plotnummer met bijbehorend genotype, het duizendkorrelgewicht (DKG) in g/1000 en de kweker (met FR = Frankrijk, DE = Denemarken en PL= Polen) van het genotype van de 36 genotypes gebruikt voor de veldproef	41
Tabel 13: Bemesting veldproef: datum van toepassing, het soort meststof en de toegediende dosis.....	42
Tabel 14: verschillende oogstdatums en ontwikkelingsstadia	43
Tabel 15: De ziektebeoordelingsschaal van 0-9 gebaseerd op de ziektegraad op de verschillende bladniveaus van granen (Couture, 1980)	45
Tabel 16: Maximum en minimum DS % per groeistadium met bijhorend genotype.....	47
Tabel 17: Oogststadium met bijhorend oogsttijdstip, het aantal graaddagen (GDD) van zaai tot oogsttijdstip, de geoogste genotypes per oogsttijdstip en het gemiddeld DS % per groep geoogste genotypes (VD = vroeg deegrijp, MD = midden deegrijp en LD = laat deegrijp). VD1: SJ145583, SJ110723, SJ105097, Neogen, Jura, Salto, Trapero, DD 278/10, DL 1337/12, RGT Ruminac, Riparo, Vuka en A07-24-050. VD2: Rotondo, Toledo, Avokado, DS 4550/10, Kasyno, DD 167/12 en Remiko. VD3: Porto, DC 371/08, DC 719/07, DC 08065, DC 07221, DC 10047-229, DS 3733/11, Silverado, DD 144/11, DD 220/12, A09-08-897, A07-24-046, A09-08-909, A09-08-411, A09-08-948, A09-08-283. MD + LD1: SJ145583, SJ110723, SJ105097, Neogen, Jura, Rotondo, Salto, Toledo, Trapero, Avokado, DS 4550/10, DD 278/10, DL 1337/12, RGT Ruminac, Remiko, Riparo, Vuka en A07-24-050. MD + LD2: Porto, DC 371/08, DC 719/07, DC 08065, DC 07221, DC 10047-229, DS 3733/11, Kasyno,	

Silverado, DD 144/11, DD 167/12 en DD 220/12. MD + LD3: A09-08-897, A07-24-046, A09-08-909, A09-08-411, A09-08-948 en A09-08-283.....	48
Tabel 18: Verschil in DS %, graaddagen (GDD), dagen in oogst tussen laat melkrijp (LM) en midden melkrijp (MM), vroeg deegrijp (VD) en laat melkrijp, midden deegrijp (MD) en vroeg deegrijp en tussen laat deegrijp (LD) en midden deegrijp stadium. De gemiddelde temperatuur (in °C) over het verschil in dagen per oogststadia en de stijging van het DS % per °C over de verschillende oogststadia. Groen geeft de maximumwaarden aan en rood de minimumwaarden.....	50
Tabel 19: Maximum en minimum ton DS/ha over de verschillende groeistadia met bijbehorend genotype.....	51
Tabel 20: GPS-opbrengst (ton DS/ha) en het droge stofpercentage (%) van verschillende triticale rassen. 1) Opbrengstbepaling Vught 7 juli, Markelo en Maasbergen 29 juni en 2) plus halmversteviger (van Eekeren <i>et al.</i> , 2000)	67
Tabel 21: Correlatiecoëfficiënten tussen opbrengst- en kwaliteitsparameters van de proef met verschillende variëteiten triticale (experimenten in Bottelare en Hoogstraten) (Haesaert <i>et al.</i> , 2002)	70

1 Inleiding

De teelt van maïs in België is niet meer weg te denken. Landbouwbedrijven evolueerden over de jaren heen van gemengde naar sterk gespecialiseerde bedrijven. In de veehouderij is enkel de teelt van ruwvoeders nog van belang. Hierdoor vernauwt de vruchtwisseling vaak naar de teelt van gras en maïs. Deze evolutie heeft mede gezorgd voor een enge vruchtwisseling en zelfs monocultuur in maïs. Het verbouwen in monocultuur leidt tot het selecteren van een beperkt aantal soorten onkruiden. Deze onkruiden zijn aangepast aan de ontwikkeling van maïs waardoor ze beter concurreren met maïs. Dezelfde specifieke onkruidflora komt jaarlijks terug en wordt continu met dezelfde werkzame stoffen bestreden, waardoor het risico op tolerante of zelfs resistente onkruiden reëel is (Haesaert *et al.*, 2013).

Gehele plant silage (GPS) van traditionele granen kan aanzien worden als alternatief voor maïskuil. Bij GPS worden granen zoals tarwe, triticale of gerst op dezelfde manier geoogst als snijmaïs. De gehele bovengrondse plant wordt gehakseld en ingekuild om later te gebruiken als veevoeder voor rundvee (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

In vergelijking met snijmaïs is een perceel waarop wintergranen geteeld wordt, minder gevoelig aan erosie en veronkruiding. De bodem is de hele winter bedekt wat bij de teelt van maïs niet het geval is. Door de relatief lage standdichtheid en de trage opkomst van maïs zijn onkruiden in het voorjaar vaak een probleem. Het tijdig zaaien van het wintergraan resulteert in een voldoende ontwikkeling voor de winter en geeft een snelle start in het voorjaar (uitstoeling). Door de kruipende, lage groei van de planten in het voorjaar en de dichte stand is de bodem bedekt en de onkruidgroei geremd. Maïs is een open gewas dat een trage opstart kent waardoor het gewas in het voorjaar gevoelig is voor erosie en veronkruiding. De oogstdatum van maïs kan redelijk laat vallen in het najaar waardoor het soms niet mogelijk is om nog een ander gewas in te zaaien. GPS biedt door de vroege oogst in juni-juli meer mogelijkheden voor vruchtwisseling. Na GPS van graangewassen kan nog een ander gewas ingezaaid worden (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

Maïs is wel minder ziektegevoelig dan graangewassen. GPS van graangewassen is immers vatbaar voor ziekten die in de gewone graanteelt ook voorkomen. Ziekten die laat op het groeiseizoen van graangewassen voorkomen zoals bruine roest moeten soms niet meer bestreden worden aangezien de GPS teelt vroeger wordt geoogst. Dit zal afhankelijk zijn van de tolerantie van het genotype. In het algemeen moet GPS tarwe vaker gespoten worden dan GPS triticale (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

Triticale is minder ziektegevoelig, bevat minder lignine, een hoger eiwitgehalte en een betere lysine inhoud dan tarwe (Tabel 1) (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000; Fu *et al.*, 2010; LCG, 2017). Gerst GPS heeft een goede voederwaarde maar brengt minder op dan triticale (7,8 ton DS/ha voor gerst, 15,9 ton DS/ha voor wintertarwe en 10-20 ton DS/ha voor triticale) (Boomaerts, 1999; Haesaert *et al.*, 2002; Hollander & Durks, 2003). Het lignine gehalte op drogestof-basis van tarwe stro bedraagt 17,46 % terwijl dat van triticale stro 15,02 % bedraagt volgens een onderzoek van Fu *et al.* (2010). Triticale is het minst droogtegevoelig ten opzichte van gerst en tarwe. In de toekomst wordt voorspeld dat door de klimaatverandering meer langere droogteperiodes zullen voorkomen. Daarenboven bezit

triticale een efficiëntere opname van nutriënten in vergelijking met tarwe waardoor het met minder input toch hoge opbrengsten kan realiseren. Vooral op minder goede gronden is triticale de best presterende graansoort (LCG, 2017).

Tabel 1: Eigenschappen van triticale, tarwe en gerst als GPS; een + staat voor een positieve score, een +/- staat voor een gemiddelde score en een – staat voor een negatieve score (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000)

	Triticale	Tarwe	Gerst
Voederwaarde	+	+	++
Opbrengst	+	++	+/-
Droogtegevoeligheid	+	-	+/-
Gevoeligheid natte grond	-	-/+	-/+
Legeringgevoeligheid	-	+	-
Aantasting door ziekten	+	-	+/-

Het waterverbruik per kg DS van triticale ligt hoger dan dat van maïs. Het tijdstip waarop beide gewassen nood hebben aan water is echter sterk verschillend. Maïs heeft water nodig in juli rond de kolfzetting terwijl bij wintergraan de behoefte het grootst is in mei rond de aarvorming (Tabel 2). In deze periodes zijn de gewassen het meest gevoelig voor watertekort en kan droogtestress optreden. De kans op te weinig water is groter in juli dan in mei. Zandgronden kunnen het minst water vasthouden waardoor vooral deze bodems het gevoeligst zijn. Bij weinig neerslag in juli kan de teelt van GPS triticale een oplossing bieden aangezien deze al in juli geoogst wordt (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

Tabel 2: Transpiratiecoëfficiënt en periode groeiseizoen voor GPS triticale, snijmaïs en gras (Schans & Stienezen, 1998)

	mm / 10 ton drogestof	groeiseizoen
Snijmaïs	190	juni-oktober
Triticale-GPS	225	maart-juli
Engels raaigras	350	maart-november

Landbouw is één van de meest gevoelige sectoren voor klimaatverandering. Historisch gezien past de mens zich steeds aan het veranderende klimaat aan door het verschuiven van bijvoorbeeld zaaidata, genotypekeuze of de combinatie van vruchtwisseling (Porter *et al.*, 2014). Door het snelle tempo van de klimaatverandering die in de afgelopen decennia is waargenomen en die voor de volgende eeuw wordt voorspeld, is het de vraag of de landbouw snel genoeg kan evolueren (Smith *et al.*, 2015). Diversificatie in vruchtwisseling kan beschouwd worden als een mogelijkheid om de veerkracht van de Europese gewasproductie te vergroten (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

Om monocultuur in Europa tegen te gaan heeft het gemeenschappelijk landbouwbeleid van de Europese Commissie beslist, in 2011, dat vruchtwisseling de belangrijkste maatregel is voor duurzamere landbouw. Het is vandaag verplicht minimaal drie teelten in gewasrotatie op te nemen wanneer het bedrijf meer dan 30 ha bouwland bezit. Daarnaast mag het hoofdgewas op deze bedrijven niet meer dan 75 % van het totaal areaal innemen. Ook het gebruik van groenbedekkers wordt sterk gepromoot (Kollas *et al.*, 2015).

Daarnaast kan monocultuur van maïs terug gedrongen worden door de teelt van een ander voedergewas. In dit onderzoek wordt nagegaan of gehele plant silage van triticale zou voldoen als ruwvoeder voor rundvee. Hiervoor moeten verscheidene aspecten onderzocht worden. Het onderzoek omvat een eerste fenotypische screening van 36 triticale genotypes en de invloed van de verschillende oogststadia op de biomassa-opbrengst. De verteerbaarheid en de inkuilmogelijkheden van GPS triticale worden in andere scripties onderzocht.

De literatuurstudie wordt ingedeeld in drie stukken. In het eerste deel wordt het ontstaan, de geschiedenis en de groei en ontwikkeling van triticale besproken. Vervolgens wordt de teelt van triticale toegelicht. De teelt wordt ingedeeld in zaaimodaliteiten, bemesting, gewasbescherming en oogst.

Ten slotte wordt de toepassing van triticale als Gehele Plant Silage (GPS) beschreven. Hiervoor worden gegevens uit de literatuur gebruikt en wordt een link gelegd met andere gewassen zoals tarwe, gerst en maïs.

Aansluitend aan de literatuur volgt het praktisch gedeelte van de masterproef. In een eerste gedeelte worden materiaal en methoden, gebruikt voor de veldproef, toegelicht. Daarna volgen de resultaten die uit de veldproef naar voor gekomen zijn. Deze resultaten worden vervolgens bediscussieerd en gelinkt met gegevens uit de literatuur. Ten slotte worden enkele conclusies neergeschreven.

2 Literatuurstudie

2.1 Triticale

2.1.1 Geschiedenis en ontstaan

Triticale is het eerste succesvol humaan ontwikkeld graangewas, ontstaan uit de kruising van tarwe (*Triticum spp.*) en rogge (*Secale spp.*). Beide graangewassen werden gekruist om hun “goede eigenschappen” samen te brengen. Zo wordt tarwe gekenmerkt door een hoge productiviteit, kwaliteit, strobvastigheid en schotresistentie terwijl rogge bekend staat om zijn winterhardheid, droogte- en ziekteresistentie (Mergoum, 2004).

Triticale werd voor het eerst beschreven in 1875. Toen meldde de Schotse plantenveredelaar Wilson A.S. aan de “Botanical Society of Edinburgh” dat hij had getracht een kruising uit te voeren tussen tarwe als moederplant en rogge als vaderplant. Wilson A.S. beweerde erin geslaagd te zijn echte hybriden gecreëerd te hebben. Later publiceerde de Amerikaan Carman over kruisingen tussen rogge en tarwe. Triticale kwam voor het eerst in de belangstelling door het onderzoeksteam van het “Agricultural Experiment Station of Saratov” te Rusland, waar proeven met tarwe uitgevoerd werden. De tarweveldjes werden gescheiden door rogge om kruisbestuiving tussen de tarwevariëteiten tegen te gaan. In het nakomelingschap van de tarweplanten werden talrijke interspecifieke hybriden gevonden die afkomstig waren van een spontane kruisbestuiving tussen tarwe- en roggeplanten (Macintyre & Campbell, 1973).

In 1928 gaf Meister een botanische beschrijving en bestempelde de nieuwe kruising als “*Triticum secalotricuin sararoviense* Meister”. Hij beschreef het belang van het nieuwe product en beschreef zelfs resultaten over bak-eigenschappen. De veredeling naar de triticale die vandaag gekend is, is een verhaal van lange adem. De hybridisatie tussen tetraploïde tarwe en rogge begon ongeveer 104 jaar geleden door Jesenko in 1913. De hybride tussen *Triticum durum* en rogge werd in 1924 beschreven door Schegalow. Na omvangrijk veredelingswerk werd een belangrijke vooruitgang gemaakt door het bekomen van daglengte neutrale-, vroegrijpe-, dwerg- en semi-dwerg tarwe genotypes. Deze werden vervolgens gebruikt om het stro van triticale korter en steviger te maken. Deze kenmerken vertegenwoordigen een duidelijke verbetering van de hexaploïde triticalesoorten. Daarnaast werd vastgesteld dat deze triticale variëteiten geschikt waren voor het gebruik in rundvee, schapen en pluimveevoeder. De ongeschiktheid van triticale voor broodmeel werd reeds vastgesteld waardoor de focus op het gebruik als voedergewas naar voor werd gebracht. In 1969 werd het ras “Rosner” op de markt gebracht in Canada. Onderzoek naar toepassing als veevoeder, distillatie, brouwtesten en naar ontbijtgranen gaven hoopgevende resultaten. Dit bewees het potentieel van triticale als graangewas (Macintyre & Campbell, 1973).

De bak- en schotkwaliteit van triticale liet in 1991 nog de wensen over. *Triticum aestivum* met als genoom $2n = 42 = AABBDD$ en *Secale cereale* met als genoom $2n = 14 = RR$ resulteren samen in triticale met het genoom $2n = 42 = AABBRR$. Het D-genoom afkomstig van tarwevariëteiten is hierbij verdwenen. Dit is nu net het genoom dat belangrijke genen bezit voor de glutenkwaliteit. Het ontbreken van dit genoom lag mede aan de basis dat triticale een lage bakkwaliteit had. Daarnaast is triticale net zoals rogge gevoelig voor schot. Met

schot wordt bedoeld het kiemen van de korrels in de aar. Dit resulteert in een hoge amylase activiteit waardoor het zetmeel reeds wordt afgebroken en leidt tot lage valgetallen. Het valgetal is een begrip dat wordt gebruikt bij de kwaliteitsbepaling van de bakkwaliteit van brood. Het getal geeft de tijd in seconden weer waarbij een gestandaardiseerde staaf inclusief een wachttijd van 60 seconden door een vat met een mengsel van meel en water valt. Een goed valgetal bevindt zich tussen 200 en 250 seconden. Het valgetal wordt beïnvloed door de oogstomstandigheden. Schot is sterk afhankelijk van klimatologische omstandigheden (Darwinkel, 1991; Mergoum, 2004).

Triticale die geteeld wordt onder ideale omstandigheden, resulteert in een broodkwaliteit te vergelijken met deze van tarwe, als een triticale variëteit met een D translocatie wordt gebruikt. Fras *et al.* (2016) heeft onderzoek verricht naar de chemische samenstelling van de graankorrel, het meel en het brood van acht triticale variëteiten (Alepto, Atletico, Elpaso, Fredro, Pizarro, Preludio, Subito en Trapero) door middel van een veldproef op twee locaties in Zweden (Svalöv en Kölbäck). De resultaten werden vergeleken ten opzichte van een standaard tarwevariëteit (Tonacja). De belangrijkste bestanddelen van de korrel zijn zetmeel en eiwit, en verschilde aanzienlijk tussen de triticale variëteiten (zetmeel: 60,8 - 67,6 % en eiwit: 11,8 - 15,2 %). Het gemiddelde as- (anorganische stof) en vetgehalte in de geanalyseerde variëteiten was respectievelijk 1,9 % en 2,2 %. De geanalyseerde triticale variëteiten bevatten hogere gemiddelde hoeveelheden eiwit, as en NSP (niet zetmeel polysachariden) terwijl het gehalte aan vet, zetmeel en lignine lager waren in vergelijking met tarwe. Het maalproces resulteerde in significante veranderingen in de chemische samenstelling van triticale bloem met een maalrendement van 68,8 %. Het eiwit, as en lipide gehalte van de triticale bloem namen af ten opzichte van het triticale graan met respectievelijk: 2 %, 58 % en 38 %. Het gehalte aan voedingsvezel nam af van 12,6 % in triticale graan tot 4,6 % in bloem, waarbij de daling vooral veroorzaakt werd door de onoplosbare NSP. De oplosbare NSP verschilde weinig tussen de graankorrel en bloem. Tussen triticale en tarwemeel werden geen significante verschillen waargenomen. Het brood gemaakt van de controletarwe was gelijkaardig met het triticale brood met een iets lagere viscositeit (1,3 mPa s) en een hoger NSP-gehalte. Ondanks het hoge eiwitgehalte in het graan van Trapero was het onmogelijk brood te bakken van dit meel, wat aangeeft dat het eiwitgehalte in triticale niet noodzakelijkerwijs een index is van technologische- en broodkwaliteit, zoals in tarwe. De resultaten tonen wel aan dat de korrels van sommige moderne triticale variëteiten geschikt zijn voor de productie van bloem en brood (Fras *et al.*, 2016).

De afgelopen jaren was triticale enkel gekend als voedergewas. De laatste vijf jaar wordt onderzoek verricht naar toepassingen van triticale voor de humane voeding. Triticale kent een grote variatiet in chemische samenstelling waardoor triticale potentieel biedt als graanalternatief voor verschillende voedingsmiddelen en dranktoepassingen. Naast het bereiden van brood wordt onderzoek verricht naar de verwerking van triticale in pasta, mout, alcohol, yoghurt en koekjes (Zhu, 2018).

2.1.2 Groei en ontwikkeling

Zoals alle graangewassen wordt veel belang gehecht aan de verschillende ontwikkelingsstadia van triticale. De verschillende fasen en hun kenmerken kunnen via verscheidene systemen beschreven worden. Wereldwijd worden minstens vijf schalen gebruikt om de groeistadia van graangewassen te beschrijven. Welke schaal wordt gebruikt is niet belangrijk zolang de teler voldoende kennis heeft over de groeihabitat van het graangewas. Kennis over de managementpraktijken die in specifieke groeistadia moeten worden toegepast en invloed hebben op de graanopbrengst zijn even belangrijk (Miller, 1999).

De twee meest gebruikte schalen zijn die van Feekes en Zadoks (Tabel 4). Deze twee schalen worden verder in detail besproken. Een zorgvuldige studie van het ontwikkelende graangewas en een grondige kennis van de negatieve en positieve effecten op het opbrengst- en graanopbrengstpotentieel, kunnen het nemen van managementbeslissingen verbeteren waardoor de productie van graangewassen winstgevender wordt. De meest gekende en meest gebruikte ontwikkelingsschaal voordat de schaal van Zadoks werd ontwikkeld, is de schaal van Feekes. De schaal van Feekes omvat 12 fasen van ontwikkeling. De kennis van deze fasen is van belang om de tijdstippen van verscheidende teeltmaatregelen te bepalen waaronder: bemesting, groeiregulatie, onkruidbestrijding en oogsttijdstip (Miller, 1999).

De eerste fase (Feekes 1.0: opkomst, scheut gevormd) omvat de opkomst van het graangewas en de ontwikkeling van de scheut (Figuur 1). Deze fase kan nog ingedeeld worden naargelang het aantal bladeren op de scheut en wordt aangeduid met een decimaal getal. Bijvoorbeeld wanneer drie ongevouwen bladeren aanwezig zijn op de scheut wordt dit aangeduid met 1.3. Een voldoende hoge standdichtheid is noodzakelijk om een goed opbrengstniveau te halen. Het is dus essentieel om kwalitatief zaaizaad te gebruiken van een variëteit, aangepast aan de habitat. Even belangrijk is dat het zaad wordt gezaaid op een vruchtbaar, goed voorbereid zaaibed met voldoende vocht zodat een snelle, uniforme opkomst bekomen wordt. Laat gezaaide graangewassen hebben minder tijd om uit te stoelen en moeten aan een hogere zaaidichtheid worden gezaaid om een aanvaardbare standdichtheid te bekomen. Wanneer het doel van het graangewas gehele plant silage (GPS) is, moet de zaaihoeveelheid eveneens verhoogd worden omdat hier vooral biomassa van belang is en niet uitsluitend de graanopbrengst (Miller, 1999).

Een stoel is een scheut die zijn oorsprong vindt in de oksel van een blad of bij een knoop. De tweede fase van de schaal van Feekes (Feekes 2.0: begin uitstoeling) omvat het begin van de vorming van secundaire scheuten (Figuur 1). De stoelen delen dezelfde wortelmassa als de hoofdscheut. Eenmaal de stoelen gevestigd zijn kunnen secundaire uitlopers ontstaan uit de oksel van de primaire uitlopers. Op die manier gaat het proces verder tot tertiaire uitlopers enzovoort. De standdichtheid is de belangrijkste managementmaatregel om een goede opbrengst te bekomen tijdens de uitstoeling. Beheersmaatregelen zullen een slechte standdichtheid, veroorzaakt door insectenschade, onregelmatige opkomst, slechte zaadkwaliteit of herbicideschade niet compenseren. Als de veldopkomst laag is maar wel uniform, kan een vroege stikstofbemesting het uitstoelingsvermogen verhogen, waardoor het aantal aren per vierkante meter kan toenemen. De N-bemesting mag niet te hoog zijn of te vroeg voor de winter plaatsvinden omdat het gewas dan extra investeert in vegetatieve groei.

Een weelderig gewas in de winter heeft meer risico op vorstschade, bladschimmelaantastingen en bladluisschade. Fosfor (P) is sterk gerelateerd aan wortelgroei en scheutontwikkeling. Na de winter wordt best een bodemstaal genomen waardoor de bemesting kan afgestemd worden op de behoefte van het gewas. Een bodemstaal voor zaai kan een verkeerd beeld geven aangezien in de winter veel kan uitspoelen. In NW Europa is de voorraad aan fosfor in de bodem vaak voldoende (Miller, 1999).

Wintergraangewassen kunnen verschillende weken uitstoelen. De lengte van de uitstoelingsperiode is afhankelijk van de zaaidatum en de weersomstandigheden. Tijdens deze fase worden de scheuten ontwikkeld die bijdragen tot het graanopbrengstpotentieel. Deze fase is de derde volgens de schaal van Feekes (Feekes 3.0: einde uitstoeling) (Figuur 1). De bladeren beginnen spiraalvormig te draaien. In deze fase is het belangrijk dat het onkruid goed bestreden wordt, aangezien de scheuten met het onkruid concurreren voor licht, water en voedingsstoffen. Zodra het graangewas het volledig bodemoppervlak heeft overgroeid, komen nog weinig problemen met onkruid voor. De onkruidbestrijdingsmaatregelen moeten dus voor fase 3.0 worden uitgevoerd. Tijdens fase 2.0 en 3.0 moet de controle op insectenschade en bladluizen nauwlettend worden uitgevoerd aangezien dit de uitstoeling kan verminderen. De controledrempels zijn daarom voor kleine planten veel lager dan voor het volgroeid gewas (Miller, 1999).



Figuur 1: Links: Feekes 1.0: opkomst en scheut gevormd. Midden: Feekes 2.0: begin van de uitstoeling. Rechts: Feekes 3.0: einde uitstoeling (Miller, 1999)

Tijdens de vierde fase (Feekes 4.0: begin stengelstrekking) zijn de meeste scheuten gevormd en het secundaire wortelstelsel wordt ontwikkeld (Figuur 2). Tijdens deze fase beginnen de stoelen rechtop te groeien en worden de bladscheden dikker. De belangrijkste managementmaatregel in Feekes 4.0 is een continue controle op insectenplagen en veronkruiding. Wanneer het graangewas voor het dubbeldoel systeem (begrazing + graanopbrengst) wordt gebruikt, start de begrazing tijdens de Feekes 4.0 fase (Miller, 1999).

Tijdens Feekes 5.0 (bladscheden sterk rechtopstaand) gaat het graangewas zich strekken (Figuur 2). Op dit moment stopt de uitstoeling. Wintergraangewassen die zich tijdens de uitstoeling kruipend, laag tegen de grond gedragen, gaan tijdens deze fase verticaal groeien. De verticale groei wordt veroorzaakt door de pseudo (valse) stengel die gevormd wordt door de bladschede van de bladeren. Voordat het gewas na deze fase verder kan ontwikkelen, is vernalisatie (koudeperiode) vereist. Na de vernalisatie wordt de groei hervat en gaat het groeipunt, dat zich onder het bodemoppervlak bevindt, differentiëren en uiteindelijk uitgroeien tot de aar. Op dit moment zijn alle bladeren gevormd en gaat het groeipunt nieuwe cellen genereren waardoor de embryonale kop zich ontwikkelt. Dit stadium is uiterst belangrijk voor de graanopbrengst aangezien op dit moment de grootte van de aar en het aantal aarpakjes per aar vastgelegd wordt. Een N-bemesting op dit moment kan invloed hebben op het aantal korrels per aar en de korrelgrootte maar heeft geen invloed op het

aantal aren. Dit is het ideale moment voor een lente N-bemesting omdat een latere toepassing geen invloed meer zal hebben op het potentieel aantal korrels per aar (Miller, 1999).

Tijdens het differentiatieproces van de aar is voldoende vocht van groot belang. In droge gebieden kan beregening nodig zijn. Extreme stress tijdens deze fase kan het potentieel aantal korrels per aar verminderen, wat een rechtstreeks effect heeft op de graanopbrengst. Deze stress uit zich in loze aarpakjes vaak op het uiteinde van de aar. Wanneer het graangewas voor het dubbeldoel systeem wordt gebruikt moet tijdens deze fase zorg besteed worden aan de begrazing. Wanneer het groeipunt boven de grond uitkomt is het risico groot dat deze afgegraasd wordt waardoor de aar niet meer kan uitgroeien. Ook de intensiteit van begrazing is belangrijk om een goede plantgrootte, voldoende bladoppervlak en opbrengst te bekomen (Miller, 1999).

Feekes 6.0 is gemakkelijk te onderscheiden (Figuur 2). Deze fase komt alleen voor nadat de plant gevernaliseerd is. Voorafgaand aan Feekes 6.0 zijn alle knopen gevormd maar zitten verzameld in de knopenstapel. In de Feekes 6.0 fase is de eerste knoop gezwollen en verschijnt boven het grondoppervlak. Boven dit knooppunt zit de aar die naar boven wordt geduwd tot ze uiteindelijk met het vlagblad zal verschijnen. De echte stengel wordt op dit moment gevormd. In dit stadium is de aar reeds volledig gedifferentieerd en bevat deze alle aarpakjes waarin de korrels gevormd worden. De eerste knoop is vaak goed te zien of te voelen. Dit stadium wordt ook wel het stadium "aar 1 cm" genoemd. De pseudostengel kan door middel van een scherp mesje verticaal worden doorgesneden waardoor de ontwikkelende aar zichtbaar wordt. In deze fase zou de onkruidbestrijding voltooid moeten zijn. Bij het dubbeldoel systeem moet in deze fase de begrazing stoppen. Niet enkel het afgrazen van de aar zorgt voor direct opbrengstverlies, maar ook een te groot verlies aan bladoppervlak zal de opbrengst negatief beïnvloeden. De bladeren doen nog steeds aan fotosynthese waardoor de plant voorzien wordt van voedingsstoffen voor de korrelvulling. Een N-bemesting tijdens deze fase zal het aantal korrels en de grootte van de aar niet meer beïnvloeden. Het kan wel een gunstig effect hebben op de korrelvulling, indien de bodem, N tekortschiet (Miller, 1999).



Figuur 2: Links: Feekes 4.0: begin stengelstrekking. Midden: Feekes 5.0: bladscheden sterk rechtopstaand. Rechts: Feekes 6.0: eerste knoop zichtbaar (Miller, 1999)

Feekes 7.0 (tweede knoop zichtbaar en laatste blad wordt zichtbaar) wordt gekenmerkt door de snelle ontwikkeling van de aar en het verschijnen van de tweede knoop boven het grondoppervlak (Figuur 3) (Miller, 1999).

Feekes 8.0 start wanneer het laatste blad (vlagblad) tevoorschijn komt (Figuur 3). Deze fase is belangrijk omdat het vlagblad het grootste deel van het volledige bladoppervlak vertegenwoordigt en voor 35 % bijdraagt aan de korrelvulling. Bij het tevoorschijn komen van het vlagblad zijn ten minste drie knopen aanwezig boven het grondoppervlak. Soms is een vierde knoop aanwezig. Om te bepalen of het vlagblad tevoorschijn komt, worden bovenaan de bladscheden open gevouwen. Wanneer de aar dan zichtbaar is en geen extra bladeren te zien zijn, wordt besloten dat het gewas zich in Feekes 8.0 bevindt. In deze fase moet de beslissing gemaakt worden om schimmelziektes te bestrijden of niet. Deze keuze hangt af van vier factoren. Als eerste moet het gewas pas behandeld worden als het effectief is aangetast door schimmels. Ten tweede wordt nagegaan of het gewas genoeg weerstand biedt en hoe snel de schimmel zich verspreidt. Een derde belangrijke stap is een afweging maken tussen het opbrengstverlies veroorzaakt door de schimmel en de kosten voor ziektebestrijding. Indien de schadedrempel dreigt overschreden te worden, moet gekozen worden voor een fungicidetoepassing. Ten slotte moet de teler zich afvragen of zijn gewas onder stress is. Zoals hierboven vermeld zal stress leiden tot loze aarpakjes en dus opbrengstverlies. In deze fase is het immers van groot belang dat het vlagblad gevrijwaard blijft van schade aangezien deze het meest belangrijk is voor de korrelvulling. Bladfungiciden worden dus best toegepast in Feekes 8.0 en 9.0 (Miller, 1999).

Feekes 8.0 markeert de start van een periode waarin watertekort absoluut moet vermeden worden. Voldoende vocht is belangrijk tussen Feekes 8.0 en Feekes 11.1. Beregening kan in droogtegevoelige regio's noodzakelijk zijn. Het gewas mag geen stress ondervinden in de periode van ongeveer 10 dagen voor bloei tot het melkrijp stadium (Miller, 1999).

Feekes 9.0 start wanneer het vlagblad volledig zichtbaar is (Figuur 3). Op dit moment worden de bladeren geteld vanaf het vlagblad. Bijvoorbeeld het eerste blad onder het vlagblad wordt F-1 genoemd. Een tarweplant zal op dit moment ongeveer 7-9 echte bladeren (zonder de bladeren van de secundaire scheuten) bezitten (Miller, 1999).



Figuur 3: Links: Feekes 7.0: tweede knoop zichtbaar en laatste blad wordt zichtbaar. Midden: Feekes 8.0: Vlagblad zichtbaar. Rechts: Feekes 9.0: tongetje van vlagblad zichtbaar (Miller, 1999)

Feekes 10.0 en 11.0 worden onderverdeeld in verschillende stadia. In Feekes 10.0 is de aar volledig ontwikkeld en zichtbaar ter hoogte van het gezwollen gedeelte onder het vlagblad (Figuur 4) (Miller, 1999). De grootte van de aar bevindt zich tussen tarwe en rogge, waarbij tarwe de kleinste aar bevat (Darwinkel, 1991). De Feekes 10.0 fase wordt onderverdeeld in vijf stadia waaronder stadium 10.5 nog eens wordt opgesplitst in 4 fasen. De verklaring van de verschillende fasen binnen Feekes 10 staan weergegeven in (Tabel 4). Triticale is hoofdzakelijk zelfbestuivend waarbij de meeste bloemen worden bestoven voordat de helmknoppen naar buiten worden gebracht. De bloei van de plant (Figuur 4) is doorgaans op een paar dagen (3-5) voorbij. Na Feekes 10.5.3 hebben de fasen betrekking op de rijpheid van de graankorrel (Miller, 1999).

Ook Feekes 11.0 wordt onderverdeeld naargelang de rijpheid van de korrel. Volgens Feekes zijn vier fasen te onderscheiden, namelijk: melkrijp, deegrijp, binderrijp en volrijp (oogst klaar) (Figuur 4). De periode van korrelvulling varieert afhankelijk van het klimaat. In een stressvolle omgeving duurt de korrelvulling doorgaans minder dan 30 dagen (noodrijpheid), terwijl in optimale omstandigheden de korrelvulling meer dan 50 dagen kan duren (Miller, 1999).



Figuur 4: Links: Feekes 10.1: eerste aren zichtbaar. Midden: Feekes 10.5.1: begin bloei. Rechts: Feekes 11.4: volwassen, oogstklare triticale (Miller, 1999)

Zadoks *et al.* (1974) ontwikkelde een internationaal aanvaardbare schaal, gebaseerd op de schaal van Feekes, om de groeifasen van graangewassen te registreren. De code heeft betrekking op de individuele plant of is van toepassing op de hoofdscheuten. De beschreven groeifasen sluiten elkaar niet uit maar vertonen overlapping. Het aantal aren dat per plant wordt ontwikkeld is eerder afhankelijk van landbouwkundige maatregelen (plantafstand) dan van ontwikkelingsstadia (Zadoks *et al.*, 1974).

De schaal van Zadoks (Tabel 3) start met de groeifase 0, die de kieming aanduidt. De kieming omvat in deze schaal de periode vanaf het droge zaad tot het verschijnen van het coleoptiel. Vervolgens duidt code 1 de groei van de kiemplant tot het uitkomen aan. Code 2 duidt het begin van de uitstoeling aan. Code 3 omvat de fase van stengelstrekking en het verschijnen van het vlagblad. Code 4 behandelt het proces waarbij het groeipunt (de aar) boven de grond stijgt en zichtbaar wordt door een zwelling in de pseudostengel. De opkomst van de bloeiwijze en de anthesis worden in 2 fasen opgesplitst (code 5 en 6) omdat dit belangrijke groeifasen zijn. Het ontwikkelingsproces van de caryopsis wordt onderverdeeld in drie fasen, namelijk: Code 7: melkrijp stadium, Code 8: deegrijp stadium en Code 9: rijping.

Deze drie fasen zijn bijzonder belangrijk voor de opbrengstvoorspelling, kwaliteit en gewasverlies (Zadoks *et al.*, 1974).

Naast deze primaire groeifasen worden secundaire groeifasen gebruikt om meer in detail te kunnen treden. De ontwikkeling van de secundaire groeifasen heeft echter verschillende doelen. Ten eerste worden op deze manier de groeifasen van de schaal van Feekes bewaard, die in het verleden hun belang hebben bewezen. Ten tweede maakt de secundaire schaal het mogelijk om meer in detail te treden voor bijvoorbeeld onderzoek met specifieke doeleinden (ziekteresistentietesten onder glas, onkruidbestrijdingsstudies en epidemiologisch veldwerk, waarmee de studie van het voorkomen en de verspreiding van ziekten binnen en tussen populaties wordt bedoeld). Het aantal bladeren (Codes 11-19) en het aantal stelen per plant (Codes 21-29) werden door Zadoks opgenomen als aanvulling op de schaal van Feekes, om dienst te doen voor studies over epidemiologie van graanziekten en herbicidetoepassingen. De aarzwelingsfase wordt vooral onderscheiden omdat deze belangrijk is voor de toepassing van gametociden. Ten slotte zijn de secundaire groeifasen ontwikkeld om de schaal bruikbaar te maken voor verschillende graangewassen en de gepaste inzet mogelijk te maken van teeltmaatregelen (Zadoks *et al.*, 1974).

Tabel 3: Schaal van Zadoks (Pask *et al.*, 2012)

GS	Description	GS	Description
Germination		Booting	
00	Dry seed	41	Flag leaf sheath extending
01	Water uptake (imbibition) started	43	Boot just visibly swollen
03	Imbibition complete	45	Boot swollen
05	Radicle emerged from seed	47	Flag leaf sheath opening
07	Coleoptile emerged from seed	49	First awns visible
09	Leaf just at coleoptile tip		
Seedling development		Heading	
10	First leaf emerged	51	First spikelet of head visible
11	First leaf unfolded	53	¼ of head emerged
12	2 leaves unfolded	55	½ of head emerged
13	3 leaves unfolded	57	¾ of head emerged
14	4 leaves unfolded	59	Emergence of head complete
15	5 leaves unfolded		
16	6 leaves unfolded	Flowering or anthesis	
17	7 leaves unfolded	61	Start of flowering
18	8 leaves unfolded	65	Flowering half complete
19	9 or more leaves unfolded	69	Flowering complete
Tillering		Kernel and milk development	
20	Main shoot only	71	Kernel watery ripe (clear liquid)
21	Main shoot and 1 tiller	73	Early milk (liquid off-white)
22	Main shoot and 2 tillers	75	Medium milk (milky liquid)
23	Main shoot and 3 tillers	77	Late milk (more solids in milk)
24	Main shoot and 4 tillers		
25	Main shoot and 5 tillers	Dough development	
26	Main shoot and 6 tillers	81	Very early dough (slides when crushed)
27	Main shoot and 7 tillers	83	Early dough (elastic, dry and shiny)
28	Main shoot and 8 tillers	85	Soft dough (firm, thumbnail mark not held)
29	Main shoot and 9 or more tillers	87	Hard dough (thumbnail impression held)
		89	Late hard dough (difficult to dent)
Stem elongation or jointing		Ripening	
30	Pseudo stem erection	91	Kernel hard (difficult to divide; 16% water)
31	1st node detectable	92	Kernel hard (not dented by thumbnail)
32	2nd node detectable	93	Kernel loosening in daytime
33	3rd node detectable	94	Overripe, straw dead and collapsing
34	4th node detectable	95	Seed dormant
35	5th node detectable	96	50% of viable seed germinates
36	6th node detectable	97	Seed not dormant
37	Flag leaf just visible	98	Secondary dormancy
39	Flag leaf ligule/collar just visible	99	Secondary dormancy lost

Tabel 4: Ontwikkelingsstadia bij tarwe volgens de schalen van Feekes en Zadoks (Heesaert, 2018)

Indeling volgens		Omschrijving van het ontwikkelingsstadium:	
Feekes	Zadoks		
Kiemplant			
1	10	opkomst	
	11	1 st bladstadium	
	12	2 ^{de} bladstadium	
	13	3 ^{de} bladstadium	
Uitstoeling			
2	21	begin uitstoeling:	1 spruit per plant
3	25	halverwege uitstoeling:	5 spruiten per plant
4	29	einde uitstoeling:	
Stengelstrekking			
5	30	begin strekking:	oprichting hoofdstengel
6	31	1 st knoop-stadium:	1 st stengelknoop voelbaar
7	32	2 knopen-stadium:	2 stengelknopen voelbaar
8	33	3 knopen-stadium:	vlagblad verschijnt uit schede
9	39	vlagbladstadium:	vlagblad volledig uitgegroeid
10	49	aarzwelling:	stengelschede sterk opgezwollen
Aarverschijning			
10.1	51	begin verschijning:	eerste aren zichtbaar
10.3	55	halverwege verschijning:	helft van de aren uit de schede
10.5	59	einde verschijning:	alle aren uit de schede
Bloei			
10.5.1	61	begin bloei:	eerste aren in bloei
10.5.2	65	volle bloei:	helft van de aren in bloei
10.5.4	69	einde bloei:	alle aren in bloei of uitgebloeid
Korrelvulling			
11.0	71	waterrijp:	korrelinhoud waterig
11.1	75	melkrijp:	korrelinhoud melkachtig
11.2	85	deegrijp:	korrelinhoud deegachtig
11.3	87	binderrijp:	korrelinhoud hard
11.4	91	volrijp:	korrel oogstbaar

2.2 Teelt

Het is van belang de juiste cultivar te kiezen voor het betreffende teeltgebied (Santiveri *et al.*, 2004). Streken met zachte winters hebben nood aan cultivars waarbij de vernalisatie een kortere periode van koude vraagt of die sneller vernaliseren bij hogere temperaturen. Daarnaast moeten cultivars die geteeld worden in vorstgevoelige gebieden voldoende kunnen uitgroeien voor de winter zodat ze minder snel vorstschade ondervinden.

Santiveri *et al.* (2004) heeft de biomassaproductie van acht hexaploïde triticale variëteiten (vijf zomervariëteiten en drie wintervariëteiten) bestudeerd (Tabel 5). Genetische effecten op de biomassa werden enkel waargenomen bij anthesis en bij het afgerijpte gewas. De relatie groei-omgeving verklaart het meest het verschil in biomassa. De drogestof (DS) productie bij anthesis van de wintertypes was ongeveer 15 % hogere dan de zomertypes. Dit kan verklaard worden door de hogere temperatuursom tussen zaaien en anthesis van

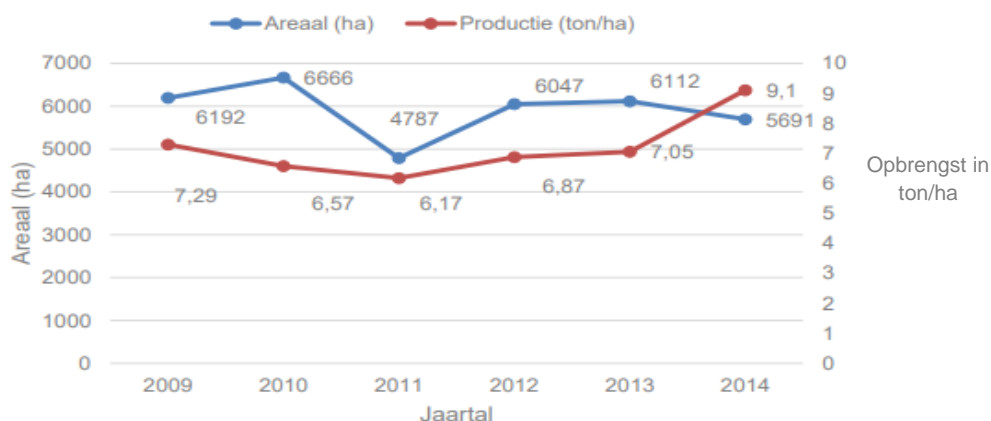
wintertriticale aangezien de correlatiecoëfficiënt tussen zaaien en anthesis 0,78 ($P < 0,001$, $n = 24$) bedraagt. De translocatie van DS was in de wintertypes 30 % hoger dan voor de zomertypes, die een bijdrage leveren aan de graanopbrengst van 60,9 % voor wintertypes en 42,0 % voor zomertypes. Toch waren de korrels van de zomertypes 26,8 % zwaarder en brachten 21,0 % meer op dan die van de wintertypes. Voor de zomertypes was de correlatie tussen de opbrengst en het DS-gewicht tijdens de anthesis positief terwijl deze voor de wintervariëteiten negatief was. De hoogste korrelopbrengst werd bereikt wanneer de tijd tussen zaaien en anthesis ongeveer 1350-1420 graaddagen bedroeg. Er werd een daling in korrelopbrengst waargenomen voor en na dit interval. De tijd tussen zaaien en anthesis van de zomertypes valt binnen dit interval waardoor de korrelopbrengst hoger was. Hieruit wordt besloten dat zomertriticale het best aangepast is voor de teelt onder Middellandse condities (Santiveri *et al.*, 2004).

Tabel 5: Verschillende triticale genotypes en de herkomst gebruikt voor het onderzoek (Santiveri *et al.*, 2004)

Genotype	Country	Organisation	Growth habit
Gnu's	Mexico	CIMMYT	Spring
Juanillo	Mexico	CIMMYT	Spring
Civet	Mexico	CIMMYT	Spring
Beagle's	Mexico	CIMMYT	Spring
Wombat's	Mexico	CIMMYT	Spring
Lasko	Poland	EUCARPIA	Winter
GT2-88/89	Bulgaria	EUCARPIA	Winter
MT1	Poland	EUCARPIA	Winter

Zoals elk gewas heeft triticale ook ideale groeiomstandigheden. Op sommige marginale bodems geven triticalevariëteiten betere resultaten dan tarwevariëteiten. Onderzoek heeft tevens aangetoond dat triticale in droogtegevoelige gebieden van Noord-Afrika een excellent alternatief is voor tarwe. Bovendien breiden de wintertype variëteiten van triticale, voornamelijk ontwikkeld in Polen, zich voortdurend uit tot de meeste graangebieden in Noord-Europa (Mergoum, 2004). Volgens Bassu *et al.* (2011) kan triticale 17 % meer opbrengen dan tarwe, maar dit varieert uiteraard naarmate de groeiomstandigheden. Dit zou te verklaren zijn door een snellere verlenging van de stengel en een gelijke bloeitijd waardoor triticale een langere periode van korrelvulling heeft. Ook de vruchtbaarheid van de aar is hoger. Daarnaast is aangetoond dat triticale minder stelen produceert en een groter wortelstelsel ontwikkelt in de vroege groeifase. Bovendien kan triticale meer assimilaten transporteren naar de korrel die accumuleren en zorgen voor de korrelvulling. Volgens deze bron is het niet duidelijk dat bovenstaande of niet geïdentificeerde eigenschappen bijdragen tot hogere opbrengsten van triticale (Bassu *et al.*, 2011).

Wereldwijd wordt ongeveer vier miljoen hectare triticale verbouwd, waarvan 2.234,23 hectare in België (in 2017) (Departement landbouw en visserij, s.a.). Het areaal heeft ten opzichte van 2009-2014 terug een daling ondergaan (Figuur 5). Reeds in 1970 waren al 200 verschillende cultivars verspreid over 30 landen. De teelt van triticale is wereldwijd gekend en breidt nog sterk uit in stressgevoelige gebieden (droogtegevoelig en nutriëntenarm) (Dobbelaere *et al.*, 2015).



Figuur 5: Het areaal en de opbrengst van triticale van 2009 tot 2014 in België (Dobbelaere et al., 2015)

2.2.1 Zaaimodaliteiten

De keuze van het zaaizaad is de eerste belangrijke factor om een goede opbrengst te verkrijgen. Het zaaien van gecertificeerd en kwalitatief zaaizaad is van belang. Het zaad kan ontsmet worden om aantasting door *Fusarium nivale* (sneeuwschimmel) en *Claviceps purpurea* (moederkoren) tegen te gaan. De aanwezigheid van (blind)schot kan de kiemkracht van het zaaizaad schaden (Darwinkel, 1991).

De zaai van graangewassen hangt af van verschillende factoren zoals: bodembewerking, zaaidiepte, zaaidichtheid en zaaidatum. Een zaaidiepte van 0 tot 3 cm zorgt voor meer spruiten en meer aren per plant (Figuur 6). Een diepere zaai zorgt voor een langere periode van opkomst waardoor de groei van het kiemplantje verkleint en de uitstoelingscapaciteit wordt terug gedrongen (Haesaert, 2017). Darwinkel (1991) schrijft dat de zaaidiepte van triticale 2-4 cm bedraagt. Het zaad moet op een uniforme diepte worden gezaaid om een gelijkmatige opkomst te verkrijgen. De rijafstand bedraagt 10-15 cm zodat de planten voldoende ruimte hebben om te groeien en het gewas voldoende kan uitdrogen (Darwinkel, 1991).

Zaaidiepte (cm)	Spruiten per plant	Aren per plant
0-1	4.9	2.1
2-3	3.8	2.1
4-5	3.4	1.8
6-7	3.2	1.4
8-9	2.9	1.2
>9	2.1	1.1

Figuur 6: Aantal spruiten en aren per plant bij toenemende zaaidiepte voor tarwe (Haesaert, 2017)

De zaaidatum hangt af van de variëteit. Wintervariëteiten moeten voor de winter worden ingezaaid terwijl zomervariëteiten in het voorjaar worden gezaaid. Daarnaast bestaan tussentypes die in januari nog kunnen gezaaid worden. Wintertriticale kan van half september tot half februari worden ingezaaid (Haesaert, 2017). In onze contreien wordt het wintergewas meestal uitgezaaid in oktober tot november en geoogst in juli-augustus. Het gewas heeft een vernalisatiebehoefte wat wil zeggen dat een koude periode vereist is om over te gaan naar de generatieve fase (Boomaerts, 1999). De uitstoeling van triticale zorgt ervoor dat het nog vrij laat kan worden uitgezaaid, afhankelijk van het genotype. De planten gaan best voldoende ontwikkeld (begin uitstoeling) de winter in om vorstschade te beperken. Om de uitstoelingsfase voor de winter te bereiken moet de zaai tijdig gebeuren. De

opbrengst ligt hoger naarmate vroeg wordt gezaaid. Te vroeg zaaien heeft ook nadelen naar onkruidbestrijding, een verhoogd risico op vorstschade en virusoverdracht door bladluizen toe. De belangrijkste factor voor de keuze van zaaitijdstip zijn de zaaiomstandigheden (bodem en temperatuur) (Haesaert, 2017).

Krusteva & Karadjova (2011) deden veldproeven waarbij 2 jaar (2008 en 2009) na elkaar triticaal (variëteit Vihren) op drie verschillende tijdstippen (in 2008 op 30 september, 10 oktober en 22 oktober en in 2009 op 25 september, 9 oktober en 26 oktober) werd uitgezaaid in Kostinbrod (Bulgarije) om de invloed ervan op schade door plaaginsecten te evalueren. Hierbij werden 24 soorten schadelijke insecten van triticaal gedetermineerd waarvan 18 soorten tot de orde Hemiptera, 1 soort tot de orde Coleoptera, en 5 soorten tot de orde Diptera behoorden. Graanvliegen beschadigen een groot deel van de stengel van triticaal terwijl de najaars-tarwevlieg (*Phorbia fumigata*) en fritvliegen (*Oscinella frit* en *Oscinella pusilla*) het meest schade aanrichten tijdens de vegetatieve groei (herfst). Schade door bladluizen wordt enkel waargenomen bij vroeg gezaaide triticaal (september), waar de dominante soort *Sitobion avenae* aanwezig was. De grootste beschadiging door plaaginsecten wordt waargenomen bij triticaal die het vroegst gezaaid werd. Het advies luidt dus een zaaidatum te kiezen in de tweede helft van oktober (Krusteva & Karadjova, 2011).

Naast waterbeschikbaarheid en de cultivar heeft de zaaidichtheid een belangrijke invloed op biomassa-productie, graanopbrengst en voederkwaliteit. De zaaidichtheid bij graangewassen kan gelinkt worden aan hun vermogen tot uitstoelen. Het gewas heeft het vermogen de plantdichtheid te herstellen door meer stoelen te vormen bij een te lage standdichtheid na de winter. Een standdichtheid van 200 tot 250 planten per m² na de winter is ideaal. Een te dichte stand levert meer aren per m² op maar het aantal korrels per aar daalt en de korrels hebben een lager duizendkorrelgewicht (DKG). Daarnaast neemt de kans op legering, ziekten en plagen toe aangezien het gewas minder snel uitdroogt. De dichtheid is ook afhankelijk van het zaaitijdstip. Een latere zaai vraagt een plantdichtheid van 250 planten per m² om 500-600 aren per m² te kunnen realiseren. Bij de keuze van plantdichtheid wordt rekening gehouden met kiemkracht, veldopkomst en het verlies aan planten tijdens de winter (Darwinkel, 1991; Haesaert, 2017).

2.2.2 Bemesting

Stikstof is één van de belangrijkste voedingsstoffen voor triticaal. Het is een essentieel bestanddeel van de eiwitsynthese, en de ontwikkeling van het gewas wordt erdoor beïnvloed. Visueel uit het effect van stikstof zich in de aardichtheid, legergevoeligheid en ziektegevoeligheid (Darwinkel, 1991).

Gibson *et al.* (2007) hebben proeven verricht om na te gaan welke stikstofgift de beste resultaten geeft voor de teelt van wintertriticaal. De proeven werden verricht in Amerika, meer specifiek in Ames en Lewis. Ames en Lewis zijn gelegen in de 'Midwest' van de Verenigde Staten in de staat Iowa. De maximum DS- en graanopbrengsten werden behaald bij een stikstofgift van 33 kg/ha in Ames en geen stikstofgift in Lewis (Gibson *et al.*, 2007). Dit wijst erop dat de bemesting sterk afhankelijk is van de grondsoort. Op kleigrond heeft triticaal door zijn hoog productieniveau meer stikstof nodig dan op zandgrond. Naast de bodem is het ontwikkelingsstadia waarin de N-bemesting plaatsvindt even belangrijk. De N-bemesting start met een eerste gift aan het einde van of kort na de winter. In deze periode vindt de stengelstrekking plaats en neemt de N-behoefte van het gewas toe. De hoeveelheid stikstof

hangt mede af van de hoeveelheid die zich op dat moment in de bodem bevindt. Een te grote N-gift leidt tot legering van het gewas wat zorgt voor bemoeilijking van de oogst. Het bemestingsadvies voor triticale op zandgrond wordt in Tabel 6 weergegeven.

Tabel 6: Bemestingsadvies voor triticale op zandgrond (GS: groeistadium) (Darwinkel, 1991)

Bemestingsadvies	Kg N per ha
Eerste gift	80
Tweede gift	60 (GS 31/32)
Derde gift	30-40 (GS 39/45)

Een bemesting met P en K is op de meeste percelen niet nodig. Op gronden waar dierlijke mest wordt toegediend, is de voorraad P en K meestal hoog genoeg. Bij een fosforwaarde van 30 % is nog circa 20 kg P₂O₅ per ha nodig. Bij een fosforwaarde boven de 40 % is geen P-bemesting meer nodig. Bij een K-getal van 14 is de behoefte aan K, 90 kg K₂O per ha terwijl bij een K-getal van 20 nog 50 kg K₂O per ha nodig is (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

2.2.3 Gewasbescherming

A. Ziekten

Triticale staat bekend als een graangewas dat goed resistent is tegen ziekten. In Nederland worden steeds vaker meeldauw, bladvlekkenziekte en bruine roest vastgesteld. De lagere ziektegevoeligheid kan gelinkt zijn aan het geringe areaal triticale. In vergelijkende proeven namen de korrelopbrengsten na een bestrijding toe met 5 – 10 %. Ook in rassenproeven op kleigrond wordt een effect van ziektebestrijding op de opbrengst waargenomen (0 – 10 %). In België en Duitsland wordt één bespuiting tegen blad- en aarziekten veelal uitgevoerd bij het tevoorschijn komen van de aar (Darwinkel, 1991).

Meeldauw (*Blumeria graminis*)

Meeldauw (Figuur 7) is een bladziekte die algemeen verspreid is maar het meest voorkomt in gebieden met een koud en droog klimaat zoals: China, Europa en de zuidelijke regio van Zuid-Amerika. In de afgelopen decennia is de ziekte ernstiger geworden door de hogere plantdichtheden, stikstofbemestingen en irrigatie (Li *et al.*, 2018).

Echte meeldauw en roest zijn obligate schimmels die voedingsstoffen halen uit levende plantencellen (Lawrence *et al.*, 1994). Meeldauw interfereert met het sink-source mechanisme van de plant en verandert de translocatie en verdeling van de assimilaten. Dit resulteert uiteindelijk in een verlies aan opbrengst en een verandering in de zetmeel- en proteïnesamenstelling (Li *et al.*, 2018).



Figuur 7: A) Echte meeldauw op triticale (*Blumeria graminis*) (Audenaert *et al.*, 2014) en B) Echte meeldauw op tarwe

Aanvankelijk was triticale resistent tegen meeldauw. Maar in 2001 werd de ziekte voor het eerst waargenomen in België, Zwitserland, Polen, Frankrijk en Duitsland (Walker *et al.*, 2011). In tarwe was deze schimmel reeds gekend als veroorzaker van aanzienlijke opbrengstverliezen. Volgens Wang *et al.* (2012) kunnen de opbrengstverliezen, veroorzaakt door meeldauw in tarwe, oplopen van 10-15 % tot 30-40 % bij zwaar geïnfecteerde planten (Wang *et al.*, 2012).

Onderzoek toont aan dat het ontstaan van meeldauw op triticale te wijten is aan het uitbreiden van het gastheerbereik van *Blumeria graminis*. Dit betekent dat echte meeldauw het vermogen heeft ontwikkeld om een nieuwe gastheersoort, in dit geval triticale dat genetisch nauw verwant is met tarwe, te koloniseren (Troch *et al.*, 2012). In de literatuur worden opbrengstverliezen door *Blumeria graminis* in triticale van 25–40 % opgemeten (Vanheule, 2011). In 2011 werden nieuwe pathotypes van *Blumeria graminis* beschreven die in staat zijn triticale, tarwe en soms rogge te infecteren. Dit 'nieuw' profiel werd hiervoor nooit eerder beschreven. In vele onderzoeken werden opbrengstverliezen van 20 % waargenomen veroorzaakt door echte meeldauw in triticale (Walker *et al.*, 2011).

Volgens onderzoek van LCG (2017) blijft meeldauw een vaak voorkomende ziekte bij triticale. In het onderzoek werden 9 triticale rassen opgenomen in een veldproef (Tabel 7). De rasverschillen voor de aantasting van meeldauw waren duidelijk. Vooral Orval, Exagone, maar ook Borodine, Kaulos en Joyce bleken gevoeliger voor meeldauw (LCG, 2017).

Tabel 7: Landbouwcentrum Granen Vlaanderen. Rassenproeven triticale 2014. Hectolitergewicht, legering en ziektegevoeligheid (LCG, 2017)

Ras	Hectolitergewicht ¹ (kg)	Meeldauw ²	Bladseptoria ²	Gele roest ²	Legering ³
Borodine	68,0	6,0	7,0	9,0	++
Exagone	70,5	5,0	6,0	3,0	/
Joyce	68,8	7,0	7,8	2,5	++
Kaulos	69,1	6,8	7,0	2,5	++
Orval	67,5	5,5	7,0	3,0	++
Remiko	70,3	7,6	7,7	2,5	++
Sequenz	71,6	7,4	7,1	2,5	++
Silverado	67,6	7,8	7,0	2,0	/
Vuka	71,0	8,0	7,3	9,0	++(+)

¹ Gemiddeld hectolitergewicht van het ongeschoond graan

² Volgens 1-9 schaal; hoger cijfer betekent betere weerstand, waarnemingen uitgevoerd op onbehandeld gewas

³ +: hoe meer kruisjes, hoe beter de weerstand tegen legering; resultaten gebaseerd op waarnemingen van eerder aangelegde proeven

/: te weinig proefgegevens

Roest (*Puccinia spp.*)

Tarwe is een gastheer voor drie soorten roestziekten, namelijk streep (of gele), blad (of bruine) en stengel (of zwarte) roest. Bruine roest (Figuur 8) is de meest verspreide roestziekte over de hele wereld. De ernst van de aantasting is afhankelijk van de samenhang tussen de agressiviteit van het pathogeen, de afweer van de gastheer en de omgevingsomstandigheden (Draz *et al.*, 2015).

Bruine roest (*Puccinia triticina*) infecteert het bladoppervlak, de bladschede en zelf de bladoksels bij zeer gevoelige cultivars. Het vermindert het aantal korrels per aar en heeft een negatief effect op het duizendkorrelgewicht (DKG). Hoe vroeger de aantasting in tarwe hoe hoger de opbrengstverliezen kunnen zijn. Een infectie van 60-70 % van het vlagblad, wanneer de aar reeds zichtbaar is, kan tot opbrengstverliezen van meer dan 30 % leiden. Het verlies in DKG afhankelijk van de gebruikte cultivar varieerde tussen 2 % en 41 % afhankelijk van de graad van besmetting en de gevoeligheid van het ras (Draz *et al.*, 2015). Net als gele roest is bruine roest een obligate parasiet. Bruine roest overwintert als mycelium op opslagplanten en op in het najaar opgekomen wintergraangewassen. De sporen verspreiden zich via de wind. Het temperatuurbereik waarin bruine roest zich kan vermeerderen is groot. Voor een explosieve vermeerdering heeft de schimmel vooral warmte en lange bladnatperioden nodig (15-25 °C overdag en relatief warme nachten van 15 °C). Na een milde herfst en een relatief warme winter kan roest soms al in het voorjaar worden waargenomen. Bij een grote aantasting tijdens de afrijping veroorzaakt bruine roest opbrengstderving. De schimmel bereikt een dergelijk niveau vanaf het verschijnen van de aar. Als op 30 % van de bladeren bruine roest aanwezig is, is een bespuiting met een fungicide met voldoende lange werking noodzakelijk (LCG vzw - Inagro vzw, 2015).



Figuur 8: Links: gele roest en rechts: bruine roest

Puccinia striiformis (gele roest) is één van de meest verwoestende tarweziekten in de wereld, vooral in gebieden met een koel en vochtig klimaat. De schimmel is hemicyclisch. Een seksuele cyclus is niet gekend. De sporen kunnen met de wind tot honderden zelfs duizenden kilometers verspreid worden waardoor de ziekte wereldwijd voorkomt (Luo *et al.*, 2009). Triticale werd lang als resistent tegen roest beschouwd (Mergoum *et al.*, 2004). Meerjarenonderzoek in België toonde opvallend fluctuerende aanwezigheid van bruine- en gele roest, terwijl zwarte roest niet aanwezig was. In 2001 werd een hoog infectieniveau door gele roest op triticale gerapporteerd in Duitsland, met graanopbrengstverliezen van 0,4 - 21 %. De cultivars van triticale vertoonden significante verschillen in percentage geïnfecteerd bladoppervlak (0,2 - 56,2 %) en geïnfecteerde aarpakjes per aar (1,1 – 42,6 %) (Tian *et al.*, 2004). Ook in veldwaarnemingen in Polen bleek dat gele roest een steeds ernstigere bedreiging voor triticale werd (Sodekiewicz *et al.*, 2009). In 2009 verspreidde zich snel een nieuw pathotype van gele roest en doorbrak de weerstand van de triticale cultivars in

Denemarken. Ook in België werd in 2012 een spectaculaire toename van gele roest opgetekend (Audenaert *et al.*, 2014). Uit hetzelfde onderzoek van LCG, dat vermeld werd bij meeldauw (Tabel 7), blijkt dat de rassen verschillen vertonen in aantasting door roest. Enkel de rassen Borodine en Vuka vertoonden het ganse groeiseizoen geen symptomen van gele roest (LCG, 2017).

Bladvlekkenziekte (*Zymoseptoria spp.*)

Wereldwijd wordt de tarweproductie negatief beïnvloed door bladvlekkenziekte (Odriscoll *et al.*, 2014). De geslachtelijke vormen van bladseptoria behoren tot de Ascomyceten. Het veroorzaakt wereldwijd significante schade. De inzet van fungiciden leidt zelden tot meeropbrengsten (Haesaert, 2017). Sing *et al.* (2016) beschreef dat ook in andere delen van de wereld verliezen in tarwe van 7-15 % in North Carolina en 10-15 % in Rusland door de aantasting van bladseptoria werden opgemeten (Singh *et al.*, 2016).



Figuur 9: Bladvlekkenziekte

Bladvlekkenziekte kan het hele groeiseizoen worden waargenomen op alle bovengrondse plantendelen. De aantasting begint meestal aan de onderste bladeren en breidt dan uit naar boven (Haesaert, 2017). Bladvlekkenziekte wordt ook wel 'Splash born disease' genoemd. De sporen worden door opspattend vocht naar de bovenste bladlagen gebracht. Uit het onderzoek van LCG werden geen grote rasverschillen waargenomen door aantasting van bladseptoria. In Tabel 7 is te zien dat alle rassen tamelijk zwaar werden aangetast. Een rede hiervan was het regenrijke voorjaar (LCG, 2017).

B. Groeiregulatie

Het toepassen van groeiregulatie is meer van belang wanneer triticale voor de korrel geteeld wordt. Bij een hoge bemesting en een weelderige groei van het gewas kan groeiregulatie toegepast worden om gewasverliezen te beperken (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

De strobstevigheid van triticale is rasgebonden. Een versteviging van de stengel wordt bekomen door een onderdrukking van de lengtegroei. Het tijdstip waarop de groeiregulator wordt toegepast bepaald de wijze en de mate van verkorting. Een vroege toepassing (begin stengelstrekking, GS 31) zal het gewas weinig verkorten maar zorgt voor een verdikking van de stengelvoet. Een late toepassing (GS 32-39) resulteert in een sterke verkorting van de stengel (Darwinkel, 1991).

Haesaert *et al.* (2002) hebben het effect van een groeiregulator (trinexapac-ethyl: 0,125 kg/ha in GS 32) op de DS-opbrengst onderzocht. Daaruit bleek dat de DS-opbrengst met 3 % daalde ten opzichte van het gemiddelde (15,4 ton DS/ha). Daarnaast konden echter verschillen gevonden worden in ras, in reactie op de groeiregulator. De invloed van trinexapac-ethyl verhoogde de verteerbaarheid en de VEM waarde tot respectievelijk 0,6 %

en 0,4 %. Een effect van het aaraandeel ten opzichte van de totale DS kon niet duidelijk worden waargenomen. Het eiwitgehalte van de behandelde planten lag wel lager, waarbij het ruw eiwitgehalte varieerde van 6,7 % (Babor) tot 7,6 % (Ego). De verteerbaarheid lag tussen 60,4 % en 66,8 % en de VEM waarde bevond zich tussen 815 en 874 VEM. Tussen verteerbaarheid en zowel VEM als het aaraandeel ten opzichte van de totale DS bestond een duidelijke relatie (Haesaert *et al.*, 2002).

2.2.4 Oogst

De opbrengst van triticale heeft een sterke evolutie ondergaan. In 1968 werden in Mexico graanopbrengsten van 2,4 ton/ha met een hectolitergewicht van 65,8 kg/hl bereikt. Elf jaar later haalde triticale een opbrengst van 8,5 ton/ha met een hectolitergewicht van 72 kg/hl. Tussen 1980 en 1990 werd een stijging in graanopbrengst genoteerd van 1,5 % per jaar. Deze stijging in graanopbrengst werd hoofdzakelijk gerelateerd aan een stijging van de harvest index (HI = verhouding van de graanopbrengst ten opzichte van de totale DS-opbrengst van de plant) (16 %), hectolitergewicht (12 %), aren/m² (12 %), korrels/m² (17 %) en een daling van de planthoogte (11 %). In 2004 werd een opbrengst van 10 ton/ha beschreven onder optimale groeiomstandigheden (Mergoum, 2004).

De productiviteit van de moderne triticale variëteiten maakt dat ze een realistisch alternatief vormen voor tarwe. Motzo *et al.* (2015) heeft een vergelijking tussen de twee soorten gemaakt op basis van een aanzienlijk aantal geteste cultivars in 20 veldproeven in Sardinië (Italië). De graanopbrengst varieerde per omgeving van 3,4 - 7,7 ton/ha. Triticale is goed aangepast aan de mediterrane omstandigheden op voorwaarde dat een zaaidichtheid van 300 korrels per m² werd nagestreefd. De optimale groeiomstandigheden (temperatuur en waterbeschikbaarheid) hebben mede bijgedragen tot de goede resultaten van triticale proeven. Op die manier is het mogelijk een graanopbrengst te realiseren die vergelijkbaar is met die van tarwe (Motzo *et al.*, 2015).

Het vermogen van triticale om meer op te brengen dan tarwe zou verklaard kunnen worden door het feit dat triticale meer effectieve capaciteit heeft om assimilaten te transporteren van de stengel naar de ontwikkelende korrel. Daarnaast zou de aar een grotere vruchtbaarheid bezitten, efficiënter gebruik maken van de invallende straling voor de anthesis en een uitgebreider wortelstelsel vormen tijdens de vroege fase van de groeicyclus (Motzo *et al.*, 2015).

De oogstperiode is afhankelijk van het zaaitijdstip en het doel van het gewas. Het oogsttijdstip van triticale met als doel GPS heeft een grote invloed op de opbrengst en de voederkwaliteit. Dasselaar *et al.* (2000) beweren dat het deegrijp stadium, het optimale oogststadium is voor GPS triticale, met een DS-gehalte van ongeveer 40 %. Praktisch is dit tijdstip bereikt wanneer geen vocht meer vrijkomt als de korrel tussen wijsvinger en duim wordt gedrukt. De triticale werd in oktober gezaaid en geoogst in juli afhankelijk van de weersomstandigheden en teeltmaatregelen. Uit veldproeven uitgevoerd op het Proef en Vormingscentrum voor de Landbouw (PVL) in Bocholt en op het proefbedrijf Cranendonck blijkt dat de opbrengst van GPS triticale het hoogst is in het begin van het deegrijp stadium. Het einde melkrijp stadium werd ongeveer bereikt op 24 juni, het begin deegrijp stadium op 1 juli en het einde van het deegrijp stadium op 9 juli. De voederwaarde van het geoogst product is afhankelijk van het oogsttijdstip. Vooral het zetmeelgehalte wordt sterk beïnvloed

en neemt toe naarmate de korrel verder afrijpt (Figuur 10). De proef op het PVL werd geoogst op 8 juli in het melkrijpe stadium. In het deegrijpe en hardrijpe stadium zijn de korrels apart van het stro geoogst. In het deegrijp stadium, geoogst op 22 juli was de opbrengst van de korrels 5,7 ton DS/ha. De opbrengst van het stro en de korrels samen bedroeg 12,5 ton DS/ha. Het hardrijp stadium werd op 30 juli geoogst en leverde 6,1 ton DS korrels/ha op (Dasselaar *et al.*, 2000).

	Cranendonck Eind melkrijp	Cranendonck Begin deegrijp	Cranendonck Eind deegrijp	PVL, Bocholt Melkrijp
Opbrengst				
Drogestof (%)	35,5	39,5	50,0	41,2
Opbrengst (ton ds/ha)	8,2	9,8	8,7	11,3
Voederwaarde				
Vers of ingekuild	Vers	Vers	Vers	Ingekuild
Ruw as (g/kg ds)	35	38	36	30
Ruwe celstof (g/kg ds)	277	281	263	250
Ruw eiwit (g/kg ds)	74	73	75	93
DVE (g/kg ds)	37	35	33	40
OEB (g/kg ds)	-23	-21	-17	-16
VEM (per kg ds)	817	810	798	856
Zetmeel (g/kg ds)	139	233	299	192
VC-os (in vitro) (%)	67,5	67,2	66,3	63,6

Figuur 10: Opbrengst en kwaliteit van tritcale geoogst als GPS op verschillende tijdstippen in 1999 (resultaten van Cranendonck en PVL zijn niet rechtstreeks vergelijkbaar) (Dasselaar *et al.*, 2000)

Uit onderzoek aan het ILVO (Instituut voor landbouw-, en visserij- en voedingsonderzoek) blijkt dat GPS tritcale een lage energie- en eiwitwaarde heeft. Gedurende 2 jaar werd tritcale geteeld en telkens bij 2 rijpheidsstadia gemaaid, gehakseld (haksellengte van 10 mm) en ingekuild. De energiewaarde varieerde van 705 tot 788 VEM/kg DS en was duidelijk lager dan deze van maïskuil. Het eiwit en het zetmeel zijn daarnaast weinig bestending waardoor de DVE waarde lager (37 g/kg DS) en de OEB hoger (-30 g/kg DS) ligt dan deze van maïskuil. Uit het onderzoek wordt besloten in functie van opbrengst, inkuilbaarheid en voederwaarde dat GPS tritcale het best geoogst wordt in zacht deegrijp stadium met een DS % van 35-40 % (De Boever & De Brabander, 2012).

Haesaert *et al.* (2002) hebben eveneens veldproeven over vier groeiseizoenen (1997-1998 (variëteiten: Vision, Ticino en Babor), 1998-1999 (variëteiten: Ego, Boreas en Babor), 1999-2000 (variëteiten: Ego, Boreas, Ticino, Modus, Babor, Vision, Filmoro, Kortego, Salvego, Polego, djustrightLupus en Alamo) en 2000-2001 (variëteiten: Boreas, Countri, Ego, Lamberto, Lupus, Ticino en Vision)) met tritcale uitgevoerd. In dit onderzoek werd de tritcale geoogst in het laat deegrijp stadium om het opbrengstpotentieel en de chemische samenstelling en verteerbaarheid te bepalen. De gemiddelde biomassa-opbrengst tijdens het groeiseizoen 1997-1998 was significant hoger dan die van tarwe (19,9 ton DS/ha versus 13,2 ton DS/ha). Zowel binnen tritcale als tarwe waren verschillen tussen variëteiten waarneembaar. De verteerbaarheid en VEM waarde van de gehele plant waren laag in vergelijking met maïskuil. De verteerbaarheid en VEM van tritcale waren respectievelijk 54-55 % en 763-773 VEM en deze van tarwe respectievelijk 51-52 % en 720-730 VEM. De resultaten van de DS-opbrengst van dit onderzoek, met de oogst in laat deegrijp stadium, gaan van 10,9 ton DS/ha (Ego in 1999-2000) tot 21,2 ton DS/ha (Babor in 1997-1998) over de verschillende groeiseizoenen heen. De interactie jaar x locatie, jaar x genotype en genotype x locatie waren significant. De gemiddelde DS-opbrengst over het groeiseizoen 1998-1999 en 1999-2000 (over verschillende locaties) was 15,4 ton DS/ha. De hoogste opbrengsten werden gehaald in Bottelare en St-Niklaas terwijl op de zandbodems de DS-

opbrengst nooit hoger was dan 12 ton DS/ha. De waarden voor de volledige verteerbaarheid van de planten en VEM varieerde respectievelijk tussen 54,7 en 67,8 % en 754-904 VEM. In het algemeen werd waargenomen dat bij een stijgend DS-gehalte, het ruw eiwit gehalte daalde ($r^2 = 0,504$) en hoe hoger de DS-opbrengst, hoe lager het eiwitgehalte ($r^2 = 0,800$). Het eiwitgehalte van de aar steeg in Bottelare met 5 % wanneer in GS 39, 30 kg N /ha werd toegediend. In 2001 werden hoge opbrengsten genoteerd voor gehele plant silage van triticale, namelijk 13,2 % boven het gemiddelde. De verteerbaarheid en de VEM waarden waren verassend hoog in 2001, vanwege een groot aaraandeel ten opzichte van de totale DS. Met uitzondering van Vision en Boreas hadden alle variëteiten een verteerbaarheid boven 70 %. Het eiwit-gehalte was wel vrij laag (6,6 - 7,3 %), als gevolg van de hoge voederopbrengsten.

Haesaert *et al.* (2002) besluiten uit het onderzoek dat de totale DS geproduceerd in de verschillende veldexperimenten aangaf dat triticale potentieel heeft als voedergewas. De opbrengst van de GPS triticale varieert tussen de 10–20 ton DS/ha, terwijl de verteerbaarheid varieerde van 51–77 %. De geteste variëteiten vertoonden aanzienlijke verschillen in verhouding met het opbrengstpotentieel van het ruwvoer, de verteerbaarheid en de VEM. Gemiddeld leverden Lupus, Babor, Modus en Countri meer op dan de andere rassen. Filmoro, Babor en vooral Vision waren minder verteerbaar en gaven bijgevolg aan lagere netto energie voor lactatie. Het ruw eiwitgehalte varieerde van 6,4 % tot 9,4 %. Opbrengst, variëteit en gewasbeheer hebben een invloed gehad op deze parameter. Gemiddeld kan worden geconcludeerd dat een groter aaraandeel ten opzichte van de totale DS de verteerbaarheid en de netto energie voor lactatie verhoogt (Haesaert *et al.*, 2002).

2.3 Toepassing triticale als GPS

Gehele plant silage of GPS staat voor het oogsten van de gehele bovengrondse plant. Hierbij wordt het gewas geoogst, gehakseld en ingekuild met als doel het te gebruiken als ruwvoeder. Naast snijmaïs kunnen ook graangewassen als tarwe, gerst of triticale gebruikt worden voor gehele plant silage (van den Pol & van Dasselaar, 2000). De laatste 25 jaar is maïskuilvoeder een belangrijk en populair gegeven in de melkveehouderij geworden. Dit gewas is dan ook best gekend in het systeem van gehele plant silage (Ferraretto *et al.*, 2018).

Factoren die bijdragen tot de populariteit van kuilmaïs zijn de lage oogstkosten, minimale risico's van productie, verhoogde opbrengst per oppervlakte en de flexibiliteit om maïs te oogsten voor kuilmaïs of korrelmaïs. Bovendien biedt maïs, in tegenstelling tot andere voeders, de mogelijkheid om tegelijkertijd hoge energie te leveren (zetmeel) samen met fysisch effectief NDF (Neutral Detergent Fibre) (Ferraretto *et al.*, 2018).

Graansoorten die in aanmerking komen voor GPS zijn tarwe, triticale en gerst. Sporadisch komt haver en rogge voor. De keuze van het soort graan is afhankelijk van de grondsoort, de opbrengst, de voederwaarde en het vochtleverend vermogen van de bodem (Tabel 1). Triticale en rogge zijn minder gevoelig voor korte perioden van droogte dan tarwe. Triticale kan op verschillende grondsoorten goede opbrengsten leveren en kan een lage pH verdragen. Triticale van het tarwetype groeit beter op kleigronden terwijl triticale van het roggetype het goed doet op zandgrond. Tarwe levert als GPS gewas een hoge opbrengst (ca. 12 ton DS/ha) op afhankelijk van de grondsoort.

In het onderzoek van Haesaert *et al.* (2002) dat hierboven werd besproken, werd beschreven dat de opbrengst van GPS triticale 10-20 ton DS/ha bedraagt. Gerst levert in het algemeen een lagere opbrengst op. Naast deze criteria speelt de gevoeligheid voor ziektes, vorst en schot ook een rol bij de gewaskeuze. Triticale is beperkt winterhard, gevoelig voor legering en schot. Tarwe is stevig, productief en schotresistent. Voor kleigronden is tarwe GPS een goede keuze. Het risico op meerkosten bij tarwe t.o.v. triticale zit hem op het einde van het groeiseizoen omdat tarwe gevoeliger is voor ziekten (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

Harper *et al.* (2017) heeft een onderzoek gedaan waarbij 10 % van de drogestof in een melkveerantsoen (Holstein) vervangen wordt door tarwe-silage of triticale-silage. Het controlerantsoen bevatte 44 % maïskuil en de andere twee rantsoenen bevatten ofwel 10 % tarwe-silage of 10 % triticale-silage ter vervanging van maïskuil. Het doel van het onderzoek is de effecten op de melkproductie, nutriëntenbenutting, methaanemissies en het bedrijfsinkomen ten opzichte van de voederkost te bepalen. Tarwe en triticale werden in de herfst gezaaid en geoogst in de lente voor het oprichten van het gewas. Ten opzichte van maïskuil waren de lignineconcentraties bij tarwe en triticale hoger. Het zetmeelgehalte van tarwe en triticale is een stuk lager dan dat van maïs, namelijk minder dan 1 % ten opzichte van 35 %. De pensafbreekbaarheid van de drie gewassen is vergelijkbaar. De DS-inname was voor alle rantsoenen gelijk maar zowel tarwe- als triticale-silage resulteerden in een lagere melkproductie (41,4 kg en 41,2 kg t.o.v. 42,7 ± 5,18 kg/d) en melkcomponenten (vet en eiwit). De samenstelling van het melkvet veranderde naar hogere concentraties C_{4:0}, C_{6:0} en C_{18:0} vetzuren en de concentratie van de totale transvetzuren was lager bij het alternatief rantsoen (Harper *et al.*, 2017).

Wanneer het gewas gekozen is, is de rassenkeuze belangrijk aangezien nog geen aparte rassenlijst van triticale voor de GPS-teelt ter beschikking is. Het ras heeft een invloed op de afrijping van het graan. Dit wordt aangeduid met vroege en late rassen. Op natte, koude gronden hebben late rassen de voorkeur. Rassen verschillen ook in ziektegevoeligheid en opbrengstniveau. Ook de gevoeligheid voor legering is rasgebonden en kan gelinkt worden aan de lengte van het stro. In Tabel 8 wordt het effect van de verschillende eigenschappen van de verschillende rastypes weergegeven (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000).

	Vroeg rijp	Laat rijp	Kort stro	Lang stro
Voederwaarde	+/-	+/-	+	-
Opbrengst	+/-	+/-	-	+
Droogtegevoeligheid	+	-	+/-	+/-
Legeringgevoeligheid	+	-	+	-
Aantasting door ziekten	+	-	+	-

Tabel 8: Effect van verschillende eigenschappen van rassen; een + staat voor een positieve score, een +/- staat voor een gemiddelde score en een - staat voor een negatieve score (van den Pol van Dasselaar & Boomaerts, 2000)

Naast GPS worden andere systemen toegepast om meer uit één gewas te halen. Epplin *et al.* (2000) beschrijven het dubbeldoel systeem van wintertarwe. De tarwe wordt eerst begraasd door vee en daarna kan het uitgroeien om graan te produceren. Resultaten suggereren wel dat het gepaard gaat met een lagere graanopbrengst. Deze studie werd

uitgevoerd om de correlatie van de productie te bepalen tussen wintertarwe, wintervoeropbrengst en de graanopbrengst over verschillende zaaidata. Hiervoor werden gegevens van proefcentra verzameld om schattingen te kunnen maken en de optimale zaaidatum te bepalen. Deze studie concludeert dat wanneer dubbeldoel teelt van tarwe goed beheerd wordt dit niet mag leiden tot een verminderde graanopbrengst. Tarwe die gebruikt wordt voor begrazing moet eerder gezaaid worden dan tarwe die geteeld wordt voor de graanopbrengst. Dubbeldoel tarwe vereist een zaai voor oktober (Epplin *et al.*, 2000).

Giunta *et al.* (2015) deden onderzoek naar de ontwikkeling van triticale voor de dubbeldoel teelt. Hiervoor werd een veldproef uitgevoerd waarbij de zaaidatum (oktober tot januari) en de groeivorming (vernalisation vereist versus geen vernalisation vereist) varieerde. De begrazing werd gesimuleerd door de triticale te knippen in het laatste blad stadium (TS). De fenologie is van cruciaal belang voor het succes van dubbeldoel teelt van granen. Het bepaalt zowel de duur van de begrazing als de bloeiperiode. Bloei bereiken buiten de optimale periode heeft negatieve gevolgen voor de graanopbrengst. De begrazing mag niet worden verdergezet wanneer de apex boven de grond stijgt. Deze periode kan voorspeld worden door het TS stadium. De periode tussen TS en bloei kan de plant herstellen van de begrazing. Zowel genotype als zaaidatum spelen een belangrijke rol bij de timing van het TS stadium en de bloei. Triticale variëteiten zijn hierin zeer variabel. Het onderscheid tussen wintertypes-, zomertypes- en tussentypes triticale vertonen een duidelijk verschil in ontwikkeling. Zomertypes vereisen geen vernalisation waardoor ze na de winter worden ingezaaid. Toch bereiken winter en zomertypes op hetzelfde moment de anthesis. Het effect van begrazing op het verschijnen van bloei ligt tussen de 0 en de 11 dagen maar de manier waarop de bloei-inductie beïnvloed wordt is niet gekend. De ontwikkelingsnelheid van zowel zomer als tussentypes triticale werden beïnvloed door het knippen van de bladeren. Het veroorzaakte een vertraging van het verschijnen van het blad waardoor het ontwikkelingspatroon wijzigde door een trager herstel van het bladoppervlak. Dit verandert de duur van de kritische periode voor de bepaling van het korrelaantal. Het effect kan uitgebreider zijn dan enkel een vertraging tot de anthesis (Giunta *et al.*, 2015).

2.3.1 Celwandsamenstelling

Plantencellen zijn omhult door een complexe polysacharidewand. De plantencelwand versterkt niet alleen de plant, maar heeft ook effect op de plantengroei, celdifferentiatie, intercellulaire communicatie, watertransport en verdediging van de plant. Plantencellen synthetiseren polysachariden aan de wand, voegen ze samen tot een sterk vezelig netwerk en reguleren de wandexpansie tijdens celgroei (Cosgrove, 2005).

De celwand bestaat uit een primaire celwand en soms een secundaire celwand. De slijm laag tussen twee cellen wordt middenlamella genoemd. Secundaire celwanden worden gemaakt door cellen die een grote mechanische weerstand en structurele versterking vereisen. De groeiende primaire celwand heeft een glasvezelige structuur opgebouwd uit kristallijne cellulose microfibrillen die zijn ingebed in een matrix van complexe polysachariden. Deze polysachariden worden onderverdeeld in twee klassen, namelijk: pectines en hemicelluloses (Cosgrove, 2005).

De celwandcomponenten worden onderverdeeld in NDF, ADF (Acid Detergent Fibre) en ADL (Acid detergent Lignin). NDF omvat de totale celwand (hemicellulose, cellulose en lignine).

Met ADF wordt cellulose en lignine bedoelt en ADL is lignine of houtstof. Bij het bepalen van de verteerbaarheid worden deze termen gebruikt. Hemicellulose is makkelijk verteerbaar door herkauwers terwijl cellulose moeilijk verteerbaar is (Huisman, 1946). Lignine op zich is onverteerbaar en heeft een negatieve invloed op de verteerbaarheid van de andere componenten van de celwand. Lignine is het op één na meest voorkomende natuurlijke polymeer na cellulose en kan gebruikt worden als brandstof, grondstof voor de productie van bioproducten en biomaterialen (Monteil-Rivera *et al.*, 2012). Over het algemeen kan besloten worden dat sterk verhoude voedermiddelen slecht verteerbaar zijn. Wanneer lignine uit een voedermiddel met een hoog ligninegehalte wordt verwijderd, stijgt de verteerbaarheid. De verteerbaarheid van roggestro stijgt van 46 % naar 79,2 % voor zetmeelachtige stoffen en van 55 % naar 95,8 % voor ruwe celstof wanneer het werd ontsloten (Huisman, 1946). In het onderzoek van Monteil-Rivera *et al.* (2012) bevat het stro van triticale 20 % lignine op DS-basis. De hoofdbestanddelen van de lignocellulosische biomassa van triticale zijn cellulose (30-50 %), hemicellulose (15-35 %), lignine (10-30 %) en in mindere mate as, oliën en wassen (Pronyk & Mazza, 2011). Ook in het onderzoek van Pronyk & Mazza (2011) bevat triticale stro $19,88 \pm 0,134$ % lignine op DS-basis (Tabel 9).

Tabel 9: Samenstelling van triticale stro (Pronyk & Mazza, 2011)

Component	Compositional yield (% w/w) ^a
Lignin	19.88 ± 0.134
Cellulose	36.28 ± 0.065
Hemicellulose	24.76 ± 0.069
Xylan	21.01 ± 0.079
Galactan	1.21 ± 0.002
Arabinan	2.12 ± 0.024
Mannan	0.42 ± 0.030
Ash	7.51 ± 0.037

Fras *et al.* (2016) vonden dat het ligninegehalte van verschillende triticale variëteiten varieert (Tabel 10). Rakha *et al.* (2011) vonden dat het voedingsvezelgehalte 12,6 % bedroeg met waarden van 11,7 - 13,6 %. Meer dan 80 % van de voedingsvezels bestaat uit niet zetmeel polysacchariden (NSP) waarvan gemiddeld 85 % onoplosbare NSP en 15 % oplosbare NSP. Het gemiddeld ligninegehalte was 2,5 % (van NSP) met waarden van 2,1 % (Panteon) - 2,8 % (Subito) (Fras *et al.*, 2016). Dit was tegengesteld aan ander onderzoek waar het gemiddeld lignine gehalte 1,6 % (van NSP) bedroeg. Hieruit bleek dat het voedingsvezel gehalte werd beïnvloed door zowel locatie als cultivar. Arabinoxylan (gemiddeld 6,8 %), fructaan (gemiddeld 2,3 %), cellulose (gemiddeld 2,1 %), lignine (gemiddeld 1,6 %) en b-glucaan (gemiddeld 0,7 %) waren de belangrijkste componenten van het voedingsvezelgehalte (DF) (Tabel 11). Uit dit onderzoek bleek dat het DF profiel van triticale veel meer lijkt op dat van tarwe dan op dat van rogge (Rakha *et al.*, 2011).

Tabel 10: Chemische samenstelling (% van het droog gewicht) van triticale korrelmonsters bestaande uit: eiwit -, zetmeel -, as -, vet -, onoplosbare niet polysacchariden - (I-NSP), oplosbare NSP - (S-NSP), NSP -, lignine -, voedingsvezel – (DF), water extract – (WEV) en totaal polyfenolen gehalte (Fras *et al.*, 2016)

Variety	Protein	Starch	Ash	Lipids	I-NSP	S-NSP	NSP	Lignin	DF	WEV ^b	TPC ^c
Alekto	12.7 abc	60.8 a	1.7 a	2.2 cd	8.9 b	1.8 ab	10.7 cd	2.3 ab	12.9 cd	1.6 d	1.4 abc
Atletico	14.2 cde	62.7 ab	1.9 bc	2.1 bc	9.1 b	2.1 b	11.2 d	2.4 abc	13.6 d	1.5 cd	1.4 abc
Elpaso	13.1 abcd	65.6 bc	1.9 bc	1.9 a	7.7 a	1.8 ab	9.5 a	2.4 abc	11.9 ab	1.5 cd	1.3 ab
Fredro	13.6 bcde	62.5 ab	1.9 bc	2.2 c	8.4 ab	2.8 c	11.1 d	2.4 abc	13.5 d	1.3 bc	1.5 bc
Panteon	13.9 bcde	64.0 abc	2.0 bc	2.0 ab	8.8 b	1.7 a	10.5 bcd	2.1 a	12.6 bc	1.5 cd	1.5 bc
Pizarro	14.6 de	63.8 abc	2.0 c	2.4 d	8.2 ab	1.9 ab	10.1 abc	2.6 bc	12.7 bcd	1.4 c	1.6 c
Preludio	11.8 a	67.6 c	1.8 ab	2.2 cd	8.0 ab	1.5 a	9.5 ab	2.1 a	11.7 a	1.1 a	1.3 a
Subito	11.9 a	65.1 abc	1.9 bc	2.2 c	8.0 ab	1.7 a	9.6 ab	2.8 c	12.4 abc	2.0 e	1.6 c
Trapero	15.2 e	63.3 abc	1.9 bc	2.4 d	8.4 ab	1.6 a	10.0 abc	2.5 abc	12.4 abc	1.2 a	1.5 bc
Tonacja ^a	12.4 ab	65.6 bc	1.6 a	2.3 ab	8.1 ab	1.5 a	9.5 a	3.2 d	12.7 bcd	1.2 ab	1.5 c
F-statistic	15.30	6.16	15.00	26.93	4.99	27.95	14.00	22.07	14.59	61.89	9.19
p-value	0.00001	0.00443	0.00011	0.00001	0.00964	0.00001	0.00015	0.00002	0.00012		<0.00001

^a Tonacja is a standard wheat variety used as a reference sample.

^b WEV is expressed in [mPa s].

^c TPC is expressed in [mg of gallic acid/g].

Tabel 11: Totale voedingsvezel gehalte (DF), arabinoxylan, β -gucaan (gehaltes % en extraheerbaarheid %), fructaan, cellulose, arabinogalactan en Klason lignine-gehalte (%) in triticale, rogge en tarwe cultivars gekweekt op verschillende locaties. De inhoud (%) is op droge stof basis (Rakha *et al.*, 2011)

	Dietary fiber		Arabinoxylan ^h		β -Glucan		Fructan	Cellulose ⁱ	Arabinogalactan ^j	Klason lignin
	Total ^f	Ext ^g	Total	Ext	Total	Ext				
Triticale: Svalöv										
SW 168	15.6 ^a	23.5 ^{abc}	7.4 ^a	15.4 ^{ab}	0.7 ^{abc}	12.8 ^{ab}	2.0 ^{abc}	2.5 ^a	0.18 ^{abc}	1.5 ^a
Fidelio	15.4 ^a	29.2 ^a	6.7 ^{ab}	17.4 ^a	1.0 ^a	15.9 ^{ab}	2.7 ^{ab}	2.0 ^b	0.21 ^{ab}	1.6 ^a
SW 137B	14.8 ^b	20.4 ^c	7.1 ^a	11.8 ^d	1.0 ^{ab}	12.2 ^{ab}	1.7 ^c	2.1 ^b	0.20 ^{abc}	1.6 ^a
Dinaro	14.4 ^{bc}	29.8 ^a	6.2 ^c	15.1 ^{bc}	0.7 ^{bc}	15.6 ^{ab}	2.9 ^a	1.9 ^{bc}	0.19 ^{abc}	1.5 ^a
SW 383A	14.4 ^{bc}	24.0 ^{abc}	6.5 ^{bc}	13.5 ^{bcd}	0.7 ^{abc}	17.1 ^{ab}	2.1 ^{abc}	2.1 ^b	0.17 ^{bc}	1.6 ^a
DED 145/02	14.3 ^{bc}	27.5 ^{ab}	5.9 ^c	12.7 ^d	0.6 ^{bc}	18.2 ^a	2.7 ^{ab}	2.1 ^b	0.16 ^c	1.7 ^a
Talentro	14.1 ^c	20.5 ^{bc}	7.0 ^{ab}	12.1 ^{cd}	0.6 ^c	17.7 ^a	1.6 ^c	2.1 ^b	0.23 ^a	1.5 ^a
Cando	13.4 ^d	24.8 ^{abc}	6.2 ^c	12.2 ^{cd}	0.7 ^{abc}	12.6 ^b	2.1 ^{bc}	1.8 ^c	0.21 ^{ab}	1.4 ^a
Mean	14.5 ^B	25.0 ^A	6.7 ^B	13.8 ^B	0.7 ^A	15.3 ^A	2.2 ^A	2.1 ^A	0.20 ^A	1.5 ^A
Triticale: Kölbäck										
SW 168	15.8	25.6	7.5	16.9	0.5	14.8	2.3	2.5	0.22	1.6
Fidelio	16.0	27.8	7.4	19.1	0.7	14.7	2.5	2.2	0.22	1.8
SW 137B	15.1	21.4	7.4	13.4	0.7	14.3	1.8	2.2	0.19	1.6
Dinaro	14.5	28.6	6.6	16.3	0.5	13.7	2.6	1.9	0.18	1.6
SW 383A	14.4	25.7	6.6	14.2	0.7	16.2	2.3	2.1	0.17	1.4
DED 145/02	14.5	25.8	6.2	12.6	0.5	16.7	2.6	2.1	0.14	1.7
Talentro	14.4	23.3	7.1	14.6	0.5	17.2	1.8	2.1	0.23	1.4
Cando	13.2	25.4	6.2	14.5	0.6	13.1	2.0	1.7	0.22	1.5
Mean	14.7 ^A	25.5 ^A	6.9 ^A	15.2 ^A	0.6 ^B	15.1 ^A	2.3 ^A	2.1 ^A	0.20 ^A	1.6 ^A
Triticale: Haga										
Fidelio	15.0	30.6	6.6	18.5	0.9	14.4	2.9	1.9	0.19	1.5
Cando	13.3	24.0	6.1	11.7	0.8	13.3	2.0	1.9	0.23	1.3
Rye & wheat: Svalöv										
Ottarp	19.8	38.2	8.4	30.8	2.0	10.6	4.1	2.3	0.17	1.6
Harnesk	13.7	21.5	6.0	10.5	0.6	18.9	1.8	2.3	0.24	1.7
Rye & wheat: Kölbäck										
Ottarp	20.6	38.5	8.8	28.2	1.8	12.2	4.6	2.1	0.16	1.7
Harnesk	13.9	22.6	6.4	13.2	0.6	18.3	1.8	2.2	0.24	1.6

^a Values within columns followed by different letters (lower case for cultivars and upper case for locations) are significantly different ($p < 0.05$). The Tukey's pair wise comparisons were made on average values of cultivars grown at both locations by two-way ANOVA as described in material and methods. Since the same cultivars are grown at both locations, the lettering (lower case) is put on the cultivars in first location.

^f Total dietary fiber is the sum of fructan and DF measured by the Uppsala method for separate analysis of extractable and unextractable fractions.

^g Extractable (Ext) DF was calculated as sum of fructan and the extractable fraction of DF by the Uppsala method.

^h Arabinoxylan was calculated by subtracting the arabinose fraction that might be part of arabinogalactan and considering that the arabinose/galactose ratio in extractable arabinogalactan is 0.69.

ⁱ Cellulose was calculated by subtracting the β -glucan from total glucose analyzed by the Uppsala method.

^j Arabinogalactan was the sum of galactose and the arabinose content that is part of the arabinogalactan.

3 Materiaal en methoden

3.1 Proefopstelling

In een veldproef werden 36 genotypes wintertriticale uitgezaaid op een zandleembodem op een proefveld van de proefhoeve Bottelare gelegen te Melle, Oost-Vlaanderen. De 36 verschillende genotypes met hun plotnummer, duizendkorrelgewicht (DKG) en oorsprong worden weergegeven in Tabel 12. Het onderzoek is een eerste fenotypische screening waardoor weinig zaaigraan ter beschikking was en bijgevolg geen herhalingen werden opgenomen in het proefplan. De genotypes zijn afkomstig uit België (veredeling), Polen (Danko), Denemarken (Sejet en HegeSaat GmbH & Co. KG) en Frankrijk (RAGT). 'Veredeling' verwijst naar materiaal dat uit het veredelingsprogramma van de proefhoeve Bottelare komt.

Tabel 12: Objecten met het plotnummer met bijbehorend genotype, het duizendkorrelgewicht (DKG) in g/1000 en de kweker (met FR = Frankrijk, DE = Denemarken en PL= Polen) van het genotype van de 36 genotypes gebruikt voor de veldproef

Plotnr	Genotype	DKG (g/1000)	Kweker (land)
101	SJ145583	58,0	Sejet (DE)
102	SJ110723	55,0	Sejet (DE)
103	SJ105097	59,0	Sejet (DE)
104	Neogen	60,0	Sejet (DE)
105	Jura	52,0	Sejet (DE)
106	Rotondo	51,9	Danko (PL)
107	Salto	51,5	Danko (PL)
108	Toledo	53,1	Danko (PL)
109	Trapero	42,3	Danko (PL)
110	Porto	49,0	Danko (PL)
111	DC 371/08	59,3	Danko (PL)
112	DC 719/07	56,3	Danko (PL)
113	DC 08065	55,3	Danko (PL)
114	DC 07221	50,5	Danko (PL)
115	DC 10047-229	61,2	Danko (PL)
116	Avokado	52,7	Danko (PL)
117	DS 4550/10	48,0	Danko (PL)
118	DS 3733/11	55,0	Danko (PL)
119	Kasyo	64,7	Danko (PL)
120	Silverado	53,6	Danko (PL)
121	DD 144/11	54,1	Danko (PL)
122	DD 167/12	50,5	Danko (PL)
123	DD 220/12	55,0	Danko (PL)
124	DD 278/10	58,4	Danko (PL)
125	DL 1337/12	53,0	Danko (PL)
126	RGT Ruminac	40,2	RAGT (FR)
127	Remiko	46,3	Danko (PL)
128	Riparo	48,0	Agri-Obtensions (FR)
129	Vuka	46,0	HegeSaat GmbH & Co. KG (DE)
130	A09-08-897	39,0	veredeling
131	A07-24-046	43,8	veredeling
132	A09-08-909	41,6	veredeling
133	A09-08-411	40,2	veredeling
134	A09-08-948	39,8	veredeling
135	A09-08-283	39,8	veredeling
136	A07-24-050	43,6	veredeling

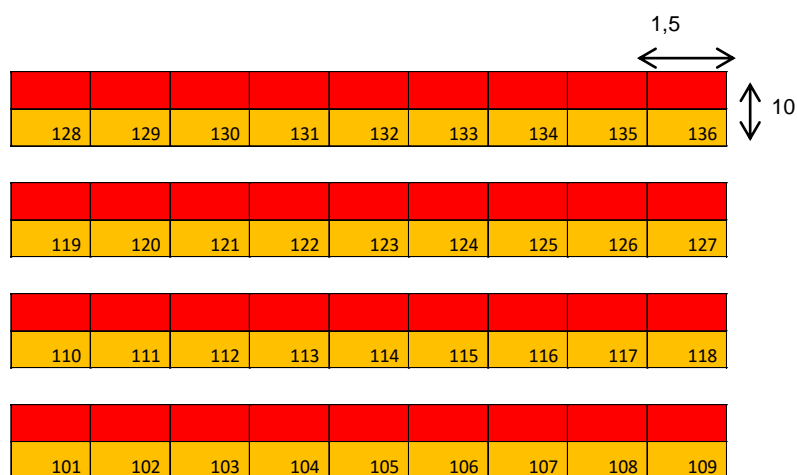
De voorvrucht op het perceel was maïs. De triticale werd ingezaaid op 27/10/2016 aan een zaaidichtheid van 350 korrels/m². De bemesting gebeurde op 4 tijdstippen, een schema wordt weergegeven in Tabel 13. De stikstofbemesting is gebaseerd op het advies van de bodemkundige dienst (N-index methode). De stikstofbemesting wordt onderverdeeld in drie fracties zodat de stikstof vrijkomt wanneer de plant het kan benutten. Om de bemesting te

bepalen wordt een bodemanalyse gedaan. Uit de analyse blijkt dat het natrium gehalte van de bodem zeer laag is. Ook het zwavel gehalte is tamelijk laag. Daarnaast zijn de pH, organische koolstof, fosfor, kalium en magnesium gehalte tamelijk hoog. Het calcium gehalte is normaal waardoor een kalkbemesting van 0 kg/ha wordt geadviseerd. De staalnamediepte voor een standaard bodemanalyse bedraagt 23 cm.

Tabel 13: Bemesting veldproef: datum van toepassing, het soort meststof en de toegediende dosis

Datum	Soort	Hoeveelheid
22/03/2017	P ₂ O ₅ en K ₂ O	41 kg/ha en 84 kg/ha
16/03/2017	N: 1 ^{ste} fractie	72 kg/ha
20/04/2017	N: 2 ^{de} fractie	58 kg/ha
11/05/2017	N: 3 ^{de} fractie	58 kg/ha

Een veldje van 15 m² wordt onderverdeeld in twee stukken van 7 m² (Figuur 11). Het eerste veldje van 7 m² wordt dan onderverdeeld over de vijf oogststadia voor de opbrengstveldjes. De waarnemingsveldjes (rood) worden niet behandeld met gewasbeschermingsmiddelen om ziekteaanemingen te kunnen uitvoeren. De opbrengstveldjes (oranje) worden wel behandeld met gewasbeschermingsmiddelen om het opbrengst- en kwaliteitspotentieel (voederwaarde) van de genotypes te kunnen bepalen. Naar het einde van de proef is toch een fungicidebehandeling vollelds uitgevoerd om de opbrengstveldjes niet te veel te laten infecteren. De rode veldjes kregen dus éénmaal een fungicidebehandeling terwijl de oranje veldjes twee behandelingen kregen.



Figuur 11: Proefopzet van de veldproef van 36 genotypes triticale uitgezaaid in 4 banden. Elke plot met een oppervlakte van 15 m² wordt gehalveerd in een opbrengstveldje (oranje) en een waarnemingsveldje (rood). Het plotnummer wordt vermeld met een naamplaatje dat geplaatst werd aan de linkerzijde van de plot

De proef is éénmaal behandeld met een mengsel van herbiciden. De gebruikte herbiciden zijn Cossack (300 g/ha) en Actirob (1l/ha). De werkzame stoffen in deze producten zijn: iodosulfuron-methyl-natrium, mefenpyr-diethyl, mesosulfuron-methyl en geësterde koolzaadolie (9 g + 9 g + 27 g + 812 g/ha). De behandeling is uitgevoerd op 15/03/2017. Cossack wordt gebruikt ter bestrijding van éénjarige grasachtige onkruiden, duist, raaigras, straatgras, wilde haver, windhalm en éénjarige tweezaadlobbige onkruiden. Actirob is een toevoegingsstof om de werking van herbiciden na opkomst te verbeteren (Fytoweb, 2015).

Naast een herbicidebehandeling is ook een fungicide- en insecticidebehandeling gebeurd. De fungicidebehandeling vond plaats op 16/05/2017 en 10/06/2017. De eerste behandeling gebeurde met Evora Xpro (1,25 l/ha). Hiermee werden de opbrengstveldjes (oranje) behandeld. Dit product bevat de werkzame stoffen: bixafen, prothionazool en tebuconazool (93,75 g, 125 g en 125 g). Evora Xpro wordt gebruikt ter bestrijding van de oogvlekkenziekte, bladvlekkenziekte (septoria), netvlekkenziekte (strepenziekte), echte meeldauw, fusarium, bruine roest en gele roest (Fytoweb, 2015). De tweede behandeling gebeurde wel vollevelds met het product Ceriax (1,75 l/ha). Dit product bevat de werkzame stoffen epoxyconazool, fluxapyroxad en pyraclostrobin (72,8 g, 72,8 g en 116,55 g). Ceriax wordt gebruikt ter bestrijding van de bladvlekkenziekte, kafjesbruin, echte meeldauw, bruine roest en gele roest (Fytoweb, 2015). Ten slotte werd een insecticidebehandeling uitgevoerd op 30/05/2017 met het product Karate Zeon (50 ml/ha). Dit product bevat de werkzame stof lambda-cyhalothrin (5g/ha). Karate Zeon is een insecticide om bladluizen te bestrijden (Fytoweb, 2015).

De oogst wordt gespreid over vijf verschillende oogststadia, namelijk: midden melkrijp, laat melkrijp, vroeg deegrijp, midden deegrijp en laat deegrijp. In onderstaande tabel staan de oogstdatums van de verschillende ontwikkelingsstadia (Tabel 14). Hierbij moet rekening gehouden worden dat niet elk genotype zich op hetzelfde moment in hetzelfde stadium bevindt. Zo zijn de oogstdatums voor de eerste twee stadia voor alle genotypes hetzelfde. Vanaf vroeg deegrijp zijn verschillende oogstdatums nodig.

Tabel 14: verschillende oogstdatums en ontwikkelingsstadia

Ontwikkelingsstadium	Oogstdatum
Midden melkrijp	7/06/2017
Laat melkrijp	12/06/2017
Vroeg deegrijp	26/06/2017;29/06/2017;3/07/2017
Midden deegrijp	3/07/2017; 6/07/2017;10/07/2017
Laat deegrijp	6/07/2017; 10/07/2017;13/07/2017

Het bepalen van de verschillende stadia is gebaseerd op het CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center). Pask *et al.* (2012) hebben zich gebaseerd op de schaal van Zadoks. Wanneer een waterachtige vloeistof uit de korrel vloeit, nadat hij wordt geplet tussen duim en wijsvinger, bevindt de plant zich in het melkrijp stadium (GS71) (Figuur 12). Op dat moment begint de zetmeelafzetting (GS73-GS77). Het deegrijpstadium begint wanneer geen vloeistof meer uit de korrel vloeit als deze wordt samengedrukt en het vochtgehalte van de korrel daalt (van 45 % bij GS83 of vroeg deegrijp stadium, 30 % bij GS85 of midden deegrijp stadium, tot < 20 % bij GS92 of volrijp stadium) (Pask *et al.*, 2012).



Figuur 12: geplette graankorrel tijdens de periode van korrelvulling: A: midden melkrijp stadium (GS75), B: Laat melkrijp stadium (GS77), C: Vroeg deegrijp stadium (GS83), D: Midden deegrijp stadium (GS85) en E: laat deegrijp stadium (GS87) (Pask *et al.*, 2012)

3.1.1 Oogst

In elk oogststadium wordt de totale verse stof van de plot bepaald. De oppervlakte van een plot is gekend (0,80 m²). Vervolgens worden de staalnames in drie delen onderverdeeld.

Stalen totale plant

Per plot wordt na het bepalen van het vers gewicht een staal van ongeveer 800 g genomen. Dit staal wordt vers gewogen en na drogen op 65 °C terug gewogen. Uit deze gegevens kan via het staal het drogestof (DS) percentage berekend worden. Aan de hand van het drogestof percentage kan vervolgens de DS-opbrengst per ha berekend worden. Vervolgens wordt het aantal graaddagen (GDD) bijgehouden van zaai tot de verschillende oogstmomenten.

Fracties blad-stengel-aar

Hierbij wordt van 20 planten het vers gewicht en het droog gewicht van de drie fracties blad, stengel en aar bepaald. Na het berekenen van de totale DS % kan het aandeel van deze plantendelen bepaald worden. Op die manier wordt een overzicht verkregen van de evolutie van de plantendelen over de verschillende ontwikkelingsstadia heen.

Verhouding stengel-aar

In dit onderdeel wordt het vers gewicht en het droog gewicht van de aar en het stro bepaald. Op dezelfde manier als de fracties blad-stengel-aar wordt het aar- en stro-aandeel berekend. Op die manier is de evolutie van het aaraandeel ten opzichte van de volledige plant te bepalen.

3.1.2 Fenotypische eigenschappen

Opkomst

De opkomst wordt bepaald door het aantal planten per lopende meter te tellen. Dit wordt per plot vier keer uitgevoerd. Van de vier waarnemingen wordt het gemiddelde berekend en wordt de meting omgezet naar het aantal planten per m². De streefwaarde bedraagt 250 planten/ m². Om een idee te krijgen van het resultaat van de tellingen wordt de streefwaarde van 250 planten/m² als referentie (100%) genomen. De resultaten worden dan ten opzichte van de referentie bekeken.

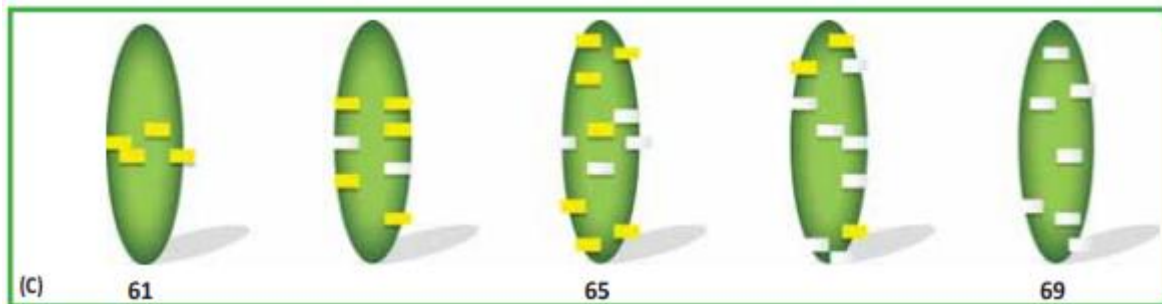
Aren per vierkante meter

Het aantal aren/m² wordt bepaald aan de hand van een kader van 25X25 cm. Het kader wordt verspreid per plot, drie keer uitgelegd. De referentiewaarde bedraagt 600 aren/m². Om de waarnemingen te interpreteren wordt de referentiewaarde terug als referentie (100%) genomen. De resultaten worden dan bekeken ten opzichte van de referentie.

Bloei

De eerste bloeiwaarnemingen werden op 24/05/2017 uitgevoerd. Daarna werden tot 1/06/2017 bloeiwaarnemingen gedaan. Aan de hand van deze waarnemingen is het mogelijk de vroege en late triticale genotypes te onderscheiden. De bloeiwaarnemingen werden eveneens gedaan volgens CIMMYT. De bloei duurt ongeveer 3-5 dagen vanaf het verschijnen van de eerste helmknop tot de voltooiing van de individuele aren, afhankelijk van de omgevingstemperatuur. De bloeidatum wordt gedefinieerd op het moment waarop 50 % van planten binnen de plot groeistadium 65 hebben bereikt. GS 61 betekent begin bloei, GS

65 betekent midden bloei en GS 69 betekent einde bloei. De helmknoppen zijn initieel geel en verkleuren wit bij het ouder worden (Pask *et al.*, 2012).



Figuur 13: Een schematische weergave van het verloop van de bloei met GS61, GS65 en GS69 (Pask *et al.*, 2012)

Plantlengte

Om de plantlengte te bepalen worden tien planten per plot ad random opgemeten. De planten worden gestrekt en de hoofdscheut wordt gemeten tot de top van de aar zonder de naalden erbij te rekenen. De meting wordt afgerond op de dichtste cm. Van de tien planten wordt het gemiddelde berekend en deze waarde fungeert als plantlengte voor dat bepaald ras. Volgens CIMMYT is de planthoogte meestal 70-120 cm. Plantlengte is sterk afhankelijk van de genen (Rht-genen of hoogtereducerende genen) en is daarom afhankelijk van het genotype. Planten kleiner dan 50 cm (dwergtypes) werden niet waargenomen (Pask *et al.*, 2012). De hogere planten kunnen afgeleid worden via een grafische weergave van deze resultaten.

Ziekten

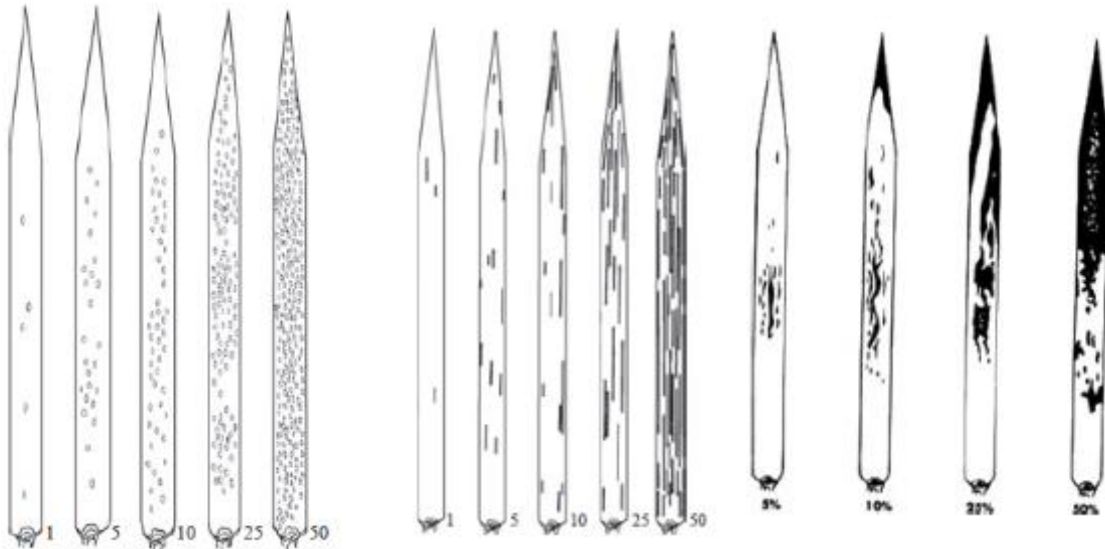
De ziekte waarnemingen hebben op acht verschillende tijdstippen plaatsgevonden. De waarnemingen gebeurden voor meeldauw, gele roest en septoria. Op een schaal van 0-9, waarbij 0 geen aantasting en 9 zware aantasting betekent, krijgt elk genotype een score per ziekte. Per waarnemingsdatum worden de resultaten verzameld in een spinnenwebdiagram. Voor de ziekte waarneming wordt de plant in drie delen onderverdeeld in onderste, middelste en bovenste bladeren. Het principe van deze schaal is het piramide effect van ziektes. De ziektes ontwikkelen zich meestal van onderuit op de oudste bladeren. Op die manier breidt de infectie naar boven uit en wordt deze onderaan steeds ernstiger. Alle planten in een plot worden beschouwd als één eenheid. In geval van twijfel kan gekozen worden een intermediaire score te geven (Couture, 1980).

Leaf level	Intensity of symptoms* on leaves for each score									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Upper leaves	free	free	free	free	free	free	scattered	light to moderate	moderate to severe	severe
Middle leaves	free	free	free	free	scattered to light	light to moderate	moderate	severe	severe	severe
Lower leaves	free	isolated	scattered	light	moderate to severe	severe	severe	severe	severe	severe

*Free: 0%. isolated: 1%, scattered: 5%, light: 10%, moderate: 25%, severe: 50%

Tabel 15: De ziektebeoordelingschaal van 0-9 gebaseerd op de ziektegraad op de verschillende bladniveaus van granen (Couture, 1980)

Om het percentage aantasting van het plantendeel te beoordelen wordt gebruik gemaakt van de EPPO Standard. Verschillende evaluatiesleutels zijn per ziekte voorhanden. In Figuur 14 wordt bijvoorbeeld de evaluatiesleutel voor meeldauw, gele roest en septoria op het bladoppervlak weergegeven (Derycke, 2012). Deze evaluatiesleutels worden toegepast in de veldproef.



Figuur 14: Links: meeldauw op tarwe: percentage aantasting van het bladoppervlak, midden: Gele roest op tarwe, percentage aantasting van het bladoppervlak en rechts: Septoria op tarwe: percentage aantasting van het bladoppervlak (Derycke, 2012)

3.2 Dataverwerking

Eerst wordt Excel gebruikt om berekeningen zoals het gemiddelde, maximum en minimum te berekenen. Daarnaast worden grafieken gemaakt om de data overzichtelijker en visueel te maken

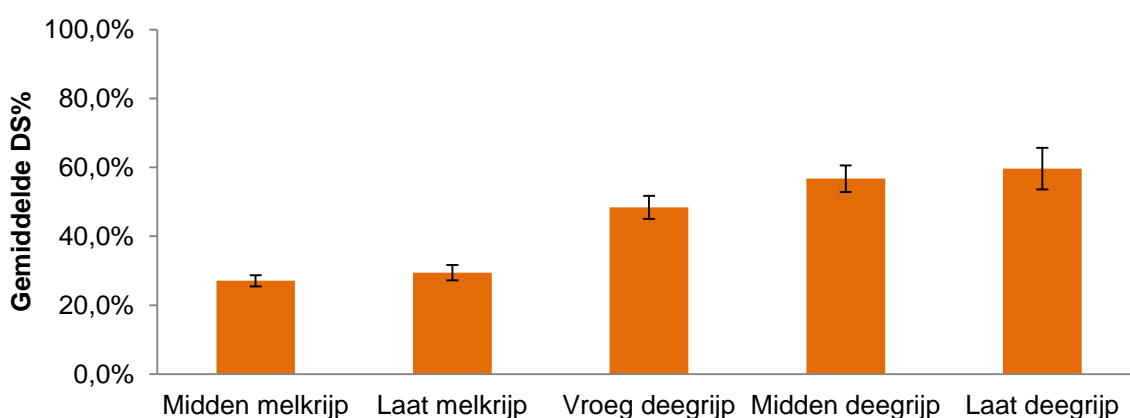
Daarna wordt de data verwerkt met het programma R. R studio is een open-source ontwikkelingsomgeving voor R. R is een programmeertaal voor de verwerking van statistische gegevens en grafische afbeeldingen. Door middel van dit programma wordt nagegaan of genotypes gaan samen clusteren voor de opbrengstparameters.

4 Resultaten

4.1 Oogst

4.1.1 Drogestof totale plant

Naarmate de plant afrijpt, stijgt het drogestof gehalte (Figuur 15). In het midden- en laat melkrijp stadium verschillen de percentages DS amper, respectievelijk: 28,6 % en 30,3 %. Bij het vroeg deegrijp stadium (49,9 % DS) is een stijging van 19,6 % waar te nemen ten opzichte van het laat melkrijp stadium. In het midden deegrijp stadium (55,9 % DS) is de stijging kleiner ten opzichte van die bij het vroeg deegrijp stadium. Het gemiddeld DS gehalte van de 36 genotypes bedraagt in het laat deegrijp stadium 62,5 %.



Figuur 15: Het gemiddeld drogestof percentage (DS %) van 36 verschillende genotypes per groeistadium met bijbehorende standaarddeviaties (1,6 % voor midden melkrijp-, 2,2 % voor laat melkrijp-, 3,3 % voor vroeg deegrijp-, 3,9 % voor midden deegrijp- en 6,1 % voor laat deegrijp stadium. De gemiddelde DS % van de genotypes per groeistadium bedragen 28,6 % voor midden melkrijp-, 30,3 % voor laat melkrijp-, 49,9 % voor vroeg deegrijp-, 55,9 % voor midden deegrijp- en 62,5 % voor laat deegrijp stadium

In Tabel 16 worden het minimum en maximum DS % per groeistadium weergegeven. Uit deze tabel volgt dat genotype DC 371/08 bij zowel het midden melkrijp-, laat melkrijp- als midden deegrijp stadium het kleinste DS % heeft. Genotype DS 3733/11 vertoont in het midden- en laat deegrijp stadium het hoogste DS %.

Tabel 16: Maximum en minimum DS % per groeistadium met bijhorend genotype

	Midden melkrijp	Laat melkrijp	Vroeg deegrijp	Midden deegrijp	Laat deegrijp
Maximum	SJ145583 (31,6 %)	DD 144/11 (36,8 %)	Jura (57,2 %)	DS 3733/11 (66,2 %)	DS 3733/11 (80,1 %)
Minimum	DC 371/08 (25,5 %)	DC 371/08 (26,2 %)	RGT Ruminac (44,8 %)	DC 371/08 (44,8 %)	A07-24-050 (52,0 %)

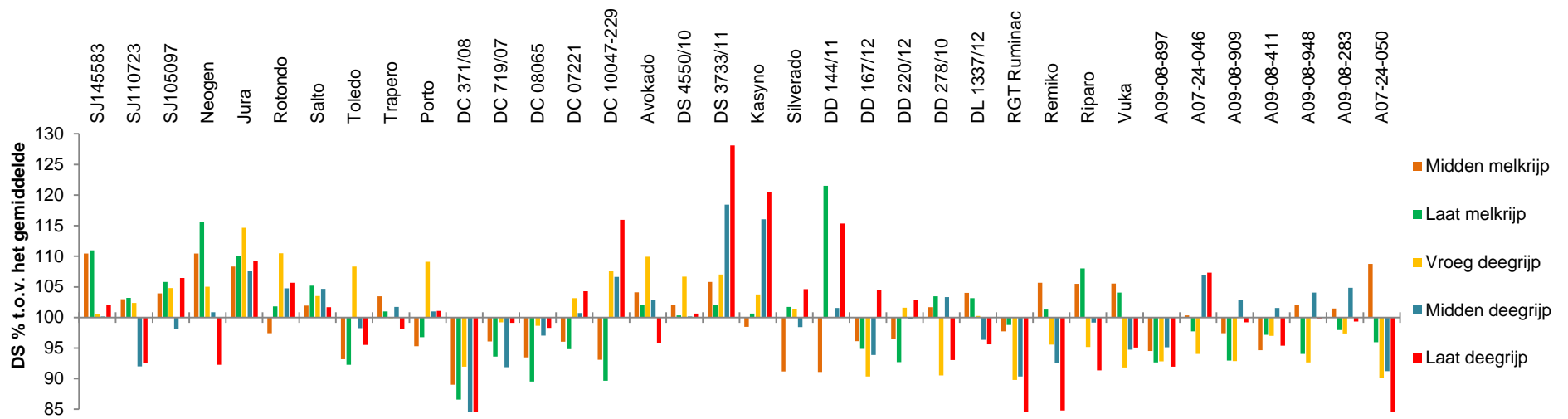
In Figuur 16 wordt het DS % van alle genotypes uitgezet. Per genotype is de evolutie van het DS % te zien over de verschillende groeistadia ten opzichte van het gemiddelde per stadium. Op die manier is te zien dat de genotypes DC 371/08, RGT Ruminac, A09-08-897, DC 719/07 en DC 08065 in elk groeistadium onder het gemiddelde scoren. De genotypes Jura, DS 4550/10 en DS 3733/11 scoren in elk stadium boven het gemiddelde. De andere genotypes hebben een variabel verloop per groeistadium ten opzichte van het gemiddelde.

In Tabel 17 wordt het aantal graaddagen (GDD) van zaai tot oogsttijdstip weergegeven over de verschillende oogststadia. In het midden- en laat melkrijp stadium was de oogstdatum voor alle genotypes gelijk. Aangezien het oogsttijdstip in het vroeg deegrijp stadium niet meer voor alle genotypes hetzelfde was, worden ze opgedeeld volgens de oogstdatum. Tussen het midden- en laat deegrijp stadium wijzigde de groepen genotypes niet meer. In het midden deegrijp stadium stijgt de gemiddelde DS % naarmate de GDD toenemen. In vroeg- en laat deegrijp stadium is dit niet het geval. De stijging in GDD over het hele traject bedraagt voor MD + LD1: 544 GDD, voor MD + LD 2: 624,2 GDD en voor MD + LD3: 676,3 GDD (met MD = midden deegrijp en LD = laat deegrijp). De stijging in DS % over het hele traject bedraagt voor MD + LD1: 31,4 %, voor MD + LD2: 38,1 % en voor MD + LD 3: 33,2 %. Het verschil in GDD tussen midden- en laat melkrijp stadium bedraagt 90,5 GDD. Het grootste verschil in GDD bevindt zich tussen laat melkrijp- en vroeg deegrijp stadium, namelijk: 278,3 GDD voor VD1, 332,8 GDD voor VD2 en 398,1 GDD voor VD3. Het gemiddeld verschil in GDD tussen laat melkrijp- en vroeg deegrijp stadium bedraagt 336,4 GDD. De groepen genotypes van het vroeg- en midden deegrijp stadium zijn niet gelijk. Daarom zijn in Tabel 18 het verschil in GDD en DS % tussen de vijf oogststadia berekend per genotype.

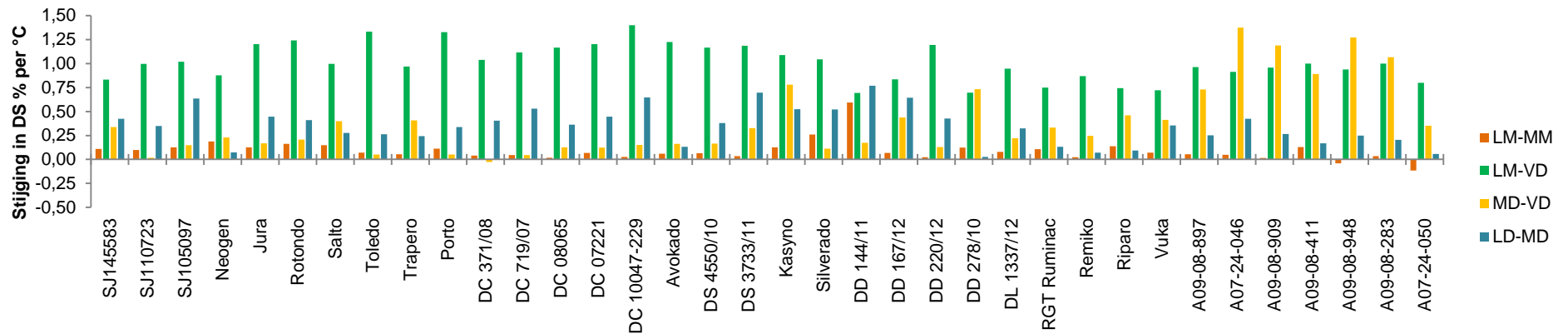
Doormiddel van het verschil in GDD, DS % en dagen tussen de oogstmomenten kan berekend worden hoeveel DS % toeneemt per °C. De grootste toename situeert zich tussen het laat melkrijp- en vroeg deegrijp stadium met gemiddeld 1,01 % DS/°C. De rood/groen gekleurde vakken geven aan welke genotypes het laagst/hogst scoren in toename % DS/°C tussen de oogststadia. In Figuur 17 wordt de stijging % DS/°C tussen de verschillende oogststadia per genotype weergegeven. Het genotype A07-24-046 stijgt het meest over het hele traject met 2,76 % DS/°C. Het genotype A07-24-050 stijgt het minst over het hele traject met 1,09 % DS/°C.

Tabel 17: Oogststadium met bijhorend oogsttijdstip, het aantal graaddagen (GDD) van zaai tot oogsttijdstip, de geoogste genotypes per oogsttijdstip en het gemiddeld DS % per groep geoogste genotypes (VD = vroeg deegrijp, MD = midden deegrijp en LD = laat deegrijp). VD1: SJ145583, SJ110723, SJ105097, Neogen, Jura, Salto, Trapero, DD 278/10, DL 1337/12, RGT Ruminac, Riparo, Vuka en A07-24-050. VD2: Rotondo, Toledo, Avokado, DS 4550/10, Kasyno, DD 167/12 en Remiko. VD3: Porto, DC 371/08, DC 719/07, DC 08065, DC 07221, DC 10047-229, DS 3733/11, Silverado, DD 144/11, DD 220/12, A09-08-897, A07-24-046, A09-08-909, A09-08-411, A09-08-948, A09-08-283. MD + LD1: SJ145583, SJ110723, SJ105097, Neogen, Jura, Rotondo, Salto, Toledo, Trapero, Avokado, DS 4550/10, DD 278/10, DL 1337/12, RGT Ruminac, Remiko, Riparo, Vuka en A07-24-050. MD + LD2: Porto, DC 371/08, DC 719/07, DC 08065, DC 07221, DC 10047-229, DS 3733/11, Kasyno, Silverado, DD 144/11, DD 167/12 en DD 220/12. MD + LD3: A09-08-897, A07-24-046, A09-08-909, A09-08-411, A09-08-948 en A09-08-283.

Oogststadium	Oogsttijdstip	GDD (van zaai tot oogsttijdstip)	Geoogste genotypes	Gemiddelde DS % per groep geoogste genotypes
Midden melkrijp	7/06/2017	1707,1	Alle 36 genotypes	28,6%
Laat melkrijp	12/06/2017	1797,6	Alle 36 genotypes	30,3%
Vroeg deegrijp	26/06/2017	2075,9	Groep VD1	49,46%
	29/06/2017	2130,4	Groep VD2	51,69%
	3/07/2017	2195,7	Groep VD3	49,48%
Midden deegrijp	3/07/2017	2195,7	Groep MD + LD1	55,2%
	6/07/2017	2251,1	Groep MD + LD2	56,11%
	10/07/2017	2331,3	Groep MD + LD3	57,29%
Laat deegrijp	6/07/2017	2251,1	Groep MD + LD1	60,01%
	10/07/2017	2331,3	Groep MD + LD2	66,65%
	13/07/2017	2383,4	Groep MD + LD3	61,80%



Figuur 16: DS % van de verschillende genotypes per groeistadium ten opzichte van het gemiddelde DS % met als gemiddelde DS % per groeistadium: 28,6 % voor midden melkrijp, 30,3 % voor laat melkrijp, 49,9 % voor vroeg deegrijp, 55,9 % voor midden deegrijp en 62,5 % voor laat deegrijp.



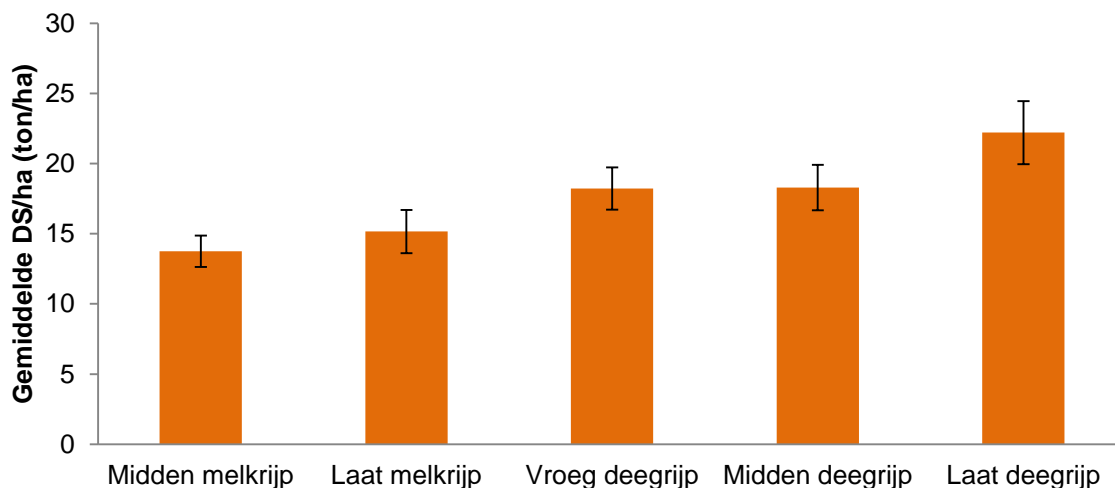
Figuur 17: De stijging DS % per °C tussen laat melkrijp (LM) en midden melkrijp (MM), vroeg deegrijp (VD) en laat melkrijp, midden deegrijp (MD) en vroeg deegrijp (LD) en midden deegrijp stadium met gemiddelden van respectievelijk: +0,09 % DS/°C, +1,01 % DS/°C, +0,39 % DS/°C, +0,35 % DS/°C

Tabel 18: Verschil in DS %, graaddagen (GDD), dagen in oogst tussen laat melkrijp (LM) en midden melkrijp (MM), vroeg deegrijp (VD) en laat melkrijp, midden deegrijp (MD) en vroeg deegrijp en tussen laat deegrijp (LD) en midden deegrijp stadium. De gemiddelde temperatuur (in °C) over het verschil in dagen per oogststadia en de stijging van het DS % per °C over de verschillende oogststadia. Groen geeft de maximumwaarden aan en rood de minimumwaarden

Genotype	Verschil in DS %				Verschil in GDD				Verschil in dagen				Gemiddelde temperatuur in °C				Stijging DS % per °C				
	LM-MM	LM-VD	MD-VD	LD-MD	LM-MM	LM-VD	MD-VD	LD-MD	LM-MM	LM-VD	MD-VD	LD-MD	LM-MM	LM-VD	MD-VD	LD-MD	LM-MM	LM-VD	MD-VD	LD-MD	Hele traject
SJ145583	2,0%	16,6%	5,8%	7,8%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,11%	0,83%	0,34%	0,42%	1,70%
SJ110723	1,8%	19,8%	0,3%	6,5%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,10%	1,00%	0,02%	0,35%	1,46%
SJ105097	2,3%	20,3%	2,5%	11,7%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,13%	1,02%	0,15%	0,63%	1,93%
Neogen	3,4%	17,4%	3,9%	1,3%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,19%	0,88%	0,23%	0,07%	1,36%
Jura	2,3%	23,9%	2,9%	8,2%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,13%	1,20%	0,17%	0,45%	1,94%
Rotondo	2,9%	24,3%	3,4%	7,6%	90,5	332,8	65,4	55,4	5	17	4	3	18,1	19,6	16,3	18,5	0,16%	1,24%	0,21%	0,41%	2,02%
Salto	2,7%	19,8%	6,8%	5,1%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,15%	1,00%	0,40%	0,28%	1,82%
Toledo	1,3%	26,1%	0,8%	4,8%	90,5	332,8	65,4	55,4	5	17	4	3	18,1	19,6	16,3	18,5	0,07%	1,33%	0,05%	0,26%	1,72%
Trapero	1,0%	19,3%	7,0%	4,5%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,05%	0,97%	0,41%	0,24%	1,67%
Porto	2,0%	25,1%	2,0%	6,8%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,11%	1,33%	0,05%	0,34%	1,83%
DC 371/08	0,7%	19,7%	-1,1%	8,1%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,04%	1,04%	-0,03%	0,40%	1,45%
DC 719/07	0,8%	21,2%	1,8%	10,6%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,05%	1,12%	0,05%	0,53%	1,74%
DC 08065	0,3%	22,1%	5,0%	7,3%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,02%	1,17%	0,13%	0,36%	1,67%
DC 07221	1,2%	22,8%	4,8%	8,9%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,07%	1,20%	0,12%	0,45%	1,84%
DC 10047-229	0,5%	26,5%	5,9%	12,9%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,03%	1,40%	0,15%	0,65%	2,22%
Avokado	1,1%	24,0%	2,6%	2,5%	90,5	332,8	65,4	55,4	5	17	4	3	18,1	19,6	16,3	18,5	0,06%	1,22%	0,16%	0,13%	1,58%
DS 4550/10	1,2%	22,8%	2,7%	7,0%	90,5	332,8	65,4	55,4	5	17	4	3	18,1	19,6	16,3	18,5	0,06%	1,17%	0,17%	0,38%	1,78%
DS 3733/11	0,6%	22,5%	12,8%	13,9%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,03%	1,19%	0,33%	0,70%	2,24%
Kasyno	2,3%	21,3%	13,0%	10,5%	90,5	332,8	117,1	80,2	5	17	7	4	18,1	19,6	16,7	20,1	0,13%	1,09%	0,78%	0,52%	2,52%
Silverado	4,7%	19,8%	4,4%	10,4%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,26%	1,04%	0,11%	0,52%	1,93%
DD 144/11	10,7%	13,1%	6,8%	15,4%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,59%	0,69%	0,17%	0,77%	2,23%
DD 167/12	1,2%	16,4%	7,3%	12,9%	90,5	332,8	117,1	80,2	5	17	7	4	18,1	19,6	16,7	20,1	0,07%	0,84%	0,44%	0,64%	1,98%
DD 220/12	0,4%	22,6%	5,0%	8,6%	90,5	398,1	117,1	80,2	5	21	3	4	18,1	19,0	39,0	20,1	0,02%	1,19%	0,13%	0,43%	1,77%
DD 278/10	2,2%	13,8%	12,5%	0,5%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,12%	0,70%	0,73%	0,03%	1,58%
DL 1337/12	1,4%	18,8%	3,8%	6,0%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,08%	0,95%	0,22%	0,32%	1,57%
RGT Ruminac	1,9%	14,9%	5,7%	2,4%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,11%	0,75%	0,33%	0,13%	1,32%
Remiko	0,4%	17,0%	4,0%	1,3%	90,5	332,8	65,4	55,4	5	17	4	3	18,1	19,6	16,3	18,5	0,02%	0,87%	0,25%	0,07%	1,21%
Riparo	2,5%	14,8%	7,9%	1,7%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,14%	0,74%	0,46%	0,09%	1,44%
Vuka	1,3%	14,3%	7,1%	6,5%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	0,07%	0,72%	0,41%	0,35%	1,56%
A09-08-897	1,0%	18,3%	6,8%	4,4%	90,5	398,1	65,4	52,1	5	21	7	3	18,1	19,0	9,3	17,4	0,06%	0,96%	0,73%	0,25%	2,00%
A07-24-046	0,9%	17,3%	12,8%	7,3%	90,5	398,1	65,4	52,1	5	21	7	3	18,1	19,0	9,3	17,4	0,05%	0,91%	1,37%	0,42%	2,76%
A09-08-909	0,3%	18,2%	11,1%	4,6%	90,5	398,1	65,4	52,1	5	21	7	3	18,1	19,0	9,3	17,4	0,01%	0,96%	1,19%	0,26%	2,43%
A09-08-411	2,3%	19,0%	8,3%	2,9%	90,5	398,1	65,4	52,1	5	21	7	3	18,1	19,0	9,3	17,4	0,13%	1,00%	0,89%	0,17%	2,19%
A09-08-948	-0,7%	17,8%	11,9%	4,3%	90,5	398,1	65,4	52,1	5	21	7	3	18,1	19,0	9,3	17,4	-0,04%	0,94%	1,27%	0,25%	2,42%
A09-08-283	0,6%	18,9%	10,0%	3,6%	90,5	398,1	65,4	52,1	5	21	7	3	18,1	19,0	9,3	17,4	0,03%	1,00%	1,07%	0,20%	2,30%
A07-24-050	-2,1%	15,9%	6,0%	1,0%	90,5	278,3	119,9	55,4	5	14	7	3	18,1	19,9	17,1	18,5	-0,12%	0,80%	0,35%	0,06%	1,09%
Gemiddelde	1,7%	19,6%	6,0%	6,7%	90,5	342,1	102,3	63,1	5,0	17,7	5,5	3,3	18,1	19,4	21,8	18,8	0,09%	1,01%	0,39%	0,35%	1,84%

4.1.2 Drogestof opbrengst per hectare

De opbrengst in ton drogestof per hectare (Figuur 18) volgt hetzelfde verloop dan deze van het DS %. De DS-opbrengst per hectare stijgt van 11,73 ton DS/ha (DL 1337/12) in het midden melkrijp stadium tot 26,78 ton DS/ha (DC 371/08) in het laat deegrijp stadium.



Figuur 18: Gemiddelde DS/ha tijdens de vijf oogststadia van de 36 verschillende genotypes in ton DS/ha met de bijbehorende standaarddeviaties (1,12 ton DS/ha voor midden melkrijp-, 1,53 ton DS/ha voor laat melkrijp-, 1,51 ton DS/ha voor vroeg deegrijp-, 1,61 ton DS/ha voor midden deegrijp- en 2,25 ton DS/ha voor laat deegrijp stadium). De gemiddelden van de genotypes per oogststadium bedragen 13,75 ton DS/ha voor midden melkrijp-, 15,15 ton DS/ha voor laat melkrijp-, 18,21 ton DS/ha voor vroeg deegrijp-, 18,29 ton DS/ha voor midden deegrijp- en 22,20 ton DS/ha voor laat deegrijp stadium

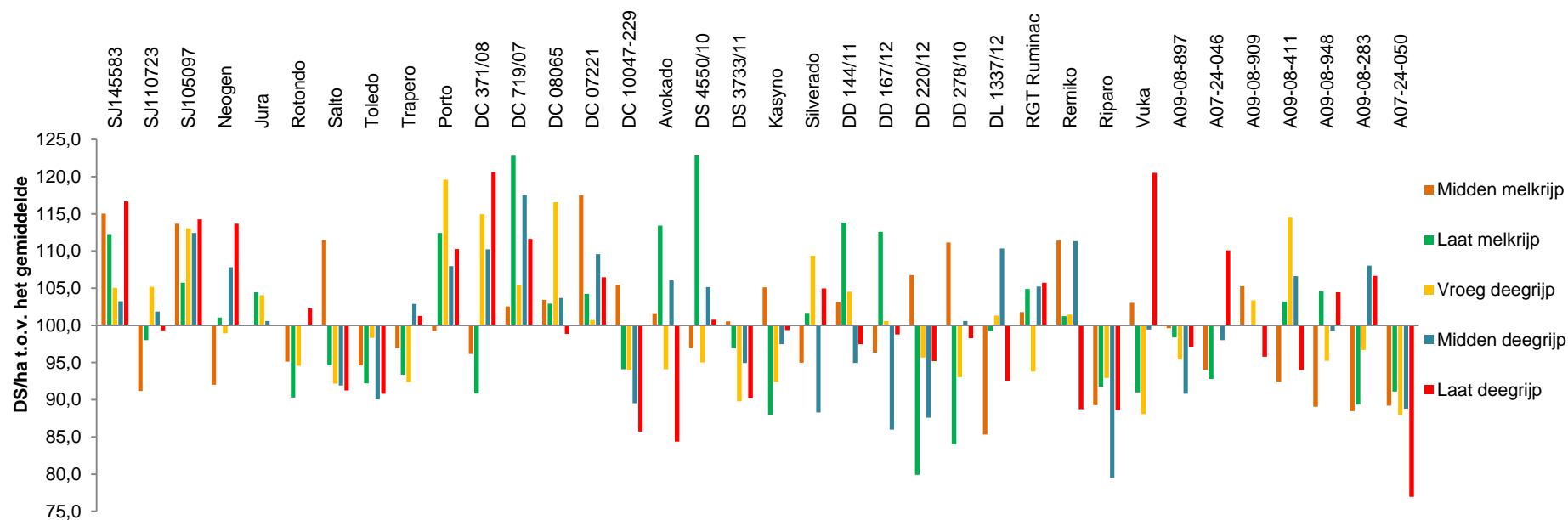
In Tabel 19 worden de maximale en minimale DS-opbrengsten per oogststadia in ton DS/ha weergegeven. De maximale waarden worden steeds door andere genotypes vertegenwoordigd. Bij de minimale waarden komt twee keer het genotype A07-24-050 voor, namelijk in het vroeg deegrijp- en laat deegrijp stadium. In het midden deegrijp stadium scoort dit genotype ook niet hoog (16,24 ton DS/ha).

De cultivar met de hoogste DS-opbrengst verschilt over de verschillende stadia heen. In het midden melkrijp stadium heeft DC 07221 de hoogste DS-opbrengst (16,16 ton DS/ha). In het laat melkrijp stadium is DS 4550/10 de koploper met 18,62 ton DS/ha. In het vroeg deegrijp stadium scoort het genotype Porto het hoogst met 21,78 ton DS/ha. Vervolgens scoorde het genotype DC 719/07 het hoogst in het midden deegrijp stadium met 21,49 ton DS/ha. Ten slotte heeft het genotype DC 371/08 de hoogste DS-opbrengst per hectare in het laat deegrijp stadium met 26,78 ton DS/ha.

Tabel 19: Maximum en minimum ton DS/ha over de verschillende groeistadia met bijbehorend genotype

(Ton DS/ha)	Midden melkrijp	Laat melkrijp	Vroeg deegrijp	Midden deegrijp	Laat deegrijp
Maximum	DC 07221 (16,16)	DS 4550/10 (18,62)	Porto (21,78)	DC 719/07 (21,49)	DC 371/08 (26,78)
Minimum	DL 1337/12 (11,73)	DD 220/12 (12,11)	A07-24-050 (16,02)	Riparo (14,54)	A07-24-050 (17,08)

In Figuur 19 wordt de DS-opbrengst (ton DS/ha) voor de 36 genotypes weergegeven. De evolutie over de verschillende oogststadia ten opzichte van het gemiddelde per groeistadium kan hieruit worden afgeleid. De genotypes Toledo, Riparo en A07-24-050 scoren bij elk oogststadium onder het gemiddelde. De genotypes SJ145583, SJ105097 en DC 719/07 scoren in elk oogststadium boven het gemiddelde. Bij de andere genotypes zijn de resultaten ten opzichte van het gemiddelde variabel over de verschillende oogststadia.

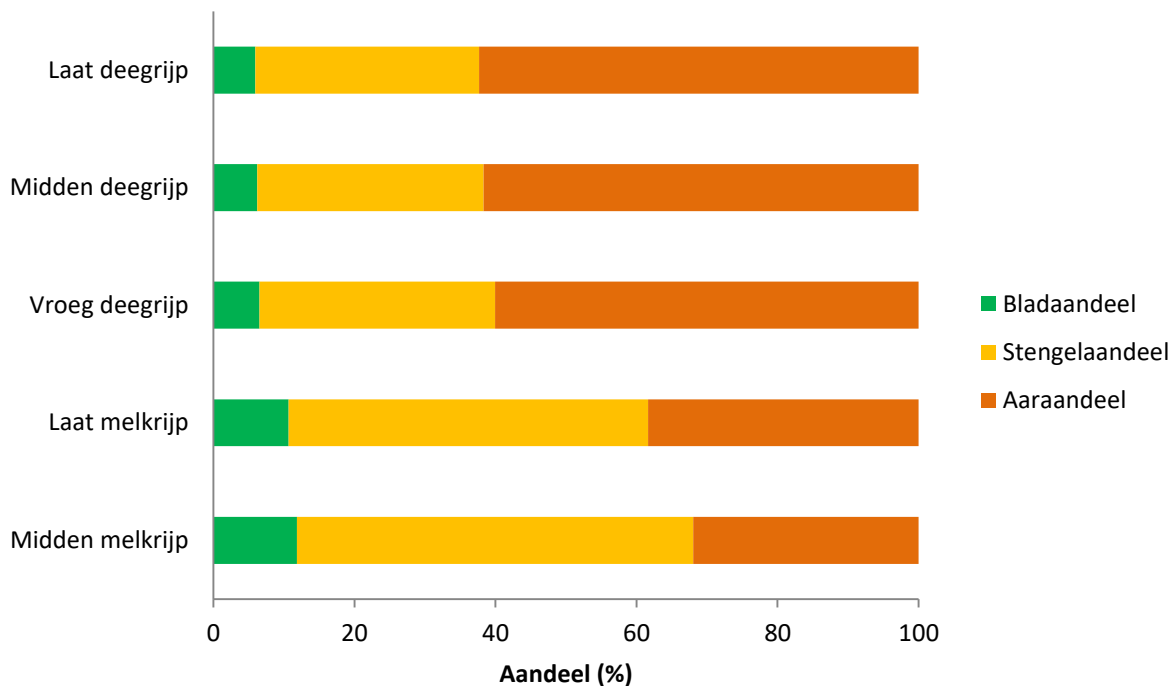


Figuur 19: Relatieve DS-opbrengst in ton DS/ha per genotype en per oogststadia ten opzichte van de gemiddelde DS-opbrengst van de 36 genotypes per oogststadium. De gemiddelden per oogststadium zijn: 13,75 ton DS/ha voor midden melkrijp-, 15,15 ton DS/ha voor laat melkrijp-, 18,21 ton DS/ha voor vroeg deegrijp-, 18,29 ton DS/ha voor midden deegrijp- en 22,20 ton DS/ha voor laat deegrijp stadium

4.1.3 Fracties blad-stengel-aar

In Figuur 20 worden het blad-, stengel-, en aaraandeel per oogststadium weergegeven. Uit deze grafiek kunnen het melkrijp en het deegrijp stadium mooi onderscheiden worden. Het verschil binnen het melkrijp stadium (bladaandeel: 11,8 % voor midden melkrijp- en 10,7 % voor laat melkrijp stadium, stengelaandeel: 56,2 % voor midden melkrijp- en 51,0 % voor laat melkrijp stadium, aaraandeel: 32,0 % voor midden melkrijp- en 38,3 % voor laat melkrijp stadium) en binnen het deegrijp stadium (bladaandeel: 6,5 % voor vroeg deegrijp-, 6,2 % voor midden deegrijp- en 5,9 % voor laat deegrijp stadium, stengelaandeel: 33,4 % voor vroeg deegrijp-, 32,1 % voor midden deegrijp- en 31,7 % voor laat deegrijp stadium, aaraandeel: 60,1 % voor vroeg deegrijp-, 61,7 % voor midden deegrijp- en 62,3 % voor laat deegrijp stadium) is bijna niet waar te nemen. Over het hele traject is het aaraandeel verdubbeld

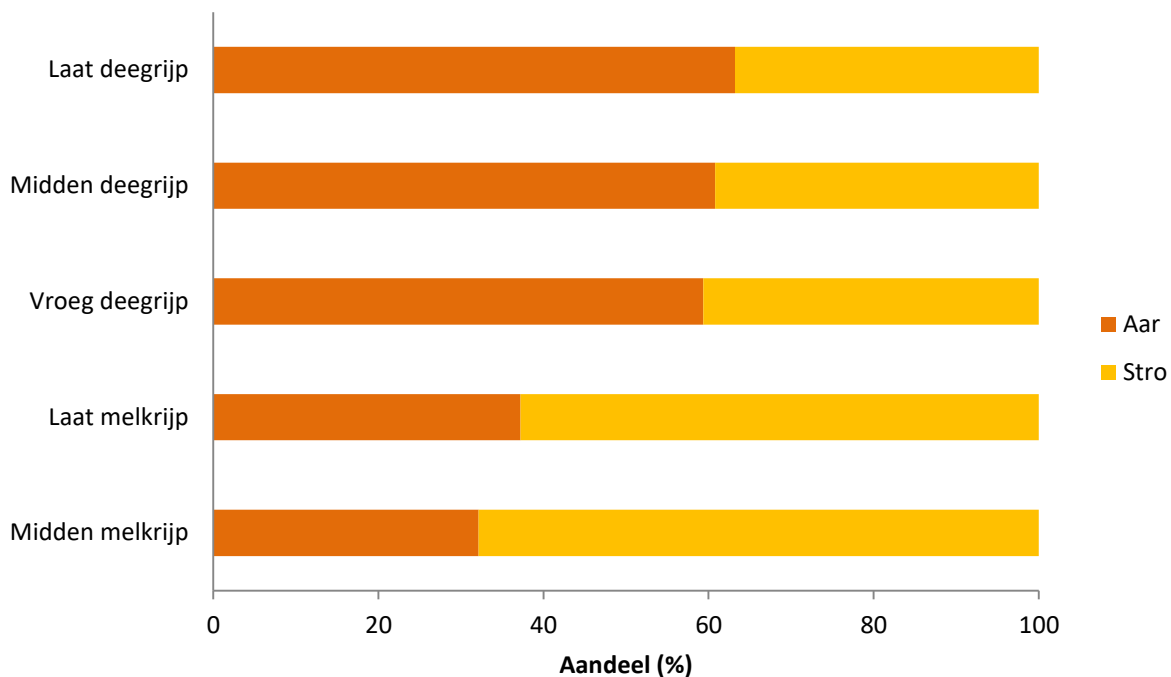
Het aaraandeel stijgt van 32,0 % in het midden melkrijp- tot 62,3 % in het laat deegrijp stadium. Binnen het deegrijp stadium is een lichte stijging van het aaraandeel waarneembaar van +2,3 %. Daarbij neemt het stengelaandeel het meest af (-1,7 %) van 33,4 % in het vroeg deegrijp- naar 31,7 % in het laat deegrijp stadium. Het bladaandeel neemt af (-0,6 %) van 6,5 % in het vroeg deegrijp- naar 5,9 % in het laat deegrijp stadium. Vanaf het vroeg deegrijp stadium vertegenwoordigt het aaraandeel meer dan 50 %.



Figuur 20: Fracties blad-stengel-aar per oogststadium uitgedrukt op DS-basis met het totale DS-percentage = 100 %

4.1.4 Verhouding stengel - aar

In Figuur 21 worden het stro- en aaraandeel over de vijf oogststadia weergegeven. Ook in deze grafiek is het onderscheid tussen melkrijp en deegrijp stadium duidelijk waarneembaar. Het stro-aandeel in het midden melkrijp en laat melkrijp stadium bedragen respectievelijk 67,9 % en 62,8 %. Daartegenover bedraagt het stro-aandeel in het vroeg, midden en laag deegrijp stadium respectievelijk: 40,6 %, 39,2 % en 36,8 %. Het aaraandeel bedraagt 32,2 % in het midden- en 37,2 % in het laat melkrijp stadium. Daartegenover bedraagt het aaraandeel 59,4 % in het vroeg deegrijp-, 60,8 % in het midden deegrijp- en 63,2 % in het laat deegrijp stadium. Binnen het melkrijp stadium is reeds een stijging van het aaraandeel van 5,0 % waar te nemen. Binnen het deegrijp stadium stijgt het aaraandeel nog 3,8 %. Vanaf het deegrijp stadium vertegenwoordigt de aar meer dan 50 %. Het aaraandeel stijgt van 32,1 % in het midden melkrijp- naar 63,2 % in het laat deegrijp stadium. Het stro-aandeel daalt van 67,9 % in het midden melkrijp- naar 36,8 % in het laat deegrijp stadium.



Figuur 21: Verhouding stengel-aar uitgedrukt op DS-basis met het totale DS-percentages = 100 %

4.2 Fenotypische eigenschappen

4.2.1 Opkomst

In Figuur 22 wordt het aantal planten per m² relatief weergegeven ten opzichte van de streefwaarde van 250 planten/m². De genotypes onder de zwarte lijn hebben dus een standdichtheid lager dan 250 planten per m² terwijl deze boven de zwarte lijn een hogere standdichtheid dan 250 planten per m² hebben. Genotype A07-24-050 dat eveneens de laagste DS-opbrengst heeft in het laat deegrijp stadium, bezit eveneens de laagste opkomst (152 planten/m²). Het genotype met de beste opkomst is Remiko met 290 planten/m².

4.2.2 Aren per vierkante meter

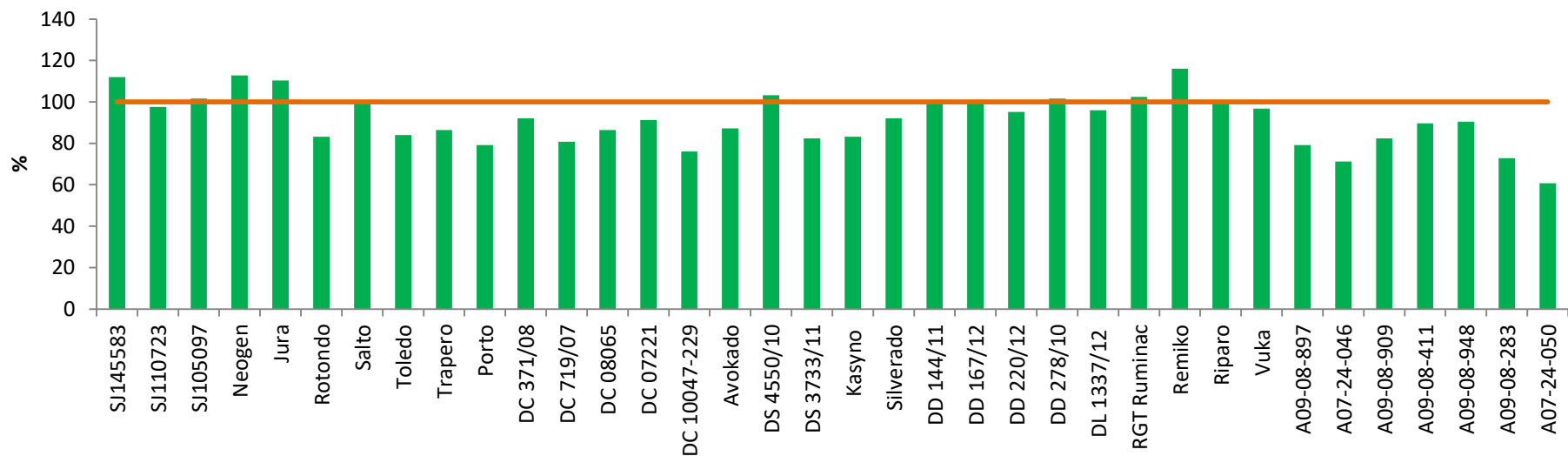
In Figuur 23 worden het aantal planten per vierkante meter weergegeven per genotype ten opzichte van een referentiewaarde volgens CIMMYT. De referentiewaarde bedraagt 600 aren per m². De genotypes onder de horizontale hebben een lager aantal aren per m² dan 600 aren/m². De genotypes die boven de horizontale scores ontwikkelden meer dan 600 aren/m². Trapero scoort het hoogst en A07-24-046 het laagst met respectievelijk: 987 aren/m² en 379 aren/m².

4.2.3 Bloei

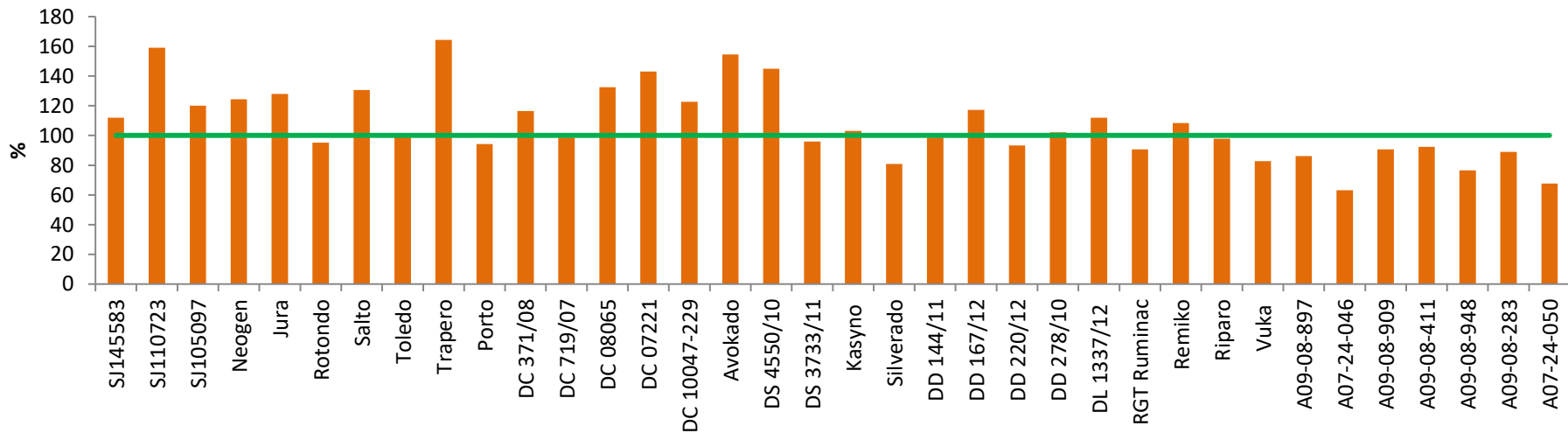
In Figuur 24 wordt de bloeidatum per genotype weergegeven. Op die manier kunnen de verschillende genotypen ingedeeld worden per bloeidatum. Genotype A07-24-046 heeft de vroegste bloeidatum (25/05/2017). Genotypes DD 167/12 en RGT Ruminac bloeiden het laatst (1/06/2017).

4.2.4 Plantlengte

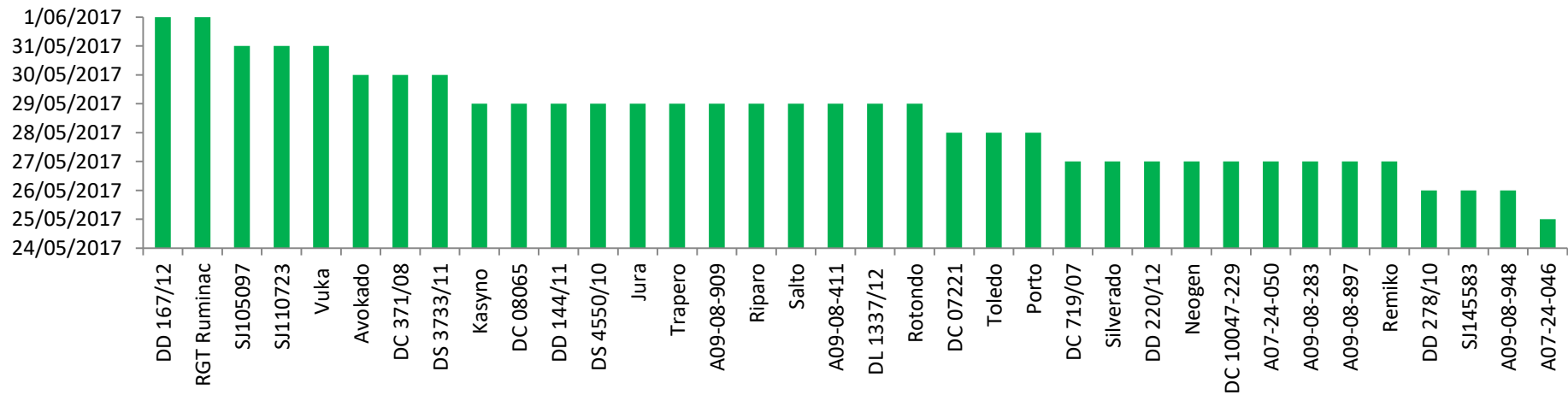
In Figuur 25 wordt de plantlengte van de 36 genotypes weergegeven. De streefwaarde bevindt zich tussen de 70 en 120 cm. Dit wordt weergegeven door de rode lijn (minimum) en de groene lijn (maximum). Wanneer het genotype zich hiertussen bevindt heeft het genotype een ideale plantlengte. Te lange planten zijn legergevoeliger. Geen enkel genotype bevindt zich onder het minimum van 70 cm.



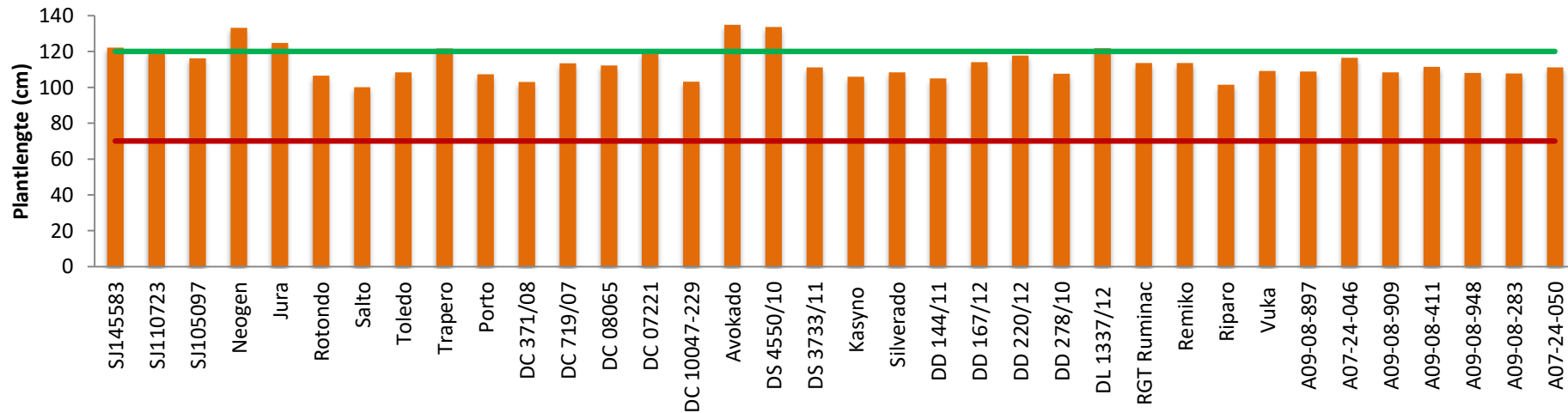
Figuur 22: Aantal planten/m² relatief ten opzichte van de referentiewaarde van 250 planten/m² volgens CIMMYT. De zwarte lijn (100 %) betekent 250 planten/m²



Figuur 23: Aren per m² van de 36 genotypes. De lijn (100 %) is de referentiewaarde van 600 aren/m² volgens CIMMYT



Figuur 24: Bloeidatum per genotype gerangschikt volgens bloeidatum



Figuur 25: De plantlengte in cm van de 36 genotypes. Rode lijn: minimum referentiewaarde van 70 cm en groene lijn: maximum referentie waarde van 120 cm volgens CIMMYT

4.2.5 Ziekten

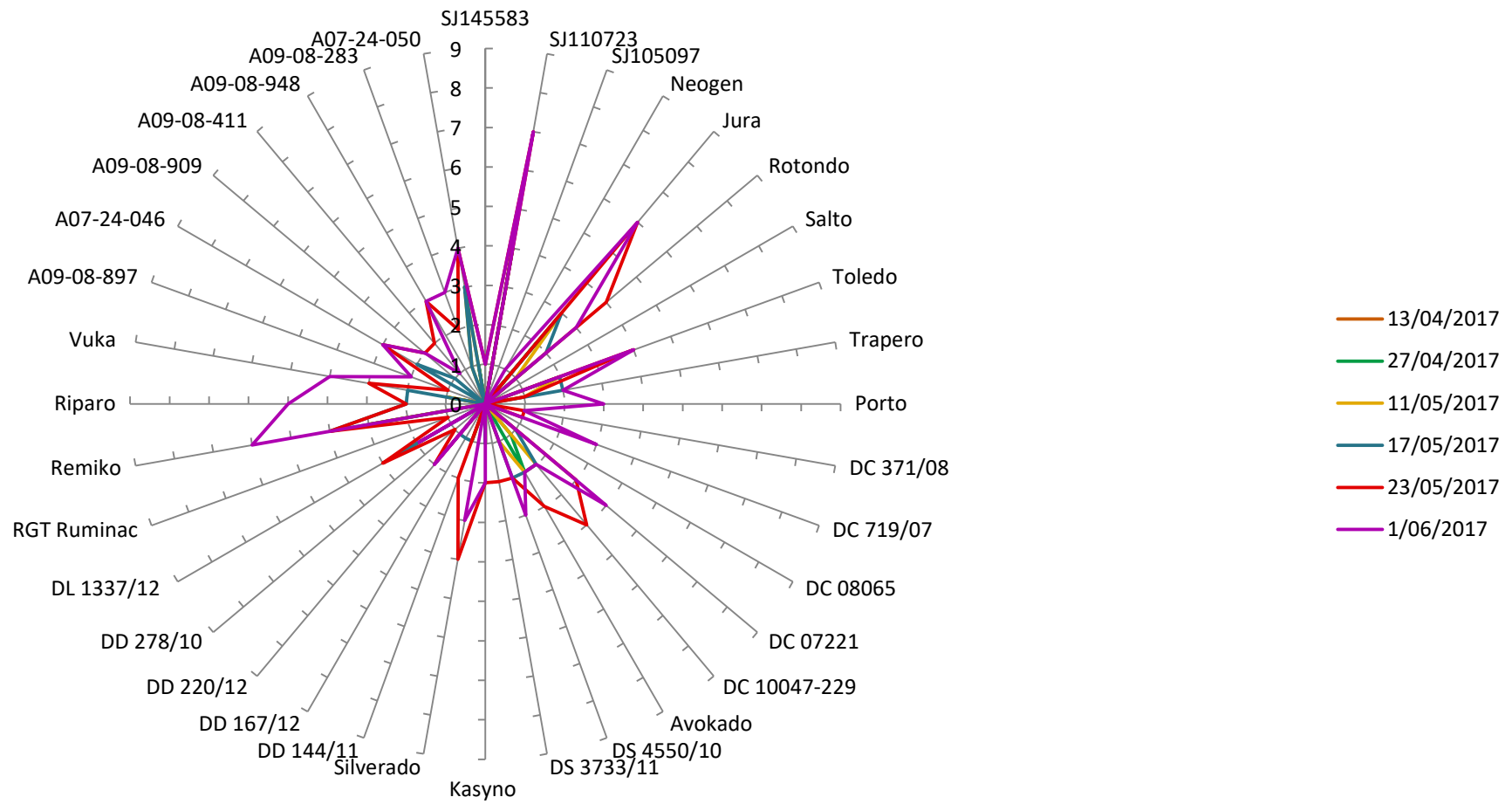
De ziekte waarnemingen worden weergegeven tot en met einde bloei (1/06/2017). Daarna werden deze veldjes behandeld met fungicide omdat de aantasting te ernstig was. De waarnemingen na de behandelingen kunnen dus niet meer gelinkt worden aan deze zonder behandeling.

In Figuur 26 wordt de ziekte waarneming van echte meeldauw over de verschillende waarnemingstijdstippen weergegeven. Een hogere score betekent een zwaardere aantasting. Meeldauw komt tijdens de eerste drie waarnemingen weinig voor, uitsluitend bij enkele genotypes. De genotypes SJ110723 en Jura vertoonden meeldauw tijdens de eerste waarneming op 13/04/2017. Op het moment van de tweede waarneming op 27/04/2017 waren naast deze genotypes ook de genotypes DC 10047-229, Avokado en A07-24-050 aangetast met meeldauw. Vanaf 17/05/2017 komt bij de meerderheid van de genotypes meeldauw voor. Enkel de genotypes SJ145583, SJ105097, Neogen, Salto, Porto, DC 371/08, DC 719/07, DC 08065, DS 3733/11, Silverado, DD 278/10, RGT Ruminac, A09-08-897, A09-08-411 en A09-08-948 waren vrij van meeldauw op het moment van de waarneming op 17/05/2017. Op 1/06/2017 zijn de meeste genotypes aangetast door meeldauw, enkel de genotypes SJ105097, Salto, DC 08065, DS 3733/11, DD 144/11, DD 167/12, DD 278/10 en RGT Ruminac vertonen geen ziekteverschijnselen. Uit Figuur 26 is af te leiden dat de genotypes SJ110723 (score 7), Jura (score 6), Riparo (score 5) en remiko (score 6) de grootste pieken in aantasting vertonen. De meeste pieken komen voor op 23/05/2017 en 1/06/2017. Bij de meeste genotypes is op 23/05/2017 de aar volledig zichtbaar en op 1/06/2017 is de bloei bij de meeste genotypes reeds ten einde.

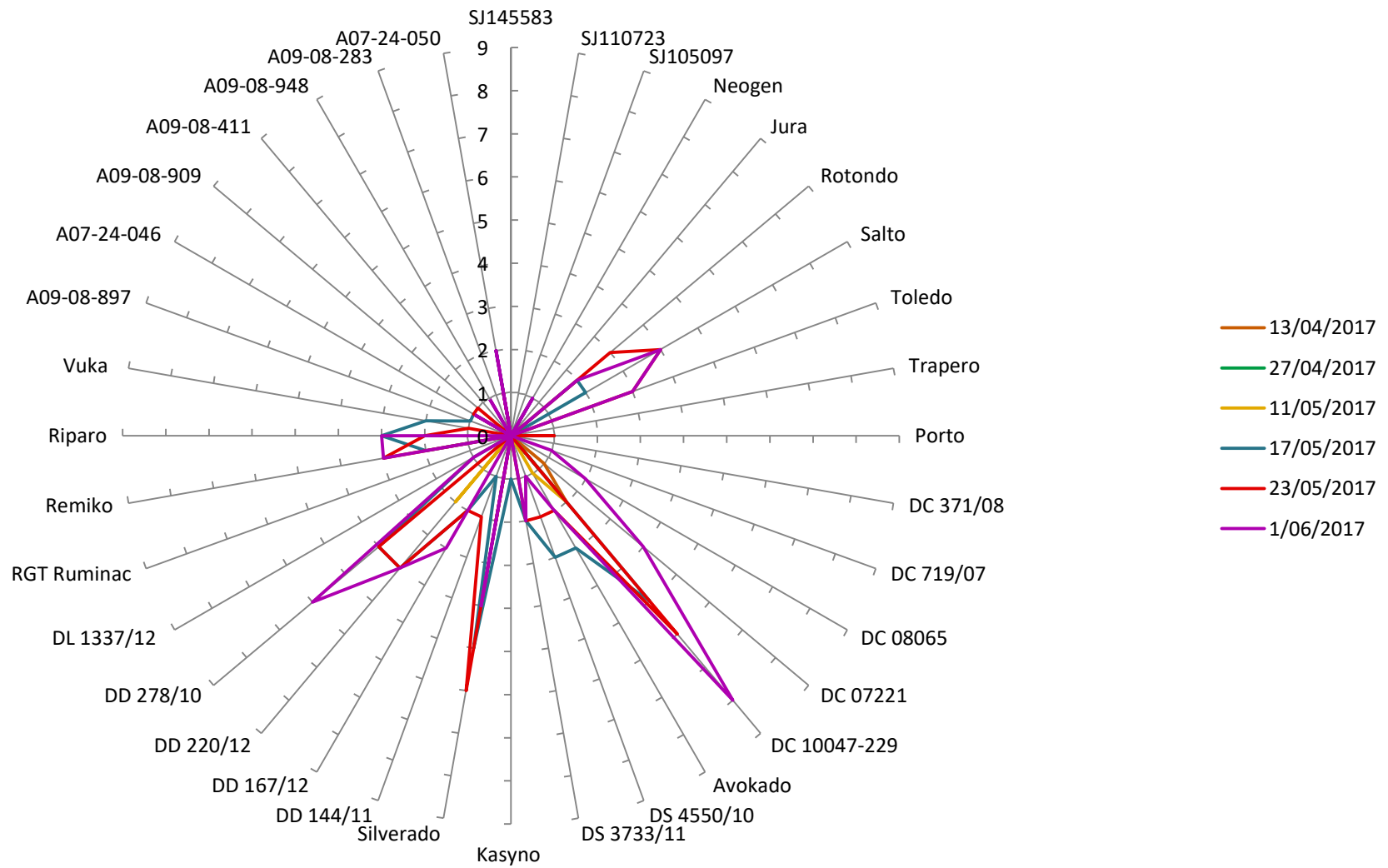
In Figuur 27 worden de ziekte waarnemingen van gele roest over de verschillende waarnemingstijdstippen per genotype weergegeven. Ook gele roest komt de eerste drie waarnemingen weinig voor. Bij de eerste waarneming (13/04/2017) zijn de genotypes DC 07221 en DC 10047-229 aangetast door gele roest. Bij de tweede waarneming (27/04/2017) zijn de ziekteverschijnselen enkel nog te zien bij het genotype DC 10047-229. Bij de derde waarneming zijn de genotypes DC 10047-229, Avokado, Silverado en DD 220/12 aangetast. Vanaf 17/05/2017 komen bij de meeste genotypes gele roest voor, enkel de genotypes SJ145583, SJ110723, SJ105097, Jura, Toledo, Trapero, Porto, DC 371/08, DC 719/07, DC 08065, DC 07221, RGT Ruminac, A09-08-909, A09-08-411, A 09-08-948 en A09-08-283 zijn vrij van gele roest. Op 1/06/2017 komen nog steeds genotypes voor die niet aangetast zijn door gele roest. Op 1/06/2017 zijn de niet aangetaste genotypes: SJ145583, SJ110723, SJ105097, Jura, Trapero, Porto, DC 371/08, Kasyno, DD 144/11, RGT Ruminac, Vuka, A09-08-897, A09-08-909, A09-08-411 en A09-08-283. Uit Figuur 27 kan afgeleid worden dat de genotypes Salto (score 4), DC 07221 (score 4), DC 10047-229 (score 8), Silverado (score 6), DD 220/12 (score 4) en DD 278/10 (score 6) de zwaarste pieken vertonen. De pieken zijn terug te vinden op 23/05/2017 en 1/06/2017.

In Figuur 28 worden de ziekte waarnemingen van septoria over de verschillende waarnemingstijdstippen weergegeven. De aantasting van septoria wordt vroeger bij meerdere genotypes (27/04/2017) waargenomen dan roest en meeldauw. Bij de eerste waarneming zijn de genotypes SJ145583, DS 3733/11, RGT Ruminac en Riparo reeds aangetast met septoria. Bij de tweede waarneming op 27/07/2017 zijn slechts 10 genotypes vrij van septoria, namelijk: SJ105097, Neogen, Salto, Toledo, Porto, Kasyno, RGT Ruminac, A07-24-

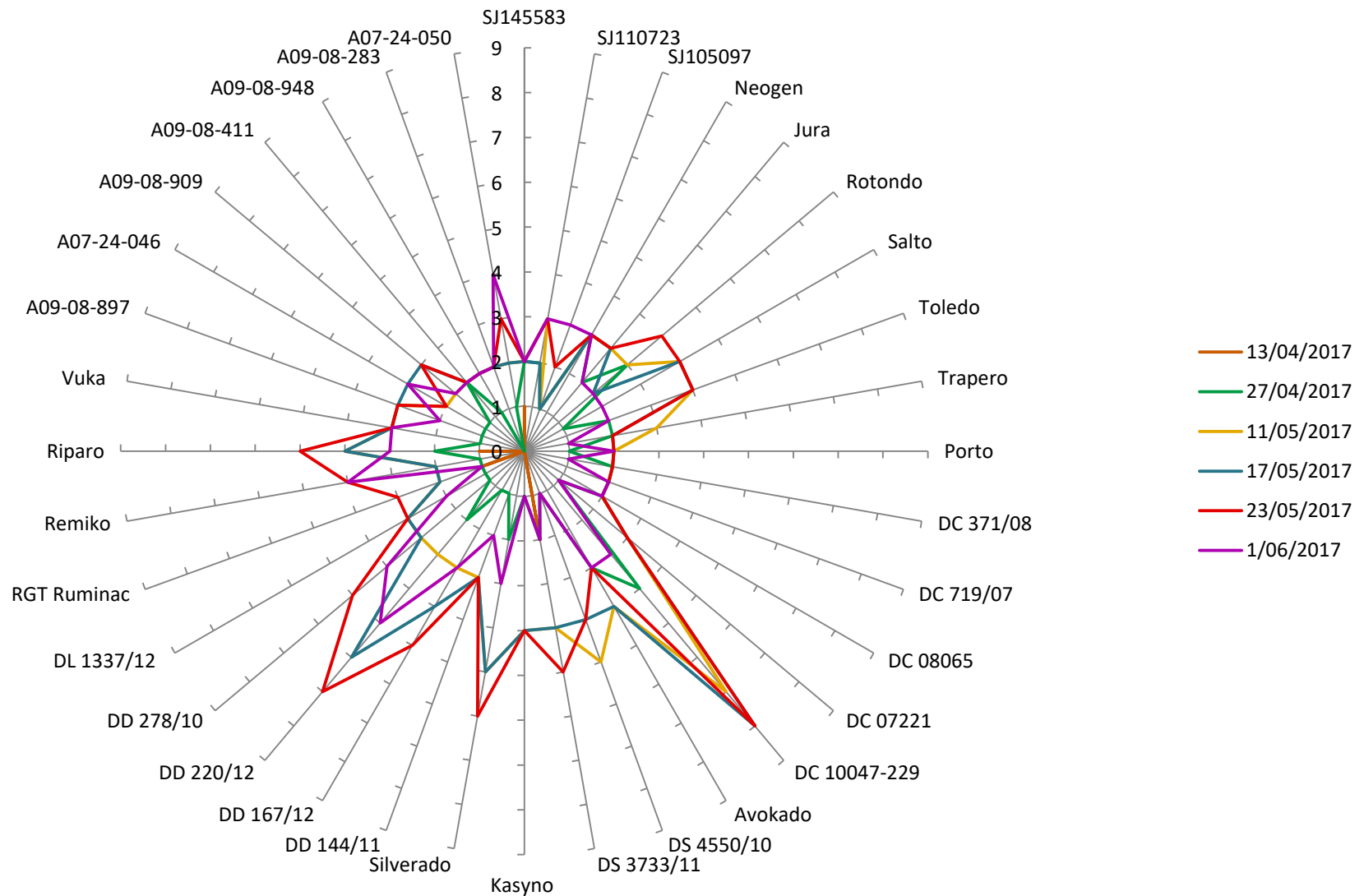
046, A09-08-283 en A07-24-050. Bij de derde waarneming (11/05/2017) is enkel het genotype A09-08-283 vrij van septoria. Vanaf 17/05/2017 zijn alle genotypes aangetast. De grootste aantasting op 1/06/2017 is bij het genotype DC 10047-229 met een waarnemingsscore van 8 waargenomen. Daarnaast vertonen de genotypes DS 4550/10 (score 5), DS 3733/11 (score 5), Silverado (score 6), DD 167/12 (score 5), DD 220/12 (score 7), DD 278/10 (score 5) en Riparo (score 5) de zwaarste pieken. Bij het ziektebeeld van septoria zijn de grootste pieken waar te nemen op 11/05/2017, 17/05/2017 en 23/05/2017 en niet meer op 23/05/2017 en 1/06/2017 zoals bij gele roest en echte meeldauw wel het geval was. Geen enkel genotype blijft vrij van septoria maar de genotypes Porto, DC 371/08, DC 719/07, DC 08065, A09-08-411, A09-08-948, A09-08-283 en SJ145583 gaan niet boven een aantastingsgraad van 2.



Figuur 26: Ziektebeoordeling van meeldauw per waarnemingsdatum op een schaal van 0-9 waarbij 0 = geen aantasting en 9 = zware aantasting



Figuur 27: Ziektebeoordeling van roest per waarnemingsdatum op een schaal van 0-9 waarbij 0 = geen aantasting en 9 = zware aantasting



Figuur 28: Ziektebeoordeling van bladvlekkenziekte per waarnemingsdatum op een schaal van 0-9 waarbij 0 = geen aantasting en 9 = zware aantasting

4.3 Relatie tussen de genotypes op basis van de opbrengstparameter

In Figuur 29 is te zien welke genotypes samenclusteren (rode kaders) en dus gelijklopende resultaten vertonen, gebaseerd op de opbrengstparameters (vers- en drooggewicht volledige plant, DS %, DS-opbrengst, vers- en droog gewicht van stengel, blad en aar, fracties stengel-blad-aar, vers- en droog gewicht van stro en aar, fracties stro en aar). De genotypes Avokado, DS 3733/11, Toledo en Silverado splitsen zich als eerste af van de andere genotypes. Daarbij verschilt Avokado het meest van de andere genotypes. Het genotype Avokado vertoont zeer wisselvallige resultaten. Voor de opkomst scoorde dit genotype onder de streefwaarde van 250 planten/m² met een opkomst van 218 planten/m². Voor het aantal aren/m² scoorde dit genotype dan wel sterk boven de streefwaarde van 600 aren/m² (928 aren/m²). De plantlengte van het genotype Avokado was boven de streefwaarde (120 cm) volgens CIMMYT, namelijk 135 cm. Bij de ziekte waarnemingen heeft Avokado als hoogste score 3 voor meeldauw en roest en score 4 voor septoria. Voor het DS% scoorde Avokado tijdens de eerste 4 oogststadia boven het gemiddelde. In het laat deegrijp stadium scoorde het genotype 2,6 % onder het gemiddelde van 62,5 % DS. De DS-opbrengst in ton/ha vertoonde voor Avokado een zeer variabel verloop ten opzichte van de gemiddelde DS-opbrengst per groeistadium. Tijdens het midden melkrijp stadium was de DS-opbrengst gelijk aan het gemiddelde van 13,75 ton/ha. Tijdens het laat melkrijp en het midden deegrijp stadium scoorde dit genotype boven het gemiddelde van alle genotypes. Tijdens het vroeg deegrijp en laat deegrijp stadium scoorde het genotype dan weer onder het gemiddelde van alle genotypes in dat groeistadium. De hoogste DS-opbrengst van Avokado werd dan ook behaald in het midden deegrijp stadium met 19,40 ton/ha. In het laat deegrijp stadium bedraagt de DS-opbrengst nog 18,73 ton/ha.

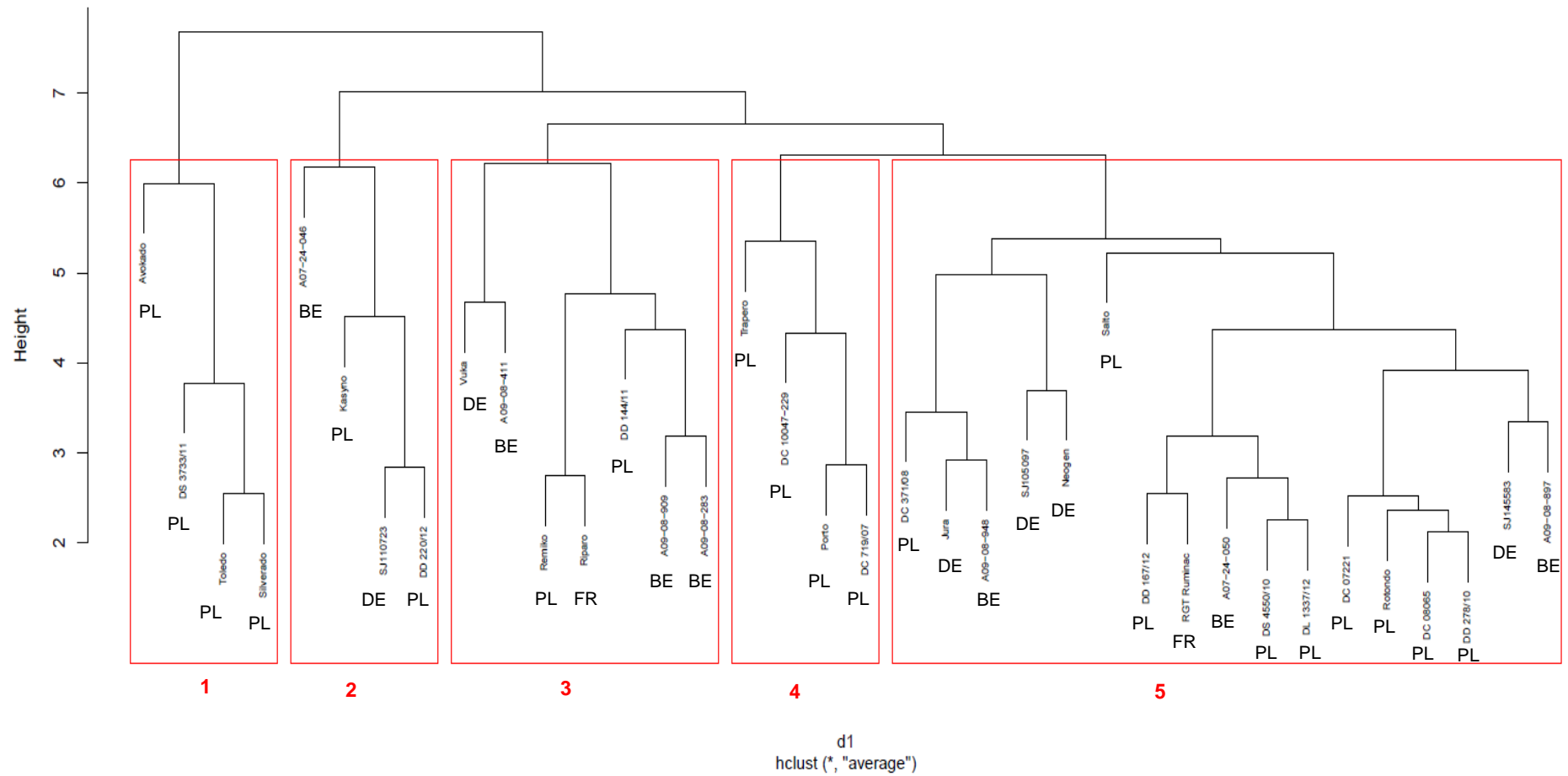
Het genotype DS 3733/11 verschilt als tweede het meest van de andere genotypes. Dit genotype scoort zoals Avokado met 206 planten/m² onder de streefwaarde van 250 planten/m² voor de opkomst. In tegenstelling tot Avokado heeft DS 3733/11 minder aren/m² (576 aren/m²) ten opzichte van de streefwaarde van 600 aren/m². De plantlengte (111 cm) bevindt zich tussen de minimum (70 cm) en maximum lengte (120 cm). Het genotype werd licht aangetast door roest en meeldauw met voor beide ziektes een maximum score voor de aantastingsgraad van 2. De maximum beoordelingsscore voor bladvlekkenziekte was 5. Het DS% van DS 3733/11 stijgt sneller als de gemiddelde DS % van het gemiddelde van de genotypes per oogststadium (1,7 % voor midden melkrijp, 0,6 % voor laat melkrijp, 3,5 % voor vroeg deegrijp, 10,3 % voor midden deegrijp en 17,6 % voor laat deegrijp). Het DS % bevindt zich dus steeds boven het gemiddelde. Het hoogste DS % werd waargenomen in het laat deegrijp stadium, namelijk 80,1 %. Dit is eveneens het hoogste DS % van alle genotypes binnen dit stadium. De DS-opbrengst per hectare bevindt zich in de laatste vier stadia onder het gemiddelde van de genotypes. Enkel in het midden melkrijp stadium ligt de DS-opbrengst (13,82 ton DS/ha) boven het gemiddelde van de genotypes. De maximale DS-opbrengst wordt bereikt in het laat deegrijp stadium met 20,03 ton/ha.

Daarnaast clusteren de genotypes A07-24-046, Kasyno, SJ110723 en DD 220/12 samen. Het genotype A07-24-046 zondert zich ook af van de andere genotypes met een vrij vroege vertakking. Dit genotype had een lage opkomst van 178 planten/m². Ook het aantal aren/m² was laag, namelijk 379 aren/m². De plantlengte van 117 cm ligt binnen de streefzone van 70-

120 cm. Dit genotype scoorde goed bij alle drie de ziekte waarnemingen. De hoogste beoordelingsscore was voor meeldauw en bladvlekkenziekte met 3. Voor roest scoorde het genotype niet hoger dan 1. Het DS % lag in het midden melkrijp stadium op het gemiddelde van alle genotypes van 28,6 %. Voor het laat melkrijp en vroeg deegrijp stadium scoorde het genotype onder het gemiddelde van alle genotypes. Vanaf midden deegrijp tot laat deegrijp scoorde het boven het gemiddelde DS % van alle genotypes. De maximum behaalde DS % van dit genotype is 67,1 % in het laat deegrijp stadium. De DS-opbrengst ligt voor de eerste vier stadia onder het gemiddelde van alle genotypes en tijdens het laat deegrijp stadium boven het gemiddelde met een DS-opbrengst van 24,44 ton/ha.

Vervolgens clusteren de genotypes Vuka, A09-08-411, Remiko, Riparo, DD 144/11, A09-08-909 en A09-08-283 samen, waarbij Vuka en A09-08-411 zich eerst afsplitsen van de andere 5 genotypes. De genotypes Trapero, DC 10047-229, Porto en DC 719-07 clusteren eveneens samen, waarbij Trapero zich eerst afsplitst van de andere 3 genotypes. Al laatste clusteren de genotypes DC 371/08, Jura, A09-08-948, SJ105097, Neogen, Salto, DD 167-12, RGT Ruminac, A07-24-050, DS 4550/10, DL 1337/12, DC 07221, Rotondo, DC 08065, DD 278/10, SJ14583 en A09-08-897 samen.

De genotypes zijn afkomstig uit vier landen, namelijk: Frankrijk, Denemarken Polen of België. In de eerste en de vierde groep bevinden zich enkel Poolse genotypes. De andere drie groepen bevatten genotypes van verschillende oorsprongen. In groep drie bevinden de Belgische genotypes A09-08-909 en A09-08-283 zich op dezelfde hoogte. In de vijfde en grootste groep bevinden de Deense genotypes SJ105097 en Neogen, de Poolse genotypes DS 4550/10 en DL 1337/12 en de vier Poolse genotypes DC 07221, Rotondo, DC 08065 en DD 278/10 zich binnen dezelfde vertakking. In drie vertakkingen clusteren een Deens en een Belgische genotype samen, namelijk: Vuka (DE) en A09-08-411 (BE), Jura (DE) en A09-08-948 (BE) en SJ14583 (DE) en A09-08-897 (BE). In twee vertakkingen clusteren een Frans en een Pools genotype samen, namelijk: Remiko (PL) en Riparo (FR) en DD 167/12 (PL) en RGT Ruminac (FR). Het Deens genotype SJ110723 en het Pools genotype DD 220/12 bevinden zich op dezelfde vertakking.



Figuur 29: Cluster dendrogram van de 36 genotypes op basis van de oogstwaarnemingen (oogstdatum, oogststadium = laat deegrijp stadium voor alle genotypes, totaal vers gewicht per plot in kg, totaal DS gewicht per plot in kg, DS/ha/ton, DS gehalte, resultaten stalen fracties blad-stengel-aar en resultaten stalen aaraandeel) met hun bijbehorende oorsprong (PL = Polen, FR = Frankrijk, BE = België en DE = Denemarken). De vertakkingen geven aan welke genotypes bij elkaar clusteren. Hoe hoger de vertakking hoe meer het genotype afwijkt.

5 Bespreking

Uit de resultaten van het DS % is af te leiden dat het gemiddeld DS % van de 36 genotypes toeneemt met de afrijping van de korrel tussen het midden melkrijp en laat deegrijp stadium. De grootste stijging bevindt zich tussen het laat melkrijp en vroeg deegrijp stadium (+19,6 %). Ook de gemiddelde DS-opbrengst van de 36 genotypes neemt toe tussen het midden melkrijp en laat deegrijp stadium. Hierbij bevindt de grootste stijging zich tussen het midden deegrijp en laat deegrijp stadium (+3,91 ton DS/ha ten opzichte van: +1,40 ton DS/ha tussen midden melkrijp- en laat melkrijp stadium, +3,06 ton DS/ha tussen laat melkrijp- en vroeg deegrijp stadium, +0,08 ton DS/ha tussen vroeg deegrijp- en midden deegrijp stadium). Het genotype met het hoogste DS % is verschillend per oogststadia, namelijk: SJ145583 (31,6 % DS) in het midden melkrijp-, DD 144/11 (36,8 % DS) in het laat melkrijp-, Jura (57,2 % DS) in het vroeg deegrijp-, DS 3722/11 in het midden- en laat deegrijp stadium (respectievelijk: 66,2 % en 80,1 % DS). Ook het genotype met het laagste DS % is verschillend per oogststadia, namelijk: DC 371/08 in midden melkrijp-, laat melkrijp- en midden deegrijp stadia (respectievelijk: 25,5 %, 26,2 % en 44,8 % DS), RGT Ruminac (44,8 % DS) in het vroeg deegrijp- en A07-24-050 (52,0 % DS) in het laat deegrijp stadium. De standaardafwijking bedraagt in het midden melkrijp-, laat melkrijp-, vroeg deegrijp-, midden deegrijp- en laat deegrijp stadium respectievelijk: 1,6 %, 2,2 %, 3,3 %, 3,9 % en 6,1 %. De grootste spreiding is te zien in het laat deegrijp stadium met waarden van 52,0 % - 80,1 % DS. De toename in % DS/°C verschilt tussen de genotypes met waarden tussen 1,09 % (A07-24-050) en 2,76 % DS/°C (A07-24-046). Dit wijst erop dat de toename in % DS/°C rasafhankelijk is.

Volgens Dasselaar *et al.* (2000) is het beste stadium om GPS triticale te oogsten het vroeg deegrijp stadium waarbij het DS % ongeveer 40 % bedraagt. In dit onderzoek lag het gemiddelde DS % van de 36 genotypes in het vroeg deegrijp stadium gemiddeld al hoger dan 40 %, namelijk 49,9 % DS. Het DS % is afhankelijk van het genotype. Het DS % dat hier wordt gebruikt is bovendien een gemiddelde, dus sommige genotypes scoren lager, andere hoger. Het DS % ligt in het vroeg deegrijp stadium tussen 44,8 % (RGT Ruminac) en 57,2 % (Jura). Elk genotype heeft in het vroeg deegrijp stadium een DS % hoger dan 40 %. Juni 2017 was een warme maand, de afrijping zal vermoedelijk sneller verlopen zijn. De verschillende stadia worden, zoals vermeld in materiaal en methoden, bepaald volgens Pask *et al.* (2012) met de schaal van Zadoks. Dasselaar *et al.* (2000) vermeld niet volgens welke schaal wordt gewerkt. Het is dus niet zeker dat dezelfde methode werd gebruikt. Het stadium wordt in dit onderzoek steeds door dezelfde waarneemster vastgelegd. Bij dit resultaat moet rekening gehouden worden dat dit aspect subjectief wordt bepaald. In de proefhoeve Bottelare wordt GPS triticale geoogst in het laat deegrijp stadium. Op dat moment bedraagt het gemiddeld DS %, 62,5 % DS en de gemiddelde DS-opbrengst, 22,20 ton DS/ha. Volgens Pask *et al.* (2012) bedraagt het vochtgehalte in het vroeg deegrijp stadium 45 % en in het midden deegrijp stadium 30 %. Het DS % bedraagt dus volgens Pask *et al.* (2012) 55 % in het vroeg deegrijp stadium en 70 % in het midden deegrijp stadium. Wanneer met dit onderzoek wordt vergeleken liggen de DS % zowel voor vroeg- als midden deegrijp stadium onder deze waarden, namelijk 49,9 % t.o.v. 55 % DS voor vroeg deegrijp- en 55,9 % t.o.v. 70 % DS voor midden deegrijp stadium. Hierbij moet rekening gehouden worden dat Pask *et al.* (2012) met tarwe gewerkt heeft i.p.v. met triticale. Volgens een onderzoek van het Louis Bolk

Instituut (Tabel 20) waarin triticale rassen worden uitgezaaid voor GPS triticale is te zien dat het gemiddeld DS % van de rassen 39,8 % bedraagt (= (45 % + 38 % + 35 % + 42 % + 39 %)/5) (van Eekeren *et al.*, 2000). Het is moeilijk deze waarden te vergelijken aangezien in het onderzoek van het Louis Bolk Instituut het ontwikkelingsstadium op het moment van oogst niet wordt weergegeven enkel de datum waarop werd geoogst. Naargelang de oogstdatum en het DS % zou kunnen verondersteld worden dat de oogst plaats vond in het vroeg deegrijp stadium aangezien het DS % rond de 40 % ligt zoals bij Dasselaar *et al.* (2000).

Tabel 20: GPS-opbrengst (ton DS/ha) en het droge stofpercentage (%) van verschillende triticale rassen. 1) Opbrengstbepaling Vught 7 juli, Markelo en Maarsbergen 29 juni en 2) plus halmversteviger (van Eekeren *et al.*, 2000)

Demo ¹⁾	Bemesting		Trimaran	Binova	Lupus	Caio	Arc en Ciel	Eldorado	Focus
	RDM	N uit KAS	t ds/ha	t ds/ha	t ds/ha	t ds/ha	t ds /ha	t ds/ha	t ds/ha
Vught	-	30 kg	7,0 (49%)	10,4 (37%)	8,2 (36%)	6,4 (49%)	7,2 (41%)	-	-
	30 m ³	30 kg	7,2 (47%)	10,1 (37%)	8,5 (35%)	8,3 (39%)	8,6 (40%)	-	-
	30 m ³	30+60 kg	7,6 (47%)	13,0 (37%)	10,5 (36%)	8,4 (40%)	9,4 (42%)	-	-
Markelo	25 m ³	81 kg	6,8 (44%)	8,3 (40%)	8,8 (36%)	8,1 (42%)	8,6 (38%)	-	-
	25 m ³	81+41 kg ²⁾	7,2 (38%)	9,0 (37%)	8,9 (33%)	8,3 (41%)	9,1 (36%)	-	-
Maarsbergen	30 m ³	50 kg	-	10,0 (37%)	8,1 (34%)	8,0 (38%)	-	7,1 (36%)	8,4 (39%)
Gemiddelde			7,2 (45%)	10,1 (38%)	8,8 (35%)	7,9 (42%)	8,6 (39%)	-	-

Volgens van den pol van Dasselaar & Boomaerts (2000) levert GPS triticale op vochthoudende zandgronden 10-11 ton DS/ha op wanneer geoogst wordt tijdens vroeg deegrijp stadium. Ook vermeld van den Pol van Dasselaar & Boomaerts (2000) dat onder goede groeiomstandigheden triticale in staat is opbrengsten te halen boven 12-14 ton DS/ha. In dit onderzoek was de gemiddelde DS-opbrengst in het vroeg deegrijp stadium 18,21 ton DS/ha. Deze opbrengst ligt dus heel wat hoger. De bron waarmee vergeleken wordt dateert van 18 jaar geleden waardoor de resultaten verouderd kunnen zijn. Volgens Haesaert *et al.* (2002) bevindt de DS-opbrengst van GPS-triticale zich tussen 10 en 20 ton DS/ha wanneer het gewas geoogst wordt in het laat deegrijp stadium. In dit onderzoek bedraagt de DS-opbrengst in het laat deegrijp stadium gemiddeld 22,20 ton DS/ha. Dit ligt iets hoger, maar zoals in de literatuur vermeld is, is de DS-opbrengst afhankelijk van het groeiseizoen, locatie, genotype en de evolutie in plantenveredeling (Haesaert *et al.*, 2002). De DS-opbrengst en het DS % zouden een kleine positieve correlatie vertonen (0,315) (Tabel 21). Het genotype DS 3733/11 heeft het grootste DS % in het laat deegrijp stadium maar scoort ligt onder de gemiddelde DS-opbrengst van 22,20 ton DS/ha, met 20,03 ton DS/ha. Het genotype scoort wel onder het gemiddelde, maar een opbrengst van 20 ton DS/ha is zeker niet slecht. Het genotype DC 371/08 behaalt de hoogste DS-opbrengst van 26,78 ton DS/ha in het laat deegrijp stadium. Het DS % van dit genotype is 52,9 % en is daarbij het tweede laagste ten opzichte van de andere genotypes binnen het laat deegrijp stadium. Een hoge biomassa-opbrengst samen met een lager DS % is mogelijks een goede combinatie voor GPS. De laagste DS-opbrengst wordt behaald door het genotype A07-24-050 met 17,08 ton DS/ha. Dit genotype heeft ook de laagste DS %, in het laat deegrijp stadium, van 52,0 % DS.

A07-24-050 had eveneens de laagste opkomst (152 planten/m²). Het laagste aantal aren per vierkante meter (379) werd bereikt voor het genotype A07-24-046, maar het genotype A07-24-050 scoorde eveneens laag ten opzichte van de referentiewaarde van 600 aren/m² volgens CIMMYT, met 405 aren/m². A07-24-050 stond in bloei op 27/05/2017 en werd in het laat deegrijp stadium geoogst op 6/07/2017 (40 dagen verschil). De plantlengte van dit

genotype bevond zich wel tussen de referentiewaarden van 70-120 cm volgens CIMMYT, namelijk: 111 cm. Het genotype was van 17/05/2017 tot 1/06/2017 tamelijk aangetast door echte meeldauw met een score van 3 tot 4 op een schaal van 9. Ten opzichte van de andere genotypes werd A07-24-050 weinig aangetast door gele roest met een maximumscore van 2. Het genotype werd wel tamelijk aangetast door bladvlekkenziekte met een maximumscore van 4. Ten opzichte van de andere genotypes heeft A07-24-050 gemiddelde scores voor de ziekteaanemingen, waardoor dit niet rechtstreeks kan gelinkt worden aan de lagere DS-opbrengst. De lage opkomst, aren/m² en de lengte van de korrelvulling zullen een groter effect hebben uitgeoefend.

Het onderzoek heeft geen herhalingen en gebeurde in 1 groeiseizoen waardoor conclusies met betrekking tot de prestaties van de 36 genotypes kritisch moeten beoordeeld worden. De cluster dendrogram maakt wel duidelijk welke genotypes gelijkaardige opbrengstparameters vertonen. 21 van de 36 genotypes (58 %) zijn afkomstig uit Polen. In twee groepen komen enkel Poolse genotypes voor. Hieruit kan niet direct besloten worden dat deze gaan samen clusteren naargelang de oorsprong aangezien meer dan 50 % van de genotypes Pools zijn. Het is dus logisch dat veel Poolse rassen in dezelfde vertakking voorkomen. Het Poolse genotype Avokado splitst het eerst af waardoor de resultaten van dit genotype het meest afwijken van de andere genotypes. Dit genotype wijkt als enige af van het verloop van de DS-opbrengst (Figuur 19), met een dalende DS-opbrengst tussen het midden deegrijp- en laat deegrijp stadium. Dit is vermoedelijk te wijten aan een weegfout. Ook het genotype A07-24-046 splitst zich snel af van de andere genotypes. Dit Belgische genotype kende een trage ontwikkeling ten opzichte van de andere genotypes. Het genotype scoort tussen het midden melkrijp en midden deegrijp stadium voor DS-opbrengst onder het gemiddelde van de 36 genotypes. In het laat deegrijp stadium scoort het genotype dan plots 2,24 ton DS/ha (of 10,09 %) boven het gemiddelde van 22,20 ton DS/ha. A07-24-046 komt als enige genotype in bloei op 25/05/2017. De eerste oogstdatum (midden melkrijp stadium) vond plaats op 7/06/2017 voor alle genotypes waardoor dit genotype een langere periode van korrelvulling had van bloei tot midden deegrijp stadium. De oogstdatum voor het laat deegrijp stadium was verschillend voor de 36 genotypes. A07-24-046 werd geoogst in het laat deegrijp stadium op 13/07/2017 (49 dagen vanaf bloei tot oogst laat deegrijp stadium), wat de laatste oogstdatum is. Dit genotype heeft een langere periode van korrelzetting ten opzichte van de andere genotypes waardoor het in staat was toch meer ton DS/ha te produceren dan het gemiddelde van de 36 genotypes. A07-24-046 heeft ook de grootste toename % DS/°C over het hele traject (2,76 % DS/°C) met de grootste toename tussen vroeg en midden melkrijp stadium (1,37 % DS/°C).

In de literatuur werd reeds vermeld dat het toedienen van een groeiregulator negatieve gevolgen teweegbracht op de DS-opbrengst en daardoor ook op de verteerbaarheid en de VEM waarde (Haesaert *et al.*, 2002). Langere variëteiten zullen resulteren in meer biomassa. Volgens CIMMYT vertoont plantlengte een sterke correlatie met de stengellengte, koolhydraatopslagcapaciteit en Harvest Index (HI). Een langere stengel kan het oogsten met een maaidorser vergemakkelijken, maar verhoogt het risico op legering waardoor de HI kan dalen (Pask *et al.*, 2012). In dit onderzoek zijn de rassen die een plantlengte hebben hoger dan 120 cm: SJ145583, Neogen, Jura, Avokado en DS 4550/10.

Avokado heeft de hoogste plantlengte (135 cm). Het heeft een laag DS % (59,9 % DS) en DS-opbrengst (18,73 ton DS/ha) ten opzichte van de andere genotypes. De opkomst is laag (218 planten/m²) en het aantal aren per m² is hoog (928 aren/m²) ten opzichte van de

referentiewaarden volgens CIMMYT. Aangezien het hoog aantal aren/m² kan afgeleid worden dat Avokado een sterk uitstoelingsvermogen bezit. Avokado scoort maximum 3 voor meeldauw en roest en 4 voor bladvlekkenziekte. Het genotype werd dus aangetast door alle drie de schimmels.

DS 4550/10 heeft de tweede hoogste plantlengte (134 cm). Het haalde een gemiddeld DS % (62,9 % DS) en DS-opbrengst (22,37 ton DS/ha) ten opzichte van de andere genotypes. De DS-opbrengst is hoog ten opzichte van de literatuur. De opkomst en het aantal aren per m² zijn eveneens goed met respectievelijk: 258 planten/m² en 869 aren/m². De opkomst ligt dicht bij de referentiewaarde van 250 planten/m² terwijl het aantal aren/m² wel goed boven de referentiewaarde van 600 aren/m² ligt. Dit kan erop wijzen dat DS 4550/10 een goed uitstoelingsvermogen heeft. Voor de ziektebeoordeling scoort dit genotype maximum 3 voor meeldauw en gele roest en 5 voor bladvlekkenziekte. Ten opzichte van de andere genotypes scoort DS 4550/10 naar de hoge kant voor bladvlekkenziekte.

Neogen heeft de derde hoogste plantlengte (133 cm) en haalt een DS % van 57,7 % DS en een DS-opbrengst van 25,24 ton DS/ha in het laat deegrijp stadium. Dit is een hoge opbrengst en een laag DS % ten opzichte van de andere genotypes. De opkomst en het aantal aren per m² scoort goed met respectievelijk 282 planten/m² en 747 aren/m². Het genotype bloeit op 27/05/2017 en is niet gevoelig voor meeldauw en gele roest. Ten opzichte van de andere genotypes is Neogen minder gevoelig aan bladvlekkenziekte met een maximum score van 3.

SJ145583 heeft een hoog DS % van 63,8 % DS en een hoge DS-opbrengst van 25,90 ton DS/ha (derde hoogste) terwijl de toename in % DS/°C onder het gemiddelde (1,84 % DS/°C) van de 36 genotypes lag met 1,70 % DS/°C. De opkomst en aren per m² liggen boven het gemiddelde van de 36 genotypes met respectievelijk: 280 planten/m² en 672 aren/m². De bloei vond vroeg plaats op 26/05/2017. Het genotype was ook weinig gevoelig voor meeldauw, gele roest en bladvlekkenziekte.

Jura behaalt een hoog DS % (68,3 % DS) en een gemiddelde DS-opbrengst (22,19 ton DS/ha) ten opzichte van de andere genotypes. Een opbrengst van 22 ton DS/ha is een goede opbrengst in vergelijking met de literatuur. Ook de opkomst en het aantal aren/m² zijn goed met respectievelijk: 276 planten/m² en 768 aren/m². Jura werd zwaar aangetast (tweede zwaarst) door meeldauw met een maximum score van 6. Voor roest en bladvlekkenziekte kreeg het genotype een maximumscore 3.

De lange genotypes resulteren in een hoge DS-opbrengst maar de langste genotypes hebben niet de hoogste biomassa-opbrengst.

Het blad- en stengelaandeel nemen af van het midden melkrijp tot het laat deegrijp stadium, met de grootste afname tussen het laat melkrijp en het vroeg deegrijp stadium (-4,1 % voor bladaandeel en -17,6 % voor stengelaandeel). Het stengelaandeel neemt sterker af dan het bladaandeel. Dit kan verklaard worden door de aanwezigheid van het vlagblad dat een belangrijk deel van het bladoppervlak bedraagt. Het aaraandeel neemt toe tussen het midden melkrijp en het laat deegrijp stadium. De grootste stijging gebeurt eveneens tussen het laat melkrijp en vroeg deegrijp stadium met +21,7 %. Eens de aar verschenen is zal de stengel niet meer verlengen en dus niet meer in massa toenemen terwijl de biomassa van de aar wel nog toeneemt aangezien de korrelvulling nog volop bezig is tussen midden melkrijp en laat deegrijp stadium. In het laat deegrijp stadium bedragen de gemiddelde fracties aar-stengel-blad respectievelijk: 62,3 %, 31,7 % en 5,9 %. In Tabel 21 is te zien dat het aaraandeel sterk positief gecorreleerd is met het DS % ($r^2 = 0,821$) en de verteerbaarheid ($r^2 = 0,804$) (Haesaert *et al.*, 2002). Hieruit kan besloten worden dat wanneer naar

verteerbaarheid wordt gekeken, het laat deegrijp stadium het beste oogststadium is. Een hoge DS-opbrengst, wat het geval is in het laat deegrijp stadium, is dan weer negatief gecorreleerd (-0,331) met het ruw eiwitgehalte. Het DS % mag vermoedelijk niet te hoog zijn aangezien het inkuilen dan bemoeilijkt wordt. Volgens Kasper & Everts (2003) is het inkuilen van GPS triticale met een DS % hoger dan 40 % niet aan te bevelen. De kuil kan door het droge en harde materiaal niet goed worden aan gereden en bevat daardoor teveel zuurstof dat resulteert in broei. Ook het zetmeel is moeilijker verteerbaar (Kasper & Everts, 2003).

Tabel 21: Correlatiecoëfficiënten tussen opbrengst- en kwaliteitsparameters van de proef met verschillende variëteiten triticale (experimenten in Bottelare en Hoogstraten) (Haesaert *et al.*, 2002)

	Dry matter content whole plant	Ear proportion in the total dry matter	Digestibility	Crude protein	Total DM yield
DM content whole plant	1	0.821**	0.755**	0.388	0.315
Ear proportion in the total dry matter	0.821** ¹	1	0.804**	0.387	0.380
Digestibility	0.755**	0.804**	1	0.354	0.393
Crude protein	0.388	0.388	0.354	1	-0.331
Total DM yield	0.315	0.380	0.394	-0.331	1

¹*/**/***: statistically significant resp. $P > 0.05$, 0.01 and 0.001 according to t-test

Bij de verhouding stengel-aar is de trend van hierboven eveneens waar te nemen. Het aaraandeel neemt toe tussen het midden melkrijp en het laat deegrijp stadium. De sterkste stijging is te zien bij de overgang van melkrijp naar deegrijp stadium met +22,13 %. Het stro-aandeel neemt dan weer af tussen het midden melkrijp en het laat deegrijp stadium. De sterkste daling bevindt zich logischerwijs tussen het midden melkrijp en het vroeg deegrijp stadium (-22,13 %). Het grootste aaraandeel wordt waargenomen in het laat deegrijp stadium met 63,2 %. Wanneer de criteria verteerbaarheid en biomassa opbrengst gekozen worden als belangrijkste parameters zou het laat deegrijp stadium het beste oogststadium zijn. Het aaraandeel dat ook sterk gecorreleerd is met de verteerbaarheid en het DS % is ook het hoogst in het laat deegrijp stadium.

De genotypes SJ110723 (score 7), Jura (score 6) en Remiko (score 6) vertoonden de hoogste pieken bij de ziekte waarneming van meeldauw. De ziekte waarnemingen gebeurde op de waarnemingsveldjes die niet behandeld werden. De invloed van de schimmelaantasting op de DS-opbrengst zal afhangen van de effectiviteit van de fungicidebehandelingen op de oogstveldjes. De DS-opbrengsten in het laat deegrijp stadium van deze genotypes zijn respectievelijk: 22,05, 22,19 en 19,70 ton DS/ha. De opbrengsten zijn dus goed ten opzichte van de literatuur maar wel gemiddeld ten opzichte van de andere genotypes. De genotypes DC 10047-229 (score 8), Silverado (score 6) en DD 278/10 (score 6) vertoonden de hoogste pieken door de aantasting van gele roest. Deze genotypes hebben een DS-opbrengst in het laat deegrijp stadium van respectievelijk: 19,03, 23,30 en 21,82 ton DS/ha. De opbrengsten van deze genotypes zijn goed ten opzichte van de literatuur. Silverado scoort zelfs boven de gemiddelde DS-opbrengst van de 36 genotypes. Tenslotte werden de genotypes DC 10047-229 (score 8), Silverado (score 6) en DD 220/12 (score 7) het zwaarst aangetast door bladvlekkenziekte. De DS-opbrengst van DD 220/12 in het laat deegrijp stadium is 21,13 ton DS/ha en dus ook goed ten opzichte van de literatuur. Uit de resultaten is geen direct verband te zien tussen DS-opbrengst en de ziekte waarnemingen.

6 Algemeen besluit

Het DS % en de DS-opbrengst stijgen naar verloop de ontwikkeling vordert. Wanneer de criteria verteerbaarheid en biomassa opbrengst gekozen worden als belangrijkste parameters, wordt GPS triticale best geoogst in het laat deegrijp stadium. Het aaraandeel dat ook sterk gecorreleerd is met de verteerbaarheid en het DS % is ook het hoogst in het laat deegrijp stadium. Er rest dan nog de vraag of het hoog DS %, het inkuilproces niet negatief zal beïnvloeden. De veldproef kent geen herhalingen en gebeurde in één groeiseizoen, waardoor geen statistisch onderbouwde conclusies kunnen getrokken worden over welk genotype nu het meest geschikt zou zijn voor GPS triticale. De resultaten van een veldproef zijn sterk afhankelijk van het groeiseizoen, locatie, genotype en de evolutie in plantenveredeling waardoor herhalingen uiterst belangrijk zijn. Uit de cluster dendrogram kan besloten worden dat de 36 genotypes kunnen opgedeeld worden in 5 groepen op basis van hun oogstparameters (vers- en drooggewicht volledige plant, DS %, DS-opbrengst, vers- en droog gewicht van stengel, blad en aar, fracties stengel-blad-aar, vers- en droog gewicht van stro en aar, fracties stro en aar). Het genotype DC 371/08 behaalt de hoogste DS-opbrengst van 26,78 ton DS/ha in het laat deegrijp stadium en het tweede laagste DS % (52,9 % DS) ten opzichte van de andere genotypes, wat een nuttige combinatie kan zijn voor GPS. SJ145583 en Neogen hebben naast een plantlengte hoger dan 120 cm ook een hoge DS-opbrengst. Neogen heeft naast DC 371/08 ook een hoge DS-opbrengst en een laag DS % ten opzichte van de andere genotypes. Avokado had de grootste plantlengte maar vertoonde niet de grootste biomassa-opbrengst. Een hoger plantlengte resulteert in een hoge biomassa-opbrengst maar de genotypes met de hoogste plantlengten resulteren niet in de genotypes met de hoogste biomassa-opbrengst. Het risico op legering is het grootst bij genotypes met een lange plantlengte. Tussen de DS-opbrengst en de ziekte waarnemingen is geen verband te zien aangezien de oogstveldjes behandeld werden en de invloed op de DS-opbrengst afhankelijk is van de effectiviteit van de fungicidebehandelingen.

Momenteel loopt een gelijkaardige veldproef waarin 120 genotypes worden uitgezaaid in 4 parallellen, waardoor elk genotype 4 keer voorkomt en de resultaten representatiever zullen zijn. Verder onderzoek is noodzakelijk om te beslissen welke genotypes het meest geschikt zijn voor GPS triticale. Daarnaast zal het nodig zijn landbouwers te informeren en warm te maken voor de teelt van GPS triticale.

Literatuurlijst

- Audenaert, K., Troch, V., Landschoot, S., & Haesaert, G. (2014). Biotic stresses in the anthropogenic hybrid triticale (Xtriticosecale Wittmack): current knowledge and breeding challenges. *European Journal of Plant Pathology*, 140, 615-630.
- Bassu, S., Asseng, S., & Richards, R. (2011). Yield benefits of triticale traits for wheat under current and future climates. *Field Crops Research*, 124, 14-24.
- Boomaerts, J. (1999). *Triticale telen voor GPS*. Wageningen: Praktijkonderzoek rundvee, schapen en paarden.
- Cosgrove, D. (2005). Growth of the plant cell wall. *Molecular cell biology*, 6, 850-861.
- Couture, L. (1980). Assessment of severity of foliage diseases of cereals in cooperative evaluation tests. *Canadian Plant Disease Survey*, 60(1), 8-10.
- CROW. (2015). *Polymer properties Database*. Opgeroepen op April 21, 2018, van www.polymerdatabase.com:
<http://polymerdatabase.com/polymer%20physics/Creep%20under%20Stress.html>
- Darwinkel, A. (1991). *Teelt van triticale*. Lelystad: Proefstation voor de akkerbouw en groenteteelt in de vollegrond.
- Dasselaar, A., Martens, L., & Boomearts, J. (2000). Deegrijp stadium optimaal voor oogst van triticale als GPS. *Praktijkonderzoek*, 3, 44-46.
- De Boever, J., & De Brabander, D. (2012). *De voederwaarde van 3 potentieel biologische kuilvoerders*. Melle: ILVO.
- Departement landbouw en visserij. (s.a.). *Voorlopig arealen landbouwteelten uit verzamelaanvraag 2017*. Opgeroepen op 2018, van www.lv.vlaanderen.be:
<https://lv.vlaanderen.be/nl/nieuws/voorlopige-arealen-landbouwteelten-uit-de-verzamelaanvraag-2017>
- Derycke, V. (2012). Foliar and ear diseases on cereals. *Bulletin OEPP/EPPO*, 42(3), 419-425.
- Dobbelaere, D., Haesaert, G., & Derycke, V. (2015). *Nutriëntenopname bij triticale in vergelijking met de kruisingsouders rogge en tarwe*. Gent: Universiteit Gent.
- Draz, I., Abou-elseoud, M., Kamara, A., Alaa-eldein, O., & El-bebany, A. (2015). Screening of wheat genotypes for leaf rust resistance along with grain yield. *Annals of Agriculture Science*, 60(1), 29-39.
- Epplin, F., Hossain, I., & Krenzer, E. (2000). Winter wheat fall-winter forage yield and grain yield response to planting date in dual-purpose. *Agricultural Systems*, 63, 161-173.
- Ferrarretto, L., Shaver, R., & Luck, B. (2018). Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *Journal of Dairy Science*, 101, 3937-3951.
- Fras, A., Golebiewska, K., Golebiewski, D., Mankowski, D., Boros, D., & Szecowka, P. (2016, September). Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread. *Journal of Cereal science*, 71, 66-72.
- Fu, D., Mazza, G., & Tamaki, Y. (2010). Lignin extraction from straw by ionic liquids and enzymatic hydrolyses of the cellulosic residues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 2915-2922.
- Fytoweb. (2015). *Fytoweb*. Opgeroepen op April 21, 2018, van www.fytoweb.be:
<https://fytoeweb.be/nl/gewasbeschermingsmiddelen/toelatingen-van-gewasbeschermingsmiddelen-raadplegen>
- Gibson, L., Nance, C., & Karlen, D. (2007). Winter triticale response to nitrogen fertilization when grown after corn or soybean. *Agronomy journal*, 99, 49-58.

- Giunta, F., Cabiglieria, A., Viridis, A., & Motzo, R. (2015). Dual-purpose use affects phenology of triticale. *Field Crops Research*, 183, 111-116.
- Haesaert, G. (2017). *Plant - en gewaswetenschappen*. Gent: Ugent.
- Haesaert, G., Derycke, V., Latré, J., Debersaque, F., D'hooghe, K., Coomans, D., et al. (2002). A study on triticale for whole plant silage in Belgium. *Proceeding of the 5th international Triticale Symposium*, 1, 261-269.
- Haesaert, G., Latré, J., Deroo, B., & Derycke, V. (2013). *Onkruidbestrijding maïs op een keerpunt? LCV*.
- Harper, M., Oh, J., Giallongo, F., Roth, G., & Hristov, A. (2017). Inclusion of wheat and triticale silage in the diet of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(8), 6151-6163.
- Haesaert, G. (2018). *Plant - en gewaswetenschappen*. Gent: Universiteit Gent.
- Hollander, C., & Durksz, D. (2003). Hoge voederwaarde gras/erwten. *PraktijkComps Rundvee*, 26-27.
- Huisman, J. (1946). *Een onderzoek naar de invloed van de celmambanen en eenige andere factoren op de verteringscoëfficiënten*. Wageningen: Wageningen University.
- Kasper, G., & Everts, H. (2003). Optimale oogsttijdstip en conservering triticale-GPS. *Praktijkonderzoek Veehouderij*, 1-34.
- Kay, B. (1990). Rates of change of soil structure under different cropping systems. *Advances in Soil Science*, 12, 1-52.
- Kollas, C., Kersebaum, K., Nendel, C., Manevski, K., Muller, C., Palosuo, T., et al. (2015). Crop rotation modelling_A European model intercomparison. *European Journal of Agronomy*, 70, 98-111.
- Krusteva, H., & Karadjova, O. (2011). Impacts of triticale crop sowing date on the insect pest species composition and damage caused. *Bulgarian Journal of Agriculture Science*, 17(4), 411-416.
- Lawrence, G., Shepherd, K., Mayo, G., & Islam, M. (1994). Plant resistance to rust and mildews: genetic control and possible mechanism. *Trends in Microbiology*, 8(2), 263-270.
- LCG. (2017). *Graan oogst 2014*. Gent: Landbouwcentrum Granen Vlaanderen.
- LCG vzw - Inagro vzw. (2015). *Ziekten en plagen Nuttige insecten*. Rumbeke-Beitem: LCG en Inagro.
- Li, J., Liu, X., Yang, X., LI, Y., Wang, C., & He, D. (2018). Proteomic analysis of the impacts of powdery mildew on wheat grain. *Food Chemistry*, 261, 30-35.
- Luo, P., Hu, X., Zhang, H., & Ren, Z. (2009). Genes for resistance to stripe rust on chromosome 2B and their application in wheat breeding. *Progress in Natural Science*, 19(1), 9-15.
- Macintyre, R., & Campbell, M. (1973). *Triticale*. Mexico: International development research centre.
- Mergoum, M. (2004). *Triticale improvement and production*. North Dakota: FAO.
- Mergoum, M., Pfeiffer, W., Pena, R., Ammar, K., & Rajaram, S. (2004). Triticale crop improvement: The CIMMYT programme. *FAO Plant Production and Protection*, 179, 11-27.
- Miller, T. (1999). Growth Stages of wheat: identification and understanding improve crop management. *Texas Agricultural Extension Service*, 16, 1-4.
- Monteil-Rivera, F., Huang, G., Paquet, L., Deschapms, S., Beaulieu, C., & Hawari, J. (2012). Microwave-assisted extraction of lignin from triticale straw: optimization and microwave effects. *Bioresource Technology*, 104, 775-782.

- Motzo, R., Giovanni, P., Viridis, A., & Giunta, F. (2015). Triticale vs durum wheat: A performance comparison in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 180, 63-71.
- Odriscoll, A., Kildea, S., Doohan, F., Spink, J., & Mullins, E. (2014). The wheat septoria conflict: a new front opening up? *Trends in Plant Science*, 19(9), 602-610.
- Pask, A., Pietragalla, J., Mullan, D., & Reynolds, M. (2012). *Physiological Breeding II: A field Guide to Wheat Phenotyping*. Mexico: D.F.: CIMMYT.
- Porter, J., Xie, L., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, S., Iqbal, M., et al. (2014). Food security and food production systems. *Climate change*, 485-533.
- Pronyck, C., & Mazza, G. (2011). Optimization of processing conditions for the fractionation of triticale straw using pressurized low polarity water. *Biosource Technology*, 102, 2016-2025.
- Rakha, A., Aman, P., & Andersson, R. (2011). Dietary fibre in triticale grain: variation in content, composition, and molecular weight distribution of extractable components. *Components. J. Cereal Sci.*, 54, 324-331.
- Santiveri, F., Royo, C., & Romagosa, I. (2004). Growth and yield responses of spring and winter triticale cultivated under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 20, 281-292.
- Schans, D., & Stienezen, M. (1998). *Opbrengstvariabiliteit van voedergewassen op droogtegevoelige grond*. Lelystad: PAV.
- Singh, R., Singh, P., Rutkoski, J., Hodson, D., He, X., Jogenssen, L., et al. (2016). Disease impact on wheat yield potential and prospects of genetic control. *Annual Review of Phytopathology*, 54(1), 303-322.
- Smith, S., Edmonds, J., Hartin, C., Mundra, A., & Calvin, K. (2015). Near-term acceleration in the rate of temperature change. *Nature Climate Change*, 5(4), 333-336.
- Sodekiewicz, W., Strzembicka, A., Sodkiewicz, T., & Majewska, M. (2009). Response to stripe rust (*Puccinia striiformis* Westend. f.sp. tritici) and its coincidence with leaf rust resistance in hexaploid introgressive triticale lines with *Triticum monoccoccum* genes. *Journal of Applied Genetics*, 50, 205-211.
- Stevenson, F., & Van Kessel, C. (1996). The nitrogen and non-nitrogen benefits of pea to succeeding crops. *Canadian Journal of Plant Science*, 735-745.
- Tian, S., Weinert, J., & Wolf, G. (2004). Infection of triticale cultivars by *puccinia striiformis*: first report on disease severity and yield loss. *Zeitschrift Pflanzenkrankheiten*, 111, 461-464.
- Troch, V., Audenaert, K., Bekaert, B., Hofte, M., & Haesaert, G. (2012). Phylogeography and virulence structure of the powdery mildew population on its 'new' host triticale. *Evolutionary Biology*, 76, 1-12.
- van den Pol van Dasselaar, A., & Boomaerts, A. (2000). *Vergelijking van teelt van gehele plant silage en teelt van snijmaïs in Limburg*. Lelystad: Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden.
- van den Pol, A., & van Dasselaar, A. (2000). *Vergelijking van teelt van gehele plant silage en teelt van snijmaïs in Limburg*. Lelystad: Praktijkonderzoek Rundvee, schapen en paarden.
- van Eekeren, N., Wagenaar, J., & van Liere, M. (2000). *Triticale-rassen voor gehele plant silage (GPS)*. Utrecht: Louis Bolk Instituut.
- Vanheule, A. (2011). *Pathologische en microscopische studie van meeldauw op zijn 'nieuwe' gastheer triticale*. Gent: Universiteit Gent.

- Walker, A., Bouguennec, A., Confais, J., Morgant, G., & Leroux, P. (2011). Evidence of host-range expansion from new powdery mildew (*Blumeria graminis*) infections of triticale (x *Triticosecale*) in France. *Plant Pathology*, *60*, 207-220.
- Wang, X., Feng, W., Yang, Y., Hou, C., Wang, T., & Guo, T. (2012). Relationship of physiological indexes and yield loss to severity level of wheat powdery mildew. *Journal of Triticeae Crops*, *32*(12), 1192-1198.
- Zadoks, J., Chang, T., & Konzak, C. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, *14*, 415-421.
- Zhu, F. (2018). Triticale: Nutritional composition and food use. *Food Chemistry*, *241*, 468-479.