

MEER DIVERSITEIT IN LANDBOUW EN VOEDING

OPPORTUNITEITEN VOOR ALTERNATIEVE GRANEN EN PSEUDOGANEN IN VLAANDEREN

Linssen S., Aerts H., Brusselle J., Christiaens A., Dierickx I., Latré J., Van Boxtael F., Haesaert G., De Keyzer W.



© 2019, Linssen S., Aerts H., Brusselle J., Christiaens A., Dierickx I.,
Latré J., Van Boxstael F., Haesaert G., De Keyzer W., HOGENT.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur. U mag uw verzoek hiervoor richten naar joos.latre@hogent.be. U hebt wel het recht de informatie van deze teeltfiche te gebruiken voor privédoeleinden.

MEER DIVERSITEIT IN LANDBOUW EN VOEDING

OPPORTUNITeiten VOOR ALTERNATIEVE GRANEN EN PSEUDOGANEN IN VLAANDEREN

Linssen S., Aerts H., Brusselle J., Christiaens A., Dierickx I., Latré J., Van Boxstael F., Haesaert G., De Keyzer W.

Samenvatting

De consument toont de laatste jaren meer bewustzijn wanneer het aankomt op zijn voeding. Dit vertaalt zich in verschuivingen in zijn voedingspatroon met meer aandacht voor de herkomst, diversiteit en authenticiteit. In de hoop in te kunnen spelen op deze nieuwe voedingstrend, werden aan de hand van het driejarige PWO-project Altergrain aan HOGENT de opportuniteiten van de alternatieve granen en pseudogranen binnen Vlaanderen onderzocht. Hierbij werd een volledige ketenbenadering toegepast, met de focus op de teelt van de alternatieve granen en pseudogranen, hun technologische eigenschappen, de nutritionele waarden en werd er naar de interesse van de consument gepeild aan de hand van een consumentenenquête.

De alternatieve granen die onderzocht werden, zijn de tarwes eenkoorn (*Triticum monococcum*), emmer (*Triticum dicoccum*) en khorasan (*Triticum turgidum* spp. *turanicum*); de glutenvrije pseudogranen boekweit (*Fagopyrum esculentum*), amarant (*Amaranthus linnaeus*) en quinoa (*Chenopodium quinoa*); en het glutenvrije graan teff (*Eragrostis tef*). Kijkend naar de volledige keten, wordt de grootste kans op succes gevonden bij de tarwes eenkoorn en emmer. Ze bleken, in tegenstelling tot de derde tarwe khorasan, weinig ziekte- en insectengevoelig. Door hun langer stro echter, verhoogt de kans op legering, wat door een niet aangepaste N-bemesting in de hand wordt gewerkt. Verder moeten deze tarwes na de oogst gepeld worden, wat zorgt voor een verlies van 30 – 40%. De min. en max. bruto-opbrengsten die over de drie projectjaren in uiteenlopende omstandigheden (zomer- en winteruitbating, verschillende grondsoorten én weersomstandigheden) behaald werden, bedroegen 2 – 8 ton/ha voor eenkoorn; 3 – 9 ton/ha voor emmer; en 1 – 3 ton/ha voor khorasan (moet niet gepeld worden). Deze opbrengsten gelden voor een teelt onder conventionele omstandigheden. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in deze teelten is echter nog niet toegestaan. De aanvraag tot erkenning is voor bepaalde middelen wel al ingediend. Emmertarwe en eenkoorn kunnen door de landbouwer enkel rendabel geteeld worden als een belangrijke meerprijs in vergelijking met conventionele tarwe kan gegenereerd worden.

Het pseudograan quinoa wordt al biologisch geteeld binnen België waardoor de focus van het Altergrain-project werd gelegd op een herbicidenscreening. Veelbelovende resultaten werden behaald met de combinatie *chloridazon + ethofumesaat* in vooropkomst, gevolgd door verschillende naopkomst toepassingen (bv. *fluazifop-butyl* of *clethodim*). Ook hier geldt dat er nog geen erkenningen zijn van deze middelen in België. Het is mogelijk om quinoa vandaag rendabel te telen, met Quinobel als Belgische voortrekker hiervan. De teeltresultaten voor de gewassen teff, amarant en boekweit waren minder veelbelovend. Door hun thermofiel karakter en de nood aan een late zaai kennen zij een zeer hoge onkruiddruk. Verder wordt de teelt gekenmerkt door een zeer ongelijke en, voornamelijk bij amarant, een te late afrijping. In het geval van teff werden inzake chemische onkruidbeheersing hoopgevende resultaten verkregen maar is verder onderzoek noodzakelijk.

Vanuit technologisch standpunt bleek het pellen van eenkoorn en emmer een van de belangrijkste aanpassingen die doorgevoerd moeten worden bij de teelt van deze tarwes in vergelijking met moderne tarwe. Voor het pellen van emmer werden goede resultaten behaald met een spelteller. Voor eenkoorn moet deze stap echter nog verder geoptimaliseerd worden. Qua baktechnische karakteristieken vertoonden eenkoorn, emmer en khorasan een zwakke glutenkwaliteit (Zeleny < 30 ml) en een hoge waarde voor het valgetal (> 250 s). Er werd ook een sterke volumedaling gezien bij de gebakken broden o.b.v. meel van alternatieve granen. De glutenvrije pseudogranen en teff werden gemengd met meel van moderne baktarwe in een 20/80 verhouding, terwijl broden van eenkoorn, emmer en khorasan uitsluitend meel van deze tarwes bevatten.

Nutritioneel bleken de korrels van alternatieve granen een hoger eiwitgehalte te bevatten dan moderne tarwe en een lager zetmeelgehalte. Teff vormde hier echter een uitzondering op. Verder werd in alle alternatieve gewassen een hoger mineraalgehalte gedetecteerd, alsook een hoger gehalte aan ruw vet. Omwille van de grote spreiding tussen de gewassen en rassen, kon er geen eenduidige conclusie getrokken worden i.v.m. het gehalte aan voedingsvezels. Voor een gezond persoon is er op niveau van het eetpatroon geen nutritionele meerwaarde door gebruik van alternatieve granen in plaats van moderne broodtarwe.

Uit de consumentenenquête, uitgevoerd bij 303 respondenten, bleek het overgrote deel nog nooit gehoord te hebben van "oergranen". Toch stijgt de globale markt en is er dus de mogelijkheid om, voornamelijk binnen een korte ketenbenadering, hierop in te spelen. De grootste uitdaging zal liggen bij het creëren van een meerwaarde die de consument bereid is te betalen. "Lokaal Brood" is een HOGENT-onderzoek dat in 2019 van start zal gaan en zich zal focussen op de mogelijkheden van dergelijke korte ketensamenwerking tussen landbouwer, molenaar en bakker. Mogelijke smaakverschillen, de lokale herkomst, het verhaal errond en het mogelijk ecologisch effect zouden hier elementen van succesvolle producten kunnen gaan vormen.

Opmerking m.b.t. de terminologie

Men dient voorzichtig om te gaan met het gebruik en de interpretatie van termen zoals **"oude granen", "oertarwes", "oergranen"** of **"ancient grains"**. Strikt genomen *zijn* dit geen echte oergranen, in die zin dat de genetische verwantschap met granen van duizenden jaren geleden beperkter is dan het woord 'oer' of 'oude' doet vermoeden. Alle granen (inclusief de eenkoorn-, emmerrassen enz.) die vandaag de dag geteeld worden, hebben al een evolutie en veredeling doorgemaakt in de loop van de tijd. Het aantal chromosomen en de botanische naam (bv. *Triticum monococcum* voor eenkoorn) komen echter wel nog overeen. Vermits deze termen algemeen het meest gekend zijn, worden ze ook in deze publicatie gebruikt. Het enige juiste gebruik, zoals in deze publicatie, is het louter aanduiden van deze gewassen en niet het verwijzen naar een vermeende ongewijzigde genetica.

Inhoud

Samenvatting	I
Inhoud	III
Inleiding	V
1. Teelttechniek	1
1.1. Bodem	1
1.2. Zaaitijdstip	2
1.3. Rassen en zaaiadhoeveelheid	2
1.3.1. Oude granen	2
1.3.2. Pseudogranen en teff	2
1.4. Zaaimethode	3
1.5. Bemesting en legering	3
1.6. Onkruidbeheersing	5
1.7. Beheersing van ziekten en plagen	9
1.8. Oogst en opbrengst	10
1.9. Break-even berekening oertarwes	15
1.10. Rendabiliteitsanalyse pseudogranen	17
2 Technologisch	20
2.1. Verwerkingseigenschappen	20
2.1.1. Pellen	20
2.1.2. Scheiden	21
2.1.3. Vermalen	21
2.2. Voornaamste baktechnische parameters	22
2.2.1. Zelenywaarde en valgetal	22
2.3. Bakprocedure broden voor voedingswaardeanalyse	24
3 Nutritioneel	27
3.1. Korreleigenschappen	27
3.1.1. Hoofdnutriënten	27
3.1.1.1. Geanalyseerde waarden	27
3.1.1.2. Vergelijking met de literatuur	30
3.1.2. Vitaminen en mineralen	31
3.2. Broodeigenschappen	33
3.2.1. Hoofdnutriënten	33
3.2.2. Vitaminen en mineralen	35
3.2.3. Beoordeling van het effect van het bakken op de voedingswaarde	38
3.2.4. Broodwaarden op verse stof (consumeerbaar brood)	40
3.3. Anti-oxidatieve capaciteit	43
3.4. Eiwitkwaliteit	45
3.5. Scenario-analyse	47
4. Economisch	54
4.1. Inleiding	54
4.2. De huidige markt voor alternatieve granen en pseudogranen	54
4.2.1. De globale markt	54
4.2.2. De Europese en Vlaamse markt	55
4.2.3. Europese en Belgische handel	55

4.3. Verkenkende ketenanalyse	56
4.3.1. Consumenten	57
4.3.1.1. Consumenten- en voedingstrends	57
4.3.1.2. De broodmarkt	60
4.3.1.3. Afnemersanalyse	63
4.3.1.4. De biomarkt	67
4.3.1.5. Glutenvrije markt	68
4.3.2. Detailhandel	69
4.3.2.1. Supermarkten	69
4.3.2.2. Bakkers	70
4.3.2.3. Natuurvoedingswinkels	71
4.3.2.4. Horeca	71
4.3.2.5. Korte Keten markt	72
4.3.3. Primaire keten	80
4.3.3.1. Industriële bakkerijen	80
4.3.3.2. Graanverwerkende industrie	81
4.3.4. SWOT-analyse	82
5 Besluit	84
6 Referenties	91
Bijlagen	96
Bijlage A: Teelteigenschappen	96
A.1. Zaaidichtheid oude granen	96
A.2. Zaaidichtheid teff en pseudogranen	98
A.3. Scoren van legering	100
A.4. Onkruidbezetting	100
A.5. Break-even en rendabiliteitsberekening oertarwes	108
A.6. Rendabiliteitsanalyse pseudogranen	110
Bijlage B: Technologische eigenschappen	112
B.1. Pellen	112
B.2. Scheiden	114
B.3. Vermalen	114
Bijlage C: Nutritionele waarden	115
C.1. Korreleigenschappen	115
C.2. Broodeigenschappen	123
C.3. Van Korrel tot brood	127
Bijlage D: Berekening PDCAAS o.b.v. literatuurwaarden	129
D.1. Literatuurwaarden	129
D.2. Aminozuurscore en PDCAAS	130
Bijlage E: Overzicht berekening voedingsplanner Pro	133
Bijlage F: Consumentenenquête – Online bevraging oertarwes	134
Bijlage G: Kernresultaten Consumentenenquête met grafieken	141
Dankwoord	145

Inleiding

Vandaag de dag is 95% van het wereldwijd geoogste graan "broodtarwe" (*Triticum aestivum*). De overige 5% bestaat voornamelijk uit "harde tarwe" (*Triticum durum*), hetgeen hoofdzakelijk gebruikt wordt in pasta's. België is een netto-importeur van tarwe. De laatste jaren zijn er echter verschuivingen te zien in het voedingspatroon en bewustzijn van de consument. De herkomst van de voeding, bij voorkeur regionaal geteeld, en de transparantie gedurende het verwerkingsproces winnen hierbij aan belang (Dinu, Whittaker, Pagliai, Benedettelli, & Sofi, 2018; P.R. Shewry, 2018).

Mogelijks kan de herintroductie van oude granen zowel de diversiteit in de graansoorten stimuleren, alsook de consument voorzien van een lokaal, gevarieerd product. Dit is echter geen evidentie. Zowel bij de zaai en de teelt, alsook bij de oogst en verwerking van deze alternatieve granen, zijn er aanpassingen nodig in vergelijking met moderne tarwe (Dinelli et al., 2014; Longin & Würschum, 2016). Dit kan gaan over aangepaste instellingen van de zaaimachine, een afwijkende bemesting, bijkomende naoogstbehandelingen, verschillende bakkwaliteiten, enz. Een volledige ketenbenadering is dus noodzakelijk.

Tijdens het driejarige HOGENT – UGent PWO-project Altergrain (2016 – 2018) werd aan de hand van dergelijke volledige ketenbenadering de opportuniteiten van oude granen en pseudogranen in Vlaanderen bekeken. Binnen dit multidisciplinaire onderzoek trachtte men een antwoord te geven op verschillende onderzoeksvragen: Op welke manier kunnen alternatieve gewassen rendabel geteeld worden in Vlaanderen? Vormen deze lokaal geteelde alternatieve gewassen een meerwaarde op nutritioneel vlak in vergelijking met moderne tarwe of de uitheemse geteelde gewassen? Wat is het consumentengedrag inzake lokale productie en verwerking en is de consument bereid een hogere prijs te betalen voor producten waarin de alternatieve granen verwerkt zijn?

De alternatieve granen die in het kader van het Altergrain-project op bovenstaande vragen onderzocht werden, zijn de oertarwes eenkoorn (*Triticum monococcum*), emmertarwe (*Triticum dicoccum*) en khorasan (*Triticum turgidum* spp. *turanicum*); de pseudogranen boekweit (*Fagopyrum esculentum*), amarant (*Amaranthus linnaeus*) en quinoa (*Chenopodium quinoa*); en teff (*Eragrostis tef*). Teff behoort net als de drie oertarwes tot de grassenfamilie (*Poaceae*), de drie pseudogranen niet. Deze gewassen worden pseudogranen genoemd, aangezien ze ook korrels produceren die op eenzelfde manier als graankorrels kunnen verwerkt worden.

Het onderzoek werd uitgevoerd aan de hand van vier verschillende luiken. Het eerste luik was het **teelttechnische** luik waar onderzocht werd welke alternatieve gewassen en meer specifiek, welke rassen binnen elk gewas, mogelijkheden bieden om geteeld te worden onder Vlaamse agro-ecologische omstandigheden. Hierbij werd er gefocust op de inpassing in het teeltsysteem, onkruidbeheersing, het inventariseren van ziekten en plagen en hun beheersing en het opbrengstpotentieel.

Voor het tweede en **technologische** luik werd er nagegaan hoe de naoogststappen verschillen van deze van moderne tarwe. Een inventaris werd opgemaakt om een mooi overzicht weer te geven waar welk soort gewas kan worden gepeld, gereinigd, vermalen, enz.

In het kader van het derde luik werd er nagegaan in hoeverre de **nutritionele eigenschappen** van de alternatieve granen verschillen van deze van moderne tarwe. Ook de invloed van verwerking op de nutritionele waarde na verwerking werd mee in rekening gebracht. Via een scenario-analyse werd er nagegaan wat de impact van brood, bereid met alternatieve granen, is op niveau van een Belgisch consument.

Tenslotte werd er in het vierde luik gekeken naar de **economische haalbaarheid** van de teelt van alternatieve granen binnen Vlaanderen. Zowel de kost als de opbrengst van de teelt van deze alternatieve gewassen werd in rekening gebracht, alsook het marktpotentieel van deze alternatieve gewassen. Dit gebeurde door middel van een marktstudie en consumentenanalyse.

De voornaamste ondervindingen van elk van deze vier luiken worden in dit eindrapport verder toegelicht.

1. Teelttechniek

In dit eerste hoofdstuk wordt er dieper ingegaan op de teelttechniek van de alternatieve granen en hoe deze inzake de teelt verschilt van de moderne tarwe. Elk teelttechnische aspect wordt hier kort aangehaald. Zo begint het bij de bodemvereisten die de alternatieve granen hebben, de zaai, de bemesting, de beheersing van onkruid, ziekten en plagen, de legering en uiteindelijk de oogst en opbrengst. In het geval van de graanproeven werd er steeds een referentietarwe meegenomen. Voor proeven in zomeruitbating was dit de moderne tarwe Tybalt, voor de proeven in winteruitbating de moderne tarwe Mentor. Verder werd er steeds gewerkt met blokkenproeven in vier herhalingen en dit op verschillende locaties. Uitgebreide teeltinformatie werd verwerkt in teeltfiches. Deze teeltfiches zijn digitaal verkrijgbaar op de site van het Landbouwcentrum Granen (www.lcg.be).

1.1. Bodem

Zowel de oertarwes, pseudogranen als teff stellen geen al te hoge eisen wat betreft het bodemtype waarop ze geteeld worden. In Vlaanderen is er een grote variëteit inzake bodemtexturen. In het kader van het onderzoek Altergrain, werd voor de oertarwes in samenwerking met partners van het Landbouwcentrum Granen gedurende drie opeenvolgende teeltjaren ('16 – '18) telkens een proef aangelegd op drie verschillende locaties, gekenmerkt door drie verschillende bodemtypes. Deze locaties waren Bottelare (lemig zand/zandleem), Koksijde (klei), Tongeren (zandleem/leem) en Deftinge (zandleem). Op deze locaties werd gedurende de eerste twee teeltjaren ('16 – '17) een proef met zomergraan opgezet (referentietarwe, eenkoorn, emmer en khorasan) en tijdens het laatste teeltjaar ('18) een proef met wintergraan (referentietarwe, eenkoorn en emmer). Voor de pseudogranen werd enkel in het eerste projectjaar met drie bodemtypes gewerkt. Net zoals bij de granen vond de proef plaats in Bottelare en Koksijde en vervolgens ook een proef in Nieuwenhove (leemgrond). In Figuur 1 is een foto weergegeven van hoe de zaai van de proefveldjes plaats vond.



Figuur 1: Uitzaaiproefveld in Deftinge op een perceel onder biologische uitbating (2018).

1.2. Zaaitijdstip

Voor de teelt van de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan in een winteruitbating wordt een uitzaai vanaf eind oktober tot midden november aangeraden. Bij een teelt in een zomeruitbating is een zaai vanaf eind maart tot midden april mogelijk.

Boekweit, amarant en teff zijn thermofiele gewassen en kunnen schade oplopen door vorst. Het is vervolgens belangrijk deze gewassen pas te zaaien na de laatste vorst (Grausgruber et al., 2012). Deze pseudogranen worden later dan de zomergranen gezaaid, vanaf half mei. In het geval van teff werd dit ook proefondervindelijk aangetoond binnen Altergrain.

Het pseudograan quinoa daarentegen zal geen schade oplopen door zeer lage temperaturen. Het kan zelfs vorst verdragen, zolang dit zich voordoet voor de bloei (Vega-Galvez et al., 2010). Quinoa wordt gezaaid vanaf eind maart tot april.

1.3. Rassen en zaaizaadhoeveelheid

1.3.1. Oude granen

Na potproeven in het eerste projectjaar, werden er ook rassenscreenings uitgevoerd in het kader van het PWO-project Altergrain. Tijdens het eerste teeltjaar ('16) werd er een rassenscreening uitgevoerd voor de gewassen eenkoorn (*Triticum monococcum*), emmer (*Triticum dicoccum*) en khorasan (*Triticum turgidum* spp. *turanicum*). Op basis van de resultaten van deze eerste rassenscreening, werden de meest beloftevolle rassen geselecteerd om verder mee te nemen in de proeven van de daaropvolgende twee teeltjaren ('17 – '18).

De oude granen eenkoorn en emmer worden bij voorkeur ongepeld gezaaid en dit omwille van de snelle daling in kiemkracht wanneer de zaden gepeld zijn (Grausgruber et al., 2012). Ongepelde emmer bevat 2 korrels per kafje, terwijl eenkoorn slechts 1 korrel per kafje bevat. Daarom is de zaaidichtheid van ongepelde eenkoorn ($300 - 350 \text{ z/m}^2$) ook twee keer zo groot als die van ongepelde emmer ($150 - 175 \text{ z/m}^2$). Indien er geteeld wordt onder biologische omstandigheden wordt er aangeraden om aan een hogere dichtheid te zaaien. Voor eenkoorn en khorasan werd er vervolgens gezaaid aan 400 z/m^2 en voor emmer aan 200 z/m^2 . Ook op zware kleigronden wordt deze hogere zaaidichtheid toegepast.

Een volledig overzicht van de rassen, de zaaidichtheid en in hoeverre ze in zomer- of winter-teelt werden uitgezaaid bij de verschillende proeven, is terug te vinden in Tabel B.1 in Bijlagen. Ook het duizendkorrelgewicht (DKG) is in deze tabel terug te vinden. De zomertarwe Tybalt en wintertarwe Mentor werden in de verschillende proeven opgenomen als referentietarwe. De volledige lijst met zaadleveranciers is terug te vinden in Tabel B.2 in Bijlagen.

1.3.2. Pseudogranen en teff

Voor teff (*Eragrostis tef*) en de pseudogranen boekweit (*Fagopyrum esculentum*) en amarant (*Amaranthus linnaeus*), werd de focus gelegd op de screening van rassen die het beste presteerden onder de Vlaamse agro-ecologische omstandigheden. Rassenscreenings voor quinoa (*Chenopodium quinoa*) werden reeds uitgevoerd door het ILVO. Ook op Inagro werd de waarde van een aantal rassen quinoa voor biologische teelt al enkele jaren beoordeeld (Dewaele, Delanote, Vandenbroeck, & Inagro, 2018; Dewaele, Delanote, Vandenbroucke, & Inagro, 2015). Binnen het kader van Altergrain werd voor quinoa de focus gelegd op een herbicidenscreening door middel van potproeven en vervolgens veldproeven.

Ook voor boekweit en teff werd eveneens een herbicidenscreening uitgevoerd met potproeven waarbij voor teff ook een veldproef werd aangelegd in het laatste projectjaar ('18).

Tijdens het eerste teeltjaar ('16), werd teff aan een hogere dichtheid uitgezaaid dan de twee daaropvolgende teeltjaren. Quinoa kende in het eerste teeltjaar een dunne opkomst, waardoor de ontwikkeling van de zijaren gestimuleerd werd. Deze rijpen echter trager af dan de hoofdaar, wat voor een onregelmatige afrijping zorgde. Het daaropvolgende jaar werd vervolgens aan een hogere dichtheid gezaaid.

Amarant werd enkel tijdens de eerste twee teeltjaren meegenomen in de proeven. In het laatste teeltjaar werd er besloten dit gewas uit de proef te laten door de vele problemen tijdens de late oogst. Zelfs in de vrij warme zomer en najaar van 2017 rijpte het gewas zeer laat én onregelmatig af. Hierdoor bleef het zaad aan de zeven kleven wat voor een groot opbrengstverlies zorgde. Naar de toekomst toe is een veredeling naar vroegere rastypes dan ook zeker aangegeven wil de teelt van Amarant een kans maken in Vlaanderen.

De rassen die voor elk van deze gewassen meegenomen werden in de verschillende proeven zijn terug te vinden in Tabel B.3 in Bijlagen. Ook het DKG van ieder ras en de uitgezaaide hoeveelheid is in deze tabel terug te vinden. Een overzicht van de verschillende zaadleveranciers is terug te vinden in Bijlagen in Tabel B.4.

1.4. Zaaimethode

Eenkoorn en emmer worden bij voorkeur ongepeld gezaaid, omwille van de snelle daling in kiemkracht wanneer de zaden gepeld zijn (Grausgruber et al., 2012). Wel worden de baarden van deze granen verwijderd voor de zaai om verstopping te voorkomen. De pre-zaai handelingen zijn voor elk van de alternatieve granen verder zeer gelijkaardig aan deze van moderne tarwe. Een afdraaioproef is echter steeds aan te raden.

Zowel quinoa, amarant als teff worden gekenmerkt door zeer kleine zaaizaadjes. Het is voor deze gewassen belangrijk niet te diep te zaaien.

1.5. Bemesting en legering

De oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan behoren tot de "low-input"-gewassen. Uit driejarige ervaring bleek dat een hogere N-bemesting resulteert in meer lengtegroei, wat legering bevordert. Door de negatieve invloed van legering op de opbrengst, wordt er vervolgens aangeraden voor eenkoorn de N-gift te beperken tot maximaal 60 kg N/ha bij zomeruitbating en 70 kg N/ha bij winteruitbating en dit in twee fracties. Emmertarwe kan bij zomeruitbating maximaal 100 kg N/ha krijgen in twee fracties. In winteruitbating kan bij emmertarwe 100 tot 130 kg N/ha bemest worden (hoogste dosering op kleigrond) en dit in twee tot drie fracties. Khorasantarwe is sterk legergevoelig. Hierbij is een zeer lage N-bemesting aangewezen waarbij 50 kg N/ha bij zomeruitbating de bovengrens is. In Figuur 2 is een voorbeeld van legering bij eenkoorn door een te hoge N-fractie weergegeven. De vroege legering van Kamut is te zien in Figuur 3.



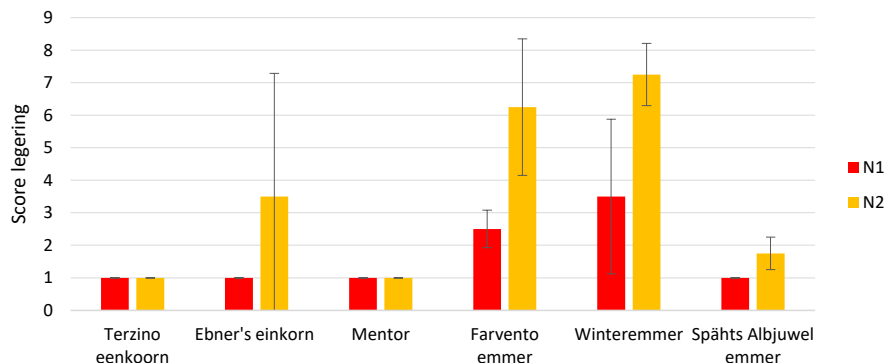
Figuur 2: Legering van eenkoorn tarwe t.g.v. een te hoge N-fractie (Tongeren, 2018).



Figuur 3: Vroege legering bij Kamut (Koksijde, 2016).

In Figuur 4 wordt op grafische wijze de vergelijking gemaakt tussen de legering bij de oertarwes eenkoorn en emmer met een hogere en een lagere N-bemesting. De legering werd gescoord op een schaal van 1 – 9, waarbij 1 gegeven werd wanneer er geen legering was en 9 wanneer het gewas volledig gelegerd was. De weergegeven resultaten zijn het gemiddelde van telkens vier

herhalingen. Deze vier herhalingen verwijzen naar de score voor eenzelfde ras, maar op vier verschillende percelen. De foutenbalken geven de standaarddeviatie weer, om een maat van spreiding aan te tonen. Voor de twee eenkoornrassen bedroeg N1 = 0 kg N/ha en N2 = 70 kg N/ha, voor de drie emmerrassen was N1 = 35 kg N/ha en N2 = 130 kg N/ha en voor de referentietarwe Mentor was N1 = 130 kg N/ha en N2 = 210 kg N/ha. Khorasan werd niet meegenomen in deze proef.



Figuur 4: Vergelijkende grafiek tussen de legering bij gewassen die een lagere N-fractie (N1) gekregen hebben en granen die een hogere N-bemesting kregen (N2). Dit zijn resultaten van de winterproef in Tongeren (2017). De resultaten zijn het gemiddelde van elk vier herhalingen, waarbij de foutbalken de standaarddeviatie weergeven.

Uit deze figuur kan men opmaken dat de legering voornamelijk toeneemt wanneer er een hogere N-bemesting wordt gegeven waarbij er evenwel belangrijke rasverschillen zijn. De referentietarwe Mentor en het eenkoornras Terzino vertoonden bij de gegeven N-dosissen geen legering.

Om te weten vanaf welke graad van legering er een hogere score wordt weergegeven kan de informatie in paragraaf A.3. *Scoren van legering* van de Bijlagen gehanteerd worden.

1.6. Onkruidbeheersing

Geen van de alternatieve granen kan momenteel reeds geteeld worden onder conventionele omstandigheden binnen België, aangezien er nog geen gewasbeschermingsmiddelen erkend zijn (Fytoweb, 2015). De oertarwes zijn niet te catalogeren onder bijvoorbeeld tarwe, triticale of spelt waarbij steeds ook de link gemaakt wordt met de Latijnse soortnaam.

Binnen het project werden in het eerste en tweede projectjaar ('16 – '17) herbicidescreeningsproeven uitgevoerd om de fytotoxiciteit van de herbiciden uit te sluiten. Op basis van deze proeven konden voor de meeste gewassen bruikbare herbiciden geïdentificeerd worden waarmee dan verder gewerkt werd in de veldproeven. Hiervoor werd bij de Vlaamse Overheid een ontheffing aangevraagd. In samenwerking met het Landbouwcentrum Granen werd voor de oertarwes de vraag gesteld in hoeverre de erkenningen voor tarwe ook met de oertarwes zouden kunnen worden uitgebreid. Dit bleek finaal niet mogelijk te zijn. Vervolgens werd voor een aantal courante producten gestart met de erkenningsprocedure.

Als low-input gewassen passen de alternatieve granen echter goed in een biologisch kader. Voor de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werd er dan ook in het tweede en derde teeltjaar ('17 – '18) een biologische zomerproef opgezet. Binnen deze biologische proef was wiedeggen de voornaamste activiteit om onkruiden tegen te gaan. Een drietal passages in droge

omstandigheden is hier aangewezen. Het resultaat hiervan is sterk afhankelijk van de onkruid-druk en de weersomstandigheden. In beide jaren bleek een manuele correctie nog steeds nodig. Voor de pseudogranen en teff werden er geen biologische proeven aangelegd binnen het project Altergrain.

Quinoa wordt reeds geteeld binnen België. Voor dit gewas is er reeds onderzoek uitgevoerd naar de beste rassen binnen ons klimaat, zaaitijdstip, bemesting, afrijping, enz. Binnen het kader van Altergrain werd voor dit gewas vervolgens gefocust op onkruidbeheersing. Immers, quinoa behoort net als *Chenopodium album* (melganzevoet) en *Atriplex patula* (uitstaande melde) tot de familie van de *Chenopodiaceae*. Tegen melganzevoet zijn voor andere teelten verschillende middelen gekend maar die zijn uiteraard niet selectief voor quinoa. Vervolgens werd binnen Altergrain gefocust op bruikbare middelen voor zowel chemische als mechanische onkruidbeheersing.

Een eerste screening om de selectiviteit van onkruidbestrijdingsmiddelen na te gaan ten opzichte van het gewas quinoa werd al uitgevoerd door het PCG (Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen vzw) in 2015. Gebaseerd op deze resultaten werd tijdens het eerste projectjaar ('16) van Altergrain een meer uitgebreide potproef opgezet om na te gaan welke voor- en naopkomst herbiciden mogelijkheden bieden om toe te passen in de teelt van quinoa. Steunend op de resultaten hiervan werd een eerste veldproef voorzien. Deze veldproef verliep in zeer moeilijke omstandigheden door extreme neerslag in combinatie met een veld met een slechte bodemstructuur. Er werd wel aangetoond dat het middel *diflufenican* zeker niet selectief was voor quinoa. In '17 – '18 werd op de Proefhoeve Bottelare een gelijk-aardige onkruidbeheersingsproef aangelegd. Voornamelijk melganzevoet, muur, kruiskruid, zwarte nachtschade en bingelkruid zorgden voor de grootste onkruiddruk. Een overzicht van de gebruikte middelen alsook de resultaten op onkruidbeheersing zijn terug te vinden in Tabel B.5 t.e.m. Tabel B.8 in Bijlagen.

Uit de veldproeven voor chemische onkruidbestrijding kwam duidelijk naar voor dat een tijdige zaai in een goede bodemstructuur voor quinoa belangrijk is. Dit laat immers een uniforme opkomst toe en geeft op deze manier het gewas een voorsprong ten opzichte van onkruiden. Door de vroegere zaai was de druk van melganzevoet reeds lager. Met een aantal combinaties van voor- en naopkomst herbiciden kon de onkruiddruk ook sterk verlaagd worden.

De combinatie van *chloridazon* + *ethofumesaat* in vooropkomst, gevolgd door verschillende naopkomst toepassingen gaf algemeen de beste resultaten. De combinatie van *chloridazon* + *quinmerac* gaf eveneens een goede algemene onkruidbeheersing. Naopkomst kunnen contact-grassenmiddelen zoals *fluazifop-butyl* of *clethodim* vlot ingezet worden. Verschillende middelen kunnen in naopkomst nog een bijkomende onkruidreductie met zich meebrengen. De inzet van middelen met bodemwerking zoals *propyzamide*, *dimethenamide* en *clomazon* is mogelijk maar het resultaat hangt sterk af van de grootte van het onkruid in combinatie met het aanwezige bodemvocht. In de naopkomst behandeling werden ook goede resultaten verkregen met *triflussulfuron-methyl*. Inzake fytoxiciteit werd in beide jaren geen remming vastgesteld van de ingezette middelen. In Figuur 5 is een foto van de onkruidbeheersingsproef van quinoa in 2018 weergegeven.



Figuur 5: Onkruidbeheersingsproef quinoa (Bottelare, 2018).

In 2015 werd op de biologische proefhoeve van Inagro een veldproef aangelegd met verschillende intensiteiten voor mechanische onkruidbeheersing (Dewaele et al., 2018; Dewaele et al., 2015). In '17 – '18 werd ook een proef uitgevoerd waarbij wieden als basis werd gecombineerd met een naopkomst toepassing van herbiciden. Een voorstelling van het wieden van de quinoa is weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6: Wieden van de quinoa (Oosterzele, 2017).

In 2017 kon door de droge omstandigheden 3 keer gewiedegd worden, terwijl dit het jaar daarop ('18) slechts éénmaal mogelijk was. In 2017 kon de correctie toepassing met herbiciden niet meer uitgevoerd worden, wat in 2018 wel mogelijk was. Het totaal aantal onkruiden kon in 2017 met het wieden met 78% worden gereduceerd zonder negatief effect op de finale bruto-opbrengst. In 2018 gaf de combinatie van wieden gevolgd door een toepassing van *clomazon* + *fluazifop-p-butyl* de beste resultaten inzake opbrengst en een belangrijke onkruidreductie van zwarte nachtschade en muur. In dat jaar kwam aan het licht dat het combineren van *triflusaluron-methyl* + *fluazifop-p-butyl* na de wiedegbehandeling niet selectief was voor quinoa. Dit terwijl uit de proeven chemische onkruidbeheersing de selectiviteit wel werd aangetoond van de middelen afzonderlijk. Een overzicht van de verschillende objecten en resultaten van de wiedegproeven zijn weergegeven in Tabel B.9 t.e.m. Tabel B.11 van de Bijlagen.

Bij teff is gezien het late zaaitijdstip de onkruiddruk vrij hoog. Zeker op gronden met veel hanenpoot kan de onkruiddruk problematisch worden. Om deze reden werd in 2018 specifiek met deze focus een onkruidbeheersingsproef uitgevoerd steunende op resultaten van Norberg (2012) die met *pyroxsulam* bij teff zeer goede resultaten haalde. Verschillende combinaties van herbiciden (grassen- en dicotylenmiddelen) al of niet in combinatie met verschillende doseringen *pyroxsulam* werden getest. De resultaten zijn gelijkaardig aan de voorgaande proeven met quinoa, terug te vinden in Tabel B.12 en Tabel B.13 van de Bijlagen.

Bij de teelt van teff, was het voornamelijk hanenpoot en in mindere mate melganzevoet die in grote aantallen aanwezig waren. De resultaten waren hoopgevend in die zin dat een chemische onkruidbeheersing dus mogelijk is waarbij ook grassen zoals hanenpoot kunnen aangepakt worden. Deze resultaten moeten evenwel nog door vervolgonderzoek bevestigd worden. Men kan stellen dat de teelt van teff enkel mogelijk is bij een afdoende onkruidbeheersingsmogelijkheid.



Figuur 7: Onkruidbeheersingsproef van teff met hoopgevende resultaten (Gijzenzele, 2018).

1.7. Beheersing van ziekten en plagen

De oude granen emmer en vooral eenkoorn bleken in vergelijking met de referentietarwe ziekte-resistenter te zijn tijdens de proeven uitgevoerd in het kader van het driejarige onderzoek. Indien er toch schade was bij deze gewassen, werd deze voornamelijk aangericht door bladseptoria, virus (BYDV) of bruine roest. Bepaalde rassen van emmertarwe bleken wel vrij gevoelig voor gele roest waarbij er een duidelijke jaarinvloed was.

De bladeren van emmertarwe zijn behaard, wat een biologisch beschermingsmechanisme bleek te vormen tegen schade van het graanhaantje. Ook bij eenkoorn bleef de schade van het graanhaantje beperkt. Khorasan toonde zich meer ziektegevoelig met voornamelijk schade door witziekte, gele roest, virus en bladseptoria. In Figuur 8 (A) is een foto van ziekteverschijnselen bij Kamut weergegeven.

Bij emmertarwe en eenkoorn kan bij de conventionele teelt een enkelvoudige toepassing met fungiciden in het aarstadium nuttig zijn. Bij een vroege aantasting door gele roest bij emmertarwe is een bijkomende vroege toepassing noodzakelijk. Voor khorasan werd herhaaldelijk vastgesteld dat, ondanks een tweevoudige toepassing van fungiciden (voorlaatste blad en aarstadium), het gewas een sterke aantasting door blad- en aarziekten vertoonde.

Bij de teelt van quinoa was het voornamelijk valse meeldauw (*Peronospora farinosa*) dat schade aanbracht aan het gewas en kan leiden tot een vervroegd bladverlies. Deze ziekte is ook gekend bij spinazie (*Amaranthaceae*), waaraan quinoa verwant is. In Figuur 8 (B) is een foto weergegeven waar de aantasting door valse meeldauw bij quinoa te zien is.



Figuur 8: Ziekteverschijnselen bij (A) Kamut (Bottelare, 2016) en (B) valse meeldauw bij quinoa (Bottelare, 2018).

Algemeen moet opgemerkt worden dat volgens de Belgische wetgeving geen fungiciden en insecticiden erkend zijn in de onderzochte teelten. Gedurende het project werden wel gewasbeschermingsmiddelen toegepast, maar dan opnieuw op basis van een ontheffing.

1.8. Oogst en opbrengst

Niet alle eenkoorn- en emmerrassen rijpen snel genoeg af onder een zomeruitbating. Bij de oogst van de zomerproef in 2018, waren het Cruydhoeck eenkoorn en Farvento emmer die nog niet volledig afgerijpt waren. Bij Farvento emmer was dit ook in het eerste teeltjaar reeds het geval. Bij de winteruitbating waren alle rassen voldoende afgerijpt op het moment van de oogst.

Door legering van de oertarwes verloopt de oogst moeizamer en trager dan bij de referentietarwes Tybalt (zomeruitbating) en Mentor (winteruitbating). Verschillend van de referentietarwe, wordt bij de oogst van eenkoorn en emmer de korrel niet meteen gescheiden van het kaf en zal het graan nog gepeld moeten worden na het oogsten. Door deze extra naoogst behandeling ligt de netto-opbrengst ongeveer 30 – 40% lager dan de bruto-opbrengst.

Zoals verwacht ligt de opbrengst van de oertarwes een stuk lager dan deze van moderne tarwe. Een voorstelling van de oogstresultaten van de winterproef uit 2018 is terug te vinden in Figuur 12. De opbrengsten van de zomerproef zijn terug te vinden in Figuur 13. Dit zijn de bruto-opbrengsten, nog voor het pellen van emmer en eenkoorn. Bij het interpreteren van deze resultaten moet opgemerkt worden dat het late voorjaar en zomer van 2018 uitzonderlijk droog waren waardoor de legering minimaal was. Dit kwam de oertarwes in het geval van opbrengst ten goede. In nattere jaren zijn de in deze proef gehanteerde hoge N-bemestingen allicht minder aangewezen. Meer gedetailleerdere adviezen hieromtrent zijn te vinden in de teeltfiches, welke terug te vinden zijn op de website van het Landbouwcentrum Granen (www.lcg.be). In Figuur 9 t.e.m. Figuur 11 zijn enkele foto's weergegeven van de proeven uit 2018.

Khorasan wordt gekenmerkt door een snellere afrijping dan moderne tarwe en ondervindt vervolgens geen problemen inzake afrijping. Verder wordt bij de oogst van khorasan ook de korrel meteen gescheiden van het kaf en is een extra naoogststap ook niet van toepassing. Toch ligt ook de opbrengst van khorasan met 1,2 – 2,5 ton/ha een stuk lager dan die van moderne tarwe.



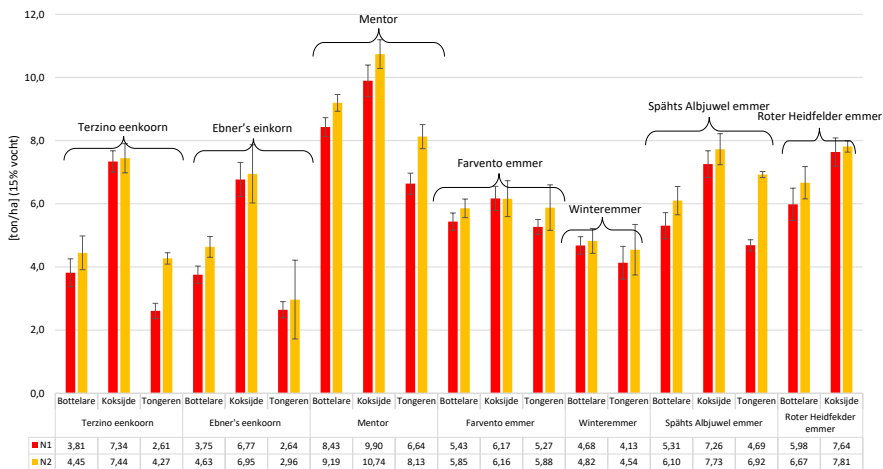
Figuur 9: Oogst zomergranen biologische proef (Gijzenzele, 2018).



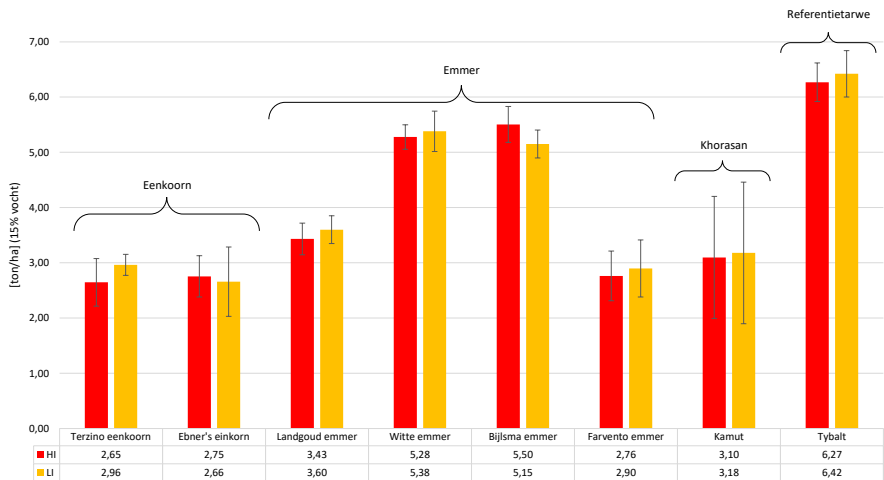
Figuur 10: Wintergranen (Bottelare, 2018).



Figuur 11: Wintergranen (Koksijde, 2018).



Figuur 12: Vergelijkende grafiek van de opbrengsten [ton/ha] (15% vocht) verkregen in Bottelare, Koksijde en Tongeren voor zowel het lage als hoge N-niveau (resp. N1 en N2) in 2018. De gegeven N-fracties (kg N/ha) waren als volgt: (1) Bottelare: 0 – 70 voor eenkoorn, 120 – 185 voor de referentietarwe Mentor en 70 – 130 voor emmer; (2) Koksijde: 100 – 130 voor eenkoorn, 160 – 224 voor de referentietarwe Mentor en 100 – 160 voor emmer; (3) Tongeren: 0 – 70 voor eenkoorn, 130 – 210 voor de referentietarwe Mentor en 70 – 130 voor emmer. De resultaten zijn het gemiddelde van telkens vier herhalingen, waarbij de standaarddeviatie weergegeven wordt aan de hand van de foutenbalken.



Figuur 13: Vergelijkende grafiek van de opbrengsten [ton/ha] (15% vocht) van de zomergranen in Bottelare 2018 met HI = high input (110 kg N/ha) en LI = low input (80 kg N/ha). De resultaten zijn het gemiddelde van telkens vier herhalingen, waarbij de standaarddeviatie weergegeven wordt aan de hand van de foutenbalken. Tybalt werd in de proef meegenomen als referentietarwe.

Bij de teelt van quinoa wijkt het moment van afrijping zeer sterk af tussen de verschillende rassen. Bij de proeven op de Proefhoeve Bottelare werd er voornamelijk gewerkt met de rassen Dutchess en Jessie. Ook deze twee rassen weken af in afrijping. Terwijl Jessie in het laatste teeltjaar ('18) reeds geoogst kon worden in augustus (07.08.18), vond de oogst van Dutchess pas plaats in september (12.09.18). Bijkomend kan de afrijping van de zaden soms sneller verlopen dan de afrijping van de stengel en blad. Ook binnen één aar is er vaak een ongelijke afrijping. Hierdoor kan het oogsten moeilijker verlopen met meer zaadverlies en is doorgaans een naoogst droogproces noodzakelijk. Om geschikt te zijn voor menselijke consumptie moet het quinoazaad na de oogst verder opgeschoond worden. Door deze opschoning blijft er ongeveer 70% van de bruto-opbrengst over. In Figuur 14 is een foto weergegeven van de oogst van quinoa tijdens het tweede teeltjaar. Figuur 15 geeft een foto van de ongelijke afrijping weer.



Figuur 14: Oogst quinoa (Bottelare, 2017).



Figuur 15: Ongelijke afrijping quinoa op aarniveau alsook op niveau van stengel t.o.v. de aar (Dutchess quinoa, 2018).

Zowel teff, boekweit als amarant kennen een ongelijke afrijping van de aar/pluim enerzijds en stengel/blad anderzijds. Hierdoor is een oogst in twee fasen meestal nodig. Bij teff en boekweit wordt er eerst gemaaid, waarna het zwad vervolgens kan drogen op het veld. Daarna wordt er gedorsen op het zwad. In het eerste projectjaar kon dit zo worden uitgevoerd. Zowel bij teff als bij boekweit waren er binnen het project echter grote problemen door een hoge onkruiddruk waarbij slechts in beperkte mate onkruidbeheersingsmiddelen beschikbaar zijn. Daardoor is voor teff en boekweit de oogst in het tweede teeltjaar ('17) niet kunnen plaatsvinden. Gelijkaardig als voor quinoa moet teff ook opgeschoond worden, omwille van de grote hoeveelheid gewasresten en onkruiden.

Boekweit daarentegen moet net als eenkoorn en emmer gepeld worden, waardoor er ongeveer 30% van de bruto-opbrengst verloren gaat.

Bij de teelt van amarant bleek de ongelijke en late afrijping het grootste probleem. Door de late oogst was het gewas nog zeer vochtig, waardoor het zaad bleef plakken aan de zeef en verloren ging. Dit gewas is vervolgens niet meer meegenomen tijdens het laatste teeltjaar. Figuur 16 toont een foto van de oogst van amarant in oktober 2017.



Figuur 16: Oogst amarant (Oosterzele, 2017).

1.9. Break-even berekening oertarwes

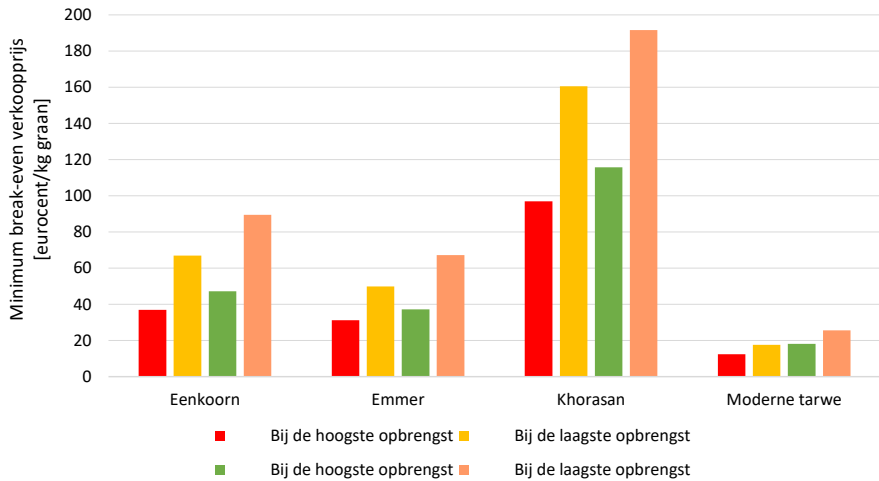
De teelt van oertarwes wordt pas interessant voor de landbouwer als het saldo per hectare evenwaardig is aan dat van conventionele zomer- of wintertarwe. Aangezien voor de oertarwes tot op heden geen courante marktprijzen gekend zijn, werd de minimum break-even verkoopprijs per kilogram berekend. Deze analyse werd uitgevoerd naar het model zoals deze binnen het Landbouwcentrum Granen, alsook binnen het Landbouwmonitoringsnetwerk gehanteerd wordt (Lamont, 2018; Vrints et al., 2015). Voor de berekening van de opbrengst werd rekening gehouden met de gemiddelde opbrengsten die gedurende het Altergrain-project werden verkregen en reeds afgetoetst werden in de praktijk. Hierbij werd zowel een minimaal alsook een maximaal haalbare opbrengst in rekening gebracht. De stro-opbrengst werd ingeschat op basis van veldobservaties en gemiddelde praktijkgegevens (Lamont, 2018). Er werd ook rekening gehouden met de opbrengst uit betalingsrechten vanuit het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid EU die in de akkerbouw gangbaar zijn (Lamont, 2018). De berekening werd uiteindelijk gemaakt met en zonder dit betalingsrecht.

Voor de variabele kostenzijde werd uitgegaan van de gangbare handelsprijzen voor meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen (periode '17 – '18). Hierbij werd vanuit volgende aannames gewerkt:

- Meststoffen: 90 kg K₂O via chloorpotas en een N-bemesting die als volgt varieerde per gewas in een zomeruitbating: 60 kg N/ha (eenkoorn), 100 kg N/ha (emmertarwe en referentietarwe) en 50 kg N/ha (khorasan). Voor een winteruitbating werd uitgegaan van 70 kg N/ha (eenkoorn), 120 kg N/ha (emmertarwe) en 180 kg N/ha (referentietarwe).
- Zaaizaad: voor de oertarwes werd uitgegaan van prijzen die vanuit het Altergrain-project betaald zijn aan voornamelijk buitenlandse leveranciers wat een meerprijs betekent tegenover conventionele zaaigranen. Hierbij kan de opmerking gemaakt worden dat deze prijzen mogelijks kunnen dalen indien er ook vanuit de lokale handel een hoger aanbod zou zijn.
- Gewasbescherming: een standaard onkruidbeheersing en halmverkorting die gelijk is voor alle graansoorten en vervolgens een variatie in de toediening van insecticiden en de ziektebeheersing. Voor eenkoorn en emmertarwe werd telkens één toepassing van een insecticide en een fungicide in rekening gebracht, terwijl voor de referentietarwe en khorasan telkens twee behandelingen werden doorgerekend.
- Loonwerk: conform het model werden enkel de loonwerkkosten voor het maaidorsen en het persen van het stro doorgerekend.
- De energiekost (brandstoffen, smeermiddelen voor tractoren) werd geraamd op 50 €/ha (Lamont, 2018)
- De vergoeding voor eigen arbeid per ha graanteelt werd ingeschat op 250 €/ha (Vrints, Deuninck, Tacquenier, D'Hooghe, & Van der Straeten, 2015).
- Pellen: in tegenstelling tot khorasan en de referentietarwe moet voor emmer en eenkoorn ook rekening gehouden worden met de kost voor het pellen. Op basis van ervaringen met het pellen van eenkoorn en emmertarwe van landbouwer Pieter Bijlsma (Nederland, 2017) werd er gerekend met een kost van 0,12 €/kg voor eenkoorn en 0,08 euro/kg voor emmertarwe en een verlies van 32,5% aan opbrengst.

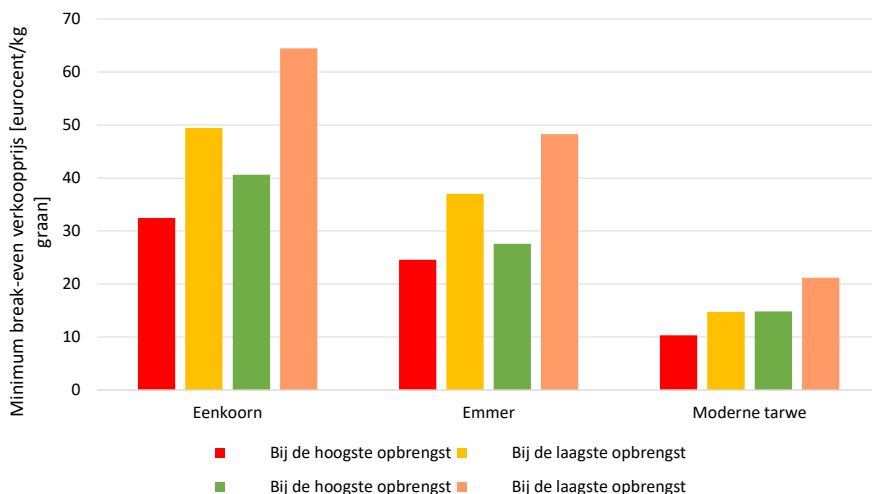
Voor de vaste kosten werden de kosten in rekening gebracht die structureel verbonden zijn aan elk bedrijf: pacht, machinekosten, gebouwen, diverse kosten (facturen voor water, telefoon, enz.) (Lamont, 2018; Vrints et al., 2015).

In Tabel B.14 in paragraaf A.5. *Break-even en rendabiliteitsberekening* van de Bijlagen is de detailberekening weergegeven. Het valt onmiddellijk op dat de kosten voor het zaaigoed (vooral voor khorasan) en de kost voor het pellen (in het geval van eenkoorn en emmer) sterk doorwegen en niet volledig gecompenseerd worden door de lagere kosten voor gewasbescherming en bemesting. Hierdoor wordt de finale minimum break-even verkoopprijs/kg graan bij een hoge en lage opbrengst een stuk hoger dan bij moderne tarwe en dit vooral bij khorasantarwe. Emmertarwe kan gemiddeld een hogere opbrengst genereren dan eenkoorn en heeft ook een lagere kost voor het pellen. Hierdoor wordt bijgevolg een lagere minimum break-even verkoopprijs per kg graan verkregen. In Figuur 17 worden de gegevens samengevat voor de zomeruitbating.



Figuur 17: Berekening minimum break-even verkoopprijs/kg oertarwes versus moderne tarwe in zomeruitbating. Deze resultaten zijn gebaseerd op de hoogste en laagste opbrengstgegevens zoals ze bij de proeven van het Altergrain-project verkregen zijn ('16 – '18). De berekening is met en zonder betalingsrecht gemaakt.

In Tabel B.15, paragraaf A.5. *Break-even en rendabiliteitsberekening* van de Bijlagen is de detailberekening weergegeven voor de winteruitbating. Net als bij de zomeruitbating, valt het onmiddellijk op dat de kosten voor het zaaigoed en de kost voor het pellen sterk doorwegen bij eenkoorn en emmertarwe en niet volledig gecompenseerd worden door de lagere kosten voor gewasbescherming en bemesting. Hierdoor wordt de finale minimale kostprijs bij een hoge en lage ingeschatte opbrengst een stuk hoger dan bij moderne tarwe. Net als bij de zomeruitbating leidt een hoger opbrengstvermogen bij emmertarwe tot een gunstigere minimum break-even verkoopprijs in vergelijking met eenkoorn. In Figuur 18 worden de gegevens samengevat voor de winteruitbating.



Figuur 18: Berekening minimum break-even verkoopprijs/kg oertarwes versus moderne tarwe in winteruitbating. Deze resultaten zijn gebaseerd op de hoogste en laagste opbrengstgegevens zoals ze bij de proeven van het Altergrain-project verkregen zijn ('16 – '18). De berekening is met en zonder betalingsrecht gemaakt.

De berekende minimum break-even verkoopprijzen zijn richtinggevend voor de landbouwers en kunnen een basis zijn om te komen tot een correcte prijszetting.

Uiteraard is prijszetting in de huidige akkerbouw voor de graanteelt een gegeven waarop de landbouwer zeer weinig impact heeft. De graanprijs wordt sterk beïnvloed door internationale factoren waarbij vraag en aanbod spelen met hierbij een jaarinvloed waarin het weer een belangrijke invloedsfactor is. Zo schommelde de landbouwprijs voor moderne tarwe in het seizoen '17 – '18 (augustus '17 – juli '18) rond 14 eurocent/kg bij de oogst, zakte vervolgens nog dieper en kwam pas kort voor de volgende oogst weer op een iets hoger niveau. In dit seizoen was de marge dan ook zeer krap. In het seizoen '18 – '19 schommelt de prijs sinds de oogst rond de 18 eurocent/kg. Voor baktarwe kan vaak maar een beperkte meerprijs verkregen worden (Lamont, 2018). Alternatieve granen produceren zal voor de landbouwer dan ook enkel mogelijk zijn indien de meerkosten vergoed worden en er ook een vergelijkbaar arbeidsinkomen kan behaald worden als bij moderne tarweteelt. Bovenop de vergoeding van 250 € voor eigen arbeid realiseert de landbouwer bij een conventionele tarweteelt vaak nog een bijkomend netto bedrijfsresultaat van gemiddeld 390 € met evenwel een belangrijke jaarinvloed (gemiddelde van 5 jaar met schommeling tussen -303 € tot +741 € in de periode 2009 tot 2013) (Vrints et al., 2015).

1.10. Rendabiliteitsanalyse pseudogranen

Bij de pseudogranen is het tot op heden enkel relevant om voor quinoa een indicatieve rendabiliteitsanalyse uit te voeren. Boekweit, teff en amarant worden nog niet geteeld in de praktijk. In het kader van het Altergrain-project was het ook niet mogelijk om voor alle deelaspecten van de kostprijs voor deze teelten een betrouwbare inschatting te maken. Quinoa wordt vandaag wel reeds geteeld in België, waarbij landbouwers een contract kunnen afsluiten met afnemers.

De rendabiliteitsanalyse is uitgevoerd naar het model dat door Vrints et al. (2015) gehanteerd wordt binnen het Landbouwmonitoringsnetwerk. Voor de opbrengstzijde werd rekening gehouden met de gemiddelde opbrengsten die gedurende het project werden verkregen, tevens

afgetoetst in de praktijk. Hierbij werd telkens een minimaal, alsook een maximaal, haalbare opbrengst naar voor geschoven. De weergegeven opbrengsten zijn de netto-opbrengsten na het schonen, die tevens ook finaal de basis voor het afrekenen vormen. De kosten voor het schonen zijn normaal voor rekening van de afnemer. Er kan uitgegaan worden van minimaal 30% verliezen bij het schonen (Cnops & De Vliegheer, 2017). De gehanteerde contractprijs (1 €/kg en 1,4 €/kg voor opgeschoonde, respectievelijk gangbare en biologische geteelde quinoa) werd verkregen bij het bedrijf Quinobel – Gilbel (2018) die de laatste jaren de meeste contracten opstelde (Gilbel, 2018). Het stro van quinoa is vrij hard en vergelijkbaar met koolzaadstro (Cnops & De Vliegheer, 2017). Hierop steunend werd er dan ook geen inkomst aan dit stro gekoppeld. De eventuele waarde wordt gecompenseerd door de kosten om dit stro te gaan persen en verzamelen.

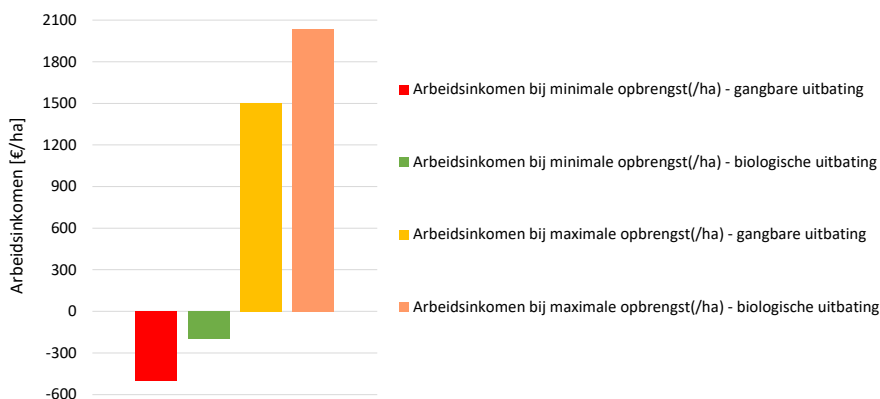
Voor de variabele kostenzijde werd gesteund op handelsprijzen voor meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen (periode '17 – '18). Hierbij werd van volgende aannames uitgegaan:

- Meststoffen: voor de gangbare uitbating werd uitgegaan van een kostprijs voor kunstmest van 140 kg K_2O via chloorpotas, een N-bemesting van 130 kg N/ha via ammoniumnitraat en 30 kg P_2O_5 /ha via tripelsuperfosfaat. Onder de biologische uitbating zal moeten gewerkt worden met dierlijke mest. Hier werd eenvoudigheidshalve uitgegaan van ongeveer de helft van de kosten voor kunstmest.
- Zaaizaad: 10 €/kg (Gilbel, 2018) en dit bij 10 kg/ha.
- Gewasbescherming: op basis van de teelttechnische ervaringen binnen Altergrain is op heden enkel onkruidbeheersing noodzakelijk. Voor de gangbare uitbating werd de onkruidbeheersing doorgerekend op basis van 2 l/ha *Bietazol* 520 + 0,5 l/ha *Ethomat* vooropkomst en een grassenbestrijding naopkomst met 1,5 l/ha *Fusilade max*. Onder een biologische teelt werd uitgegaan van de kostprijs voor twee passages met een wiedege (40 €/ha/passage) en twee maal schoffelen (60 €/ha/passage) (Latré, Derycke, Dewitte, De Roo, & Haesaert, 2015). Er moet opgemerkt worden dat tot op heden nog geen gewasbeschermingsmiddelen erkend zijn voor de teelt van quinoa (Fytoweb, 2015).
- Loonwerk: hier werden enkel de loonwerkkosten voor het maaidorsen doorgerekend (Lamont, 2018).
- De energiekost (brandstoffen, smeermiddelen voor tractoren): werden geraamd op 50 €/ha (Lamont, 2018).
- Bij quinoa moet het gewas na de oogst steeds gedroogd worden. Hierbij werd naar analogie met granen gerekend met de tarieven vooropgesteld door Fegra (2018). Voor een vochtgehalte tussen 29,6 – 30% moet hier gerekend worden met 25,46 €/ton bruto-opbrengst (Synagra, 2018).

Voor de vaste kosten werden de kosten in rekening gebracht die structureel verbonden zijn aan elk bedrijf: pacht, machinekosten, gebouwen, diverse kosten (facturen voor water, telefoon, enz.) naar het model van de graanteelt (Lamont, 2018; Vrints et al., 2015). Aangezien voor quinoa weinig gewasbeschermingsmaatregelen nodig zijn, zullen de hieraan verbonden machinekosten ook lager zijn waardoor de totale algemene kosten 100 € lager werden ingeschat.

De volledige berekeningen van deze rendabiliteitsanalyses onder beide uitbatingen (gangbaar en biologisch) zijn terug te vinden in respectievelijk Tabel B.16 en Tabel B.17 van de Bijlagen. In Figuur 19 wordt het arbeidsinkomen weergegeven voor de teelt van quinoa onder gangbare en biologische uitbating. Er kan aangenomen worden dat de arbeidskost/ha hoger zal zijn dan bij moderne tarwe, gezien een beperkte finale manuele onkruidbeheersing aangewezen is. Wanneer hier in vergelijking met moderne tarwe (250 €/ha arbeidskost – Lamont, 2018) 500 €/ha in rekening wordt gebracht, is bij gangbare uitbating een maximaal netto bedrijfsresultaat van ca. 1000 €/ha mogelijk. In biologische uitbating wordt dit dan 1536 €/ha.

Hieruit kan besloten worden dat aan de huidige contractprijzen een rendabele teelt mogelijk is op voorwaarde dat er voldoende opbrengst wordt gehaald. In de gangbare teelt moet de netto-opbrengst na drogen en schonen minimaal 1254 kg/ha aan 15% vocht bedragen (= maximale kost van 1254 €/ha: 1 €/kg). Bij 30% opschoningsverliezen en een vochtgehalte op het moment van de oogst van 30%, moet de bruto-opbrengst derhalve minimaal 2175 kg/ha inhouden (= 1254 kg/ha: 0,7 = 1791,5 kg (15% vocht) of 2175 kg/ha aan 30% vocht). Wanneer dezelfde berekening wordt uitgevoerd bij biologische uitbating bedraagt de minimaal te behalen bruto-opbrengst 1520 kg/ha (30% opschoningsverliezen en 30% vocht bij de oogst), startende van de maximale kost van 1226,4 €/ha. Hierbij moet nog wel opgemerkt worden dat er slechts zeer beperkt contracten worden gesloten aangezien de lokale teelt onder druk staat van het grote aanbod op de markt van ingevoerde quinoa uit Latijns-Amerika. Voor 2019 worden aldus Quinobel-Gilbel slechts contracten gemaakt voor 20 ha onder gangbare teelt en 20 ha onder biologische teelt (Gilbel, 2018). Tot slot moet er ook nog op gewezen worden dat voor de gangbare teelt er op dit moment nog geen gewasbeschermingsmiddelen erkend zijn, waardoor men in feite geen chemische onkruidbeheersing kan uitvoeren.



Figuur 19: Resultaten van de rendabiliteitsanalyse voor de teelt van quinoa onder een gangbare en biologische uitbating. Het arbeidsinkomen is weergegeven bij een minimale en maximale opbrengst [/ha].

2 Technologisch

In het volgende hoofdstuk wordt er dieper ingegaan op de technologische eigenschappen van de alternatieve granen en de eventuele moeilijkheden die na de oogst van deze granen kunnen optreden. Concreet wordt er ingegaan op de naoogsteigenschappen van elk van de granen. Indien er extra naoogststappen vereist zijn, wordt er in de mate van het mogelijke ook weergegeven waar deze stappen uitgevoerd kunnen worden binnen België.

Verder werden binnen dit project, twee voorname baktechnische parameters onderzocht en werden er baktesten uitgevoerd om de voedingswaarde van een broodproduct van elk van de alternatieve granen na te gaan. De waarden voor de parameters alsook de bakmethodiek zijn in dit hoofdstuk weergegeven. Informatie over de voedingswaarde komt in hoofdstuk 3 aan bod.

2.1. Verwerkingseigenschappen

2.1.1. Pellen

Na de oogst van emmer en eenkoorn, wordt de korrel niet gescheiden van het kaf. Bijgevolg moeten deze granen nog een pelprocedure ondergaan. Het is belangrijk naar een zo goed mogelijk pelrendement te streven, zodat het meeste graan gepeld is, maar het aandeel gebroken korrels toch minimaal blijft. Deze korrels gaan namelijk verloren in het verdere proces van schonen en scheiden.

Voor het pellen van deze granen zijn verschillende mogelijkheden onderzocht geweest. In eerste instantie zijn er peltesten uitgevoerd in het laboratorium graantechnologie van de UGent. UGent beschikt over een speltpeller met een mantel van 3,5 x 20 mm. Voor emmer werden er bevredigende resultaten behaald met deze mantel indien het pellen tweemaal herhaald werd. Men kan er bijgevolg vanuit gaan dat op plaatsen waar ze voorzien zijn van een speltpeller, het pellen van emmer ook mogelijk zal zijn. Voor eenkoorn is er echter een aangepaste mantel nodig om efficiënt te kunnen pellen en zijn speltpellers over het algemeen niet geschikt.

Een overzicht van de firma's die o.a. speltpellers verkopen en biologische landbouwers die in het bezit zijn van een speltpeller en deze ook voor derden ter beschikking stellen, werd reeds opgesteld door Inagro in hun "Praktijkids biologische spelt" (Dewaele, 2015) en is ook weergegeven in paragraaf B.1. *Pellen* van de Bijlagen. Deze lijst is verder aangevuld met eigen contacten die werden gemaakt tijdens de drie projectjaren van Altergrain. Telkens als het mogelijk is om ook eenkoorn te laten pellen staat dit hier ook vermeld.

Verder werden er nog goede pelresultaten behaald voor eenkoorn met de "peeler DVC 2" van Horn Technic. Via dit bedrijf werd er contact opgenomen met Xavier Mauroy en Mathias Fayt. Beide zijn bekend met het pellen van eenkoorn en bereid hun eigen bevindingen en informatie te verlenen aan geïnteresseerden. Onafhankelijk van elkaar benadrukten ze wel de moeilijkheden die komen kijken bij het pellen van eenkoorn. Xavier Mauroy haalde ook het verschil aan tussen eenkoorn afkomstig uit België (Wallonië) en deze afkomstig uit landen met een warmer en droger klimaat, zoals bv. Sicilië. De eenkoorn uit Sicilië laat zich veel makkelijker pellen, volgens zijn bevindingen hoogstwaarschijnlijk omwille van een lager vochtpercentage. Bij eenkoorn die zijn oorsprong in België kent, ondervindt hij een hoger vochtgehalte. Verder wijst hij ook op een verschil in smaak tussen de eenkoorn afkomstig uit bv. Sicilië en deze uit België. Mathias Fayt benadrukte daarnaast ook nog eens het lage pelrendement van eenkoorn in de praktijk. Het pellen van eenkoorn werd ook steeds omschreven als een zeer tijdsintensief en traag proces. De contactgegevens van Xavier Mauroy en Mathias Fayt zijn terug te vinden in paragraaf B.1. *Pellen* van de Bijlagen.

Tenslotte werd er nog een bezoek gebracht aan de Flietermolen die in staat zijn eenkoorn te vermalen tot bloem door gebruik te maken van de *midget maxima roller mill*. Hierbij wordt eenkoorn ongepeld vermalen en wordt het kaf samen met de zemelen afgevoerd, waarna er enkel de bloem nog overblijft en geschikt is voor consumptie. Ook deze gegevens zijn terug te vinden in paragraaf B.1. *Pellen* van de Bijlagen.

2.1.2. Scheiden

Na het pellen van de granen, moeten de korrels ook nog gescheiden worden van het kaf vooraleer het graan kan vermalen worden. Ook voor een eerste scheidingstest werd er gebruik gemaakt van de apparatuur beschikbaar in het laboratorium graantechnologie van UGent. Hier werd nagegaan welke instellingen de zeven en aspiratie moeten hebben om een zo goed mogelijke scheiding te verkrijgen. Dit gebeurde voor de granen eenkoorn, emmer en khorasan. Ook de instellingen voor referentietarwe Tybalt werden ter vergelijking nagegaan. De verkregen instellingen zijn terug te vinden in Tabel B.18 in Bijlagen.

Voor eenkoorn werden er net als bij het pellen geen bevredigende resultaten behaald met de beschikbare machines in het laboratorium graantechnologie van de UGent. Voor een optimale scheiding van eenkoornkorrels zouden er extra testen moeten uitgevoerd worden met andere zeven. Het probleem was voornamelijk terug te brengen tot de ongepelde korrels die niet door de bovenzeef geraakten en daardoor afgevoerd werden en zo voor extra verliezen zorgden. Ook de onderzeef had niet de ideale grootte en zou beter nog kleiner zijn, om de scheiding te optimaliseren.

Verder was er ook een groot verschil te zien in reinigingsrendement. Enkel khorasan behaalde een rendement dat met 90% in de buurt kwam van het rendement bij Tybalt. Voor emmer en eenkoorn tarwe lag het rendement echter veel lager. Ook bij de doorval van te kleine en gebroken korrels was er een groot verschil te zien. Bij eenkoorn lag deze doorval het hoogste als gevolg van te veel gebroken korrels door een niet-optimale pelling. De doorval bij emmer en khorasan was reeds lager dan bij eenkoorn tarwe, maar nog steeds hoger dan bij Tybalt.

2.1.3. Vermalen

Het laboratorium van graantechnologie aan de UGent beschikt ten slotte ook over een Bühler maalautoomaat waarmee een vermalingstest werd gehouden met de oertarwes emmer (Bijlsma emmer), eenkoorn (Cruydhoeck eenkoorn) en khorasan (Kamut). Als referentie werd ook Tybalt vermalen. Alle stalen waren afkomstig van eigen oogst.

Elk van de granen werd vermalen met dezelfde instellingen voor de walsen zoals deze voor reguliere tarwe worden toegepast. Bij de Bühler vermaler worden de korrels eerst vermalen door drie breekwalsen (B1, B2, B3), waarna het over drie gladwalsen wordt geleid (C1, C2 en C3). Na het passeren van elk van deze walsen wordt er een reststroom opgevangen. Wat er opgevangen wordt bij de gladwalsen is de bloem, bij de breekwalsen zijn dit voornamelijk de zemelen. Tenslotte wordt bij deze vermaler ook het kriel als aparte stroom opgevangen. Het resultaat van de vermaling met de verschillende fracties na het passeren van de zes verschillende walsen en het uiteindelijke rendement zijn terug te vinden in Tabel B.19 in Bijlagen.

Het belangrijkste resultaat dat duidelijk werd na dit vermalingsexperiment was dat, indien men start met het vermalen van verschillende graansoorten aan eenzelfde instellingen, er heel andere bloemsamenstellingen kunnen verkregen worden. Bij dit experiment waren de grootste verschillen terug te vinden voor eenkoorn. In vergelijking met de drie andere graansoorten lag het vermalingsrendement van eenkoorn na het passeren van de drie breekwalsen een stuk hoger en na het passeren van de drie gladwalsen heel wat lager. Ook bedroeg het rendement aan bloem na het passeren van elk van de zes walsen voor eenkoorn slechts 85%, terwijl dit voor

emmer, khorasan en Tybalt 94% bedroeg. Het verschil was voornamelijk terug te brengen op een hogere zemelbloemfractie voor eenkoorn. Dit verschil heeft o.a. te maken met het verschil in partikelgrootte van de endospermdeeltjes. Eenkoorn wordt gekenmerkt door zeer fijne endospermdeeltjes, wat resulteert in "kleverige" bloem, die gemakkelijker achterblijft in de installatie of meegezogen wordt met de luchtstroom die de installatie verlaat. Het endosperm van emmer, khorasan en Tybalt daarentegen, kent een veel grovere structuur, wat zorgt voor een vlotter maal- en zeefproces.

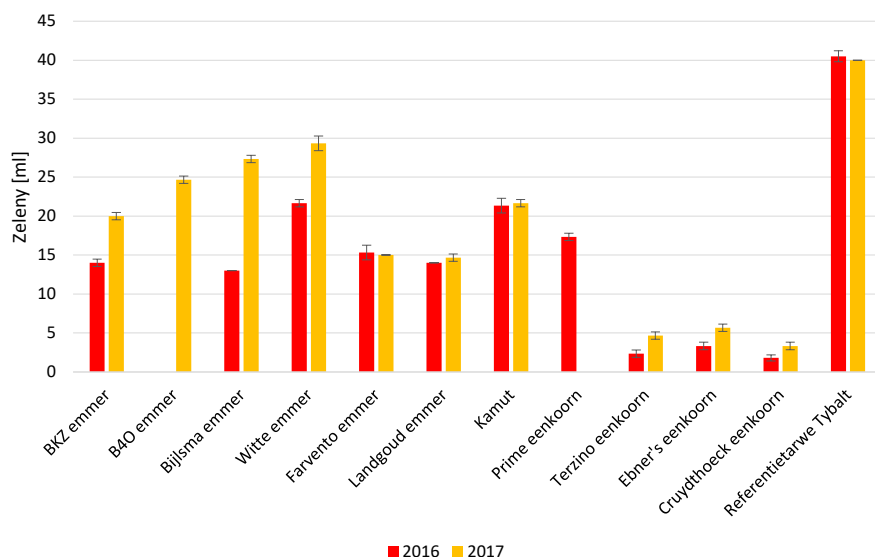
2.2. Voornaamste baktechnische parameters

2.2.1. Zelenywaarde en valgetal

De bakkwaliteit van (tarwe)bloem wordt aan de hand van twee belangrijke maatstaven bepaald: de Zelenywaarde en het valgetal. De Zelenywaarde of sedimentatiewaarde, bepaalt de bakkwaliteit door de kwaliteit van gluten in de bloem te bepalen. Het wordt berekend door aan een water-bloemmengsel melkzuur toe te voegen en vervolgens de sedimentatie te quoteren gedurende een bepaald tijdsinterval. Hoe meer deeltjes er sedimenteren, hoe sterker de gluten en hoe hoger de bakkwaliteit. Hoe sterker de gluten, hoe hoger hun wateropslopend vermogen waardoor de deeltjes langer in suspensie zullen blijven 'rondzweven' en ze er dus langer over doen om te bezinken. Omdat steeds na 5min rusttijd de sedimentatie bekeken wordt, betekent dit dat er een hogere sedimentatiewaarde afgelezen kan worden. Bij zwakkere gluten zullen de deeltjes sneller bezinken. Zeleny bepaalt niet de bakwaardigheid, maar geeft er wel een indicatie over (Zeleny, Greenaway, Gurney, Fifield, & Lebsock, 1960).

Bij het valgetal, ook wel Hagberggetal genoemd, wordt de bakkwaliteit bepaald door na te gaan in hoeveel seconden een gestandaardiseerde staaf door een vat met een mengsel van bloem en water valt, inclusief een wachttijd van 60s. Specifiek wordt bij de bepaling van het valgetal de activiteit van het α -amylase-enzym gemeten. Wanneer tarwe schot begint te vertonen, betekent dit dat het kiemproces in de korrel reeds op gang komt, waarbij α -amylase vrijkomt. Dit α -amylase breekt zetmeel af tot dextrinen, die lager in viscositeit zijn. In een water-meelmengsel zal α -amylase vervolgens zorgen voor een waterige gelfractie. Een ideaal valgetal ligt tussen 200 – 250 s. Indien hoger kan mout toegevoegd worden om tot een goede bakkwaliteit te komen. Indien het valgetal lager ligt dan 200 s, is er teveel α -amylase aanwezig, wat betekent dat de gist tijdens het bakken teveel 'voedsel' ter beschikking zal hebben (Hagberg, 1960).

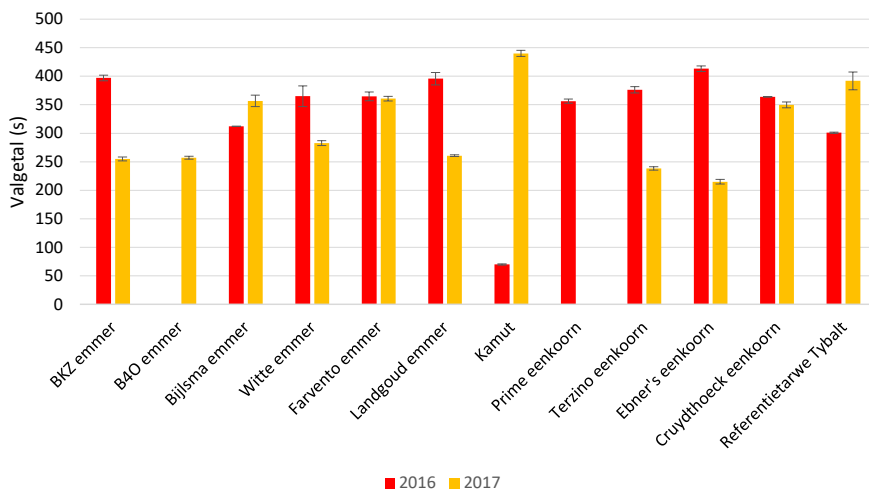
Zowel de Zelenywaarde als het valgetal werden bepaald op de verschillende gewassen in het kader van het onderzoek. De Zelenywaarden voor verschillende rassen van eenkoorn en emmer, maar ook van khorasan en de referentietarwe, zijn terug te vinden in Figuur 20. De resultaten zijn bepaald op basis van graan uit Bottelare geoogst in twee verschillende teeltjaren ('16 – '17). Hierbij moet wel in acht genomen worden dat zowel het valgetal als de Zeleny sedimentatie test in oorsprong ontwikkeld zijn geweest om uit te voeren op moderne tarwe.



Figuur 20: Vergelijkende grafiek van de Zelenywaarden van eenkoorn, emmer, khorasan en de referentietarwe Tybalt. De resultaten zijn verkregen o.b.v. granen geoogst in Bottelare gedurende twee opeenvolgende teeltjaren ('16 - '17) en zijn het gemiddelde van telkens 2 tot 3 herhalingen. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer.

Voor het bakken van gewoon brood moet de Zelenywaarde minimaal 40 ml bedragen. Uit Figuur 20 wordt duidelijk dat enkel de referentietarwe Tybalt uit 2016 en 2017 hieraan voldoet. Al de andere gewassen halen waarden die onder 25 ml liggen. Voornamelijk de eenkoornrassen halen zeer lage Zelenywaarden. Deze rassen hebben, gebaseerd op deze resultaten, zeer zwakke gluten. Verder moet er nog rekening gehouden worden dat de waarden onder de 10 ml niet exact te bepalen zijn, aangezien dit enkel mogelijk is vanaf waarden die hoger dan 10 ml liggen.

De resultaten van de bepaling van het valgetal voor de verschillende gewassen zijn terug te vinden in Figuur 21. Bloem met goede bakeigenschappen heeft een valgetal van 200 – 250 s. Uit onderstaande figuur kan opgemaakt worden dat enkel Terzino eenkoorn en Ebner's eenkoorn uit 2017 hieraan voldoen. Met uitzondering van Kamut in 2016, liggen alle andere waarden hoger dan 250 s. Zoals reeds eerder vermeld kan er op dat moment mout toegevoegd worden om toch tot een goede bakkwaliteit te komen. De reden dat khorasan uit 2016 een eerder laag valgetal vertoont, is mogelijks door de snellere ontwikkeling en afrijping. Hierdoor kan het zijn dat de oogst voor dit gewas iets later dan het optimale moment plaatsvond, waardoor schotvorming reeds kon plaatsvinden. De gewassen eenkoorn, emmer en de referentietarwe daarentegen kennen een tragere ontwikkeling.



Figuur 21: Vergelijkende grafiek van de valgetalwaarden van eenkoorn, emmer, khorasan en de referentietarwe Tybalt. De resultaten zijn verkregen o.b.v. zomergranen geoogst in 2016 en 2017 en zijn het gemiddelde van telkens twee herhalingen. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer.

In derde instantie werd gekeken naar het gehalte beschadigd zetmeel. Door het vermalen van graankorrels treedt er beschadiging van zetmeel op. Dit zorgt ervoor dat het zetmeel gemakkelijk water kan opnemen. Voor de meeste bloemsoorten ligt het gehalte beschadigde zetmeelkorrels rond de 5 – 10%. Indien er te veel zetmeelbeschadiging in de bloem aanwezig is, zal het deeg te plakkerig worden en bijgevolg moeilijk verwerkbaar zijn (Kolanowski, 2000). Het bleek dat de bloem van de emmervariëteiten (nagegaan voor Bijsma emmer, Witte emmer, Farvento emmer en Landgoud emmer) en de khorasanvariëteit Kamut significant meer beschadigd zetmeel bevatten dan de bloem van de eenkoornvariëteiten (nagegaan voor Terzino eenkoorn, Ebner's einkorn en Cruydhoeck eenkoorn). Dit verschil is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan de hogere hardheid van de korrel van emmer- en khorasantarwe. Ook zou dit gelinkt kunnen worden aan de snellere retrogradatie van het zetmeel bij broden bereid met emmer- of khorasanbloem in vergelijking met brood bereid met eenkoornbloem.

Voor diepgaandere baktechnische analysewaarden van alternatieve granen, alsook voor praktische verwerkingsmogelijkheden tot smaakvolle broodproducten, wordt verwezen naar de resultaten verkregen in het VLAIO-TETRA-project Alterbake ('17 – '19).

2.3. Bakprocedure broden voor voedingswaardeanalyse

Eén van de projectdoelstellingen omvat het evalueren van de voedingswaarde van een broodproduct uit alternatieve granen (voedingswaarde na het bakken). Op die manier kan het verschil bestudeerd worden tussen de voedingswaarde van de graankorrels versus de voedingswaarde van brood gemaakt uit integraal vermalen korrels. Hierbij was het niet de bedoeling om sensorisch geoptimaliseerde broden te produceren. Het ging er om dat de korrels een bakproces doorlopen om te zien hoe de voedingswaarde hierdoor wijzigt.

Aan het einde van het tweede projectjaar ('17) werden er twee opeenvolgende bakdagen georganiseerd. Tijdens deze twee bakdagen werden in totaal 26 broden gebakken met zowel oude granen als pseudogranen. Het gebruikte zomergraan was afkomstig van de oogst van 2016.

Zoals aan de hand van de Zelenywaarde reeds duidelijk werd, bezitten de oude granen voornamelijk zwakke gluten. Deze lage bakwaarde resulteerde verder ook in een korte deegstabiliteit en een uitgesproken verlies in consistentie. Dit bemoeilijkte het bakproces. Teff en de pseudogranen zijn volledig glutenvrij. Op basis van literatuur en testbakken werd hier besloten de broden te bakken met een invoeging van 20% teff of een pseudograan en 80% gewone tarwe. Op die manier konden nog broden worden verkregen *zonder* aanpassingen te moeten doorvoeren gerelateerd aan het bakken met glutenvrije ingrediënten.

De ingrediënten waren meel, zout, gist en water:

- 500 g volkorenmeel, integraal vermalen met de keukenschaal steenvermaler "Komo Fidibus Classic":
 - Broden uit Tybalt, emmer, eenkoorn, khorasan: 100% (= 500 g) meel van de (oer)granen
 - Broden met teff of pseudograan: 80% (= 400 g) Tybalt tarwemeel + 20% (=100 g) meel van teff of een pseudograan
- 7,5 g zout (1,5 % op het meel, wat overeenkomt met 1,1 % op het brood);
- 4,5 g gedroogde gistkorrels Bruggeman (0,9 % op het meel);
- 290 g water werd toegevoegd bij het mengen van de ingrediënten (uitgezonderd: 270 g voor emmermeel). Tijdens het kneedproces werd er nog wat water toegevoegd tot er een eenzelfde deegconsistentie voor elk van de degen werd verkregen.

Procedure (totaal 2u fermenteren, 1 uur bakken en 2 uur afkoelen):

1. Eerst wordt het deeg 20 minuten gekneet (machinaal door kneedfunctie van Panasonic SD-2500);
2. Vervolgens zal het deeg gedurende 1u rijzen onder een warme vochtige doek (bij omgevings-temperatuur van 22°C en R.V. van 50%));
3. Na het eerste rijsmoment, wordt het deeg opgebold, in de bakvorm geplaatst en mag het voor een tweede keer rijzen gedurende 35 min;
4. Het brood wordt gebakken op 200°C in een voorverwarmde oven;
5. Na het afkoelen, wordt het brood ingepakt in een gesloten diepvrieszak om verder water-verlies te voorkomen.

Voor het bakken van deze testbroodjes, werd er geen gebruik gemaakt van een vetstof, noch als ingrediënt noch als smeervet voor de bakvorm.

In Figuur 22 en Figuur 23 zijn foto's terug te vinden van een snede van elk van de broden, bereid met respectievelijk oude granen, teff en pseudogranen. Het betreft compacte broden waarbij de foto's aantonen dat de sensorische kwaliteit duidelijk nog zou verbeterd moeten worden door het optimaliseren van de bakprocedure. Voor het verkregen van kwaliteitsvolle broodproducten uit alternatieve granen wordt verwezen naar het VLAIO-TETRA-project Alterbake ('17 – '19). Hierin wordt een diepgaande screening gedaan van alle baktechnische parameters en worden alternatieve productiefacetten aangevoerd om uit alternatieve granen toch (sensorisch) kwaliteitsvol brood te verkregen. Het bakken van broden binnen het Altergrain-project had als doel om de voedingswaarde op een bakproduct te kunnen vergelijken met die van de graankorrels. Hiertoe was de gehanteerde procedure een gepaste techniek.



Figuur 22: Foto's van een snede van de broden bereid uit 100% meel: Tybalt (referentietarwe) versus de oude granen.



Figuur 23: Foto's van een snede van de broden, bereid uit 80% Tybaltmeel en 20% teff of een pseudogranen (20% teff of 20% pseudogranen wordt aangegeven).

3 Nutritieel

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de verschillende analyses, uitgevoerd op zowel de korrel als op brood, weergegeven. Eerst en vooral wordt er gekeken naar de gehalten aan hoofdnutriënten in de korrels van verschillende alternatieve granen en de referentietarwe Tybalt. Ook de mineraal- en vitaminegehalten werden nagegaan. Er werd steeds gebruik gemaakt van korrels afkomstig uit de oogst van proeven van het project Altergrain (oogst van zomeruitbating). Dezelfde analyses werden herhaald op het brood, gebakken met het meel van korrels afkomstig uit eenzelfde oogst. De methoden die voor elke analyse werden toegepast, zijn terug te vinden in Tabel B.20 van de Bijlagen.

Daarnaast werd ook de anti-oxidatieve capaciteit nagegaan door middel van de totale fenolische component (TFC) concentratie. Ook dit gebeurde zowel voor de korrels als voor het brood. Een inschatting van de eiwitkwaliteit voor elk van de alternatieve granen gebeurde a.d.h.v. een uitgebreide literatuurstudie.

Tenslotte zijn ook de resultaten van een scenario-analyse terug te vinden in het volgende hoofdstuk. Hierbij wordt er gekeken of de broden, gemaakt op basis van de oertarwes of met de inmenging van teff of pseudogranen, eventueel gezondheidsbevorderende effecten hebben op een vrouw van 30 jaar.

3.1. Korreleigenschappen

3.1.1. Hoofdnutriënten

3.1.1.1. Geanalyseerde waarden

Voor de analyse van de hoofdnutriënten in de korrel van de verschillende gewassen, werden er analyses uitgevoerd op zowel korrels afkomstig van proeven in Bottelare (referentietarwe Tybalt, eenkoorn, emmer, khorasan, teff, boekweit, amarant en quinoa), Koksijde (referentietarwe Tybalt, eenkoorn, emmer, khorasan, teff en boekweit) en Nieuwenhove (teff). Voor de gegevens uit Bottelare werden korrels uit drie opeenvolgende teeltjaren ('16 – '17 – '18) geanalyseerd. Voor Koksijde en Nieuwenhove werden enkel korrels afkomstig van de proeven in het eerste teeltjaar ('16) geanalyseerd. Enkel quinoa vormt hier een uitzondering op en was afkomstig van de 2015 oogst van het ILVO. De gemiddelde waarden van de hoofdnutriënten zijn weergegeven in Tabel 1. De uitgebreide tabel met analysewaarden is terug te vinden in Tabel B.21 in Bijlagen.

Tabel 1: Overzicht van de gemiddelde gehalten aan hoofdnutriënten in de korrels van de verschillende gewassen op drie verschillende locaties en geoogst in drie verschillende teeltjaren. Verder is ook de standaarddeviatie als spreidingsmaat weergegeven, alsook de minimum- en maximumwaarden. (n = x) geeft weer op basis van hoeveel resultaten het gemiddelde berekend is.

Gewas ¹	[g/100g DS]							
	Eiwit		As		Vet		VKH ²	
	Gem±STD	Min-max	Gem±STD	Min-max	Gem±STD	Min-max	Gem±STD	Min-max
Ref.tarwe (n = 2+1+3)	12,8 ± 1,5	10,9-14,8	2,0 ± 0,2	1,6 - 2,2	2,6 ± 0,2	2,2 - 2,7	72,4 ± 1,6	67,1-83,4
Eenkoorn (n = 7+3+6)	17,6 ± 1,9	14,6-21,1	2,8 ± 0,6	2,0 - 3,7	4,0 ± 0,3	3,7 - 4,7	67,7 ± 2,2	59,5-79,1
Emmer (n = 9+5+10)	17,0 ± 2,2	14,0-21,5	2,8 ± 0,4	2,2 - 3,5	3,3 ± 0,4	2,5 - 4,4	70,5 ± 2,3	61,4-80,6
Khorasan (n = 4+1+2)	17,5 ± 1,8	14,4-20,2	2,4 ± 0,4	2,0 - 2,8	2,9 ± 0,7	2,2 - 3,9	68,6 ± 2,2	62,6-81,1
Teff (n = 9)	11,7 ± 1,1	10,6-13,9	3,1 ± 0,5	2,7 - 4,3	3,5 ± 0,3	3,1 - 4,2	69,5 ± 1,4	67,4-70,6
Boekweit (n = 11)	14,2 ± 1,7	12,2-17,5	3,4 ± 1,9	2,0 - 8,1	3,5 ± 0,4	2,7 - 4,3	66,7 ± 3,1	59,7-70,3
Amarant (n = 4)	15,7 ± 1,1	15,0-17,3	3,3 ± 0,4	2,9 - 3,8	7,2 ± 0,2	7,0 - 7,3	59,0 ± 1,5	56,8-60,0
Quinoa (n = 1)	17,5 ± 0	17,5-17,5	4,0 ± 0	4,0 - 4,0	10,1 ± 0	10,1-10,1	54,4 ± 0	54,4-54,4

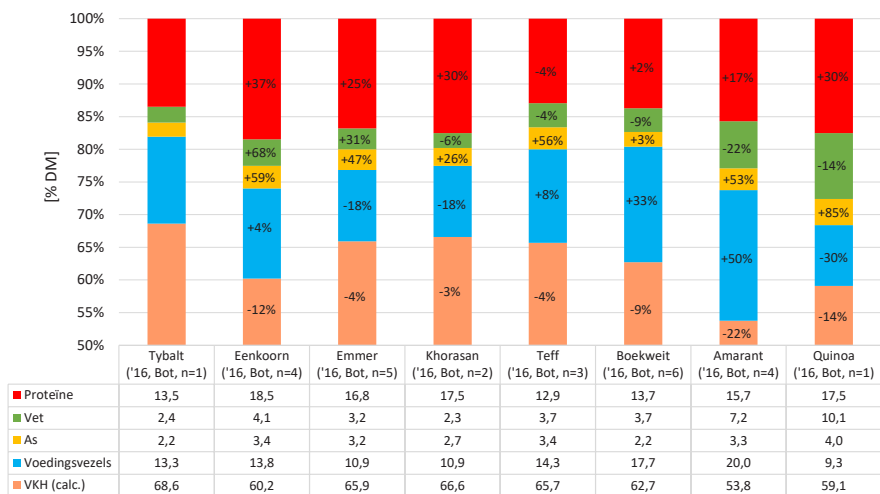
¹ n = geeft weer op basis van hoeveel data de waarden berekend zijn. Het eerste getal duidt op het aantal waarden uit 2016, het tweede op het aantal waarden uit 2017 en het derde op het aantal waarden uit 2018.

² VKH = verteerbare koolhydraten. Dit is een berekende waarde, geen geanalyseerde

In Tabel B.22, Tabel B.23 en Tabel B.24 in Bijlagen zijn de resultaten van statistische analyses op de hoofdnutriënten in de korrel weergegeven. Hierbij werd er gekeken naar het effect van zowel het teeltjaar, de bodem (locatie) alsook het gewas. Er is een significant verschil op het eiwitgehalte en het gehalte aan verteerbare koolhydraten voor de graansoorten eenkoorn en emmer tussen de drie verschillende teeltjaren. Daarom werden voor de verdere statistische analyses enkel de waarden uit het eerste teeltjaar ('16) gebruikt. Significante verschillen o.b.v. locatie (bodemsotype) zijn per ras voornamelijk terug te vinden in het eiwitgehalte (eenkoorn, emmer en teff) en het gehalte aan verteerbare koolhydraten (eenkoorn, khorasan en teff).

Tenslotte werd er per locatie ook gekeken naar de verschillen in gehalten aan hoofdnutriënten tussen de gewassoorten. Voor het vetgehalte is het amarant dat met een hogere waarde boven de andere gewassen bovenuit schiet. Voor het eiwitgehalte zijn de hoogste waarden terug te vinden voor eenkoorn, emmer en khorasan. Conclusies voor het gehalte aan verteerbare koolhydraten (vnl. zetmeel) tenslotte, hangen af van het bodemtype. Wel komen steeds hoge waarden voor bij teff en boekweit of, anders geformuleerd, treden de laagste gehalten op bij eenkoorn en amarant.

Bij de statistische analyses konden niet alle gewassen meegenomen worden wegens te weinig herhalingen in sommige gevallen. Daardoor kan er geen wetenschappelijke uitspraak worden gedaan aangaande het nutritioneel verschil tussen moderne tarwe en de alternatieve gewassen. In Figuur 24 is een vergelijkende grafiek van de hoofdnutriënten in de korrel van alle gewassen weergegeven.



Figuur 24: Vergelijkende grafiek van de hoofdnutriënten in de korrel voor de verschillende gewassen. De gegevens zijn afkomstig van de proeven in het eerste teeltjaar (¹⁶) in Bottelare. In de gegevenstabel worden de gemiddelde waarden gegeven van de verschillende resultaten op droge stof, berekend a.d.h.v. ($n = x$) data. In de grafiek wordt telkens het procentuele verschil van het hoofdnutriëntengehalte in de alternatieve granen t.o.v. het gehalte in de referentietarwe Tybalt weergegeven. (VKH = verteerbare koolhydraten).

Figuur 24 is opgesteld aan de hand van data afkomstig uit proeven van het eerste teeltjaar (¹⁶) in Bottelare. Voor ieder hoofdnutriënt wordt de gemiddelde waarde van verschillende resultaten weergegeven. De uitdrukking ($n = x$) geeft weer met hoeveel waarden het gemiddelde berekend is. Wat opvalt in deze figuur is het lager gehalte aan verteerbare koolhydraten (in hoofdzaak is dit zetmeel) bij de meeste alternatieve granen (met uitzondering van teff en in mindere mate ook boekweit) in vergelijking met de referentietarwe Tybalt. Op die manier wordt een toename in andere nutriënten mogelijk. Voor de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan bv. wordt een ca. 30% hoger eiwitgehalte opgetekend. Voor het pseudograan amarant werd een opvallend hoger vetgehalte verkregen. Quinoa wordt gekenmerkt door het laagste gehalte aan verteerbare koolhydraten, maar met het hoogste vetgehalte en een hoog eiwitgehalte in vergelijking met Tybalt. Voor teff en boekweit is er voornamelijk een sterke stijging in het vetgehalte waarneembaar t.o.v. Tybalt, alsook voor het asgehalte in het geval van teff.

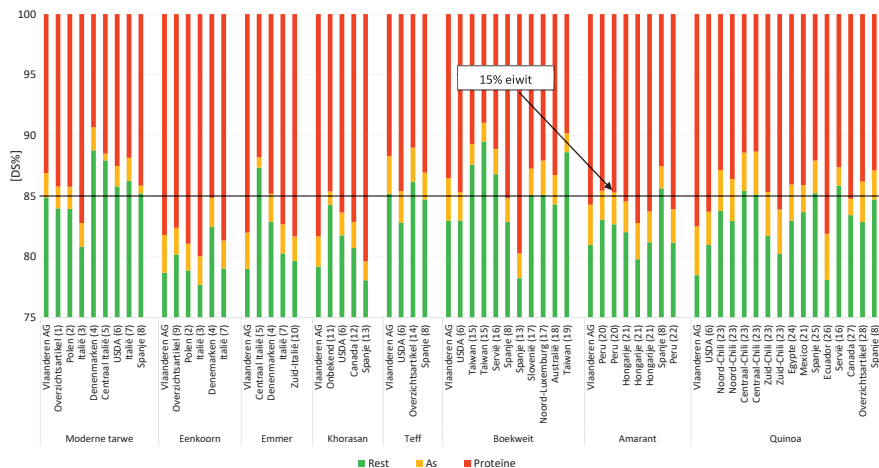
3.1.1.2. Vergelijking met de literatuur

Om na te gaan hoe de analyseresultaten van de gewassen geteeld in Vlaanderen zich situeren t.o.v. dezelfde gewassen geteeld in andere delen van de wereld, werd er een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd. De resultaten zijn grafisch weergegeven in Figuur 25. Alle resultaten zijn weergegeven op % droge stof [DS%].

De eerste balk bij ieder gewas uit Figuur 25 verwijst steeds naar de analyseresultaten van de gewassen geteeld in het kader van het project Altergrain. De andere waarden zijn afkomstig van verschillende artikels, aangeduid door het cijfer tussen haakjes. Een koppeling tussen deze cijfers en de bronverwijzing is terug te vinden in Tabel B.27 in Bijlagen.

Wanneer aan de hand van Figuur 25 de resultaten van de Vlaamse gewassen vergeleken worden met deze uit andere werelddelen, kan er vastgesteld worden dat het eiwit- en totaal asgehalte (mineralen) van de Vlaamse alternatieve granen aan de hoge kant liggen in vergelijking met deze van andere locaties ter wereld. Dit toont aan dat voor deze parameters de herkomst van het gewas niet bepalend is voor het opgemeten gehalte en dus lokaal geteelde (pseudo-)granen een evenwaardige voedingswaarde bezitten als uitheems geteelde gewassen.

Specifiek voor het totaal aantal voedingsvezels in oude tarwes werd door P. R. Shewry and Hey (2015) besloten dat emmer een lager gehalte bevat in vergelijking met moderne tarwe. Deze vaststelling wordt in Figuur 24 bevestigd in de dataset voor Vlaamse emmer (hoewel de significantie niet kan worden nagegaan).



Figuur 25: Vergelijkende grafiek van de hoofdnutriënten in de korrel van gewassen geteeld op verschillende locaties in de wereld. Per gewas geeft de eerste balk de gehalten weer van de granen uit de proeven van het project Altergrain (Vlaanderen AG). De andere resultaten zijn afkomstig uit de literatuur. Welke data uit welk artikel komt, kan nagegaan worden aan de hand van Tabel B.27 en de cijfers tussen haakjes in de grafiek zelf.

3.1.2. Vitaminen en mineralen

Voor het bepalen van de mineraal- en vitaminegehalten in de korrel, werden de korrels van de proeven in het eerste teeltjaar ('16) geanalyseerd. De gemiddelden zijn voor ieder mineraal en vitamine per gewas weergegeven in Tabel 2. De uitgebreide versie van deze tabel, met alle analysesdata afzonderlijk is terug te vinden in Tabel B.25 in Bijlagen.

Tabel 2: Overzicht van de gemiddelde gehalten aan mineralen en vitamines in de korrels van de verschillende gewassen. Deze gegevens zijn alle afkomstig van zomergraan, geoogst in Bottelare in het eerste teeltjaar ('16). De uitdrukking (n = x) geeft weer met hoeveel data de gemiddelden berekend zijn.

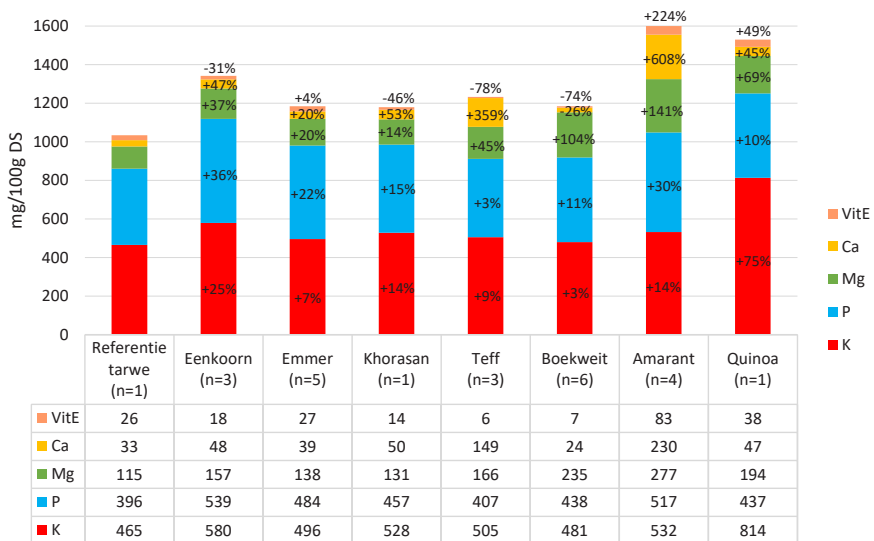
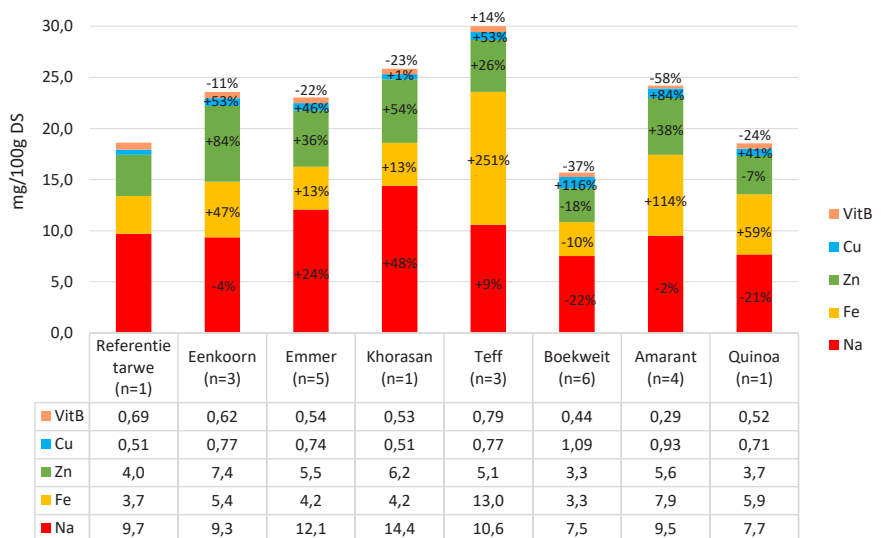
Gewas ¹	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	[mg/100g DS]						
									vitB1	vitB2	vitB6	vitE(α)	vitE(β)	vitE(γ)	vitE(δ)
Referentietarwe (n = 1)	9,7	465	33	115	396	3,7	4,0	0,5	0,5	0,1	0,1	8,7	16,8	0,1	- ²
Eenkoorn (n = 3)	9,3	580	48	157	539	5,4	7,4	0,8	0,4	0,1	0,1	6,2	11,3	0,1	-
Emmer (n = 5)	12,1	496	39	138	484	4,2	5,5	0,7	0,3	0,1	0,1	7,8	18,6	0,1	-
Khorasan (n = 1)	14,4	528	50	131	457	4,2	6,2	0,5	0,3	0,1	0,1	5,5	8,2	0,1	-
Teff (n = 3)	10,6	505	149	166	407	13,0	5,1	0,8	0,6	0,1	0,1	0,5	0,5	4,2	0,3
Boekweit (n = 6)	7,5	481	24	235	438	3,3	3,3	1,1	0,1	0,1	0,2	1,1	0,3	4,4	0,9
Amarant (n = 4)	9,5	532	230	277	517	7,9	5,6	0,9	0,1	0,1	0,1	4,3	72,9	0,1	5,2
Quinoa (n = 1)	7,7	814	47	194	437	5,9	3,7	0,7	0,1	0,3	0,1	32,3	3,1	2,2	0,4

¹ n = het aantal stalen zomergraan van oogst 2016

² < = onder de detectielimiet

Aangezien alle korrels afkomstig zijn uit eenzelfde teeltjaar, werd er enkel een statistische test uitgevoerd om het effect van het gewas op de mineraal- en vitaminegehalten na te gaan. De resultaten van deze analyse zijn terug te vinden in Tabel B.26. Net als bij de hoofdnutriënten, werden voor de statistische analyse enkel die gewassen meegenomen met genoeg herhalingen. Uit deze statistische analyse bleek dat voor de macromineralen (Ca, K, Mg en P) amarant steeds de hoogste of op één na hoogste waarde bezat. Voor de micromineralen (Cu, Zn, Fe en Na) worden de hoogste waarden ook voornamelijk teruggevonden in de pseudogranen, met uitzondering van Zn en Na waar respectievelijk eenkoorn en emmer de hoogste waarden bezitten. Voor vitB (som van vitB1 + vitB2 + vitB6) waren de verschillen veel kleiner en was het teff met de hoogste waarden. Voor vitE werd de hoogste waarde teruggevonden in amarant.

Om ook een vergelijking met de gehalten van de moderne tarwe Tybalt te kunnen maken, is in Figuur 26 een vergelijkende grafiek weergegeven waar de procentuele verschillen in gehalten t.o.v. moderne tarwe op zijn aangeduid.



Figuur 26: Vergelijkende grafiek van de mineralen en vitamines in de korrel voor de verschillende gewassen, uitgedrukt op droge stof (DS). In de gegevenstabel worden de gemiddelde waarden gegeven van de verschillende resultaten, berekend a.d.h.v. ($n = x$) data. In de grafiek wordt telkens het procentuele verschil van het hoofd-nutriëntengehalte in de alternatieve granen t.o.v. het gehalte in de referentietarwe weergegeven.

Voor de mineralen zijn de voornaamste verhoogde waarden gevonden in het gehalte van Ca en Fe in teff en amarant. Maar ook in de andere gewassen is er een hoger gehalte van deze mineralen t.o.v. de referentietarwe. Enkel boekweit vormt hier de uitzondering op. Boekweit heeft echter wel een hoger gehalte aan Mg en Cu en in mindere mate ook P en K. Lagere waarden werden opgetekend voor VitE in boekweit en teff en in mindere mate ook in eenkoorn en khorasan. Verder kennen ook alle gewassen, met uitzondering van teff, een lager gehalte van vitB (soms van vitB1 + vitB2 + vitB6). Met uitzondering van Zn en Na in quinoa en sommige waarden in boekweit, bevatten al de andere gewassen voor ieder mineraal een hoger gehalte dan in de referentietarwe.

Zhao et al. (2009) concludeerden omtrent enkele minerale nutriënten (Fe, Zn, Se en P) in moderne tarwe versus oude tarwes het volgende. Aanzienlijke variatie tussen de 175 moderne tarwelijnen bestond in Fe-, Zn- en Se-concentraties in de korrel. Spelt, eenkoorn en emmer bleken hogere Se-concentratie in de korrel te bevatten dan moderne broodtarwe en harde tarwe. Significante verschillen tussen moderne tarwes werden gevonden voor Fe en Zn in de korrel, maar niet voor Se; die laatste werd meer beïnvloed door het bodemgehalte. Korrelwaarden voor Zn, maar niet voor Fe, correleerden negatief met de graanopbrengst (hogere opbrengst leidt tot lagere mineraalgehalten), en er was een significant dalende trend in de korrel voor het Zn-gehalte met de veredelingsgraad van de tarwevariëteit. Dit suggereert dat de veredeling tot een hogere opbrengst heeft geleid met een verdunding van de Zn-concentratie in de korrel als gevolg. De Zn- en Fe-concentraties in de korrel correleerden positief en significant met het korreliwitgehalte en de P-concentratie.

Voor de alternatieve gewassen werd binnen het Altergrain-project het Zn-gehalte significant verhoogd bevonden in eenkoorn. Een verhoogd gemiddeld Zn-gehalte werd eveneens verkregen bij de vergelijking van eenkoorn tegenover moderne tarwe. Voor Se werden nergens waarden opgetekend boven de detectielimiet van 35 ppb op DS, noch voor moderne tarwe, noch voor oude tarwes, noch voor teff, noch voor de pseudogranen. Mogelijks is hier de bodemsoort verantwoordelijk voor.

3.2. Broodeigenschappen

3.2.1. Hoofdnutriënten

Op twee verschillende bakdagen zijn er broden gebakken met de oude granen ofwel met 20% inmenging van teff of pseudogranen, zoals beschreven in paragraaf 2.3 *Bakprocedure broden voor voedingswaardeanalyse*. De broden die op die dagen gebakken zijn geweest, werden net als de korrels geanalyseerd op de gehalten aan hoofdnutriënten, vitaminen en mineralen. De gemiddelde waarden van de hoofdnutriënten zijn weergegeven in Tabel 3. De uitgebreide versie van deze tabel, met alle waarden afzonderlijk, is terug te vinden in Tabel B.28 in Bijlagen.

In Tabel B.29 in Bijlagen zijn de resultaten van de statistische analyse op hoofdnutriënten in het brood weergegeven. Hierbij werd er gekeken naar de significante verschillen in de gehalten van de hoofdnutriënten tussen de broden bereid met de verschillende gewassen. Uit de statistische analyses bleek het eiwitgehalte het hoogste in de broden gemaakt met eenkoorn en emmer. Eenkoornbrood bezat daarnaast ook het hoogste vetgehalte. Belangrijk in deze vergelijking is echter het verschil in bereiding in acht te nemen. Voor de pseudogranen geldt er een inmenging van slechts 20%, terwijl voor de oertarwes er 100%-broden gemaakt zijn. Het is bijgevolg logisch dat het effect bij de broden met oertarwes groter is dan bij de broden met pseudogranen. Voor de 20% boekweit- en teffbroden werd echter wel een significant hoger gehalte aan verteerbare koolhydraten waargenomen.

Tabel 3: Overzicht van de gemiddelde gehalten aan hoofdnutriënten in de broden van de verschillende gewassen. Deze gemiddelden zijn berekend met de analyseresultaten van de broden, gebakken met graan afkomstig van de proeven uit het eerste teeltjaar ("16). Verder is ook de standaarddeviatie als spreidingsmaat weergegeven, alsook de minimum- en maximumwaarde. De uitdrukking (n = x) geeft weer met hoeveel waarden de gemiddelden berekend zijn. De exacte recepturen staan in paragraaf 2.3.

Gewas ¹	[g/100g DS]							
	Eiwit		As		Vet		VKH ²	
	Gem±STD	Min-max	Gem±STD	Min-max	Gem±STD	Min-max	Gem±STD	Min-max
Brood bereid met								
Referentie-tarwe (n = 1 + 1)	15,1 ± 0,2	15,0-15,3	3,5 ± 0,1	3,4 - 3,5	4,1 ± 0,5	3,7 - 4,4	68,5 ± 1,7	67,3-67,3
Eenkoorn (n = 2 + 2)	18,6 ± 1,3	17,5-19,7	3,9 ± 0,1	3,7 - 4,0	6,3 ± 0,3	6,0 - 6,6	63,3 ± 1,8	61,4-65,0
Emmer (n = 2 + 2)	17,7 ± 0,3	17,3-18,1	3,8 ± 0,0	3,7 - 3,8	5,5 ± 0,2	5,2 - 5,8	66,1 ± 0,3	65,7-66,4
Khorasan (n = 1 + 1)	18,8 ± 0,4	18,5-19,1	3,7 ± 0,0	3,6 - 3,7	3,7 ± 0,1	3,6 - 3,7	66,1 ± 0,5	65,8-66,5
20% Teff (n = 2 + 2)	14,8 ± 0,2	14,6-15,0	3,8 ± 0,2	3,6 - 4,1	4,1 ± 0,2	3,9 - 4,3	69,5 ± 0,4	69,0-70,1
20% Boekweit (n = 2 + 2)	15,0 ± 0,1	14,9-15,1	3,5 ± 0,0	3,4 - 3,5	4,2 ± 0,1	4,1 - 4,3	69,2 ± 0,7	68,3-69,9
20% Amarant (n = 2 + 2)	15,6 ± 0,2	15,5-15,8	3,8 ± 0,1	3,7 - 3,9	5,5 ± 0,1	5,3 - 5,6	66,1 ± 1,2	64,6-67,2
20% Quinoa (n = 1 + 1)	15,5 ± 0,1	15,4-15,6	3,9 ± 0,1	3,8 - 3,9	5,5 ± 0,4	5,2 - 5,8	66,3 ± 0,5	66,0-66,7

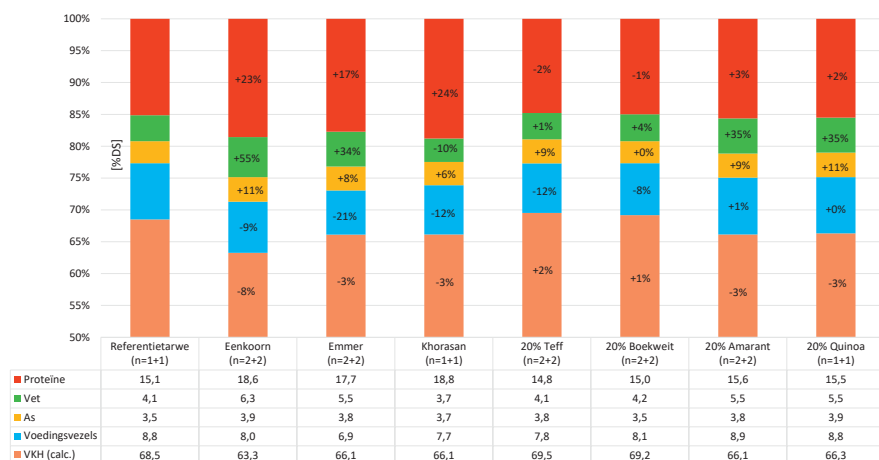
¹ n = het aantal stalen voor de twee broden waarmee het gemiddelde berekend is geweest: voor het plusteken staat het aantal broden van de eerste bakdag en erna het aantal van de tweede bakdag

² VKH = verteerbare koolhydraten. Dit is een berekende waarde, geen geanalyseerde

Omwille van een tekort aan herhalingen was het echter niet mogelijk de resultaten van de broden bereid met de referentietarwe, khorasan (beide 100% meelsoort broden) en quinoa (20% innenging bij 80% meel van moderne tarwe) in de statistische analyse mee te nemen. Om toch een vergelijking te kunnen maken tussen alle broden, is in Figuur 27 een vergelijkende grafiek met de procentuele verschillen in gehalten t.o.v. het brood bereid met de referentietarwe weergegeven.

Het gehalte aan verteerbare koolhydraten (in hoofdzaak is dit zetmeel) is nagenoeg gelijk bij de broden met alternatieve granen t.o.v. het brood met de referentietarwe (bij eenkoorn: wel een lager gehalte). Het eiwitgehalte in de broden uit oude granen is hoger dan brood uit moderne tarwe. Voor de andere gewassen is een stijging te zien in het eiwitgehalte in het brood. Voor teff- en boekweitbrood is er in dit geval een daling waarneembaar.

Voor het gehalte aan voedingsvezels is er een lager gehalte te zien in de broden met de drie oertarwes, 20% teff en 20% boekweit. Voor het 20% quinoabrood en 20% amarantbrood kan er (nagenoeg) geen verschil vastgesteld worden. Met uitzondering van khorasanbrood, wordt in elk ander brood een hoger vetgehalte aangetroffen dan in het brood uit enkel de referentietarwe. Broden uit oude tarwes bevatten een hoger eiwitgehalte tegenover de referentietarwe.



Figuur 27: Vergelijkende grafiek van de hoofdnutriënten in het brood (uitgedrukt op droge stof), gemaakt op basis van de verschillende alternatieve granen (voor teff en de pseudogranen: broden uit 80% meel van de referentietarwe en 20% meel van teff of een pseudograan, zie paragraaf 2.3 voor details). In de gegevenstabel zijn de gemiddelde waarden terug te vinden, berekend a.d.h.v. (n = x) data. In de grafiek wordt telkens het procentuele verschil van het hoofdnutriëntengehalte in de broden uit alternatieve granen t.o.v. het gehalte in brood uit referentietarwe weergegeven.

3.2.2. Vitaminen en mineralen

Ook het gehalte aan mineralen en vitamines in het brood werd geanalyseerd. De gemiddelde gehalten zijn terug te vinden in Tabel 4, de volledige dataset is terug te vinden in Tabel B.30 in Bijlagen.

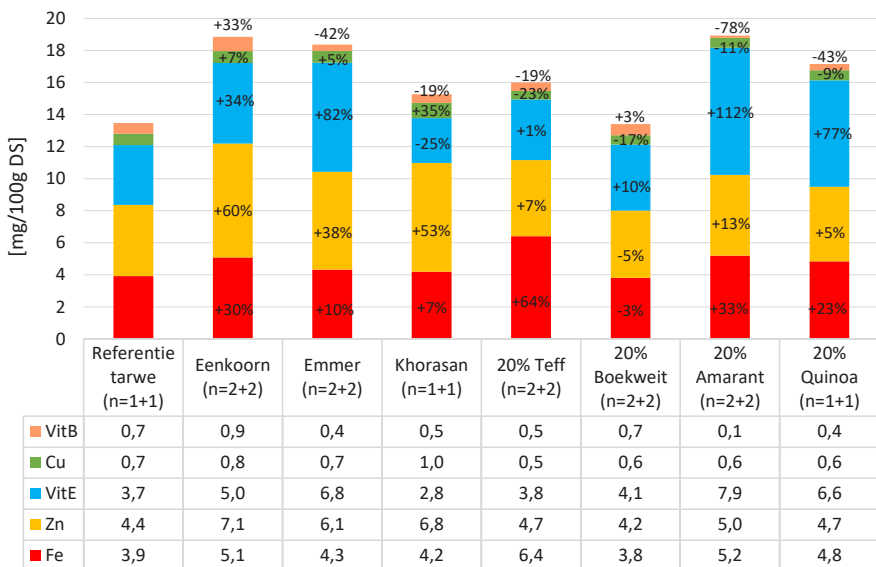
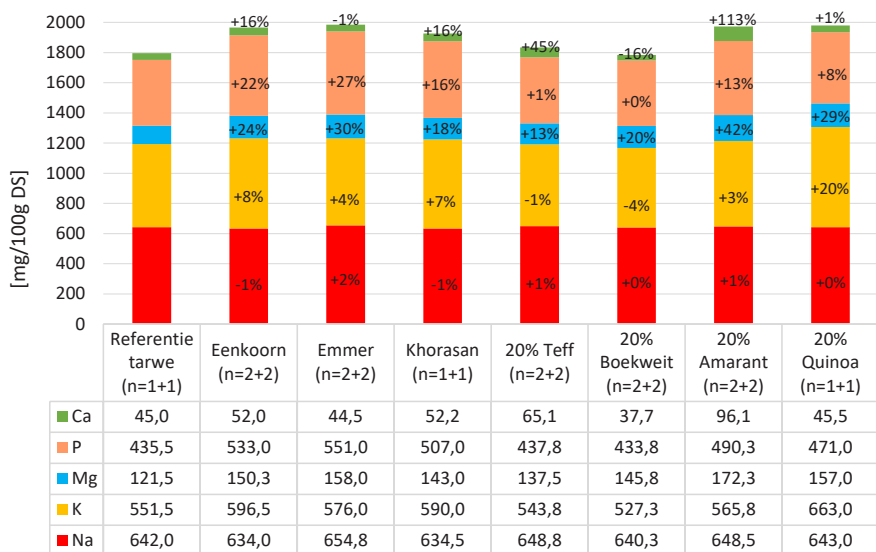
Tabel 4: Overzicht van de gemiddelde gehalten aan mineralen en vitamines in de broden van de verschillende gewassen. Deze gemiddelden zijn berekend met de analyseresultaten van de broden, gebakken met graan afkomstig van de proeven uit het eerste teeltjaar (2016). (n = x) geeft weer met hoeveel waarden de gemiddelden berekend zijn.

	[mg/100g DS]														
Gewas ¹	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	vitB1	vitB2	vitB6	vitE(α)	vitE(β)	vitE(γ)	vitE(δ)
Referentietarwe (n = 1+1)	642	552	45	122	436	3,9	4,4	0,7	0,4	0,1	0,2	1,3	2,3	0,1	0,0
Eenkoorn (n = 2+2)	634	597	52	150	533	5,1	7,1	0,8	0,4	0,1	0,3	1,8	3,1	0,1	0,0
Emmer (n = 2+2)	655	576	45	158	551	4,3	6,1	0,7	0,4	NA	NA	1,8	4,9	0,1	0,0
Khorasan (n = 1+1)	635	590	52	143	507	4,2	6,8	1,0	0,4	0,2	NA	1,1	1,5	0,1	0,0
20% Teff (n = 2+2)	649	544	65	138	438	6,4	4,7	0,5	0,4	0,1	NA	1,2	2,4	0,2	0,0
20% Boekweit (n = 2+2)	640	527	38	146	434	3,8	4,2	0,6	0,4	0,1	0,2	1,4	2,3	0,4	0,1
20% Amarant (n = 2+2)	649	566	96	172	490	5,2	5,0	0,6	NA	0,1	NA	1,4	6,3	0,1	0,2
20% Quinoa (n = 1+1)	643	663	45	157	471	4,8	4,7	0,6	NA	0,2	0,2	3,8	2,7	0,1	0,0

¹ n = het aantal stalen voor de broden op bakdag 1 (voor plusteken) en op bakdag 2 (na plusteken)

Ook voor deze waarden werd een statistische analyse uitgevoerd om de significante verschillen tussen de verschillende gewassen te bepalen. De resultaten van deze analyse zijn terug te vinden in Tabel B.31. Bij de micromineralen werden er geen significante verschillen teruggevonden voor Na en Cu. Voor Zn was het hoogste gehalte aanwezig in het eenkoorn- en emmerbrood en voor Fe werd het hoogste gehalte waargenomen in het 20% teffbrood. Dit laatste was echter niet altijd significant hoger tegenover de andere broden: significant tegenover emmerbrood en 20% boekweitbrood, niet significant tegenover eenkoornbrood en 20% amarantbrood. Bij de macromineralen werd in het 20% amarantbrood het hoogste gehalte voor Ca en Mg teruggevonden. Voor P was het hoogste gehalte terug te vinden in emmer- en eenkoornbrood. Voor K was dit in eenkoornbrood, maar weer was het verschil bij deze laatste waarde niet significant. Voor vitB (som van vitB1 + vitB2 + vitB6) was het verschil tussen elk van de broden zeer klein. Bij vitE werd het hoogste gehalte teruggevonden in het 20% amarantbrood. Opnieuw is het belangrijk in acht te nemen dat de broden bereid met de oertarwes 100%-broden zijn, in tegenstelling tot de broden met pseudogranen die slechts 20% inmenging kennen.

In Figuur 28 is evenwel een indicatie, zonder statistische onderbouw, aangegeven van de verschillen in samenstelling van de broden gemaakt met de verschillende alternatieve granen. De hoogste toenames t.o.v. de gehalten teruggevonden in het brood met de referentietarwe zijn de gehalten aan vitE en Ca in amarant (met name het effect van 20% inmenging van deze alternatieve ingrediënten). Met uitzondering van khorasanbrood, is er ook voor al de andere broodtypes een hoger gehalte te zien aan vitE. Verder is er ook een hogere waarde van de gehalten Fe, Zn en P, dit keer met uitzondering van het brood met 20% boekweit. Voor vitB (som van vitB1 + vitB2 + vitB6) is er een hogere waarde opgetekend voor eenkoorn, terwijl voor de andere broden er eerder een lager gehalte werd gemeten.



Figuur 28: Vergelijkende grafiek van mineralen en vitamines in brood gemaakt met verschillende alternatieve granen (teff en pseudogranen: 20% inmenging, zie paragraaf 2.3). In de gegevenstabel worden de gemiddelde waarden weergegeven, berekend a.d.h.v. (n = x) data. In de grafiek wordt telkens het procentuele verschil van het hoofdnutriëntengehalte in het brood met alternatieve granen t.o.v. brood met de referentietarwe weergegeven.

3.2.3. Beoordeling van het effect van het bakken op de voedingswaarde

Als er een vergelijking wordt gemaakt op niveau van voedingsstofgehalten, uitgedrukt op droge stof (DS), tussen korrel- en broodwaarden, dan wordt het bakeffect op deze voedingsstofgehalten duidelijk. Er moet echter rekening gehouden worden met de toevoegingen van zout en gist. Zij betekenen toevoeging van droge stof, natriumchloride en B-vitaminen. Voor de broden uit 80% referentietarwe (Tybaltmeel) en 20% teff of een pseudograan, moet tevens de juiste verhouding toegepast worden op de voedingswaarden van korrelwaarden, omdat er geen analyses gebeurden op gemengde korrels van bv. 80% Tybalt en 20% teff. Dit geheel werd in rekening gebracht om te komen tot 'berekende voedingswaarden van brood op basis van de (uit korrelanalyses) verkregen korrelsamenstelling', of kortweg 'berekende waarden voor brood' of 'berekende broden'. De berekende waarden voor brood dienen dan vergeleken te worden met de effectief geanalyseerde waarden van hetzelfde (effectief geproduceerde) brood om conclusies te kunnen trekken aangaande het bakeffect op de voedingswaarde. In de volgende tabel (Tabel 5) staan alle gegevens om de volgende bevindingen te staven.

De onderste rij van Tabel 5 kwantificeert enkele voorname bevindingen. Voor de hoofdnutriëntwaarden (koolhydraten, proteïne, vet en as) zijn er nauwelijks wijzigingen door het bakken met uitzondering van het asgehalte. Opgemeten waarden voor ruwe as in het brood zijn gemiddeld 46% hoger (min. 17% tot max. 65%).

Aangezien een mineraal op zich (atomair) niet chemisch kan veranderen of verdwijnen, ligt de verklaring in de analysetechniek. Bij het verbranden van korrels om tot as te komen, bevindt zich een groot aandeel van de mineralen nog in organisch gebonden toestand, bv. calciumfytfaat. Een deel van deze moleculen (met de mineralen) kan hierdoor mee verdampen tijdens het verbranden. Door het rijs- en bakproces wordt echter een deel van deze organische moleculen afgebroken (bv. fytaseënzym in graankorrels en gist) (Dewettinck et al., 2008). Als je vanuit die matrix (brood) de analyse uitvoert, gaan de vrijgestelde mineralen nauwelijks nog vervluchtigen en blijven ze in de eindmassa van de analyse van deeg/brood weerhouden. Op individueel mineraalniveau is er een gemiddelde stijging van 21% in het brood te zien (natrium niet meegeteld). Natrium is een buitenbeentje omdat het exogeen wordt toegevoegd. Samengevat naar consumenten toe kan er gesteld worden dat de hoofdnutriëntwaarden niet wijzigen door het bakken, maar dat de cijfers wel een grotere biobeschikbaarheid doen vermoeden voor quasi alle mineralen. Biobeschikbaarheid op zich werd echter niet opgemeten in de analyses. Aan fytfaat gebonden mineralen zijn evenwel minder biobeschikbaar (Gharibzahedi & Jafari, 2017).

Op vlak van vitaminen is een gemiddelde daling van 19% (vitB1) en 13% (vitB2) te zien, maar een stijging van 66% voor vitB6. Deze wijzigingen zijn het gevolg van het bakproces in combinatie met de extra aanmaak van vitamine B door gist tijdens het rijsproces (Dewettinck et al., 2008). Voor vitB1 en vitB2 overheerst in onze gegevens de afbraak door de hoge temperatuur, terwijl voor vitB6 de aanmaak doorslaggevend is.

Op vlak van vitamine E werd qua bakeffect een gemiddelde daling tot één vijfde van het korrelgehalte van vitE opgetekend. Hierbij moet in acht genomen worden dat in het gehanteerde recept geen bakvet aanwezig was (zie paragraaf 2.3). Bakvet bevat veelal ook vitE en/of antioxidanten waardoor er in zo'n geval een ander effect op vitE mogelijk is. In dit onderzoek is enkel het vitE-gehalte van de korrels aan de orde.

Het gehalte aan totaal fenolen daalt met gemiddeld 38% door het bakken.

Uit de cijfers van Tabel 5 blijkt dat er qua bakeffect in het algemeen weinig verschil is tussen de verschillende broodsoorten. Oude tarwesoorten gebruiken of pseudogranen innemen levert een geringere daling in vitB1 en vitB2 op tegenover de referentietarwe Tybalt. De stijging in

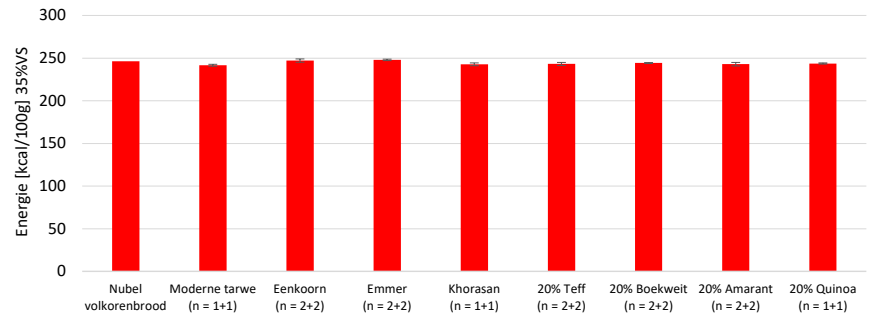
vitB6 bij eenkoornbrood tegenover de korrels valt enigszins op, doch het percentage dient met omzichtigheid te worden bekeken omdat het gebaseerd is op slechts enkele waarnemingen (overigens zijn er geen waarden voor eenkoorn of khorasan beschikbaar). Tenslotte dient genoteerd dat de reductie van het totaal fenolen gehalte niet optreedt bij khorasan. Qua absolute waarde (0,95 mg GAE/kg DS) ligt deze waarde ook het hoogst.

Tabel 5: Voedingswaarden van geanalyseerde broden en berekende broden en de verhouding van geanalyseerd tegenover berekend (kwantificatie van het bakeffect). De waarden voor 'berekende broden' werden verkregen uit korrelwaarden van Allergain (zomeroogst '16) waarbij zout en gist in de bakmix werden verrekend. Alle broden werden bereid met korrels van dezelfde oogst (zie paragraaf 2.3).

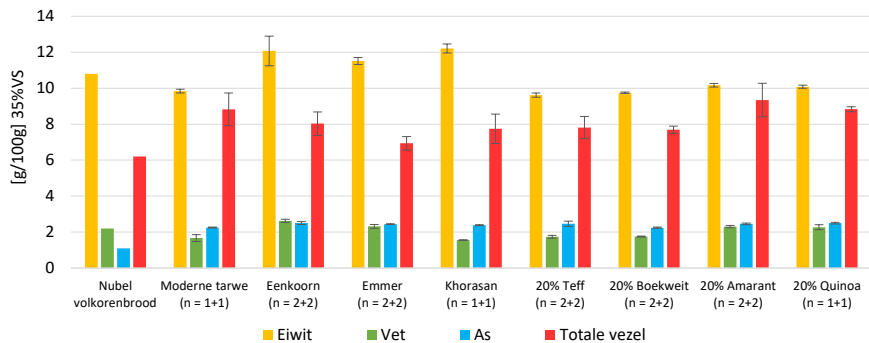
	g/100g droge stof					mg/100g droge stof										mg GAE/kg					
	Energie (kcal/100g)	Verteerbare koolhydraten	Proteïne	Totaal Vet	Ruw As	Totale koolhydraten (berekend)	Ruwe celstof	Totaal Voedingsvezel	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn		Cu	B1	B2	B6	Totaal vit. E
Gemiddelde van geanalyseerde broden																					
(waarden op droge stof)																					
Moderne Tarwe (Tyaalt) (n=2)	372	65	15.1	2.6	3.5	79	2.1	13.6	671	577	47	127	455	4.1	4.6	0.74	0.38	0.10	0.19	3.7	0.58
Eenkoorn (Terzino en Ebner) (n=4)	380	61	18.6	4.0	3.9	74	1.7	12.4	668	629	55	158	562	5.4	7.5	0.79	0.44	0.11	0.34	5.0	0.64
Emmer (Biljana en Witte) (n=4)	381	64	17.7	3.6	3.8	75	1.8	10.7	684	602	47	165	576	4.5	6.4	0.77	0.38			6.8	0.72
Khorasan (n=2)	373	63	18.8	2.4	3.7	75	1.9	11.9	666	619	55	150	532	4.4	7.1	1.00	0.38	0.16		2.8	0.95
20% Teff (Ducretet en Cruytheoek) (n=4)	374	67	14.8	2.7	3.8	79	2.4	12.0	686	568	68	143	459	5.9	4.9	0.56	0.42	0.13		3.8	0.58
20% Boekweit (Bingenheimer en La Harpe) (n=4)	376	67	15.0	2.7	3.5	79	2.2	11.8	676	556	40	154	458	4.0	4.4	0.62	0.40	0.12	0.17	4.1	0.82
20% Amarant (Ateek en Hypochondriacus) (n=4)	374	63	15.6	3.5	3.8	77	2.7	14.4	688	600	102	183	520	5.5	5.3	0.66	0.15			7.9	0.63
20% Quinoa (Jesie) (n=2)	375	64	15.5	3.5	3.9	77	2.7	13.6	675	696	48	165	495	5.1	4.9	0.67		0.17	0.21	6.6	0.73
Gemiddelde van berekende broden																					
(waarden op droge stof)																					
Moderne Tarwe (Tyaalt)	378	69	13.6	2.4	2.1	82	2.6	13.0	661	453	32	112	386	3.6	3.9	0.49	0.59	0.14	0.13	24.9	1.01
Eenkoorn (Terzino en Ebner)	378	60	18.0	4.2	3.3	75	2.1	15.1	665	574	46	152	515	5.4	7.3	0.79	0.53	0.14	0.14	19.0	1.83
Emmer (Biljana en Witte)	379	64	16.6	3.4	3.1	77	1.9	12.7	669	494	38	142	489	4.3	5.6	0.65	0.39	0.14	0.13	32.7	1.11
Khorasan	380	67	17.4	2.4	2.7	77	2.3	10.6	666	514	49	128	445	4.1	6.1	0.50	0.41	0.16	0.13	13.4	0.98
20% Teff (Ducretet en Cruytheoek)	378	69	13.5	2.6	2.4	82	2.5	12.8	665	462	55	122	388	5.8	4.2	0.54	0.60	0.15	0.13	21.0	0.98
20% Boekweit (Bingenheimer en La Harpe)	379	68	14.0	2.7	2.2	81	2.5	13.1	661	458	30	136	394	3.5	3.8	0.58	0.53	0.15	0.14	21.2	1.53
20% Amarant (Ateek en Hypochondriacus)	379	66	14.1	3.4	2.4	80	2.8	14.2	663	469	81	146	415	4.5	4.3	0.55	0.50	0.14	0.13	33.6	0.97
20% Quinoa (Jesie)	385	67	14.3	3.9	2.5	79	2.6	12.2	662	521	34	127	394	4.0	3.9	0.53	0.50	0.19	0.13	27.3	1.12
Bakeffect brood (analyse) / Brood (berekend)																					
Moderne Tarwe	98%	95%	111%	107%	165%	96%	79%	104%	102%	127%	147%	113%	118%	114%	119%	150%	64%	71%	142%	15%	57%
Eenkoorn	101%	103%	103%	96%	117%	99%	85%	82%	101%	110%	119%	104%	109%	100%	103%	101%	84%	79%	239%	27%	35%
Emmer	101%	100%	107%	103%	119%	98%	93%	84%	102%	122%	121%	117%	118%	106%	113%	119%	99%			21%	65%
Khorasan	98%	95%	108%	100%	136%	97%	84%	112%	100%	120%	112%	117%	120%	107%	117%	200%	93%	100%		21%	97%
20% Teff	99%	97%	110%	103%	161%	97%	98%	94%	103%	123%	124%	117%	119%	103%	118%	104%	70%	86%		18%	59%
20% Boekweit	99%	98%	107%	102%	161%	97%	87%	91%	102%	122%	133%	114%	116%	115%	117%	106%	75%	80%	121%	19%	53%
20% Amarant	99%	95%	111%	104%	158%	96%	96%	101%	104%	128%	126%	126%	125%	124%	126%	121%		104%		24%	64%
20% Quinoa	97%	95%	108%	89%	154%	97%	102%	111%	102%	134%	140%	130%	126%	127%	126%	127%		89%	162%	24%	65%
Gemiddelde bakeffect	100%	97%	108%	101%	146%	97%	90%	98%	102%	123%	128%	117%	119%	112%	117%	129%	81%	87%	166%	21%	62%

3.2.4. Broodwaarden op verse stof (consumeerbaar brood)

Bij voorgaande vergelijkingen van nutriëntenwaarden werd gewerkt met gehalten uitgedrukt op droge stof omdat op die manier korrelwaarden (met een vochtgehalte van 10 – 15%) konden vergeleken worden met geanalyseerde of berekende broodwaarden (met een vochtgehalte van 35 – 40%). Om in deze publicatie ook informatie te bieden over consumptieproducten, werd hieronder een overzicht voorzien van de voedingswaarde van broden, herleid naar een vochtpercentage van 35%. Dit stemt overeen met broden die na het bakken twee uur uit de oven zijn. De waarden voor het Nubel volkorenbrood werden ook steeds mee in rekening gebracht (Figuur 29 t.e.m. Figuur 34 en Tabel 6).



Figuur 29: Grafische weergave van het energiegehalte [kcal/100g] op verse stof (35%vocht) van het brood, bereid met de verschillende soorten granen. Voor het Nubel volkorenbrood en de broden met moderne tarwe en de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werden er 100%-broden gemaakt, de broden met teff en de pseudogranen boekweit, amarant en quinoa zijn broden met 20% inmenging van deze granen. De weergegeven resultaten zijn het gemiddelde van analyses op twee broden (bakdag 1 en bakdag 2). Verder wordt ook de standaarddeviatie weergegeven als spreidingsmaat.

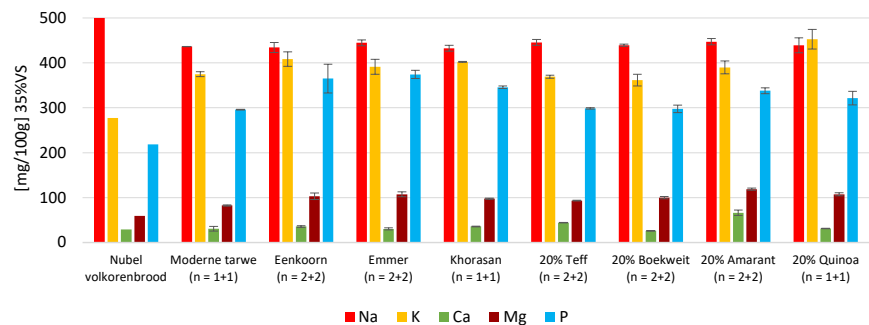


Figuur 30: Grafische weergave van het gehalte aan hoofdnutriënten [g/100g] op verse stof (35%vocht) van het brood, bereid met de verschillende soorten granen. Voor het volkoren Nubelbrood en de broden met moderne tarwe en de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werden er 100%-broden gemaakt, de broden met teff en de pseudogranen boekweit, amarant en quinoa zijn broden met 20% inmenging van deze granen. De weergegeven resultaten zijn het gemiddelde van analyses op twee broden (bakdag 1 en bakdag 2). Verder wordt ook de standaarddeviatie weergegeven als spreidingsmaat.

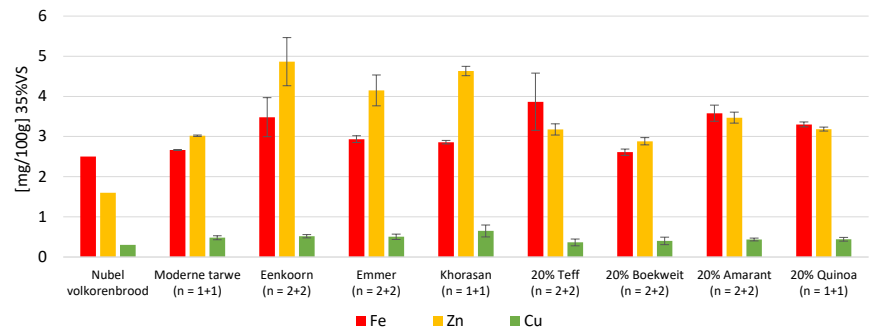
In Figuur 30 zijn de hoofdnutriënten in de verschillende broodsoorten op 35%vocht weergegeven. De bijhorende verteerbare koolhydraten zijn in onderstaande tabel terug te vinden (Tabel 6).

Tabel 6: Overzicht van het gehalte aan verteerbare koolhydraten (VKH) op verse stof (35%vocht) van het brood, bereid met de verschillende soorten granen. Voor het volkoren Nubelbrood en de broden met moderne tarwe en de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werden er 100%-broden gemaakt, de broden met teff en de pseudogranen boekweit, amarant en quinoa zijn broden met 20% inmenging van deze granen. De weergegeven resultaten zijn het gemiddelde van analyses op twee broden (bakdag 1 en bakdag 2). Verder wordt ook de standaarddeviatie weergegeven als spreidingsmaat.

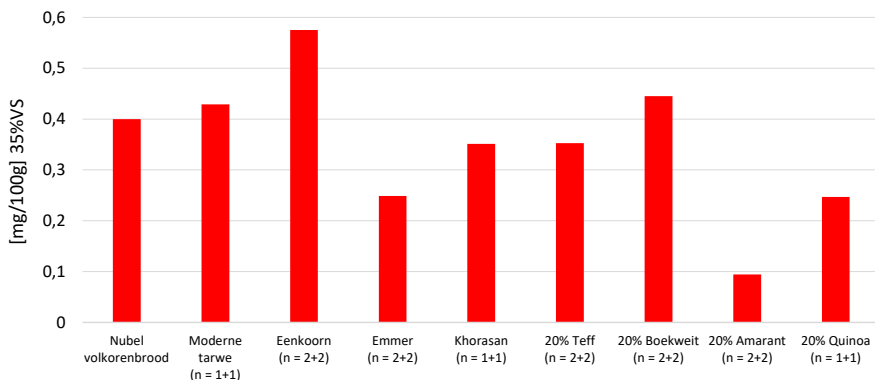
Broodsoort (100%)	VKH [g/100g] 35%VS	Broodsoort (inmenging 20%)	VKH [g/100g] 35%VS
Nubel volkorenbrood	42,7	Teff (n = 2+2)	43,4 ± 0,6
Moderne tarwe (n = 1+1)	42,4 ± 1,2	Boekweit (n = 2+2)	43,6 ± 0,2
Eenkoorn (n = 2+2)	39,8 ± 1,4	Amarant (n = 2+2)	40,7 ± 1,0
Emmer (n = 2+2)	41,8 ± 0,3	Quinoa (n = 1+1)	41,3 ± 0,1
Khorasan (n = 1+1)	41,1 ± 0,5		



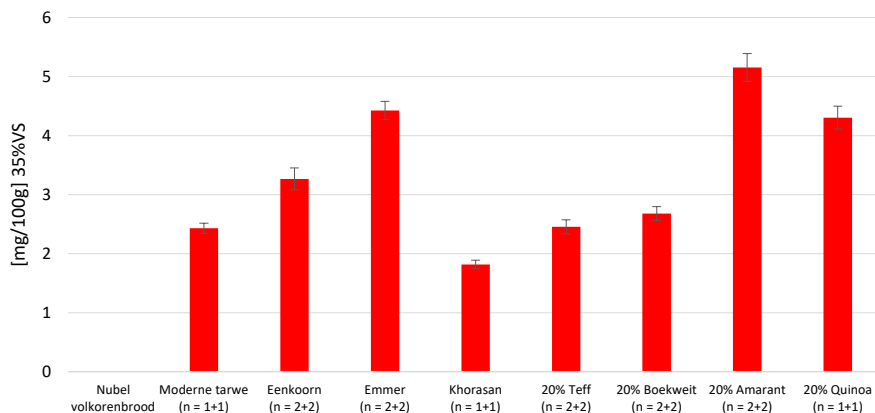
Figuur 31: Grafische weergave van het gehalte aan mineralen [mg/100g] op verse stof (35%vocht) van het brood, bereid met de verschillende soorten granen. Voor het volkoren Nubelbrood en de broden met moderne tarwe en de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werden er 100%-broden gemaakt, de broden met teff en de pseudogranen boekweit, amarant en quinoa zijn broden met 20% inmenging van deze granen. De weergegeven resultaten zijn het gemiddelde van analyses op twee broden (bakdag 1 en bakdag 2). Verder wordt ook de standaarddeviatie weergegeven als spreidingsmaat.



Figuur 32: Grafische weergave van het gehalte aan mineralen [mg/100g] op verse stof (35%vocht) van het brood, bereid met de verschillende soorten granen. Voor het volkoren Nubelbrood en de broden met Tybalt en de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werden er 100%-broden gemaakt, de broden met teff en de pseudogranen boekweit, amarant en quinoa zijn broden met 20% inmenging van deze granen. De weergegeven resultaten zijn het gemiddelde van analyses op twee broden (bakdag 1 en bakdag 2). Verder wordt ook de standaarddeviatie weergegeven als spreidingsmaat.



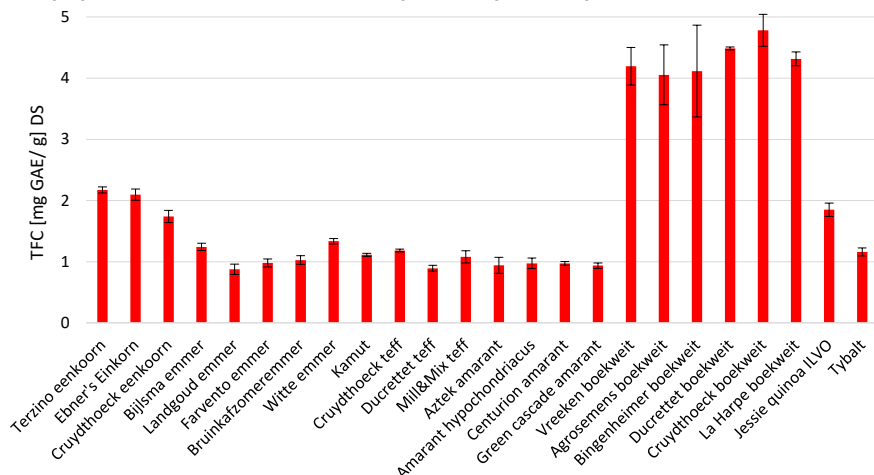
Figuur 33: Grafische weergave van het gehalte aan vitamine B (= vitB1 + vitB2 + vitB6) [mg/100g] op verse stof (35%vocht) van het brood, bereid met de verschillende soorten granen. Voor het volkoren Nubelbrood en de broden met Tybalt en de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werden er 100%-broden gemaakt, de broden met teff en de pseudogranen boekweit, amarant en quinoa zijn broden met 20% inmenging van deze granen. De weergegeven resultaten zijn het gemiddelde van analyses op twee broden (bakdag 1 en bakdag 2).



Figuur 34: Grafische weergave van het gehalte aan vitamine E (= vitE(α) + vitE(β) + vitE(γ) + vitE(δ)) [mg/100g] op verse stof (35%vocht) van het brood, bereid met de verschillende soorten granen. Voor het volkoren Nubelbrood en de broden met Tybalt en de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werden er 100%-broden gemaakt, de broden met teff en de pseudogranen boekweit, amarant en quinoa zijn broden met 20% inmenging van deze granen. De weergegeven resultaten zijn het gemiddelde van analyses op twee broden (bakdag 1 en bakdag 2). Verder wordt ook de standaarddeviatie weergegeven als spreidingsmaat.

3.3. Anti-oxidatieve capaciteit

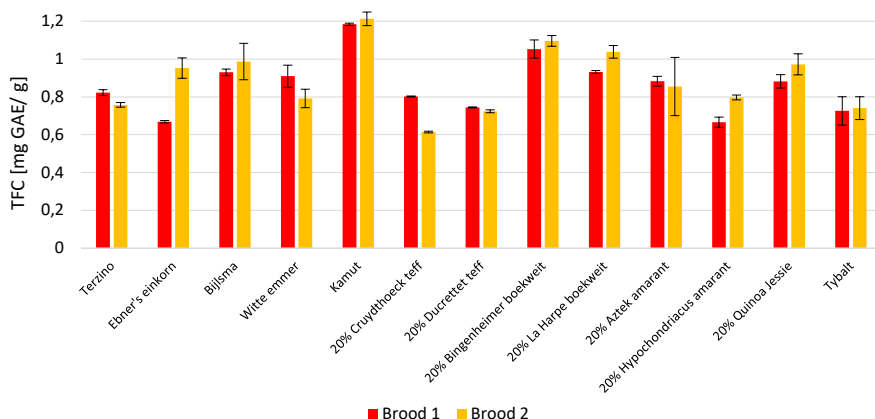
De anti-oxidatieve capaciteit van de korrels van verschillende graansoorten en -rassen werd nagegaan door middel van de totale fenolische component (TFC) concentratie te analyseren. De resultaten van deze analyse zijn terug te vinden in Figuur 35. In deze figuur valt meteen het hoge TFC-gehalte in de verschillende boekweitrasen op t.o.v. de concentraties in de andere gewassen. Ruwweg de helft van de boekweitwaarde is terug te vinden in de eenkornrassen. De overige granen vertonen hetzelfde, relatief gezien laagste TFC-gehalte.



Figuur 35: Weergave van de concentratie aan de totale fenolische component (TFC) in de korrel van de verschillende alternatieve granen en de referentietarwe Tybal. De waarden zijn weergegeven op het DS-gehalte.

In Figuur 36 zijn de TFC-concentraties in het brood bereid met de verschillende alternatieve granen weergegeven. Hier zijn de resultaten voor brood 1 (bakdag 1) apart weergegeven van brood 2 (bakdag 2). De broden werden bereid zoals reeds aangehaald in paragraaf 2.3 *Bak-procedure broden voor voedingswaardeanalyse*. De broden met de oertarwes eenkorn, emmer en khorasan werden 100% uit deze grondstoffen bereid. Voor de broden met teff en de pseudo-granen boekweit, amarant en quinoa, werd een 20%-inmenging toegepast.

Wat opvalt in Figuur 36 is dat de TFC-concentratie in de broden met boekweit er niet zo hoog bovenuit schieten als dat het bij de korrels het geval is. De lage inneming van boekweitmeel kan hier uiteraard deels aan de oorsprong liggen. Het is wel zo dat de 20% boekweit inneming resulteert in een verhoging van de TFC-waarde, nagenoeg gelijklopend met het innemingspercentage. De hoogste concentratie wordt gevonden voor het khorasanbrood, gevolgd door de boekweit-broden en het brood met quinoa. De waarden in de broden met de overige graansoorten cirkelen rond de waarde die voor het referentiebrood met Tybal wordt gevonden. Khorasangraan ondervindt qua TFC-waarde geen effect van het bakken, de reductie bij emmer is relatief beperkt gevolgd door die bij Tybal en eenkorn.



Figuur 36: Weergave van de totale fenolische component (TFC) concentratie in brood bereid met verschillende oude granen (100%-brood) en pseudogranen (20% inmenging). De waarden zijn weergegeven op het DS-gehalte.

In de literatuur werden er ook enkele zeer interessante waarden teruggevonden over de anti-oxidatieve capaciteit van de pseudogranen en teff. Deze waarden zijn terug te vinden in Tabel 7. In het eerste deel van deze tabel wordt de anti-oxidatieve capaciteit van de bloem weergegeven. Elk van deze waarden ligt hoger dan wat er in de korrels van het Altergrain-project gemeten is geweest (Figuur 35). Ook in deze tabel wordt boekweit gelinkt aan de hoogste anti-oxidatieve capaciteit. In het tweede deel van Tabel 7, wordt de TFC weergegeven voor brood gemaakt met respectievelijk 15 – 30% inmenging van een pseudograan. Hiervoor zijn er geen gegevens van teff beschikbaar. Deze waarden liggen allen hoger dan de waarden die in het kader van het project Altergrain gevonden zijn voor 20%-broodjes. Uit deze laatste waarden van Tabel 7 blijkt verder dat hoe hoger het inmengingspercentage, hoe hoger de anti-oxidatieve capaciteit van het brood.

Tabel 7: Anti-oxidatieve capaciteit van de pseudogranen zoals weergegeven in de literatuur.

Anti-oxidatieve capaciteit (AOC) van bloem van pseudogranen			
Gewas	Soort staal	A	Eenheid
Referentietarwe	Bloem	7,0	mg/g DS (TFC)
Boekweit	Bloem	7,3	mg/g DS (TFC)
Amarant	Bloem	2,7	mg/g DS (TFC)
Quinoa	Bloem	2,8	mg/g DS (TFC)
Teff	Bloem	1,2	mgGAE/g DS
Anti-oxidatieve capaciteit (AOC) van brood met pseudogranen			
Gewas	Soort staal	AOC	Eenheid
Referentietarwe	100%brood	1,7	mg/g DS (TFC)
Boekweit	15%brood	2,1	mg/g DS (TFC)
Boekweit	30%brood	2,7	mg/g DS (TFC)
Amarant	15%brood	1,73	mg/g DS (TFC)
Amarant	30%brood	2,6	mg/g DS (TFC)
Quinoa	15%brood	1,9	mg/g DS (TFC)
Quinoa	30%brood	2,5	mg/g DS (TFC)

De waarden uit Tabel 7 zijn afkomstig uit de literatuur. Voor de waarden van teff werd de studie van Forsido et al. (2013) aangewend en voor de waarden van de referentietarwe, boekweit, amarant en quinoa, werd de studie van Chlopicka et al. (2013) gebruikt (Chlopicka, Pasko, Gorinstein, Jedryas, & Zagrodzki, 2012; Forsido, Rupasinghe, & Astatkie, 2013).

3.4. Eiwitkwaliteit

De PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score) is een methode om de kwaliteit van een eiwit na te gaan, opgesteld door het "Joint FAO/WHO Expert Consultation Protein Quality Evaluation" in 1989. (FAO/WHO, 1989). Om een idee te kunnen krijgen van de PDCAAS-waarden in de oertarwes en pseudogranen werd aan de hand van een uitgebreide literatuurstudie een overzicht gemaakt van de gehalten aan essentiële aminozuren in deze granen. Dit overzicht is weergegeven in Tabel B.34 in Bijlagen. Ook de artikels waaruit de data gehaald zijn, zijn beschikbaar in deze tabel. Voor de berekening van PDCAAS, wordt eerst en vooral de aminozuurscore bepaald voor ieder essentieel aminozuur. Zo een aminozuurscore (AAS) wordt berekend aan de hand van de formule zoals weergegeven in Vergelijking 1 (FAO/WHO, 1989):

$$\text{Aminozuur Score (AAS)} = \frac{\text{AA gehalte in het proteïne}}{\text{aanbevolen AA gehalte voor een kind van vier jaar}}$$

Vergelijking 1: Formule voor de berekening van de aminozuurscore (AAS).

Zoals te zien in Vergelijking 1 wordt de AAS berekend aan de hand van de aanbevolen AA-gehalten voor een kind van vier jaar. Deze aanbevolen gehalten zijn gedefinieerd geweest door het FAO/WHO en zijn terug te vinden in Tabel B.35 in Bijlagen. De resultaten van de AAS voor elk gewas op basis van literatuurwaarden, zijn terug te vinden in Tabel B.36. De aminozuurscores van de limiterende aminozuren zijn in deze tabel in het rood weergegeven. Wanneer de AAS berekend zijn, wordt aan de hand van de score van dit limiterende aminozuur de PDCAAS berekend via de formule in Vergelijking 2:

$$\text{PDCAAS} = (\text{score van het limiterende AA}) * (\text{proteïne verteerbaarheid})$$

Vergelijking 2: Formule voor de berekening van de PDCAAS.

De gemiddelde PDCAAS waarden voor de verschillende gewassen zijn terug te vinden in Tabel 8. De uitgebreide tabel, met alle afzonderlijke waarden, is terug te vinden in Tabel B.36 in de laatste kolom. In deze tabel kan ook teruggevonden worden welke eiwitverteerbaarheid gebruikt is geweest om de PDCAAS te berekenen. Op korrelniveau (zuivere korrels) kan er vastgesteld worden dat de granen en boekweit heel dicht bij elkaar liggen voor wat betreft PDCAAS-waarde. Teff, amarant en quinoa leveren hier een hogere waarde op (Tabel 8).

Tabel 8: Gemiddelde PDCAAS waarden voor de verschillende gewassen (zuivere korrels van de gewassen), berekend aan de hand van literatuurwaarden.

Gewas	PDCAAS ¹
Tarwe	0,35
Eenkoorn	0,37
Emmer	0,40
Khorasan	0,34
Teff	0,61
Boekweit	0,40
Amarant	0,63
Quinoa	0,59

¹ PDCAAS = gemiddelde waarde van verschillende scores, berekend o.b.v. literatuurwaarden

Vervolgens werd er ook nagegaan wat het effect op de PDCAAS-waarde zou zijn indien men geen zuivere korrels beschouwt maar wel een mix van 80% tarwekorrels met 20% teff of een pseudograan. Dit was het recept dat werd gehanteerd bij het verkregen van de broden met teff of pseudogranen (zie paragraaf 2.3). Dit werd met name gesimuleerd door eerst en vooral de gehalten van de essentiële aminozuren in een meelmix, bereid met 80% moderne tarwe en 20% teff of pseudograan, te berekenen. De resultaten van deze simulatie zijn terug te vinden in

Tabel B.37. Vervolgens werden er met deze gegevens dezelfde stappen uitgevoerd als hierboven beschreven. Zo werd de AAS berekend m.b.v. de formule in Vergelijking 1 en uiteindelijk de PDCAAS op de meelmixen d.m.v. het limiterende aminozuur met de formule in Vergelijking 2. De resultaten van deze berekeningen zijn terug te vinden in Tabel B.38.

In Tabel 9 wordt tenslotte gekeken wat procentuele verschil is tussen de PDCAAS van een meelmix met 20% pseudograan en 80% moderne tarwe zoals berekend in Tabel B.38 t.o.v. de PDCAAS van meel van (enkel) moderne tarwe. Er wordt hierbij een onderscheid gemaakt tussen het "gemiddelde scenario", "best case scenario" en "worst case scenario".

Voor het gemiddelde scenario, wordt de PDCAAS van de gesimuleerde meelmix met 20% pseudograan vergeleken met de gemiddelde PDCAAS-waarde van moderne tarwe, zoals voorgesteld in Tabel 8. Door de toevoeging van het pseudograan zorgt dit in het gemiddelde scenario voor een toename van 44% in de PDCAAS-waarde indien er 20% quinoa wordt gebruikt in de meelmix (en slechts 80% moderne tarwe). Voor 20% teff en 20% boekweit bedragen de toenames respectievelijk 28% en 26%. Enkel voor amarant is er een daling van 27% waarneembaar.

Voor het tweede scenario worden de PDCAAS-waarden van de 20% teff-/pseudograanbroden vergeleken met de laagste PDCAAS-waarde die voor moderne tarwe berekend werd a.d.h.v. de literatuurwaarden (zie Tabel B.36). Op deze manier zal de meerwaarde door de toevoeging van de pseudogranen gemaximaliseerd voorgesteld worden, vandaar dat er van het *best case scenario* gesproken wordt. Er kan inderdaad gezien worden dat in dit geval de toenames in PDCAAS voor quinoa, teff en boekweit respectievelijk 85%, 65% en 63% bedragen.

Voor het laatste scenario wordt de vergelijking gemaakt t.o.v. de hoogste PDCAAS-waarde die voor moderne tarwe berekend werd (zie Tabel B.36). Op deze manier wordt de toename door de pseudogranen geminimaliseerd voorgesteld en kan gesproken worden van het *worst case scenario*. De toenames voor quinoa, teff en boekweit werden inderdaad beperkt tot respectievelijk 19%, 6% en 5%. Voor amarant bedroeg de afname 36%.

De conclusie luidt dat op basis van deze PDCAAS-berekeningen met literatuurwaarden voor gehalten aan essentiële aminozuren, 20% quinoa hanteren in een meelmix met 80% moderne tarwe, in elk scenario de eiwitkwaliteit blijkt te verhogen. De toevoeging van 20% amarant beïnvloedt de eiwitkwaliteit niet ofwel negatief, de toevoeging van 20% teff of boekweit beïnvloedt de eiwitkwaliteit (nagenoeg) niet ofwel positief. Uit Tabel 8 werd reeds vastgesteld dat een ander type tarwe gebruiken t.o.v. moderne tarwe geen effect heeft op de eiwitkwaliteit.

Tabel 9: Overzicht van de procentuele meerwaarde in PDCAAS dat je verkrijgt indien je aan je meelmix 20% van een pseudograan toevoegt en dit berekend voor drie verschillende scenario's (gemiddeld, best case, worst case). Het best case scenario komt overeen met het scenario waarbij de toevoeging van het pseudograan de grootste invloed uitoefent, het worst case scenario met de situatie waarbij de meerwaarde van de toevoeging van het pseudograan minimaal is (details zie Tabel B.36).

Gewas	PDCAAS	Gemiddeld scenario	
		PDCAAS tarwe ¹	Meerwaarde ²
Teff (20%)	0,45	0,35	128%
Boekweit (20%)	0,44		126%
Amarant (20%)	0,27		77%
Quinoa (20%)	0,50		144%
Best case scenario			
		PDCAAS tarwe ¹	Meerwaarde ²
Teff (20%)	0,45	0,27	165%
Boekweit (20%)	0,44		163%
Amarant (20%)	0,27		99%
Quinoa (20%)	0,50		185%
Worst case scenario			
		PDCAAS tarwe ¹	Meerwaarde ²
Teff (20%)	0,45	0,42	106%
Boekweit (20%)	0,44		105%
Amarant (20%)	0,27		64%
Quinoa (20%)	0,50		119%

¹ PDCAAS: bij het gemiddelde scenario is dit de gemiddelde waarde van de PDCAAS berekend in Tabel B.36; voor het best case scenario, is dit de laagste waarde uit Tabel B.36; voor het worst case scenario is dit de hoogste waarde uit Tabel B.36.

² Meerwaarde: dit is de procentuele meerwaarde in PDCAAS dat je bekomt wanneer je in een brood 20% van het respectievelijke pseudograan toevoegt en dit voor de drie verschillende scenario's.

3.5. Scenario-analyse

Verschillende scenario-analyses werden uitgevoerd om na te gaan of er een nutritionele meerwaarde is bij het consumeren van brood bereid met alternatieve granen in een eetpatroon. Dat betekent dat in tegenstelling tot voorgaande paragrafen, hier niet op productniveau wordt geredeneerd, maar op niveau van het eetpatroon van een persoon. Deze scenario-analyse werd uitgevoerd voor de volgende (allemaal volkoren) broodsoorten (met 35% vochtgehalte): het volkorenbrood vermeld in de Belgische levensmiddelentabel Nubel (Nubel, 2017) en verscheidene Altergrain-broden. De Altergrain-broden werden qua samenstelling licht aangepast tegenover de beschreven broden van de proef rond voedingswaarden voor en na het bakken (paragraaf 2.3). De hulpstoffen vital gluten en bakvet werden (aan 3% op meelbasis) in de brood-receptuur verrekend zodat de Altergrain-broden qua receptuur zo dicht mogelijk aansluiten bij het Nubel volkorenbrood. Tot slot werd in de Altergrain-broden eveneens rekening gehouden met het beschreven bakeffect op de nutriënten in de korrels (paragraaf 3.2.3), waardoor zeer waarheidsgetrouwe voedingswaarden werden verkregen. Op die manier wordt het effect van het vervangen van regulier graan door alternatieve granen in brood in beeld gebracht op niveau van een eetpatroon.

Volgende aldus 'licht gewijzigde Altergrain-broden' werden gebruikt in dit scenario-onderzoek: Tybalt, eenkoorn*, emmer*, Kamut, 20% teff*, 20% boekweit*, 20% amarant*, 20% quinoa. Om een gemiddeld brood te verkregen bij de broden met een *, werd met dezelfde variëteiten gewerkt als diegene vermeld in Tabel 5. De verkregen broodeigenschappen werden handmatig ingegeven in de Nubel voedingsplanner Pro.

De voedselconsumptiepeiling van 2014 (HGR, 2015) geeft aan dat een gemiddeld volwassen persoon een inname van 141 g brood per dag heeft wat overeenkomt met een hoeveelheid van 4 tot 5 sneden brood. De verschillende scenario-analyses werden op basis van een gemiddelde gezonde vrouw berekend waarbij volgens de voedselconsumptiepeiling de gemiddelde broodinname 110 g per dag is. Om deze theoretische waarde om te zetten naar een haalbaar

weekechema werd er bij de analyses 2 sneden brood 's morgens en 2 sneden brood 's middags genomen. Dit komt overeen met 120 g brood per dag.

Op basis van een standaard gezond voedingspatroon voor een gemiddelde gezonde vrouw van 30 jaar werd het weekchema zoals aangegeven in Tabel 10 gebruikt als basis voor de berekening (zie Tabel B.39 in de Bijlagen) voor de verschillende soorten broden. In het weekschema werden enkele algemene voedingsproducten ingegeven zoals groenten gemiddeld en fruit gemiddeld wat waarden zijn die terug te vinden zijn in de Nubel voedingsplanner Pro.

De vrouw heeft een gewicht van 64 kg en een lengte van 1,65 m. Haar BMI is 23,5 kg/m². De totale energiebehoefte volgens de formule van Henry (2005), beschreven in de Hoge Gezondheidsraad, komt op 2010 kcal per dag uit. Hierbij werd een veronderstelling gemaakt van een gemiddeld beweegpatroon waardoor een PAL-waarde van 1,5 werd gebruikt voor de bepaling van de energiebehoefte (HGR, 2015). De aanbevelingen op vlak van macro- en micronutriënten voor deze vrouw zijn terug te vinden in de bron van de Hoge Gezondheidsraad en worden in onderstaande grafieken als 100% weergegeven. Er wordt vanuit voedingskundig standpunt op individueel niveau gestreefd naar een procentuele dekking van alle nutriënten tussen de 90 en 110% t.o.v. de aanbevolen hoeveelheden (100%). In onderstaande grafieken werd dit interval expliciet aangeduid. De grafieken hieronder geven een samenvatting voor de resultaten van de broden uit tarwes en broden uit tarwe met inmenging van 20% pseudogranen of 20% teff.

Alle broden werden vergeleken met de twee standaardbroden namelijk het Nubelvolkorenbrood en Tybalt. Nubelvolkorenbrood is een externe standaard en Tybalt is een interne standaard als moderne tarwebrood. Dat betekent dat verschillen tussen Nubel en Tybalt te wijten zijn aan tarweras eigenschappen alsook aan omgevingsfactoren zoals bodem en seizoen. Tybalt als interne moderne tarwe werd onder dezelfde condities verkregen als de alternatieve graansoorten en is dus een beter referentiepunt ten aanzien van conclusies.

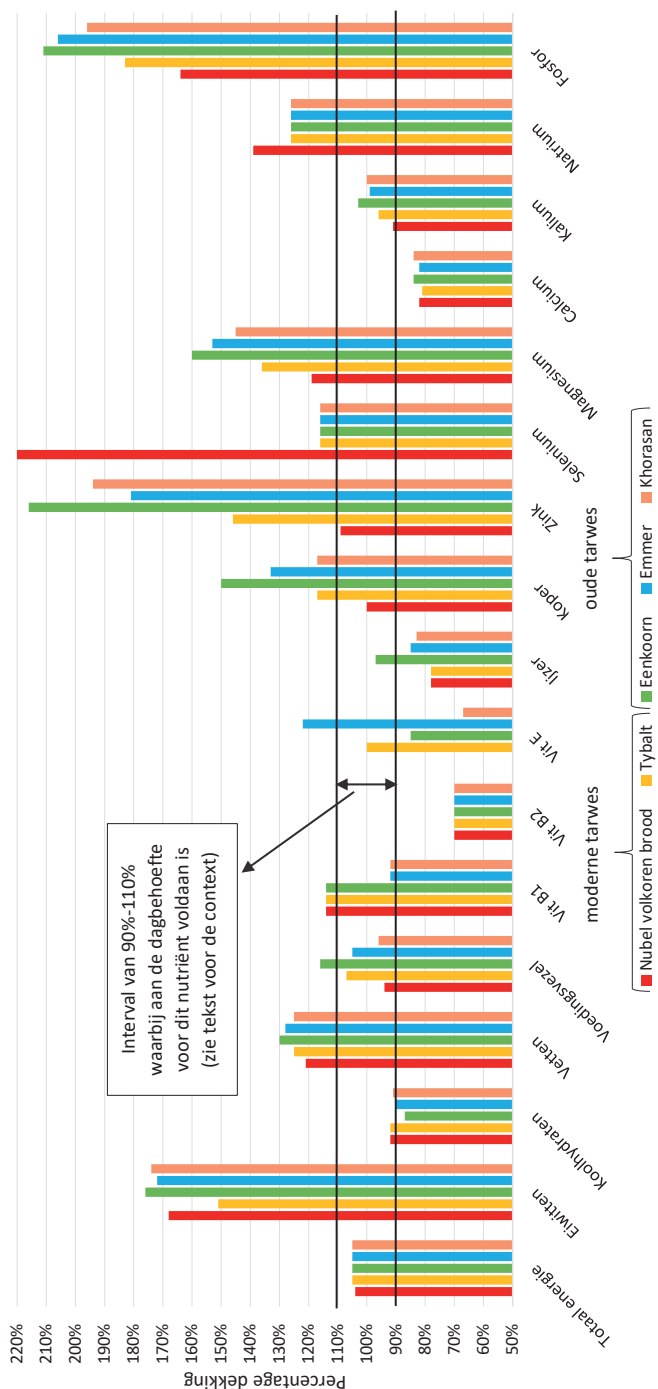
Tabel 10: Weekschema (eetpatroon) voor een gezonde vrouw van 30 jaar dat werd gehanteerd bij de scenario-analyse.

Maaltijd	Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag	Zaterdag	Zondag
Ontbijt	2 sneden volkorenbrood Margarine Confituur Sneede kaas Glas ongezoet sinaasappelsap Glas chocolademelk Tas koffie met scheutje melk	2 sneden volkorenbrood Margarine Honing Sneetje peperkoek Glas ongezoet sinaasappelsap Glas chocolademelk Tas koffie met scheutje melk	2 sneden volkorenbrood Margarine Stroop Sneede kaas Glas ongezoet sinaasappelsap Tas koffie met scheutje melk	2 sneden volkorenbrood Margarine Hagelslag Confituur water Tas koffie met scheutje melk	2 sneden volkorenbrood Margarine Choco Confituur Glas ongezoet sinaasappelsap Tas koffie met scheutje melk	2 sneden volkorenbrood Margarine Smeerkaas Kippenwit Water Tas koffie met scheutje melk	2 sneden volkorenbrood Margarine Eitje Sneede kaas Glas chocolademelk Tas koffie met scheutje melk
Tussendoor	stuk fruit	/	stuk fruit	/	stuk fruit	Mars	/
Middagmaal	2 sneden volkorenbrood Margarine Kippenwit Kip Currysalade Potje magere fruitvoghurt Water	2 sneden volkorenbrood Margarine Sneede salami Hummus Potje magere fruitvoghurt Cola zero	2 sneden volkorenbrood Margarine Sneede gekookte ham Confituur Potje magere fruitvoghurt Water	2 sneden volkorenbrood Margarine Smeerkaas Kippenwit Cola zero	2 sneden volkorenbrood Margarine Crabsalade Sneede kaas Potje magere fruitvoghurt Water	2 sneden volkorenbrood Margarine Américain Sneede kaas Potje magere fruitvoghurt Cola zero	2 sneden volkorenbrood Margarine Hummus Sneede salami Griekse yoghurt 1 stuk fruit
Tussendoor	Handvol noten	Handvol nichadjes	Handvol noten	Handvol noten	Handvol noten	2 pralines	Taartje
Avondmaal	Tas koffie met scheutje melk Vlees (gehaat) Bolognesesaus Deegwaren spaghetti groenten gem. Handvol geraspte kaas 1 chocolaatje Tas thee natuur stuk fruit	Tas koffie met scheutje melk Vlees Bolognesesaus Aardappelen groenten gem. Handvol geraspte kaas 1 chocolaatje Tas thee natuur stuk fruit	Tas koffie met scheutje melk Vlees Bijst groenten gem. Handvol geraspte kaas 1 chocolaatje Tas thee met honing	Tas koffie met scheutje melk Vegetarisch (tofu) Quinoa groenten gem. Handvol geraspte kaas 1 chocolaatje Tas thee met honing	Tas koffie met scheutje melk Gevogelte /	Tas koffie met scheutje melk Gevogelte /	Tas koffie met scheutje melk Gevogelte /
Avondsnack	Tas thee natuur	Tas thee natuur	Tas thee met honing	Tas thee met honing	Tas thee met honing	2 bollen ijs	Stuk fruit
	stuk fruit	stuk fruit	stuk fruit	stuk fruit	stuk fruit	Tas thee natuur	Tas thee natuur

Uit Figuur 37 komt naar voor dat elke bestudeerde broodsoort zijn eigen potentieel heeft op vlak van aanbreng van nutriënten. Er is geen broodsoort die over de volledige lijn nutritioneel beter scoort op vlak van eiwitten, koolhydraten en vetten of op vlak van vitaminen en mineralen. De interessantste elementen in de grafiek situeren zich ter hoogte van verschillen tussen de broden waarbij de dekking zich net onder of juist rond de 90%-grens bevindt. Wanneer voor een nutriënt het dekkingsinterval van 90 – 110% minstens wordt bereikt voor elke broodsoort (= minstens 90%), speelt het eventuele onderlinge verschil voedingskundig geen rol meer omdat ons lichaam geen nood heeft aan een overaanbod.

Er zijn enkele opmerkelijkheden namelijk emmer en khorasan leveren weinig vitamine B1 aan. Emmer vertoont een goede aanbreng van vitE: de broodanalyse gaf 82% meer vitE aan tegenover moderne tarwe (Tybalt) (Figuur 28), wat op dekkingsniveau van een consument ongeveer 20% extra per dag oplevert (Figuur 37). In tegenstelling tot khorasan en emmer levert eenkoorn meer ijzer aan (verschillen opgemerkt in Figuur 28 zetten zich hier door). Individuen waarvan een bepaald tekort wordt gedetecteerd in hun bloed zouden eventueel baat kunnen hebben met een bepaalde broodsoort. Bijvoorbeeld een brood uit oude tarwe voor Zn (en Mg), een eenkoorn- of emmerbrood voor Cu. Hierbij dient echter steeds rekening gehouden te worden met het volledige eetpatroon van het individu.

Dekking van dagbehoefte per nutriënt bij gebruik van verschillende broodsoorten (broden uit oude tarwes tegenover moderne tarwebroden)



Figuur 37: Overzicht van de dekking van de dagbehoefte van nutriënten bij gebruik van Nubel volkoren brood of de Altergrain-volkorenbroden uit Tybalt, eenkoorn, emmer en khorasan. 100% betekent dat de aanbevolen daginname voor de proefpersoon beschreven in de tekst, wordt bereikt. (Voor het Nubelbrood zijn geen waarden voor vitE beschikbaar).

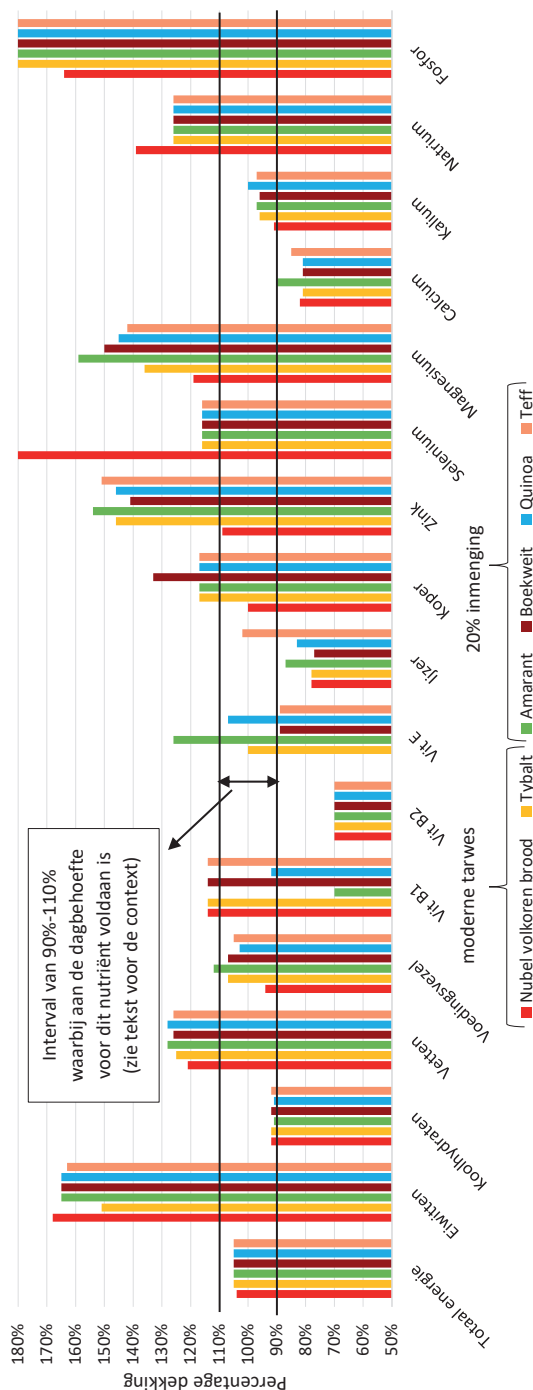
Gelijkaardige conclusies kunnen voor de volkoren tarwebroden met 20% pseudogranen gemaakt worden (Figuur 38). Over de volledige lijn zijn er geen broodsoorten die op alle nutriënten beter scoren. Bij de broden met 20% pseudogranen kan men zien dat 20% amarant beter scoort op vitamine E en calcium (cfr. Figuur 28), maar te weinig vitamine B1 aanlevert. 20% teff innemen brengt de dagbehoefte van Fe op een voldoende dekkingspeil.

Individen waarvan een bepaald tekort wordt gedetecteerd in hun bloed zouden baat kunnen hebben met een bepaalde broodsoort. Hierbij dient echter rekening gehouden te worden met het volledige eetpatroon van het individu. Een voorbeeld is 20% amarant (en boekweit) voor Mg.

Volgens het gehanteerde eetpatroon (= gemiddelde innamen overeenkomstig de waarden vermeld in de voedselconsumptiepeiling) voldoet bij geen enkele broodsoort aan de behoefte aan vitamine B2 en overal is de dekking van de calciumbehoefte niet voldoende.

Tot slot kunnen er geen specifieke besluiten getrokken worden op vlak van gezondheidsbevorderende effecten bij bovenstaande broodsoorten aangezien dit niet werd opgenomen in dit onderzoek. Om uitsluitel hierover te krijgen is een grootschalig populatieonderzoek op lange termijn noodzakelijk. Er valt wel te concluderen uit bovenstaande grafieken dat er geen enkele broodsoort vanuit het standpunt van de integratie in een eetpatroon, uitspringt op vlak van micro- en macronutriënten. Aangezien een volwassen persoon een variatie aan voedingsproducten nodig heeft voor de opname van al zijn voedingsstoffen, wordt wel aanbevolen om een variatie aan broodsoorten te gebruiken.

Dekking van dagbehoefte per nutriënt bij gebruik van verschillende broodsoorten (20% inmengingsbroden tegenover moderne tarwebroden)



Figuur 38: Overzicht nutriënten bij daginname van de volkoren tarwebroden met 20% pseudogranen amarant, boekweit en quinoa als broodsoorten. (Voor het Nubelbrood zijn geen waarden voor vitE beschikbaar).

4. Economisch

4.1. Inleiding

In het volgende hoofdstuk wordt er via een praktisch gerichte verkenning van de markt nagegaan of de interesse in oude granen ook bestaande is in Vlaanderen. Uitgaande van een vraag gestuurde keten waarin de consument centraal staat, wordt er nagegaan of er voldoende marktpotentieel is voor alternatieve granen en pseudogranen. Hoewel er al heel wat producten met alternatieve en pseudogranen op de markt zijn zoals ontbijtgranen, pasta, crackers, enz. ligt de focus op de verwerking in brood.

Er wordt gestart met een algemene verkenning van de globale en Vlaamse markt voor alternatieve granen en pseudogranen. Vervolgens wordt er een ketenanalyse uitgevoerd, waarbij eerst wordt stilgestaan bij de consument. Nadien worden de verschillende afzetkanalen onder de loep genomen en wordt er verder naar boven in de keten gegaan om te eindigen bij de graanverwerkende industrie.

4.2. De huidige markt voor alternatieve granen en pseudogranen

4.2.1. De globale markt

Eerst en vooral wordt er opgemerkt dat er in een commerciële context geen eenduidige definitie is van alternatieve granen en pseudogranen. De termen ancient grains, oertarwes, alternatieve granen, oude granen, enz. worden door elkaar gebruikt. Vaak worden er granen of pseudogranen onder geplaatst die niet in de scope van het Altergrain-project liggen zoals spelt, haver en rogge. Indien mogelijk, wordt er steeds verduidelijkt over welke alternatieve granen en pseudogranen het gaat.

Voor grote industriële spelers die met alternatieve granen en pseudogranen aan de slag willen, bestaan er heel wat betalende marktonderzoeksrapporten die een grondige verkenning uitvoeren van de huidige globale markt en projecties doen voor de toekomst (Intelligence, 2018; Market Data Reports, 2018; QYResearchReports, 2018b). Dit hoofdstuk is gebaseerd op informatie dat vrij beschikbaar is.

De globale markt van oude granen ('ancient grains') is nog steeds groeiende. In de Verenigde Staten groeide de markt met ongeveer 5% per jaar tussen 2012 en 2016 en ook wereldwijd verwacht men een verdere groei. De totale marktwaarde bedroeg in 2017 16400 miljoen US\$ en zal in 2025 ongeveer 21600 US\$ bedragen. Dit betekent dat de markt ongeveer jaarlijks met 4% zal groeien tussen 2018 en 2025 (QYResearch, 2018)¹.

De belangrijkste motor voor de groei is de versheid en het gezonde karakter dat consumenten aan de oude granen toeschrijven. Geleidelijk aan worden consumenten zich meer en meer bewust van de nadelen van verwerkt voedsel en zijn ze op zoek naar gezondere alternatieven. Hoewel er nog discussie bestaat over de werkelijke gezondheidseffecten worden de meeste producten met oude granen in de markt gezet als gezonder (QYResearch, 2018).

De globale markt van oude granen wordt grofweg ingedeeld in toepassingen voor bakkerij, snoepgoed, sportvoeding, babyvoeding, granen, diepvriesproducten en andere. Vaak worden ze ook ingedeeld op basis van gewastype in glutenvrije oude granen en glutenbevattende oude granen (Market Data Forecast, 2018).

¹ De markt van oude granen ('ancient grains') wordt hier gedefinieerd als khorasan-tarwe (Kamut), gierst, gerst, teff, farro, eenkoorn, freekeh, bulgur, sorghum en emmer. De pseudogranen zijn quinoa, amarant, boekweit en chia.

Noord-Amerika domineert de wereldwijde markt voor oude granen en heeft een marktaandeel van 36%, gevolgd door Europa en Azië-Pacific. Gebaseerd op de huidige hoge jaarlijkse groei-cijfers, verwacht men vooral een stijgende markt in Azië-Pacific en ook Latijns-Amerika (Market Data Forecast, 2018). In Noord-Amerika bestaat de vraag naar producten met oude granen vooral uit bakkerij en snoepgoed (44,17%), snacks (15,04%) en de granen zelf (19,07%).

Hoewel er zeker nog opportuniteiten liggen in de markt voor oude granen en investeerders optimistisch zijn, raadt men nieuwe, grote industriële toetreders in de markt aan om voorzichtig te zijn. De concurrentie is groot en het heeft weinig zin om in de markt te stappen als men geen voorsprong heeft in de marketingkanalen en de promotie, communicatie, PR, advertenties en reclame niet zijn ontwikkeld (QYResearchReports, 2018a). Dit toont het grote belang van marketing bij de oude granen aan.

4.2.2. De Europese en Vlaamse markt

Het is moeilijk om een zicht te krijgen op het aanbod van alternatieve granen en pseudogranen in Vlaanderen en Europa. Zowel binnen de Belgische als Europese productiestatistieken komen de granen die in het Altergrain-project gebruikt zijn niet als een afzonderlijke categorie voor.

In de Belgische ramingen voor landbouwopbrengsten is er wel een categorie 'overige granen' terug te vinden, het is echter onduidelijk welke granen hieronder vallen. Zowel in oppervlakte als in productie in ton bedraagt het aandeel amper 1%. Dit is in lijn met andere Europese landen (Oehen, De Gregorio, & Petrusan, 2015). Bovendien wordt slechts 5% hiervan geteeld in het Vlaamse Gewest en ligt ook de opbrengst een stuk lager (STATBEL (Algemene Directie Statistiek-Statistics Belgium), 2017). Wintertarwe domineert nog steeds de productie gevolgd door wintergerst en korrelmais.

4.2.3. Europese en Belgische handel

Een andere manier om het marktpotentieel in te schatten is om te kijken naar de export en import van alternatieve granen en pseudogranen. Voor de import en export in Europa en België zijn er echter weinig specifieke statistische gegevens voor de alternatieve en pseudogranen beschikbaar. Binnen Eurostat plaatst men teff, amarant en de andere alternatieve of pseudogranen in de categorie 'other cereals'². Afzonderlijke data zijn wel beschikbaar voor boekweit en quinoa.

Import

Wanneer er gekeken wordt naar de import en export van deze granen in België, kan er opgemerkt worden dat ook hier het aandeel t.o.v. (graan)gewassen bijzonder laag is. De totale import van andere granen en pseudogranen bedroeg in 2016 10 819 USD, dit is amper 0,6% van de totale import aan granen in dat jaar (ITC, 2017).

De belangrijkste importlanden zijn respectievelijk Frankrijk, Nederland en Duitsland, samen goed voor 85% van de import. De import van quinoa blijft geleidelijk stijgen tussen 2012 en 2016 en bedroeg in 2016 1279 ton. België importeerde in 2016 voornamelijk quinoa uit Frankrijk (38%), Nederland (25%) en Peru (24%). De import van boekweit schommelt en kende in 2016 een lichte terugval naar 1810 ton. België importeerde in 2016 vooral boekweit uit Nederland (50%), Polen (19%) en Frankrijk (12%) (ITC, 2017).

² Comext, de statistische database van Eurostat voor handelsstatistieken, gebruikt voor de categorie 'other cereals' de nomenclatuur 100890 (granen exclusief tarwe en mengkoren, rogge, gerst, haver, mais, rijst, boekweit, gierst, kanariezaad en sorghum), boekweit en quinoa vind je terug onder 100810 en 100850.

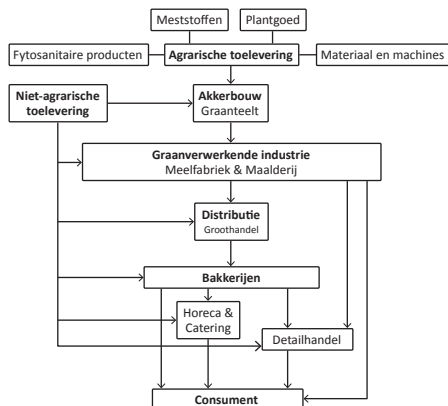
In Europa zijn Nederland (2000 ton in 2016) en Duitsland (3000 ton in 2016) de grootste importeurs van alternatieve granen. Samen zijn ze respectievelijk goed voor 70% van de totale Europese import. Nederland is ook een belangrijke hub voor de alternatieve granen, aangezien 37% van de import, terug geëxporteerd wordt. Het is opmerkelijk dat België op plaats drie staat nog voor het Verenigd Koninkrijk. De Europese import van de alternatieve granen steeg van 3500 ton in 2012 naar 7700 ton in 2016. De import van quinoa steeg van 5800 ton naar 26000 ton in dezelfde periode (CBI Ministry of Foreign Affairs, 2017).

Export

Wanneer er gekeken wordt naar de export van deze categorieën (andere granen, boekweit en quinoa), kan er opgemerkt worden dat België meer andere granen en pseudogranen exporteert dan importeert. De export stijgt ook de laatste jaren. Omdat er geen cijfers te vinden zijn over de gewassen binnen deze categorie, is het moeilijk om aan te geven aan welke teelten deze stijging te wijten is. De export van quinoa en boekweit is net zoals de export van de andere granen en pseudogranen bijzonder klein t.o.v. de export van granen in het algemeen.

4.3. Verkennende ketenanalyse

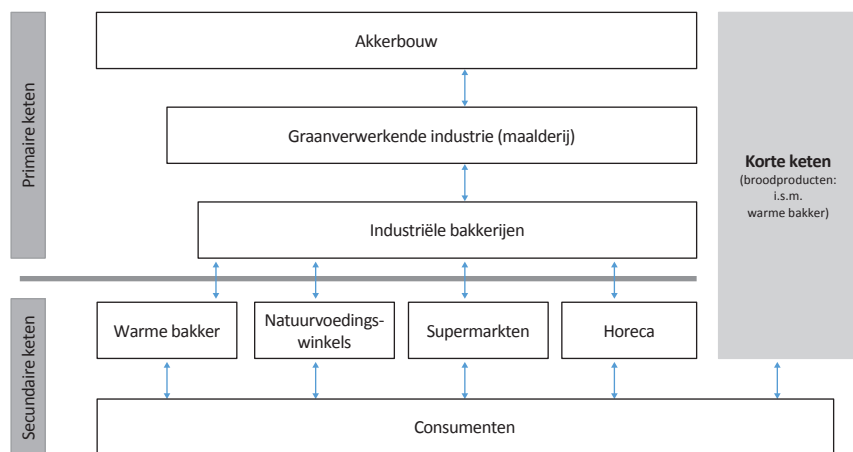
Naar analogie met Janssens et al. (2008) wordt de huidige keten van alternatieve granen en pseudogranen geanalyseerd om het marktpotentieel in te schatten (Janssens, Berg, van Leeuwen, & Jukema, 2008). Hoewel de granen in diverse toepassingen worden verwerkt, wordt er vooral gefocust op de verwerking in brood. De huidige ketenconfiguratie van brood wordt beschreven door ILVO (Hubeau, Coteur, Mondelaers, & Marchand, 2015) in Figuur 39. De pijlen geven de doorstroming van producten tussen de ketenspelers weer.



Figuur 39: Ketenconfiguratie brood (overgenomen van Hubeau et al., 2015).

Aangezien het om een eerste verkennende analyse gaat, werd de keten sterk vereenvoudigd in Figuur 40. Uitgaande van een vraag gestuurde keten wordt er vooral gefocust op het secundaire deel, d.w.z. de consumenten en de detailhandel en de korte keten. De belangrijkste trends worden bekeken en er wordt nagegaan hoe de consument zich gedraagt op de verschillende markten die interessant zijn voor oertarwes. Daarna worden de belangrijkste afzetkanalen voor de consument bekeken. In het primaire gedeelte van de keten, worden kort enkele praktijkvoorbeelden besproken bij de industriële bakkerijen en de graanverwerwerkende industrie. Aangezien

het eerste hoofdstuk van deze publicatie focust op de akkerbouw, wordt dit buiten beschouwing gehouden.



Figuur 40: Vereenvoudiging van de ketenconfiguratie van brood met oertarwes.

4.3.1. Consumenten

Aangezien het gedrag van de consumenten een grote invloed heeft op de rest van de ketenschakels, wordt eerst naar de belangrijkste voedingstrends gekeken. Vervolgens wordt er stilgestaan bij de brood-en biomarkt en de analyse van de consumentenquête.

4.3.1.1. Consumenten- en voedingstrends

De voorbije decennia is het voedingspatroon sterk veranderd. Elk jaar worden nieuwe voedingstrends onderscheiden en hoewel de Belgische markt meestal niet gekenmerkt door “early adopters” (Weber Shandwick, 2017), kan er vastgesteld worden dat door globalisering en social media, de Belgen steeds sneller nieuwe trends overnemen. Hoewel er in de trendrapporten voor 2017 en 2018 niet telkens dezelfde trends worden benoemd, zijn er toch enkele zaken die steeds terugkomen. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste voedings- en consumptietrends voor de komende jaren.

Volledige transparantie en clean labels

Consumenten eisen volstrekte transparantie van voedingsbedrijven. Men verwacht duidelijkheid over de veiligheid en de herkomst van voedingsproducten. ‘Clean labels’ als ‘natuurlijk’, ‘zonder additieven’, ‘ecologisch’, ‘diervriendelijk’, GMO-vrij blijven dan ook belangrijk voor de industrie (Innova Market Insights, 2016).

Het gaat dus om totale openheid over de volledige keten of hoe, waar, wanneer en door wie een product werd geoogst, gemaakt of verkocht. Lokaal is daarbij een troef. Deze trend moet ook retailers aanmoedigen om meer informatie te verschaffen over de oorsprong van hun huismerken (Mintel, 2017).

Gezondheid en de zoektocht naar evenwicht

In alle trendrapporten komt de aandacht voor gezondheid, welzijn en de link met voeding terug. Negen op de tien Belgen vindt gezond eten belangrijk. Belgen willen liefst ook gezond eten, maar dat betekent niet dat ze het ook werkelijk doen. Bovendien is de perceptie vaak even belangrijk als het eigenlijke product. Er worden immers nog altijd te veel verzadigde vetzuren, snelle suikers en onvoldoende vezels gegeten (Bel, Lebacqz, Ost, & Teppers, 2015).

Consumenten zijn ook geïnteresseerd in de invloed van voedsel op hun gevoel (Innova Market Insights, 2016). Vandaar de drang naar een gezonde levensstijl met een evenwichtig dieet en voldoende 'me-time'. Hierbij gaan consumenten meer en meer zelf een evenwichtig dieet samenstellen in combinatie met meer ontspanning (Mintel, 2017). De consument wil 'mindful eten' om een gezondere levensstijl op te bouwen. 'Mindful' slaat op het feit dat mensen vaker willen stilstaan bij het eten dat ze tot zich nemen. Wat is de herkomst? Is het al dan niet onbewerkt (Pollock Communications & Today's Dietitian, 2016)?

Maar tegenstrijdige berichten over wat nu gezonde ingrediënten zijn, veroorzaken op zich al stress. Moet suiker gemeden worden, of vet, of additieven? Als tegenreactie gaan consumenten eerder letten op wat er wél in voeding zit. Een positieve benadering, die leidt tot een grotere belangstelling voor natuurlijke en plantaardige ingrediënten (zaden, granen, kruiden, enz.) (Mintel, 2017).

Voedingsgoeroes blijven ook inspelen op de trend van gezonde voeding. De kookboeken van Sandra Bekkari en Pascale Naessens blijven eenvoudig de boeken top tien domineren (GfK, 2018b).

Minder afval

De consument is wakker geschud en vindt voedselverspilling en afval belangrijke thema's (Mintel, 2018; Weber Shandwick, 2017). Ongeveer 66% van de consumenten is bereid meer te betalen voor merken die zich inzetten voor duurzame producten (Nielsen, 2015). In de toekomst zullen verpakkingsmaterialen compacter en milieuvriendelijker moeten zijn. De oplossing bestaat o.a. uit het gebruik van minder plastic, verbeterde opslagmethodes en meer recycleerbare en biologisch afbreekbare materialen (Weber Shandwick, 2017).

Flexibiliteit

De consument is flexibel geworden als het aankomt op de aankoop van voeding (Weber Shandwick, 2017). Het veganistisch en vegetarisch aanbod in België groeit dagelijks en consumenten staan open voor zulke nieuwe voedingsmiddelen. Elk jaar wordt er minder en minder vlees geconsumeerd en wordt er bewuster mee om gegaan (VLAM, 2018a). De consument gedraagt zich als een Flexi-Foodie, of flexibele eter. Er kan geen etiket op gekleefd worden. Op maandag wordt er vegetarisch gegeten, op dinsdag staat steak met frietjes op het menu, op woensdag wordt een veganistische taart bij de bakker gekocht, enz.

Nieuwe sensaties

Eten en drinken die verschillende zintuigen aanspreken zijn ideaal om even te ontsnappen aan de stress van het dagelijkse leven, herinneringen te maken of iets op social media te 'posten'. Hierbij biedt vooral textuur nieuwe mogelijkheden om zich te onderscheiden. Een uniek mondgevoel (romig ijs met krokante stukjes) of zelfs een onderscheidende klank (het geluid wanneer je in een krokante cracker bijt) kunnen het verschil maken. Sterk bruisende frisdrank die rijk is

aan pulp, biscuits in laagjes, combinaties van sappen en zaden, enz. Vooral jongere generaties staan open voor nieuwe ervaringen (Mintel, 2017).

Personalisatie en convenience

Consumenten zijn geïnteresseerd in nieuwe kanalen en technologieën die hen helpen tijd en geld te sparen. Denk aan abonnementsformules (Hello Fresh, Marley Spoon), stemgestuurde apps als Amazon Echo en Google Home, of slimme verkoopautomaten die gepersonaliseerde promoties mogelijk maken. Personalisering spreekt consumenten aan als het voordeel duidelijk is: een app die efficiënter shoppen mogelijk maakt, receptsuggeraties op basis van een boodschappenlijstje, aanbevelingen op basis van het persoonlijke koopgedrag, enz.

Het is ook nog nooit zo gemakkelijk geweest om eten thuis geleverd te krijgen. Steeds meer consumenten laten eten aan huis leveren en er duiken steeds meer nieuwe leveringsdiensten op (Deliveroo, Ubereats, enz.). Online voedselaankopen blijven stijgen in België. De meeste grote supermarkten hebben vandaag een online bestelplatform en meerdere kanalen om de klant te bedienen. Een van de belangrijkste redenen voor deze groeiende trend is het gebrek aan tijd bij millennials en jonge ouders (Weber Shandwick, 2017).

Retailbeleving

Hoewel het duidelijk is dat E-commerce aan een opmars bezig is, koopt de gemiddelde Belg verse voeding nog steeds voor meer dan 90% in fysieke winkelpunten zoals supermarkten, buurtwinkels, hypermarkten, enz. Om consumenten te kunnen blijven aantrekken, moeten retailers blijven met de veranderende noden en voorkeuren van consumenten (Weber Shandwick, 2017). Om zich te onderscheiden moeten retailers meer gaan inspelen op beleving tijdens het winkelmoment. Grote Belgische supermarkten doen dit nu al. Zo heeft Colruyt haar 'Cru concept', een belevingsmarkt met enkele ambachten onder één dak en ook in 'Hypermarkt Carrefour Mons Les Grand Prés' legt men de nadruk op ambacht, duurzaamheid en beleving. In de bakkerij aan de ingang van de winkel zien de klanten bijvoorbeeld zelf hoe de bakkers en patissiers verschillende broodsoorten, broodjes, gebak en lokale specialiteiten bereiden.

Wereldse smaken

Wereldse smaken blijven populair bij de consumenten, zelfs bij jonge kinderen. Authentiek voedsel dat specifieke etnische ingrediënten gebruikt en gebaseerd is op wereldse invloeden zit nog steeds in de lift. Thai, Indisch en Mexicaans zijn enkele van de meest populaire internationale smaken (Innova Market Insights, 2016).

Het delen van foto's op Instagram creëert zeer snel nieuwe noden bij de consument. De hashtag '#instafood' genereerde ongeveer 2 miljoen posts in 2016 (Weber Shandwick, 2017). Dankzij de populariteit van Instagram kunnen sommige voedingstrends onmiddellijk over heel de wereld verspreid worden.

Ambachtelijk

Het aantal producten dat het woord ambachtelijk gebruikt is tussen 2011 en 2015 gestegen met 248%. De consument houdt nog steeds van het idee dat het product op een eenvoudige manier en dicht bij de boerderij is geproduceerd. Alcoholische dranken en bakkerij- en banketproducten zijn de populairste productcategorieën (Innova Market Insights, 2016).

4.3.1.2. De broodmarkt

Om het marktpotentieel van een brood dat alternatieve granen en oertarwes bevat in te schatten, wordt eerst de broodmarkt in Vlaanderen en het consumentengedrag op deze markt bekeken.

Broodconsumptie

Eerst en vooral wordt er vastgesteld dat de Vlaming steeds minder brood eet en dat de globale brood- en banketmarkt in Vlaanderen de dalende trend van de voorbije jaren voortzet. Uit cijfers die GFK Belgium bij 2737 Vlaamse gezinnen verzamelde blijkt dat de totale besteding met 2,8 % is gedaald in 2017 (GFK, 2018a).

Het thuisverbruik van brood daalt vrij snel. In 2008 kocht de Vlaming nog gemiddeld 52,1 broden, in 2017 bedraagt dit slechts 33,8 broden. Het aantal kopende gezinnen blijft met 97% wel vrij stabiel op een hoog niveau, maar de aankoopfrequentie daalde van 72 keer in 2008 tot 48 keer in 2017. De Vlaming koopt dus minder dan één keer per week brood. Een gelijkaardige trend is te zien bij stokbrood en pistolets. Een uitzondering op de dalende trend zijn de sandwiches en de zoete bakkerijproducten. Vooral onder impuls van de supermarkten blijft het verbruik van koffiekoeken, taart en gebak op peil (GFK, 2018a).

Dit is vooral te wijten aan een ander voedingspatroon en de grotere beschikbaarheid van substituten zoals bv. ontbijtgranen. Uit een grootschalig consumptieonderzoek van VLAM (2014) blijkt dat het traditionele Vlaamse ontbijt met boterhammen sterk terrein verliest. Ongeveer de helft van de mensen grijpt immers terug naar andere ontbijten. Zo is de opgang van havermout heel sterk merkbaar. Ook fruit en yoghurt worden vaak vernoemd. Andere producten die regelmatig genoteerd werden, waren muesli, ontbijtgranen, peperkoek, noten, pitten en gedroogde vruchten (VLAM, 2014).

Soorten brood

De standaard witte en grijze broden blijven de meest gekochte broodsoorten, maar hun aandeel binnen de broodmand daalde van 65% in 2008 tot 59% in 2017. De verschuiving binnen de broodkorf van grote broden ($\geq 750g$) naar middelgrote broden ($450 - 749g$) is gestopt. De grote broden blijven met 56% aandeel wel de belangrijkste categorie. 27% van de gekochte broden zijn middelgrote en 17% zijn kleine broden ($< 450g$) (GFK, 2018a).

Uit de voedselconsumptiepeiling 2014 – 2015 blijkt dat de Belgische bevolking (3 – 64 jaar) voor 49% dagelijks bruin brood consumeert en 31% dagelijks wit brood. Wit brood wordt vaker dagelijks geconsumeerd door mensen die aan obesitas lijden, door personen zonder een diploma hoger onderwijs en door mensen die in Wallonië wonen. Tegelijk wordt bruin brood frequenter dagelijks gegeten door mensen met een diploma hoger onderwijs en door mensen die in Vlaanderen wonen. Er is ook een licht positieve evolutie in vergelijking met 2004, waarbij het aandeel mensen dat dagelijks wit brood consumeert licht is gedaald en het aandeel dat dagelijks bruin brood consumeert licht is toegenomen (Ost, 2016).

Aankoopfactoren brood en verse voeding

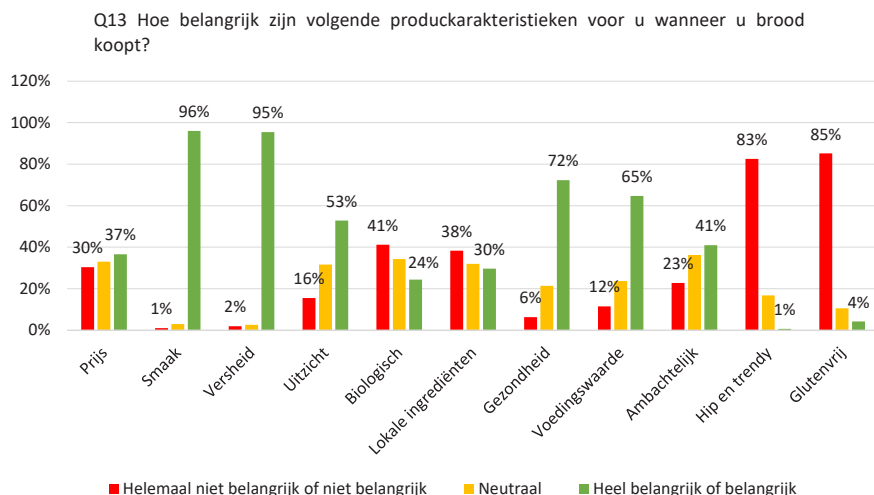
Uit jaarlijks onderzoek bij 500 Vlaamse VVA's (Verantwoordelijken Voor Aankoop) tussen 18 en 64 jaar blijkt dat versheid, smaak en kwaliteit de belangrijkste factoren zijn bij de aankoop van verse producten. Voor de beoordeling hiervan vertrouwt de Vlaming op zijn zintuigen. Producten die de kijken-ruiken-voelen-test met glans doorstaan maken een grote kans om in de boodschappenkar te belanden. Tenminste als ook de prijs in orde is. In iets mindere mate spelen voedselveiligheid, ethiek en herkomst een rol. Het belang van de verschillende aankoopcriteria

blijft al jaren min of meer gelijk. Uitzonderingen zijn de voorkeur voor lokale producten en het hoger belang van dierenwelzijn. De volledige lijst aankoopcriteria zijn hieronder weergegeven (IVOX in opdracht van VLAM, 2017):

- | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| 1. Versheid | 9. Info verpakking | 17. Arbeidsomstandigheden |
| 2. Smaak | 10. Praktische verpakking | 18. Soort winkel |
| 3. Kwaliteit | 11. IKB (integrale ketenbeheersing) | 19. Afwezigheid GGO's |
| 4. Geur | 12. Afwezigheid additieven | 20. Eerlijke handel |
| 5. Prijs | 13. Milieubewust | 21. Label |
| 6. Uitzicht | 14. Lokaal geproduceerd | 22. Biologisch |
| 7. Veiligheid | 15. Land van herkomst | |
| 8. Dierenwelzijn | 16. Traceerbaarheid | |

In 2007 bengelden de criteria 'land van herkomst' en 'lokaal geproduceerd' nog helemaal achteraan in de lijst. Vandaag zijn ze opgeschoven naar het midden. Herkomst is voor de meeste consumenten geen hoofdthema maar wordt wel belangrijker. In 2007 vond 34% van de Vlaamse VVA's het land van herkomst belangrijk. In 2017 is dit gestegen naar 45%. Algemeen is de trend dat de consumenten die letten op het land van herkomst een sterke voorkeur hebben voor producten van eigen bodem. De consument koopt Belgische producten omdat hij hiermee de inlandse economie steunt, omdat het beter is voor het milieu, o.a. door het verminderd transport, en omdat inlandse producten vaak verser en kwalitatiever zijn (IVOX in opdracht van VLAM, 2017).

Ook in de consumentenbevraging in het kader van het Altergrain-project, werd naar het belang van de productkarakteristieken van brood bij de aankoop gepeild. Uit Figuur 41 wordt duidelijk dat ook hier versheid en smaak bovenaan staan. Het valt op dat slechts 37% prijs als een heel belangrijk of belangrijk aankoopcriterium zien. Gezondheid (72%) en voedingswaarde (65%) scoren ook hoog, gevolgd door uitzicht (53%) en ambachtelijk (41%). Lokale ingrediënten (30%) en biologisch (24%) scoren relatief laag. De meeste respondenten vinden glutenvrij en hip en trendy onbelangrijke factoren bij de aankoop van brood.



Figuur 41: Belang productkarakteristieken van brood (resultaten consumentenenquête Altergrain).

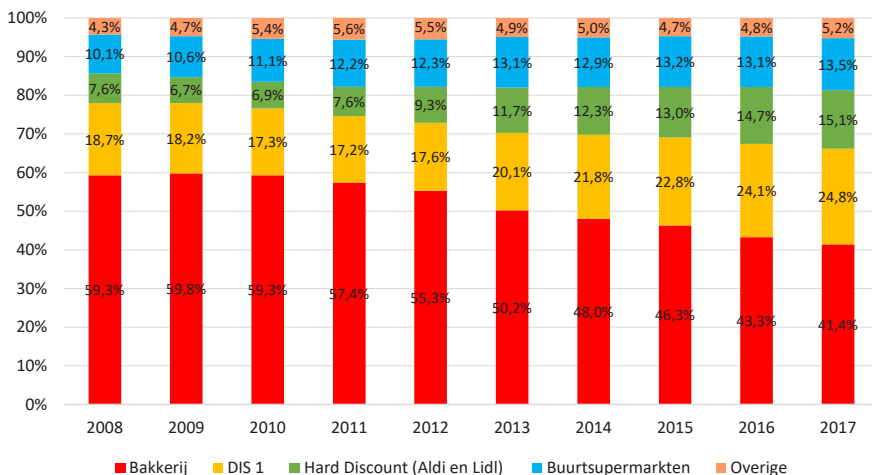
Imago brood

Brood scoort minder goed dan zijn 'concurrenten' op het vlak van convenience (= gemak). Sommigen kiezen geen brood omwille van de gezondheid (VLAM, 2014). Dit is opmerkelijk aangezien brood vol nuttige voedingsstoffen zit en een rijke bron is aan complexe koolhydraten (Dewettinck et al., 2008). Volkorenbrood of bruin brood met minstens 50% volle granen zit dan ook in de donkergroene groep van de nieuwe voedingsdriehoek. In deze groep staan de producten met een bewezen positief effect op de gezondheid (Vlaams Instituut Gezond Leven, 2017).

Het negatieve imago van brood kwam er vooral door talrijke dieetboeken (vb. 'Broodbuik' van William Davis), zelfverklaarde voedingsgoeroes en negatieve media-aandacht (te veel gluten en koolhydraten). Vandaag is er een tegenbeweging aan het ontstaan en slaan de vakorganisaties in België en Nederland zelfs de handen in elkaar. De met EU-geld gefinancierde campagne 'Brood. Goed verhaal.' moet ervoor zorgen dat consumenten brood als een 'waardevol en volwaardig product' gaan zien. Daarnaast willen de partijen meer betrouwbare informatie geven over brood en gezondheid (Vogel, 2018). Dit toont aan dat de broodmarkt sterk onder druk staat.

Distributiekkanalen

Binnen de dalende broodmarkt daalde het marktaandeel van de bakker (inclusief thuislevering) van 59% van de bestedingen in 2010 naar iets meer dan 41% in 2017. Hoewel de meeste mensen nog steeds naar de bakker gaan wordt uit Figuur 42 duidelijk dat zowel de grotere supermarkten zoals Colruyt, Carrefour en Delhaize (DIS1) als hard discount (Aldi en Lidl) en de buurtsupermarkten de voorbije jaren terrein wisten te winnen ten koste van de bakker (GFK, 2018a).



Figuur 42: Overzicht van het marktaandeel van de verschillende distributiekkanalen van brood en banket in % van de bestedingen (overgenomen uit GFK 2018a).

Er valt wel op te merken dat in 2017 de bakkers licht volumeaandeel winnen voor de standaard witte broden en voor de integrale en meergranenbroden, maar dat ze fors inboeten voor grijs brood en de andere (speciale) broodsoorten. Op één jaar tijd daalde het volumeaandeel van de bakker voor grijs brood van 54% naar 50% en van de andere (specialere) broden van 36% naar 33% en dit vooral ten voordele van de supermarkten (DIS1) en de buurtsupermarkt. Hard discount wint volumeaandeel bij grijs brood en vooral bij sandwiches waar ze met 43% marktleider

zijn. DIS 1 wint vooral marktaandeel bij taart en groeit op één jaar tijd van 26 naar 31% marktaandeel (GFK, 2018a).

4.3.1.3. Afnemersanalyse

Om een zicht te krijgen op de kenmerken van mogelijke afnemers van brood met alternatieve granen of pseudogranen liep er tussen maart en augustus 2018 een consumentenbevraging. Het hoofddoel was om een inzicht te verwerven in de bekendheid van de alternatieve granen en pseudogranen, het huidige aankoopgedrag en de bereidheid om een meerprijs te betalen voor een brood met alternatieve granen of pseudogranen.

De doelgroep van dit onderzoek was de Vlaamse broodconsument. Aangezien het om een exploratieve studie ging, werd er een gemakkelijheidssteekproef gebruikt (convenience sample). Er kan dus geen enkele uitspraak gedaan worden over de representativiteit van de steekproef (De Pelsmacker & Van Kenhove, 2014).

De enquête werd opgesteld in het programma Qualtrics en werd online verzonden via diverse kanalen (o.a. personeel en studenten HOGENT, Facebook, LinkedIn, enz.). Uiteindelijk vulden 387 respondenten de bevraging in. Na het weglaten van de respondenten die slechts een deel van de vragenlijst hebben ingevuld bleven er 303 steekproefelementen over. Voor een overzicht van de belangrijkste beschrijvende analyses van de enquête wordt er verwezen naar *Bijlage G: Kernresultaten Consumentenenquête met grafieken*.

Socio-demografisch profiel van de steekproef

De grote meerderheid van de respondenten is vrouw (67%). Qua leeftijd hebben voornamelijk jongeren, jonger dan 30 (46%), deelgenomen. De zestigplussers maken slechts 9% uit van de steekproef. Er is ook een oververtegenwoordiging van de hoger opgeleiden. 42% heeft een universitair diploma en 26% een diploma hoger onderwijs. Dit valt waarschijnlijk te verklaren door het uitzenden van de enquête naar personeelsleden van de HOGENT en studenten.

De meerderheid van de respondenten werkt (52%) of is student (36%). Het is positief dat voornamelijk de mensen die verantwoordelijk zijn voor de voedingsaankopen (75%) bereikt zijn. Qua woonomgeving zien is er een redelijk evenwichtige verdeling. Zowel respondenten uit de stad (34%), landelijke gemeente of platteland (40%) en verstedelijkte gemeente (26%) werden bereikt.

De grote meerderheid heeft geen kinderen jonger dan 12 jaar in huis (80%). De meeste respondenten zien zichzelf als gezondheidsbewust (67%) en hechten belang aan sport en beweging (71%). Tot slot bleek een grote groep vaak biologische koopt, slechts 19% koopt nooit bio. Dit percentage ligt hoger bij de korte keten. Bij deze ondervraging geeft 29% aan nooit voeding te kopen in de korte keten.

Broodconsumptie

De respondenten consumeren vrij vaak brood. Ongeveer 43% geeft aan meerdere keren per dag brood te eten en 38% eet 1 keer per dag brood. Slechts 1% eet nooit brood.

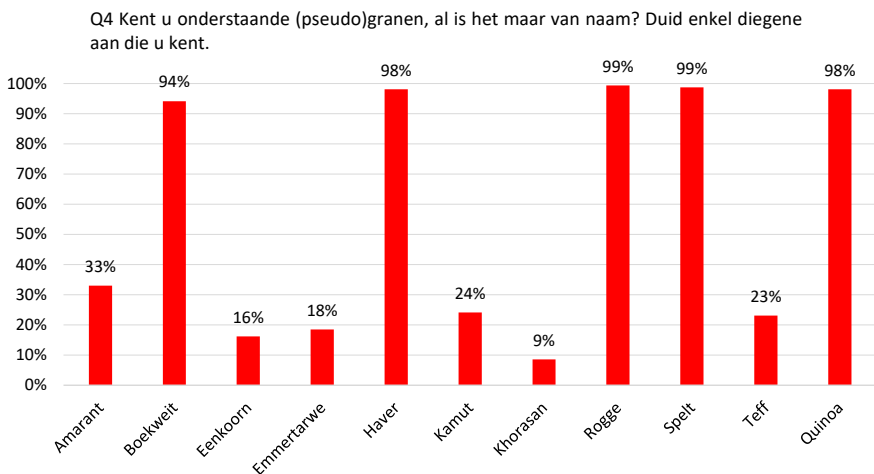
Meergranenbrood wordt het vaakst gekocht (37%) gevolgd door volkorenbrood (22%) en bruin brood (22%). Slechts 10% koopt het vaakst wit brood. Het lage cijfer aan wit brood kan te wijten zijn aan de oververtegenwoordiging van hoger opgeleiden in de steekproef, zij eten immers minder wit brood dan de doorsnee Belg (Ost, 2016).

De bakker blijft met 57% het belangrijkste aankoopkanaal voor brood bij de respondenten, gevolgd door de supermarkt (23%) en de biowinkel (6%).

Bekendheid oertarwes

De term oertarwes is zeker nog niet bij alle respondenten gekend, iets minder dan de helft (46,2%) had nog nooit van oertarwes gehoord. De term wordt spontaan geassocieerd met de woorden 'oud', 'tarwe' en 'spelt'. Het is opvallend dat veel mensen het ook spontaan associëren met gezond.

Spelt en quinoa worden het vaakst genoemd bij de vraag: 'Welke oertarwes kent u, al is het maar van naam?'. Buiten quinoa en boekweit, zijn de granen en pseudogranen die in het Altergrain-project bestudeerd worden niet zo gekend bij de respondenten. In Figuur 43 kan men zien dat bijna alle respondenten vertrouwd zijn met boekweit, haver, rogge, spelt en quinoa. De andere (pseudo)granen zijn vrij onbekend.

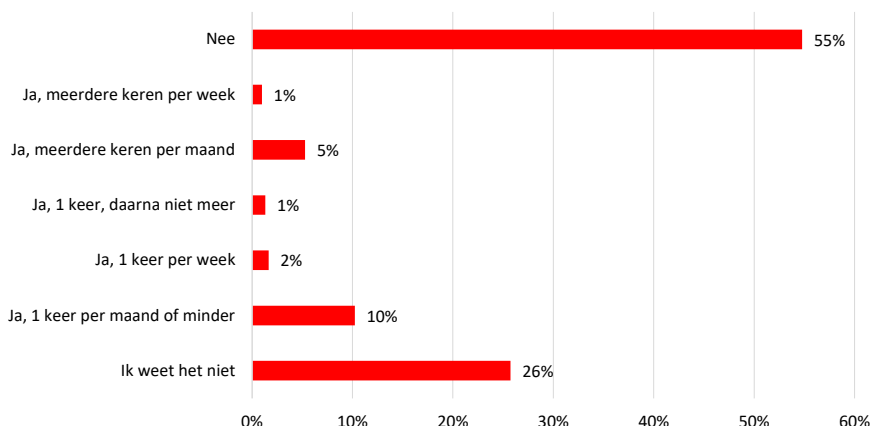


Figuur 43: Bekendheid oertarwes (resultaten consumentenenquête Altergrain).

Koopgedrag

Producten met oertarwes maken nog geen deel uit van het wekelijkse boodschappenpakket. Uit Figuur 44, wordt duidelijk dat meer dan de helft (55%) van de respondenten nog nooit producten heeft gekocht met de term oertarwes op de verpakking en 26% weet het niet. Slechts 1% koopt de producten wekelijks.

Q6 Hebt u ooit al eens producten gekocht met de term oertarwes (oude granen of ancient grains) op de verpakking?

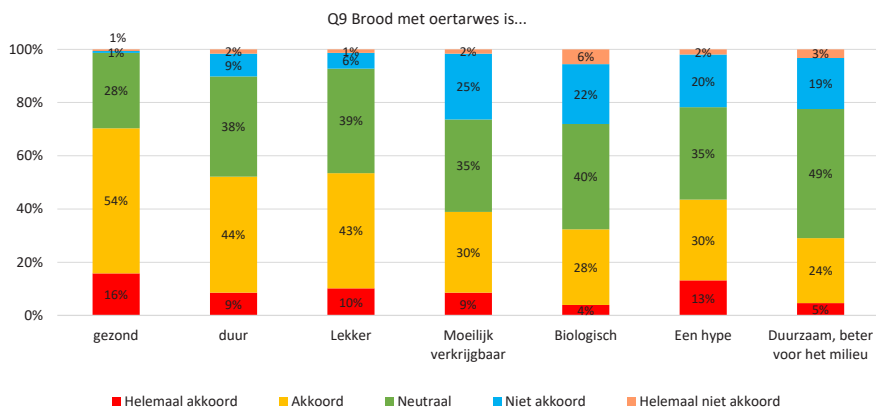


Figuur 44: Koopgedrag producten met oertarwes (resultaten consumentenenquête Altergrain).

Wanneer men producten met oertarwes koopt, dan is het meestal brood (26%) of ontbijtgranen, muesli of granola (20%). Hierbij moet wel de opmerking gemaakt worden, dat het vooral gaat om producten die spelt, quinoa of boekweit bevatten.

Perceptie oertarwes

De perceptie van brood met oertarwes is vrij positief. Figuur 45 laat zien dat 70% van de ondervraagden oertarwes associëren met gezond en 53% met lekker. Oertarwes hebben eerder een duur imago en 39% gaat akkoord met de stelling dat het moeilijk verkrijgbaar is. Sommige respondenten associëren het ook spontaan met biologisch (32%) en duurzaam (31%). Tot slot geeft 33% aan dat ze het eerder als een hype zien.

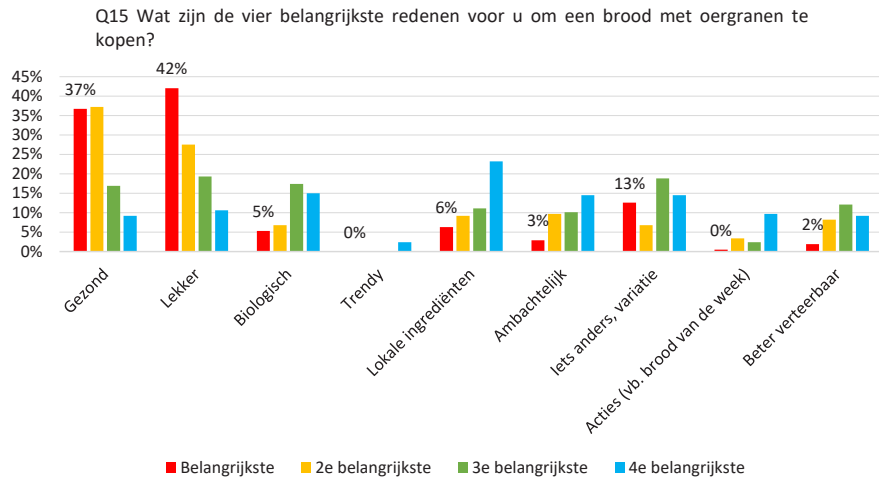


Figuur 45: Perceptie van wat brood met oertarwes is (resultaten consumentenenquête Altergrain).

Bereidheid tot kopen en betalen

Hoewel er een duidelijk verschil is tussen bereidheid tot kopen en effectief gedrag, geeft 76% van de respondenten aan in de toekomst eens een brood met oertarwes te willen kopen. Aangezien eerder reeds duidelijk werd dat slechts een minderheid frequent producten met oertarwes koopt, is het onwaarschijnlijk dat al deze mensen dit effectief zullen doen.

In Figuur 46 en Figuur 47 wordt smaak ('lekker') het vaakst aangegeven als belangrijkste reden om een brood met oergranen te kopen en te blijven kopen, gevolgd door gezondheid.

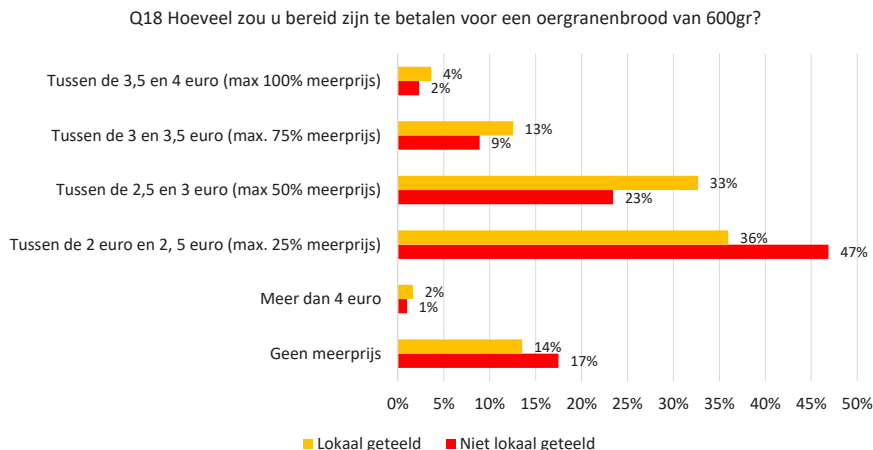


Figuur 46: Aankoopmotieven brood met oergranen (resultaten consumentenenquête Altergrain).



Figuur 47: Aankoopmotieven herhaalaankoop van brood met oergranen (resultaten consumentenenquête Altergrain).

De meeste respondenten zijn bereid om een meerprijs te betalen voor een brood dat oertarwes bevat, slechts 17% wil dit niet. Figuur 48 laat zien dat slechts een kleine minderheid een meerprijs boven de 75% wil betalen. De bereidheid tot betalen stijgt wel als men weet dat de granen lokaal in Vlaanderen zijn geteeld.



Figuur 48: Bereidheid tot betalen voor een brood met oergranen (Resultaten consumentenenquête Altergrain).

4.3.1.4. De biomarkt

Omdat heel wat producten met oertarwes nu al in de bioshops en natuurvoedingswinkels te vinden zijn, lijkt het interessant om ook de biomarkt te analyseren. Het segment dat vaak bio-producten koopt is immers een potentiële afnemer van een brood met oertarwes.

Het verhaal van de biomarkt is dubbel. Enerzijds blijft de aandacht voor bio groeien. Tussen 2008 en 2017 verdubbelden de biobestedingen voor verse voeding en dranken ruimschoots in België. De Belg gaf in 2017 6% meer uit aan verse biologische voeding en dranken dan in 2016 en in Vlaanderen bedroeg de stijging zelfs 11%. Anderzijds blijft het marktaandeel in de totale markt voor voedingsproducten zeer beperkt. Het marktaandeel van verse biologische voedingsproducten steeg wel van 3 naar 3,2%, maar het blijft klein. Het aandeel van biobrood is de laatste jaren ook licht gestegen, maar blijft onder het gemiddelde van 3,2% (VLAM, 2018b).

Groenten, fruit en aardappelen blijven de grootste belangstelling genieten en vertegenwoordigen 40% van de biobestedingen. Brood komt pas op de vierde plaats. In afnemende volgorde worden volgende producten het meest aangekocht: biologische groenten, zuivel, fruit, brood, eieren, aardappelen en vlees. Graanproducten nemen een aandeel in van 12% in de biobestedingen (VLAM, 2018b).

Aleenstaanden, zowel oud als jong, hebben het hoogste bio-aandeel. Bio neemt zo'n 4,5% in van hun verse voedingsbesteding. In absolute cijfers zijn de welgestelde gezinnen met kinderen en de welgestelde gepensioneerden de belangrijkste groep biokopers. Samen zijn zij verantwoordelijk voor de helft van de biobestedingen. De grootste stijging qua bio-aandeel is terug te vinden bij de welgestelde gezinnen met kinderen en bij de tweeverdieners zonder kinderen. Huishoudens met kinderen met een beperkt inkomen hebben het laagste bio-aandeel, namelijk 1,4%. Deze bevolkingsgroep heeft zijn bio-aandeel wel verdrievoudigd sinds 2008. De introductie en uitbouw van heel wat bioproducten in de hard discount zoals de Aldi en de Lidl, liggen hiervoor

aan de basis. De gepensioneerden en de koppels met één kostwinner hebben een gemiddeld bio-aandeel dat geleidelijk groeit (VLAM, 2018b).

In 2017 koopt de Belg zijn bioproducten vooral in de supermarkt (38% aandeel in de totale bio-besteding) gevolgd door speciaalzaken (33%), de buurtsupermarkt (12%) en de hard discount (10%). De hoeve en boerenmarkten (4%) en de openbare markten bengelen achteraan qua aandeel in de totale bestedingen (3%) (VLAM, 2018b).

4.3.1.5. Glutenvrije markt

Aangezien teff en de pseudogranen boekweit, quinoa en amarant glutenvrij zijn en dus geschikt voor mensen met coeliakie (glutenintolerantie) is het ook interessant om deze markt te analyseren.

Voor de meeste mensen vormen gluten geen probleem. Maar bij coeliakiepatiënten beschadigen gluten het slijmvlies van de dunne darm. Hierdoor kunnen allerlei klachten zoals diarree, overgeven, verstopping, groeistoornissen, verstoorde darmen, gewichtsverlies, bloedarmoede, humeurigheid en vermoeidheid ontstaan. Er is voor glutenenteropathie maar één oplossing: absoluut geen gluten gebruiken, levenslang (Vlaamse Coeliakievereniging).

Statistisch gezien lijdt slechts 0,5% tot 1% van de bevolking aan coeliakie, naar schatting zo'n 55.000 mensen in België (Fiers, 2016). Aangezien dit een zeer kleine markt is, vertaalde zich dit tot voor kort in een beperkt en duur aanbod glutenvrij brood, voornamelijk verkrijgbaar in bio- en diët winkels (Dethombe, 2016). Uit de vergelijking van de gemiddelde prijs van glutenvrije broden en bakmixen blijken deze tot vier keer duurder te zijn dan hun tegenhangers (Van Laere et al., 2016).

De markt voor glutenvrije producten zit echter stevig in de lift. Producenten blijven actief nieuwe producten in de markt brengen en Marketsandmarkets schat dat de vraag naar glutenvrije producten zal blijven stijgen, vooral in Noord-Amerika en Europa. Er wordt geschat dat de markt voor glutenvrije producten met 10,4% zal groeien in omzet tussen 2015 en 2020. Bakkerijproducten zijn hierbij het meest populair (Marketsandmarkets, 2015).

De retailers en producenten spelen hier goed op in. Om tegemoet te komen aan de wensen van de consument werden er tussen 2009 en 2013 meer dan 900 nieuwe glutenvrije producten op de markt gebracht in Europa (Weber Shandwick, 2017). In België groeit het aanbod met zo'n 30% per jaar (Dethombe, 2016). De Belgische retailer Delhaize biedt vandaag bijvoorbeeld meer dan 70 glutenvrije producten aan in de bakkerij-, charcuterie- en diepvriesafdeling. Het best verkochte product was glutenvrij brood in 2014 (300% stijging in de verkoopcijfers) (Weber Shandwick, 2017).

Hoewel voedselallergieën wel degelijk meer voorkomen dan vroeger (De Clerck, 2015), lijdt slechts 1,5% tot 3,5% van de bevolking in België aan een voedselallergie. Meer dan 300 000 Belgen hebben hun dagelijkse eetgewoonten aangepast door een voedselallergie of voedselintolerantie voor gluten, lactose, soja enz. (Cuypers, Leback, & Bel, 2015).

Sinds enkele jaren is glutenvrij eten echter ook een voedingshype en gaan ook steeds meer gezonde mensen glutenvrij eten (Choung, et al., 2017). Vaak voor hun gezondheid of gewicht. Volgens Chantal Devue van de Vlaamse Coeliakievereniging (VCS) was het boek 'Broodbui' (William, 2011) een kantelpunt. Daarin bracht de Amerikaanse cardioloog William Davis tarwe in verband met oververmoeidheid, versnelde veroudering, buikklachten, enz. "Wie minder gluten eet", zo stelde hij, "zou al die lichamelijke klachten kunnen terugdringen". Net zo doorslaggevend waren getuigenissen van actrice Gwyneth Paltrow, Heidi Klum en tennisser Novak Djokovic.

Zij ontpopten zich tot ware ambassadeurs van het glutenvrije dieet. Zelfs onze eigen Koning Filip schakelde over op een glutenvrij dieet omdat hij 'gezond wil leven' (Dehandschutter, 2016). Andere belangrijke Belgische social influencers met voedselallergieën zijn Eva Daeleman (gluten en zuivel) en Evelien De Cock (gluten, gist, lactose en geraffineerde suikers).

Nochtans is het sterk af te raden om glutenvrij te eten als er geen medische reden is. Wie bepaalde voedingsstoffen weglaat, creëert een tekort aan andere. Zo geven verschillende onderzoeken aan dat glutenvrij brood minder eiwitten en vezels bevat dan tarwebrood. Daarnaast zou er meer vet en suiker in zitten (Van Laere et al., 2016).

Tot slot is het bakken van brood zonder gluten niet simpel en is de kwaliteit van glutenvrij brood te vaak ondermaats. Volgens Van Laere et al. (2016) hebben de broden vaak een compact volume, een droge, brokkelige kruim met een bleke niet krokante korst en missen ze smaak. Ook in het kader van het Altergrain-project werd ondervonden dat een inmenging van slechts 20% pseudograin of teff zorgt voor een volumedaling (zie paragraaf 2.3). Om de textuur en houdbaarheid te verbeteren zijn extra ingrediënten nodig, waardoor de samenstelling van glutenvrije broden zeer complex, gevarieerd en uiteenlopend is. Chantal Devue (VCS) stelt bovendien dat glutenvrij brood bereiden in een gewone bakkerij zeer moeilijk is. Er zijn volgens haar maar twee risicovrije manieren: ofwel koopt de bakker voorverpakte glutenvrije producten aan bij een gespecialiseerde producent ofwel maakt hij zijn glutenvrij brood op een volledig afzonderlijke productielijn. Aangezien er immers geen contaminatie mag ontstaan met klassieke broden, betekent dit dat men moet investeren in een andere ruimte, ander materiaal, andere ovens, indien nodig andere werknemers en een apart, veilig presenteerplekje in de winkel. Er gaan bijgevolg grote investeringen mee gepaard (Dethombe, 2016).

4.3.2. Detailhandel

Na de consumenten is de volgende schakel in de keten de detailhandel waar de consument zijn brood met oertarwes kan kopen. Volgende belangrijke verkooppunten worden kort besproken:

- Supermarkten
- Bakkers
- Natuurvoedingswinkels
- Horeca
- Korte keten markt

4.3.2.1. Supermarkten

Bij de bespreking van de broodmarkt werd eerder al duidelijk dat de consument meer en meer zijn brood in de supermarkt en hard discount haalt. Toch is het aanbod aan producten met oertarwes hier relatief beperkt.

Producten met spelt, quinoa, rogge en haver zijn wel reeds overvloedig aanwezig. Bij het intypen van deze termen op de webshop van Albert Heijn zijn 59 producten met spelt te vinden, 41 met quinoa, 70 met haver en 12 met rogge. Het aantal producten dat terug te vinden zijn op de zoektermen oergranen (2), super seed (2), super grain (1) amarant (2), boekweit (9), en teff (2) ligt een stuk lager. Op de zoektermen eenkoorn, emmertarwe, Kamut en khorasan is niets terug te vinden (Albert Heijn, 2018). Het valt op dat heel veel van de gevonden termen vezelrijk, gezond, biologisch en glutenvrij gebruiken bij de beschrijving.

Speciaalbroden, speltbroden en biologische broden maken standaard deel uit van het broodassortiment van alle supermarkten. Ze spelen ook in op de trends die reeds eerder besproken werden. Om meer beleving in de winkel te brengen en ook de versheid te garanderen gaan steeds meer supermarkten verschillende keren per dag brood en koeken afbakken. Het werd reeds eerder aangehaald dat Carrefour in zijn nieuw revolutionair winkelconcept in Bergen ook

de kaart trekt van traditie, ambacht, authenticiteit en beleving. In de bakkerij aan de ingang van de winkel zien de klanten zelf hoe de bakkers en patissiers verschillende broodsoorten, broodjes, gebak en lokale specialiteiten bereiden.

Ook Delhaize speelt perfect in op de nieuwe consumententrends. Op hun website is een volledige pagina gewijd aan brood. Ze benadrukken de expertise, kwaliteit en geven informatie over de bakwijze, de gezondheidsaspecten, de ingrediënten, de herkomst enz.

Om in te spelen op de trend van gezondheid gaat Delhaize bijvoorbeeld het verminderd gebruik van zout in hun broden benadrukken. Ze vermelden er ook duidelijk bij dat dit geen invloed heeft op de smaak. Om in te spelen op de trends van traditie, ambacht en transparantie gaat men via storytelling ook nog uitleggen van welk eiland en zoutmijn het zout gewonnen is. Een ander voorbeeld is het Camp Remy brood. Dit wordt in de markt gezet als een traditioneel brood dat gemaakt is met Belgische bloem van een vergeten tarwesoort. De samenwerking met Belgische boeren, de smaak, textuur en het traditionele wordt sterk benadrukt. Het ambachtelijke komt naar voor wanneer men beschrijft hoe het deeg van hun broden gekneet worden met de hand. Tot slot benadrukt men bij het Averbodebrood dat de abdijbakkers het brood bakken op een gloeiend hete vulkanische steen, waardoor het een onweerstaanbare korst krijgt (Delhaize, 2019).

4.3.2.2. Bakkers

Bij de bespreking van de broodmarkt bleek dat de traditionele warme bakker onder druk staat door de dalende consumptie van brood en de concurrentie van de supermarkten. Het marktaandeel van de bakker daalde van 59% van de bestedingen in 2010 naar iets meer dan 41% in 2017 (GFK, 2018a).

Het aanbod van broden met de alternatieve granen en pseudogranen die in het Altergrain-project gebruikt werden is zeer beperkt. Uit een kleine niet representatieve bevraging bij een veertigtal bakkers bleek dat 80% reeds van de term oergranen had gehoord en dat 80% wel interesse had om er mee te experimenteren.

Hoewel er steeds minder brood geconsumeerd en gekocht wordt, blijkt dat het imago van brood toch aan een opmars bezig is. Zo stelt men in Nederland vast dat authentiek brood zonder toevoegingen en met lange rijstijden aan populariteit wint. 'Slow brood', zoals desembroden, zitten in de lift en het aanbod van natuurlijke broodproducten met weinig tot geen toevoegingen stijgt (Dekkers, 2017).

Ook in Vlaanderen zijn er heel wat innovatieve bakkerijconcepten ontstaan die inspelen op de trends. Een mooi voorbeeld is **Broodbroeders** uit Mechelen. Hun broden worden ambachtelijk gemaakt en zijn het resultaat van jaren experimenteren met Mechelse desem. Omdat ze verspillen tegen willen gaan, weten ze graag hoeveel broden ze moeten maken en werken ze met een uniek abonnementsformule en afhaalpunten. Daarnaast doen ze ook aan een losse verkoop in hun atelier. Ze draaien mee met de seizoenen en halen hun meel lokaal bij een molenaar in Sint-Joris-Weert die liever traag dan veel maalt. Dat doet hij uit respect voor het graan van de beste boeren uit zijn streek. Broodbroeders maken er een erezaak van om de afstand tussen de ploeg van de boer en het mes zo kort mogelijk te houden (Broodbroeders, 2019).

Een ander voorbeeld is **Copain Broodmakers** in Gent. Dit is een coöperatieve die de nadruk legt op natuurlijk en lokaal brood. Al hun bloem (tarwe, rogge en spelt) is biologisch en afkomstig van de Molens van Oudenaarde. De zuivel halen ze bij de Leestjeshoeve in Damme en ze gebruiken eieren van vrije-uitloopkippen van 't Eierboerke. Ze benadrukken dat dit goed is voor de kwaliteit van het brood, onze planeet en iedereen die graag weet waar zijn eten vandaan komt.

Al hun brood wordt gemaakt in de bakkerij op de Lousbergmarkt. Daarbij werken ze met een open atelier zodat iedereen die wilt kan zien hoe het brood gemaakt wordt (Broodmakers, n.d.).

4.3.2.3. **Natuurvoedingswinkels**

Bij de bespreking van de biomarkt bleek dat het aanbod van producten met oergranen in bio-shops en natuurvoedingswinkels een stuk uitgebreider is dan in de traditionele supermarkt. Het marktaandeel van deze kanalen is echter zeer beperkt wanneer er gekeken wordt naar de totale voedselbestedingen.

Wanneer de granen van het Altergrain-project ingegeven worden in de online natuurvoedingswinkel "www.biowinkel.com" dan blijkt dat er een grote verscheidenheid aan producten beschikbaar is, met uitzondering van emmertarwe. Ook hier zijn quinoa (105 zoekresultaten) en boekweit (73), het meest populair. Amarant en teff leveren 19 resultaten op, gevolgd door khorasan/Kamut (6) en eenkoorn (5). Het type producten varieert. Zowel pasta, meel, bakmixen, crackers, wafels als granen in hun pure vorm zijn terug te vinden.

4.3.2.4. **Horeca**

Een ander mogelijk afzetkanaal voor brood met alternatieve granen en pseudogranen is de horeca. Sommige ontbijt- en lunchrooms gaan met brood aan de slag en spelen reeds vrij goed in op de laatste trends.

Een mooi voorbeeld is de Belgische bakkerij- en restaurantketen **Le Pain Quotidien**. Met meer dan 270 winkels in 21 landen zijn ze in korte tijd een internationale speler geworden. Hun bakkerij en lunchroom roepen een sfeer op van oude keukens, ambacht en traditie. Met hun lange houten tafels willen ze inspelen op gezelligheid en samen tafelen. De meeste ingrediënten zijn biologisch en ook eenvoud wordt benadrukt. Op hun website is het volgende te lezen:

In deze voortdurend veranderende en hectische wereld nodigen we je uit om even tot rust te komen op een plek waar de traditionele eenvoud wordt gekoesterd. Onze bakkers beginnen met slechts vier ingrediënten: steengemalen biologische bloem, zeezout, water en zuurdesem. Het deeg wordt geduldig met de hand gekneet en in onze met steen beklede ovens gebakken. Dit zijn de ambachtelijke broden uit ons verleden, volgens de traditie gebakken (Le Pain Quotidien, n.d.).

Oergranen staan nu al op het menu. Bij de salades is een Ancient Grains bowl (Vegan) verkrijgbaar en ook bij het ontbijt staan oergranen ertussen. In de bakkerij is een biologisch 'Ancient Grains' brood te koop. Het valt echter op dat de prijs voor een brood ver boven de normale prijs ligt. Voor het oergranenbrood van 500gr. Betaal je 7,55 €.

Alain Coumont, de oprichter van Le Pain Quotidien en kok van opleiding, gelooft sterk in de gezondere oergranen. In een interview in Knack verwoordt hij het zo: "Als je de tarwe die 75 jaar geleden in België werd geteeld zou vergelijken met die van vandaag, zie je een enorm verschil. Er is zoveel aan 'verbeterd' door allerlei processen, maar wij willen terug naar dat gezondere oergraan (Coumont, geciteerd in Goyvaerts, 2017)".

Een ander concept dat bakkerij, koffiebar en restaurant combineert is de **De Superette** in Gent. Hier draait alles rond manueel gebakken zuurdesembrood, gemaakt met bloem van biologische granen, gemalen in oude windmolens. In de bakkerij-shop zijn naast de broden enkele favoriete natuurwijnen en bieren, bloem, een aantal essentiële tools zoals een broodmes, de ROB-broodsnijmachine, theepot, koffie enz. te koop. De superette wil de klanten een authentieke beleving geven. Zo installeerden ze in hun restaurant een authentieke oven die zichtbaar is voor de klanten en bieden ze ook workshops aan om de ambacht te doen herleven.

4.3.2.5. Korte Keten markt

Zoals reeds eerder opgemerkt, is aandacht voor voeding in Vlaanderen al een tijdje duidelijk merkbaar. De belangstelling voor rechtstreeks contact tussen producent (de land- en tuinbouwer) en consument (de particulier die de voedingsproducten koopt), zonder bijkomende tussenschakels voor distributie of bewerking, past in dit geheel.

Aangezien heel wat producten met oergranen, en meer specifiek broodproducten, nu reeds via de korte keten gedistribueerd worden en gezien het potentieel van deze distributievorm, lijkt het interessant om ook de markt van de korte keten te analyseren. Gedurende het onderzoek zijn heel wat mooie praktijkvoorbeelden naar voren gekomen. In dit deel worden een aantal initiatieven besproken, zowel gestimuleerd door de overheid als privé-initiatieven. Vervolgens worden aanbevelingen gegeven op basis van wat er gezien en gehoord werd. Er wordt gestart met het definiëren van wat de Vlaamse overheid verstaat onder korte keten. Deze definitie is ook gehanteerd geweest in het kader van het Altergrain-project.

De Vlaamse Overheid Departement Landbouw en Visserij (2011) definieert de korte keten als: *"een duurzaam afzetsysteem waarbij een rechtstreekse relatie bestaat tussen de producent en de consument. Daardoor blijft de landbouw in relatie staan met de producent in de regio en zijn sociale, culturele, ecologische en economische eigenschappen."*

Er bestaat geen vaste definitie voor korte keten. Daarom werkt het strategisch plan met een aantal basisprincipes (Vlaamse Overheid Departement Landbouw en Visserij, 2011):

- Betrokkenheid van de consument via een rechtstreekse (vertrouwens-)relatie met de producent;
- Een beperkt aantal transparante schakels;
- Zelfstandigheid van de producent in zijn prijszetting;
- Zijn aanbod en zijn productiemethode (zeggenschap) en het lokale karakter, wat zorgt voor een territoriale verbondenheid met het product.

In de voorbije decennia is de afstand tussen producent en consument in de voedselketen steeds groter geworden. Deze grotere afstand manifesteert zich op diverse vlakken. Ten eerste is de afstand geografisch groter geworden. Voedingsmiddelen worden de wereld rond vervoerd en producten die ooit als exotisch werden beschouwd, zijn nu gemeengoed geworden. Ook op sociaal vlak is de afstand tussen producent en consument uiteen gedreven. Veel consumenten hebben nog nooit een landbouwbedrijf van dichtbij gezien en hebben geen idee van de manier waarop hun voedsel geproduceerd wordt. De veiling, voedselverwerkende industrie, distributie en het hele agrobusinesscomplex vestigden zich als meerdere extra 'schakels' tussen producent en consument, waardoor ook de economische afstand tussen beiden vergroot werd (Platteau, Van Gijsegheem, Van Bogaert, & Vuylsteke, 2016).

Dit geglobaliseerde voedingssysteem wordt vanuit diverse hoeken aan kritiek onderworpen en er worden alternatieven naar voren geschoven die een grotere duurzaamheid nastreven.

Er zijn verschillende voordelen verbonden aan de korte keten. Ten eerste is er meer contact tussen consument en producent. Via de korte keten komt de consument rechtstreeks in contact met de producent. Dit kan op de (hoeve)winkel zijn of tijdens de boerenmarkt. De consument weet zo wie zijn producten gemaakt heeft en de producent weet naar wie zijn product gaat. Op deze manier kan een vertrouwensrelatie met betrekking tot kwaliteit ontstaan of verstevigd worden en vergroot het contact tussen de stad en het platteland. Het imago van de landbouw wordt verbeterd en de transparantie van landbouw verhoogt (Cazaux, 2010). Een eerlijke prijs voor de producent kan een andere reden zijn om te kiezen voor de korte keten. De producent kan immers vaak zelf de prijs van zijn product bepalen en kan zo een eerlijkere prijs krijgen.

Bovendien heeft de producent over zijn aanbod en zijn productiemethode via de korte keten veel meer zeggenschap. Door de korte keten wordt ook de lokale of regionale economie gestimuleerd. Producten die lokaal geteeld zijn, worden via de korte keten immers lokaal verkocht en geconsumeerd. Op ecologisch vlak kent dit systeem voordelen, denk maar aan de voedselkilometers door het transport. Ruimer is er ook een beperking in het algemeen energieverbruik door minder verwarming, bewaring, verpakking, enz.

Veel hangt natuurlijk af van de vorm die de 'korte keten' aanneemt: een boerenmarkt is een heel ander initiatief dan een systeem met groenteabonnementen, de producent kan een hoefwinkel hebben en daar zijn eigen producten verkopen of in samenwerkingsverband met andere producenten gezamenlijke initiatieven ontplooiën. Naargelang van de invulling van de korte keten initiatieven zullen ook de voordelen verschillen of meer uitgesproken zijn. Zo zal bij een voedselteam het contract tussen producent en consument als voordeel de zekerheid over afzet met zich meebrengen (Cazaux, 2010).

Daarnaast worden soms ook mogelijke negatieve aspecten van korte keten initiatieven vermeld zoals, de tijd- en arbeidsintensiteit voor producent, onzekere rentabiliteit, in vele gevallen onzekere afzet en soms investeringen die lastig te financieren zijn (Cazaux, 2010). Men mag niet onderschatten wat het betekent om naast producent bijvoorbeeld ook winkelier te zijn. Wie daarvoor kiest, moet juist inschatten in welke mate de landbouwactiviteit daaronder kan lijden.

Of de korte keten een financieel aantrekkelijk alternatief is voor de gangbare afzetkanalen, is moeilijk eenvoudig en eenduidig te beantwoorden. Immateriële factoren zoals 'voldoening', 'contact met de consument' en 'meer autonomie' zijn wellicht nog belangrijker. Dat kan zijn in de hoefwinkel of via de verkoop aan horeca, aan collega's met een hoefwinkel, op boerenmarkten en voedselteams.

Niettemin werden diverse initiatieven van producenten en consumenten gelanceerd, al dan niet ondersteund door de overheid. De korte keten telt steeds meer aanbieders.

Kortom, de korte keten zit in de lift. Recente cijfers van de VLAM bevestigen dit. De omzet steeg vorig jaar met 5%. Het marktaandeel van de korte keten blijft wel nog zeer beperkt. Ten opzichte van andere distributiekkanalen van verse voeding, bedraagt het marktaandeel van de hoefwinkel 0,8%. Voor de boerenmarkt ligt dit aandeel slechts rond de 0,15%. "Er zijn wel enkele typische hoeveproducten waarvan het marktaandeel beduidend hoger ligt", stelt VLAM vast. "Aardappelen bijvoorbeeld. Globaal gezien, is de grootste omzetmaker op de hoeve fruit, dat 22% van de omzet uitmaakt, gevolgd door vlees (21%), aardappelen (19%) en groenten (16%). Op de hoeve maken aardappelen, groenten en fruit 57% uit van de omzet. Op de boerenmarkt zijn ze goed voor 50% van de omzet." Brood en graanproducten worden in de studie niet als afzonderlijke categorie beschouwd en zit onder overige. Het aandeel hiervan in de markt en de omzet is bijzonder klein (VLAM, 2018c).

Gedurende de duur van het Altergrain-project zijn allerlei initiatieven gegroeid of ontstaan. Voor de bespreking hieronder is dit beperkt tot Vlaamse, regionale of privé-initiatieven met uitzondering van een inspirerend voorbeeld uit Nederland.

Vlaamse initiatieven

Recht van bij de boer is een initiatief van de VLAM, het Vlaams Centrum voor Agro- en Visserijmarketing, een samenwerking met als website "www.rechtvanbijdeboer.be" waarbij verschillende verkooppunten gegroepeerd zijn. Eén van de tien sectorgroepen bij de VLAM is immers de sectorgroep bio-, hoeve- en streekproducten.

De VLAM reikt de erkenning uit voor het '**erkend verkooppunt hoeveproducten**'. Producenten die dit label wensen te verwerven, moeten een gebruikersovereenkomst met VLAM ondertekenen.

Steunpunt Korte Keten, het vroegere Steunpunt Hoeveproducten, biedt begeleiding aan land- en tuinbouwers die nadenken over of kiezen voor de thuisverkoop. Actieve hoeveproducenten worden begeleid om zich volledig in orde te stellen met de wetgeving, starters worden wegwijze gemaakt in het kluwen van papieren en administratieve verplichtingen. Het informeert hoeveproducenten vrijblijvend over de geldende wetgeving en er wordt extra aandacht besteed aan de opvolging van en begeleiding bij actuele noden en problemen van hoeveproducenten. Verder worden er allerlei bijscholingen en andere activiteiten georganiseerd. Steunpunt Korte Keten roept de hoeveproducenten op zich te registreren op de website **Fermweb**. De website is een initiatief van de landbouw- en leefmilieuadministratie van de Vlaamse Gemeenschap en wordt uitgewerkt door KVLV, in samenwerking met het jeugdwerk en het Centrum voor Jeugd- toerisme. Fermweb levert duidelijke informatie over hoeveproducten. Hij richt zich voornamelijk op jeugd- en natuurverenigingen, maar ook socioculturele verenigingen en individuele burgers en wil hen aanzetten om zowel op kamp als in de eigen werking milieuvriendelijke hoeveproducten te consumeren. De hoeveproducenten moeten hiervoor niet aan bepaalde criteria voldoen om zich te registreren (zoals wel het geval is bij VLAM-logo erkend verkooppunt hoeveproducten). Steunpunt Korte Keten ondersteunt dus de producent, totdat het hoeveproduct gemaakt is, terwijl VLAM eerder focust op het verkooppunt. De voedselteams die later aan bod komen focussen op rechtstreeks contact producent – consument.

Korte Keten Oost-Vlaanderen slaat een brug tussen boer en consument. Dit is een webplatform waarop je producten kan bestellen aan een voordelige prijs. Dit wordt mogelijk gemaakt door zoveel mogelijk tussenstappen te vermijden (groothandel, retail, veiling, enz.). Zo krijgt de boer een eerlijke prijs voor zijn producten. Op lange termijn wil men de boeren motiveren om duurzamer of zelfs biologisch te gaan produceren, maar dit kan enkel wanneer de nodige afzet gecreëerd wordt om zo de boer een eerlijk inkomen te garanderen. Om in te stappen in het verhaal is het niet noodzakelijk dat boeren reeds biologisch actief zijn. Via een gegarandeerde afzet kunnen boeren gemotiveerd worden om de overstap naar BIO te overwegen.

BioForum Vlaanderen vzw is de sectororganisatie van de biologische landbouw & voeding. Boeren, verwerkende bedrijven, verdelers, grootdistributie, kleinhandel en foodservices. Daarnaast horen ook controleorganisaties, onderzoeksinstellingen en maatschappelijke organisaties tot deze sector. Zij ondersteunen ook de korte keten door middel van bijvoorbeeld de groetenabonnementen. Immers, bedrijven die actief zijn in de korte keten vinden in het directe contact met de klant, een uitgelezen kans om uit te leggen wat bio precies betekent.

Netwerk CSA wil in Vlaanderen uitwisseling tussen boeren stimuleren en mensen, die met Community Supported Agriculture (CSA, 'landbouw gedragen door de gemeenschap') willen beginnen, ondersteunen. Het draait eigenlijk allemaal om een win-win situatie voor de boer en de consument en steunt op enkele basisprincipes. De consument betaalt aan het begin van het jaar een vaste bijdrage. Hij betaalt niet zozeer voor zijn groenten en fruit, maar koopt eigenlijk een aandeel in de boerderij. Zo krijgt hij verse producten, maar ook inspraak in het reilen en zeilen van het bedrijf. Hij draagt bij om de verwerkingskosten te dragen en de boer inkomenszekerheid te geven. Zo deelt de klant ook in het risico van bijvoorbeeld een slechte oogst door weersomstandigheden. In ruil daarvoor doet de boer al het werk op het veld zorgt hij ervoor dat alles op een ecologisch verantwoorde manier gebeurt. Meestal zijn CSA-boerderijen ook biogecertificeerd. Het bedrijf creëert ook ontmoetingskansen voor de deelnemers via educatieve momenten, hoevefeesten of meewerkdagen. De klant en de landbouwer bouwen zo aan hun eigen lokale gemeenschap.

Voedselteams is een vzw die de korte keten in Vlaanderen behartigt en in de praktijk brengt, vanuit een netwerk van lokale teams, boeren, producenten, vrijwilligers en betaalde medewerkers. Voedselteams organiseert sinds 1996 lokale teams, dit zijn groepen mensen uit eenzelfde buurt die samen voedsel aankopen, rechtstreeks bij lokale en regionale boeren en producenten. Het is een beweging van actieve producenten en gebruikers die met elkaar samenwerken. Zij ijveren voor de bevordering van een kleinschalige, duurzame land- en tuinbouw en voor het uitbouwen van lokale economieën. De organisatie staat voor de belangen van consument én producent: een duurzame voeding en een duurzaam, levensvatbaar bedrijf.

Eind mei wordt de **"Week van de korte keten"** georganiseerd waarbij allerlei organisaties en producenten activiteiten organiseren en de lokale producten in de schijnwerpers stellen. De initiatiefnemers zijn alle Vlaamse provincies samen met het Departement Landbouw en Visserij, VLAM, de Vereniging van Vlaamse Provincies, de Vereniging van Vlaamse Steden en Gemeenten en het Steunpunt Korte Keten. De Week van de Korte Keten krijgt de volle ondersteuning van Minister van Landbouw Joke Schauvliege en de provinciale gedeputeerden voor landbouw.

Om een beeld te krijgen van de grootte van dergelijke initiatieven, worden de resultaten (uitgedrukt in aantallen) van mei 2018 weergegeven in Tabel 11. Tussen de haakjes wordt de evolutie t.o.v. het jaar voordien weergegeven.

Tabel 11: Evolutie van de verschillende spelers in de korte keten. Tussen de haakjes wordt de evolutie t.o.v. het jaar voordien weergegeven (VLAM, 2018c).

Recht van bij de boer	Registraties: 855 (+47)	Licentiehouders: 307 (-2)	Verkooppunten: 1705(+29)
Steunpunt Korte Keten	Verwerkers (via FAVV): 811 (+51)	Geregistreerde hoeveproducenten: 2351	
BioForum	Boeren: 29 (-1)	Afhaalpunten: 406 (-132)	Abonnees van groenteabonnementen: 10760 (+0)
CSA	CSA-boerderijen:41 (+1)	Leden: 8000 (+700)	
Voedselteams	Voedselteams: 172 (+1)	Leden: 3500 (-500)	

Regionale initiatieven

Op de Korte Keten Kaart van **Boer'n Brood** vind je alle adressen in Gent waar je korte ketenproducten kan kopen.

VANIER is een nieuwe Gentse coöperatie die ervoor zal zorgen dat boeren en andere producenten rechtstreeks kunnen verkopen aan restaurants, winkeliers en grootkeukens. Een groep van jonge ondernemers gaat met de steun van de stad Gent aan de slag om dit platform uit te bouwen. Het consortium bestaat uit Linked.Farm, in samenwerking met Groeinst, de Gentse Boerenmarkten, boeren (Zuivelhoeve Keymeulen, Berckbosshoeve en De Wassende Maan) en een paar dynamische Gentse ondernemers zoals Arno van Lokaal, designer Tim Ost, en Jok-sie van Groenten uit Gent en de Buurderij.

Via het webplatform **Boerenburen.be** kunnen consumenten (Buren) rechtstreeks producten kopen bij lokale landbouwers en ambachtelijke verwerkers (Boeren). Producent en klant ontmoeten elkaar op een wekelijkse 'Buurderij', een soort pop-up boerenmarktje op een leuke locatie. De klanten halen er hun bestelling op bij de verschillende boeren, en kunnen ondertussen een babbeltje slaan. Geld komt er niet aan te pas, gezien de betaling via het webplatform

gebeurt. Zo'n Buurderij heeft tal van voordelen: de Buren weten wat ze eten en leren elkaar beter kennen, en de Boeren krijgen een eerlijke prijs voor hun producten. 'Boeren & Buren' is de Nederlandstalige versie van 'La Ruche qui dit Oui!', een webplatform dat in 2011 in Frankrijk werd opgericht met als doel om boeren en klanten rechtstreeks met elkaar te verbinden. Vandaag bestaan er bij 'La Ruche qui dit Oui!' alleen al meer dan 850 'buurderijen', van Duitsland tot Groot-Brittannië, van Italië, Spanje en Zwitserland tot Denemarken en Nederland (Vanhoutte, 2018). In Hasselt opende op 9 oktober 2018 de 60ste Buurderij in Vlaanderen, wat de Belgische teller van Buurderijen op 120 zet (dewereldmorgen, 2018).

De boeren dragen 16,7% van hun omzet af aan Boeren & Buren en de Buurderij-verantwoordelijken. De ene helft van de vergoeding gaat naar Boeren & Buren voor het gebruik en ontwikkelen van het webplatform, de technische ondersteuning van het netwerk, communicatie en marketing en de transactiekosten. Op deze manier houden de boeren 80% van de opbrengst van hun producten over, terwijl dat bij de meeste supermarkten maar 15 à 25% is. De andere helft gaat naar de Buurderij-verantwoordelijken, die de Buurderij runnen. Ze verzorgen de locatie en staan rechtstreeks in contact met de betrokken boeren en klanten (Vanhoutte, 2018).

Ook bakkers leveren aan Boeren en burens. In Gent is er voorlopig slechts 1 buurderij, maar door de sociale **bakkerij Copaan** kan je er wel kiezen tussen 41 biobroden.

Enkele privé-initiatieven

Lokale Markten zitten in de lift. Die stijging is volgens de VLAM vooral te wijten aan de betere verkoop op de boerenmarkten en de buurderijen.

Ook volgens een studie van KBC is de lokale markt de best gekende en meest gebruikte vorm van korte keten bij de consument, gevolgd door de rechtstreekse verkoop op de boerderij en de automaten met hoeveproducten (Coart, 2017).

Het kernliënteel van de boerenmarkt is gelijkaardig aan dat van de hoeve. Twee derde van de omzet wordt hier gerealiseerd door de gepensioneerden en de welgestelde gezinnen met kinderen.

In Gent alleen al heb je een 10-tal **boerenmarkten**. Ongeveer op de helft ervan kan je brood vinden.

Op de boerenmarkt in Sint-Amandsberg verkoopt de molenaar van de **Artemeersmolen** te Poeke elke week zijn producten, onder de handelsnaam 'Flourpower'. Voor de ambachtelijk geproduceerde melen van biologisch gecertificeerde en/of conventionele teelt, richt hij zich tot de thuisbakker. Ook in de winkel van de Artemeersmolen zelf kan je de molenproducten aankopen, ook als wederverkoper of groothandelaar.

(Hoeve)winkel

In tegenstelling tot de omzet van de boerenmarkten, bleef de omzet van de rechtstreekse verkoop op de hoeve in Vlaanderen vorig jaar stabiel op 55 miljoen euro. Uit het onderzoek blijkt dat één op de zes Vlamingen al eens op de hoeve koopt en dit gemiddeld negen keer per jaar. "Een kopend gezin besteedt zo'n 121 euro per jaar op de hoeve of, net zoals op de boerenmarkt, gemiddeld 13 euro per bezoek. In totaal kwamen de rechtstreekse verkopen via de hoeve en de boerenmarkten vorig jaar uit op 65 miljoen euro" (VLAM, 2018c).

Het aantal keer dat men op de hoeve en de boerenmarkt koopt, is, in tegenstelling tot het globaal sterk dalend aantal winkelbezoeken, stabiel. De korte keten moet immers afrekenen met de concurrentie van de e-commerce en de maaltijdboxen. Het kerncliënteel van de hoeve bestaat vooral uit gepensioneerden. Samen met de welgestelde gezinnen met kinderen staan zij in voor ruim 62% van de hoeve-omzet. Vooral de welgestelde gezinnen met kinderen, die de doelgroep vormen van de maaltijdboxen, haken de laatste jaren wat af op de hoeve. De welgestelde gepensioneerden blijven een trouw publiek op de hoeve.

Samenwerkingsverbanden

Veel andere initiatieven zijn gebaseerd op samenwerkingsverbanden. De voorbeelden die aangehaald worden hebben betrekking op broodproducten.

Bij Molens van Ramsdonk bundelen boer, molenaar en bakker hun kennis. In de herfst zaait akkerbouwer Erik Baert in Kapelle-op-den-Bos 10 hectare baktarwe voor bakkerij Van Eeckhout in Hofstade. Het molenaarsduo Jef Van Den Bossche en Pierre Maes maalt de tarwe tot bloem in de molen van Ramsdonk Bakker. Molens van Ramsdonk maalt traag omdat zij van mening zijn dat dit voor de kwaliteit van het brood heel belangrijk is. De bakker bakt met de bloem een 'korte keten brood'. In vogelvlucht is hun korte keten slechts 12 km lang tussen het veld, de molen en de bakkerij. Op deze manier proberen ze transport en CO₂-uitstoot te beperken.

Agribio is een coöperatieve van ongeveer 10 landbouwers en 3 bakkerijen. Ze verkopen graan, bloem, brood, pasta's, muesli, koeken en wafels. De korte keten staat centraal in haar filosofie. De landbouwer verkoopt een afgewerkt product. Dit product is biologisch, ecologisch en gemakkelijk traceerbaar vanuit gezondheidsoogpunt. De afgelegde afstanden zijn kort, het aantal tussenpersonen beperkt en het circuit gecentraliseerd. De selectiecriteria voor de granen zijn streng: biologische certificering, lokale teelt (uitsluitend in België geteeld) en variëteit aan granen. De productieketen, van graan tot brood, is uitermate kort: slechts enkele kilometers tussen de velden en de handen van de bakkers! Hun netwerk kent inmiddels meer dan 150 verkooppunten: zowel biologische kruidenierszaken of voedingswinkels, bakkers, restaurants, slagerij-kruidenierszaak, hoevewinkels alsook andere coöperatieven.

Bij **Bakker Blanchaert** in Leerne komen bepaalde granen van landbouwers in de buurt en de appels op de taarten van een fruitboer in Meigem. In de winkel wordt duidelijk gecommuniceerd rond het samenwerkingsverband binnen dit korte keten verhaal. Ook in de toekomst wil men hierop meer inzetten.

Supermarkten en korte keten

Anderzijds werd tijdens het onderzoek ook duidelijk dat het aanbod van lokale producten in de supermarkten stijgt, alsook het aanbod van producten gemaakt van oergranen.

In ons huidig geglobaliseerd en geïndustrialiseerd voedselsysteem koopt 80% van de consumenten zijn voeding in de supermarkt. Supermarkten zijn dus met voorsprong de grootste speler op het vlak van verkoop van voeding. Consumenten zijn het gewend geworden dat ze alle producten op één plaats kunnen verkrijgen. Er zullen mensen zijn en blijven die graag hun boodschappen rechtstreeks bij de boer gaan halen, maar voor de overgrote meerderheid blijft de supermarkt wel de vaste bevoorradingspost. Bovendien heeft niet iedereen de tijd om één specifiek product te gaan halen bij een lokale producent of landbouwer. Dan is het handig dat het ambachtelijk gemaakt brood ook in de gewone supermarkt te vinden is.

Beleving wordt alsmear belangrijker. Consumenten zien graag lokale producten liggen in de supermarkt. Het oergranenbrood, dat men at in een bakatelier op een fietstocht, zien liggen in de rekken van een supermarkt, kan zeker consumenten aanzetten om voortaan ook lokale producten in de supermarkt te kopen. De supermarkten spelen hierop in. Lange termijnrelaties opbouwen met lokale producenten die hun product in de kijker willen zetten, kan dus zeker voordelig zijn voor beide partijen (VILT, 2018).

Niet alleen voor het korte keten verhaal is er een markt, ook in het verhaal rond ambachtelijk gemaakte producten zien supermarkten kansen. Zo heeft de Colruytgroep '**Cru**' opgericht. 'Cru' is een belevingsmarkt met 10 ambachten onder één dak. Het is een uniek concept voor iedereen met een passie voor lekker eten, pure smaken en kwaliteitsproducten. In deze overdekte markt bieden vakmannen en -vrouwen bezoekers een eigenzinnige selectie verse producten aan, zoals vlees, vis, groenten, fruit en ovenvers brood dat ter plaatse wordt gebakken. Daarnaast is er ook kaas, koffie, wijn, gerechten uit eigen keuken en bloemen te vinden. Tegenwoordig zijn er drie vestigingen: Overijse, Gent en Wijnegem. Een mooi verhaal dat zeker in het begin te kampen had met rentabiliteitsproblemen en dat nog steeds voor uitdagingen staat (Cardinaels, 2017).

Lokaal in de supermarkt kan dus een extra afzetmarkt zijn voor lokale producenten, mits enige uitdagingen. Indien je als landbouwer echter ambieert om je lokaal product in de supermarkt te krijgen, moet je goed nadenken over het transport. Een distributiemodel uitwerken waarmee je bij verschillende supermarktketens terecht kan, ligt moeilijk. Verschillende retailers en supermarkten hanteren verschillende praktijken. Het Vlaams infocentrum land- en tuinbouw (VILT) heeft in samenwerking met de KU Leuven hiernaar onderzoek gedaan en bespreekt een aantal sterke initiatieven, alsook hun pijnpunten (VILT, 2018).

Carrefour vraagt aan de lokale producenten om hun producten rechtstreeks tot aan de winkel te brengen. Zij hanteren als criterium voor een lokale producent: een bedrijf op mensenmaat, in orde bij het FAVV en maximum 40 kilometer van de winkel verwijderd. In het project van Carrefour staan de producenten centraal. Ze krijgen een helder en beknopt contract aangeboden en het contact met Carrefour gebeurt enkel met de winkeldirecteur van de supermarkt waar ze aan leveren. Lokale producten krijgen een aparte ruimte en de producent heeft ook zelf inspraak in de manier waarop zijn specialiteit gepresenteerd wordt. In mei 2018 waren al 850 lokale producenten mee in het project gestapt, goed voor 11.000 lokale producten. Carrefour communiceert vooral op volgende drie zaken: het verrassen van hun klanten, de lokale economie bevorderen en de relatie tussen de consument en de producent versterken.

Bij **Delhaize** wordt soms van dit principe afgeweken en kan dit anders verlopen. Echter bij Delhaize bepaalt de hoofdzetel het assortiment, niet de regionale winkel. Ook bij **Colruyt** worden de lokale producten naar een centraal distributiecentrum gebracht en van daaruit naar de verschillende vestigingen gebracht

Enkele aanbevelingen voor lokale producten in de supermarkt zijn volgens VILT (2018):

1. Zorg voor een voor jou aangepast distributiemodel;
2. Marges zullen een belangrijke rol spelen in de onderhandelingen;
3. Heb oog voor de afhankelijkheid van 1 of een beperkt aantal afnemers;
4. Flexibiliteit aan beide kanten en een open communicatie.

Initiatieven in het buitenland

"Op **boerderij Bijlsma** in Nieuw-Vennep in Nederland wordt duurzaam geproduceerd", wordt gecommuniceerd. Het bedrijf heeft zich gespecialiseerd in de teelt van oergranen, zoals emmergraan, eenkoorn en spelt. De oergranen worden bovendien lokaal verwerkt en afgezet. De opslag

en verwerking vindt plaats bij graanhandel Engel in Beinsdorp. Het malen van het meel gebeurt in Korenmolen De Zandhaas in Santpoort. Zij malen op steen in een oude molen. Zij zijn van mening dat het malen op steen in plaats van in een machine de granen extra smaak geeft. Van het meel maken regionale bakkers (o.a. in Noordwijk, Leiden, Den Haag, Zwanenburg en Amsterdam) brood. Het graan gaat niet over de hele wereld, maar blijft in de regio, waardoor transport tot een minimum beperkt wordt. De granen van Boerderij Bijlsma liggen binnen ongeveer 30 km op het bord van de consument. Ook wordt er van het graan bier (Jopen) (BE+ER) en jenever (Van Wees De Ooievaar) gemaakt. Ook dit gebeurt regionaal, in Haarlem en Amsterdam.

Pieter Bijlsma merkt ook op dat steeds meer bakkers weer op een ambachtelijke manier brood gaan bakken en juist bereid zijn die extra moeite te doen. Hierop haakt Pieter Bijlsma in en benadert bakkerijen en restaurants die waarde hechten aan lokale teelt, kwaliteit en een bijzondere smaak. Elk jaar organiseert boerderij Bijlsma ook één of twee graandagen waarop afnemers en toekomstige afnemers een rondleiding krijgen op het bedrijf en uitleg over de verschillende oergranen. Uiteraard kan er ook geproefd worden. Bovendien is het een mooie gelegenheid om collega's te ontmoeten en ervaringen uit te wisselen ("Boerderij Bijlsma – Oergranen onder de rook van Amsterdam," n.d.). Bovendien heeft hij zich aangesloten bij 'Amsterdam Made' en wil hij van daaruit zijn netwerk uitbouwen door bv. in contact te komen met meer ondernemers in de stad die producten willen maken met kwaliteitsgraan van dichtbij. Nu wordt er al brood van gebakken in Amsterdam (Klopper en Stolk), maar de oergranen zijn ook uitermate geschikt voor het maken van (verse) pasta, bier en jenever ("Boerderij Bijlsma – Oergranen onder de rook van Amsterdam," n.d.).

Aanbevelingen voor de korte keten

Op basis van de literatuur en de bevindingen tijdens het Altergrain-project kunnen een aantal aanbevelingen gemaakt worden voor wie denkt aan of graag wil participeren binnen de korte keten (Coart, 2017):

1. Neem je tijd om inzicht te verwerven in relevante consumententrends, in de lokale concurrentie en in de behoeften van bestaande en nieuwe klanten. Hou goed voor ogen wat de sterkten en de zwakten zijn van jouw bedrijf en van jou, als bedrijfsleider.
2. Indien je kiest voor eigen verkoop: hou bij je beslissing rekening met de ligging van je verkooplocatie.
3. Ga ook na of er een praatgrage winkelier verscholen zit in jou.
4. Vraag en aanbod kunnen nog beter op elkaar afgestemd worden. Er is vraag om, naast fruit en groenten, ook meer eieren en bewerkte producten zoals zuivel en brood aan te bieden.
5. Land- en tuinbouwers kunnen het potentieel en het bereik nog beter benutten door hun aanbod meer te centraliseren. Het bereik kan verhoogd worden door meer in te zetten op (lokale) markten en buurtwinkels.
6. Voor de Vlaamse consument zijn de belangrijkste criteria om voeding te kopen, naast prijs, het streekgebonden, seizoensgebonden en natuurlijke karakter van de voedingsmiddelen. Vooral de laatste drie criteria dienen door land- en tuinbouwers beter gekend en uitgespeeld te worden in hun marketingverhaal. Een verhaal verkoopt immers. Producenten die kiezen om ver weg van de supermarkt te blijven, kunnen vooral het verschil maken door te communiceren op het seizoensgebonden karakter van hun producten, het kleinschalige, het ambachtelijke, de kwaliteit en de duurzaamheid.
7. Je kan je goed laten begeleiden bij de distributie van producten door expertisecentra rond korte keten, zodra je het idee hebt om dit op te starten.
8. Sluit zeker aan bij één van de netwerken in je buurt.

4.3.3. Primaire keten

In Figuur 39 werd reeds duidelijk dat er heel wat schakels in de keten van brood voorkomen vooraleer het product de consument bereikt. In de vorige delen werd gefocust op de secundaire keten, nl. de afzetkanalen en de eindconsument. De primaire keten start bij de agrarische en niet-agrarische toelevering aan **de akkerbouw**. Deze leveren op hun beurt aan de graanverwerkende industrie, waardoor het via de groothandel en grootschalige bakkerijen bij de detailhandel en eindconsumenten geraakt. Omdat deze eindpublicatie slechts een eerste verkenning is, worden de drie schakels in de keten slechts kort aangehaald.

4.3.3.1. Industriële bakkerijen

In de industriële bakkerijen gaat men op basis van de aangeleverde grondstoffen zoals bloem de eindproducten vervaardigen. Wereldwijd wordt de markt voor producten met oertarwes zeer concurrentieel en wordt ze gedomineerd door vooral Amerikaanse bedrijven zoals Ardent Mills, Snyder's-Lance Inc. en Crunchmaster Inc.

De grootste speler in België is **La Lorraine Bakery Group (LLBG)**, een 100% Belgische familiale onderneming actief in de Europese maalderij- en bakkerijsector. LLBG specialiseert zich in vier business units. In 'Bakery Fresh' zijn ze Belgische marktleider voor brood en patisserie. 'Bakery Frozen' is een Europese top 5-speler in diepvries bakeoff producten. Ze hebben ook enkele 'Bakery Store Concepts' zoals Panos en Deliway en tot slot is Paniflower één van de grootste bloemproducenten in België, gespecialiseerd in de vermalen van tarwe en rogge voor innovatieve en technologisch uitdagende toepassingen (La Lorraine, n.d.).

Het aanbod aan producten met de oergranen die meegenomen werden in het Altergrain-project is bijzonder beperkt bij La Lorraine. In hun assortiment is een 'Soft broodje oergranen' te vinden, maar buiten quinoa bevat dit geen enkele andere van de bestudeerde alternatieve granen en pseudogranen. LLBG gelooft sterk in het korte keten verhaal. In hun project 'van akker tot bakker' werken ze samen met betrokken telers met wie ze een partnerschap sluiten. Zo verzamelden ze voor hun Equiform brood drie vakmannen. Op de website van La Lorraine staat het als volgt beschreven:

Lieven De Cock uit Mater (Oudenaarde) verenigt een groep lokale boeren in een coöperatieve met als doel de teelt van authentieke baktarwe op te nemen. Ze varen hierbij tegenstroom, aangezien Belgische boeren massaal overgeschakeld zijn naar veevoeder tarwe. En met succes, op kleine schaal introduceren ze opnieuw drie authentieke tarwesoorten met uitstekende bakkwaliteiten.

Jos Beyers uit Merksem is sinds meer dan 40 jaar gebeten door de maalderijstiel. Naast de leiding over een moderne molen, heeft hij steeds in een klein hoekje van zijn molen, twee originele molenstenen gekoesterd. Wind verving hij door elektriciteit maar voor de rest blijft het een 2000 jaar oude manier van vermalen. Het resultaat is een bloem met karakter, die fijnere en grovere deeltjes combineert. De trage wrijving zorgt voor een minimale opwarming van de tarwekorrel waardoor die maximaal water kan opnemen.

Marc Schreurs leidt de manuele bakkerij in Ninove. De kleine schaal van zijn afdeling laat toe zeer vochtige degen 24 uur te laten rusten. Water en tijd verbeteren de natuurlijke tarwe aroma's en zorgen voor een aangenaam zachte, vochtige kruim. Marc en zijn team vormen achteraf ieder brood met de hand op ambachtelijke wijze.

Op het gebied van biobroden is **Bio Bakkerij De Trog** met 18 miljoen euro een grote speler in België. Met hun merk Bio De Trog leveren zij brood en bakkerijproducten aan grote retailers zoals Delhaize en bioplanet en daarnaast leveren ze aan grote en kleine natuurvoedingswinkels

zoals bv. Origino. Met hun tweede merk Pure Pain bedienen ze vooral groothandel, horeca-klanten en catering.

Bij Bio Bakkerij de Trog werken ze volgens 4 pijlers:

- Biologische grondstoffen: ze werken enkel met de beste, biologische grondstoffen in hun meest originele en eerlijke vorm.
- De factor tijd: in hun ateliers respecteren ze steevast de broodnodige rust- en rijstijden van het deeg en het bijhorend natuurlijk gistingsproces. Sommige broden kennen een proces van wel meer dan 24 uur. Dit zorgt er niet enkel voor dat het brood langer bewaart, maar ook krijgen hierdoor alle aroma's ruimschoots de tijd om zich te ontwikkelen wat resulteert in heerlijk smakend ambachtelijk brood.
- Huisbereide natuurdesem: ze gebruiken een veertig jaar oud huisbereide natuurdesem en geen inactief desempoeder of gestandaardiseerde industriële starter.
- De ambacht: het ambachtelijk karakter van onze broden ontstaat door combinatie van drie voorgaande pijlers. Daarbovenop houden ze vol aan een unieke, langzame kneedmethode en gaat er aan hun creaties nog heel wat handwerk vooraf (De Trog, n.d.).

Ook hier valt het op dat er weinig van de Altergrain-granen te vinden zijn in het assortiment. Ze bieden wel een Bio Kamut® Khorasan brood aan. Op de website wordt het brood omschreven als: 'ovaal, ambachtelijk, authentiek met lichte desemsmaak, zacht, typisch Kamut'. Naast de eigenschappen wordt er ook verwezen naar de oorsprong (het oude Egypte) en de voedingswaarde. Er staat:

Kamut is eigenlijk een oeroude tarwesoot, dat op natuurlijke wijze veel selenium, zink en magnesium bevat. Selenium zou beschermen tegen hart- en vaatziekten, volgens sommige studies zou het ook niet onbelangrijk zijn om u te beschermen tegen kanker.

Uit een interview met Anna Rodrigues (persoonlijke communicatie, 16 november 2017), de verantwoordelijke van de marketingafdeling van Biobakkerij de Trog, blijkt dat het bij het bio- en oergranenverhaal belangrijk is om een bepaalde sfeer te creëren. Zoals eerder reeds aangehaald bij meerdere spelers in de keten zagen is Storytelling daarbij een goede techniek om toe te passen. Ook het organiseren van proevertjes in de winkels en recepten zijn interessant om de producten te doen opvallen en aan de man te brengen. Volgens Rodrigues is het oergranenbrood een specialiteit die in het assortiment moet zitten, maar het zal niet de grote omzet maken. Het is vooral ook interessant voor het marketingverhaal.

Ook hier valt het op dat de combinatie bio en oertarwes een prijzig brood oplevert. In Origino betaalden was de prijs voor een Bio Kamut® Khorasan brood van 600g 3,93 €.

4.3.3.2. Graanverwerkende industrie

Vooraleer de granen kunnen verwerkt worden tot diverse producten en halfproducten, moeten ze nog verwerkt worden. De belangrijkste processtappen zijn malen, mengen en verpakken (Janssens et al., 2008).

In 2014 telt Vlaanderen volgens de btw-aangiften 2939 graanverwerkende bedrijven, wat neerkomt op 65% van alle voedings- en drankenindustrieën. Ongeveer 4/5 van deze bedrijven zijn ambachtelijke vervaardigers van brood en banketbakkerswaren. Het aandeel kleine bedrijven is dan ook zeer groot in de graanverwerking, zodat qua omzet, toegevoegde waarde en tewerkgestelde personen het aandeel in de Vlaamse voedings- en drankenindustrie beduidend lager is (Platteau et al, 2016).

Maalderijen leveren bloem aan de tweede transformatiesector, o.a. aan de brood- en banketbakkerijen, de koekjes- en deegwarenindustrie. Volgens cijfers van FOD Economie wordt er in België iets meer dan 1 miljoen ton tarwemeel geproduceerd. Enkele belangrijke maalderijen in Vlaanderen zijn Dossche Mills, Soubry en Ceres (Platteau et al. 2016).

Dossche Mills biedt nu al een Artipan Oergranenmix aan. De broodmix is een samenspel van gekende en reeds vergeten ingrediënten. Ze combineren 9 granen en zaden waarbij de mix vooral bestaat uit spelt (70%). De rest is quinoa en teff, aangevuld met chia-zaad, gerst, boekweit en nog andere zaden.

Volgens R. Deschepper, Manager R&D - Technical support van Dossche Mills, zijn oergranen echt een nicheproduct, waarvan verwacht wordt dat het nooit in crescendo gaat boomen. Praktisch is het voor Dossche Mills ook onmogelijk om met Kamut®, eenkorno en emmer aan de slag te gaan. Ze kunnen dit technisch gaan malen, maar de limiet voor maling voor het opstarten van de molens ligt bijvoorbeeld voor spelt al op 200 ton per molen. Dit is in principe peanuts, wetende dat ze per dag het tienvoud malen. Voor oertarwes zal dit de komende jaren nooit mogelijk zijn (persoonlijke communicatie, R. Deschepper, 13 december 2017).

Voor Dossche Mills was de reden om met oertarwes aan de slag te gaan vooral om mee te zijn met de laatste trends en productontwikkeling. De hype ontstond in 2016 en het is een mooie aanvulling aan het gamma, maar de interesse bij bakker stijgt sinds 2017 niet meer. Net zoals bij Bio Bakkerij de Trog is de oergranenmix wel rendabel, maar in het totale gamma draagt het bijzonder weinig bij aan de totale omzet (persoonlijke communicatie, R. Deschepper, 13 december 2017).

Een ander groot probleem is ook de beschikbaarheid van de grondstoffen zoals emmer en eenkorno. Dossche heeft ooit prijzen opgevraagd en die lagen héél hoog. In Nederland zijn er enkele bedrijven die dit invoeren, vaak komt het uit Oostenrijk en Hongarije. Voor Dossche was dit niet interessant. Bovendien hebben ze ooit testen gedaan met emmer en daar bleek uit dat er heel weinig verschil was in smaak. Misschien zijn er wat meer mineralen of aminozuren, maar de consument ligt daar niet van wakker (persoonlijke communicatie, R. Deschepper, 13 december 2017).

4.3.4. SWOT-analyse

Om het economisch luik af te sluiten werd een SWOT-analyse uitgevoerd om de sterktes, zwaktes, bedreigingen en kansen in kaart te brengen. Deze analyse vond plaats vanuit het standpunt van een persoon (bakker, molenaar, boer, enz.) of organisatie (korte keteninitiatief, handelaar, bedrijf, enz.) die met oergranen aan de slag wil. Voor de externe analyse (kansen en bedreigingen) werd vooral gekeken naar factoren uit de markt en omgeving. Voor de interne analyse (sterktes en zwaktes) werden eigenschappen van de oergranen zelf bekeken.

Tabel 12: SWOT-analyse economisch luik

Interne analyse	Sterktes • ‘Gezond’ imago • Sommige oergranen zijn glutenvrij • Passen goed in korte keten verhaal (van akker tot bakker), • Opportuniteiten voor samenwerkingsverbanden en innovatieve bakkerijconcepten • Consument bereid ‘iets’ hogere prijs te betalen • Kunnen in een nicheconcept rendabel zijn	Zwaktes • Oergranen zijn vrij onbekend bij de consument • Hogere teeltkosten • Lagere teeltopbrengsten • Geen spectaculaire gezondheidseffecten
Externe analyse	Kansen • Niche markt • Globale markt groeit • Oergranen passen binnen huidige voedingstrends (ambacht, gezond, authenticiteit, transparantie, flexibiliteit, enz.) • Imago brood terug aan een opmars bezig • Oergranen zeer geschikt voor storytelling, marketing en communicatie • Biomarkt en korte ketenmarkt groeit	Bedreigingen • Dalende broodconsumptie • Dalend marktaandeel bakker • Harde concurrentie bij grote industriële spelers • Beschikbaarheid grondstoffen en hogere aankooprijzen t.o.v. traditionelere granen

5 Besluit

Zijn er voor landbouwers, molenaars, bakkers en consumenten opportuniteiten voor oergranen en pseudogranen in Vlaanderen? Dit was de centrale onderzoeksvraag die aanleiding gaf tot het multidisciplinaire PWO-project Altergrain. Vanuit vier verschillende invalshoeken werd getracht een zo correct mogelijk antwoord hierop te vinden. De gekozen alternatieve gewassen zijn de oertarwes (eenkoorn, emmer en khorasan), het Ethiopisch graan teff en de pseudogranen (quinoa, boekweit en amarant).

TEELTTECHNISCH

Vanuit teelttechnisch standpunt werd er bekeken op welke manier de alternatieve gewassen op een rendabele manier geteeld kunnen worden in Vlaanderen. Het antwoord hierop bleek sterk afhankelijk van het gewas. Voor elk van de gewassen geldt dat er nog geen gewasbeschermingsmiddelen (herbiciden, insecticiden, fungiciden en groeiregulators) erkend zijn binnen België. Dit betekent dat enkel onder biologische omstandigheden kan geteeld worden. Binnen het Altergrain-project werd de focus echter gelegd op de conventionele teelt van deze gewassen. Enkel voor de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan werd er gedurende twee projectjaren ('17 en '18) ook een biologische proef aangelegd. Deze kennis is belangrijk bij de interpretatie van de onderzoeksresultaten. Om de teelt van de oertarwes zo snel mogelijk onder conventionele uitbating toe te laten, werden er reeds aanvragen tot erkenningen ingediend.

Voor de oertarwes eenkoorn (*Triticum monococcum*) en emmertarwe (*Triticum dicoccum*), werden de meest beloftevolle resultaten behaald en dit zowel voor zomer- als voor wintergraan. Beide oertarwes zijn bedekte zaden, die bij voorkeur ongepeld ingezaaid worden om de kiemkracht te optimaliseren. Zowel eenkoorn als emmertarwe blijken weinig tot matig ziektegevoelig en ook de schade door insecten blijft beperkt. Wel kennen deze twee oertarwes een tragere ontwikkeling dan moderne tarwe en is de halmlengte opvallend groter dan deze van moderne tarwe. Dit verhoogt sterk de kans op legering. Beide zijn low input gewassen en een te hoge bemesting (N-dosis) zal voornamelijk de groei en zo ook de legering bevorderen in plaats van bij te dragen aan een hogere opbrengst. Daarbij ligt de opbrengst ook zonder extra verliezen door het noodzakelijke pellen steeds fors lager dan deze van moderne tarwe (eenkoorn (zomer): 2,0 – 5,3 ton/ha; eenkoorn (winter): 1,9 – 8,2 ton/ha; emmer (zomer): 2,5 – 5,5 ton/ha; emmer (winter): 4,1 – 8,6 ton/ha – voor conventionele teelt, ongepelde opbrengstwaarden). Eenkoorn en emmer verschillen tevens van moderne tarwe in de zin dat zij hun kaf niet verliezen in het dorsproces bij de oogst. Er moet dus nog een naoogststap gebeuren net zoals dit bij spelt bekend is: het pellen. Dit zorgt voor een vermindering van de verwerkbare opbrengst van 30 tot 40%. Een rendabele teelt voor beide gewassen is dan ook slechts mogelijk mits een belangrijke meerprijs in vergelijking met conventionele tarwe.

Khorasan (*Triticum turgidum* spp. *turanicum*) is een zomergraan en blijkt veel meer ziektegevoelig dan eenkoorn en emmer en vertoont ook meer schade door insecten zoals het graanhaantje. Verder is de ontwikkeling sneller dan deze van moderne tarwe en is er bijgevolg geen probleem inzake afrijping. Khorasan vertoont net als eenkoorn en emmer een grotere halmlengte en mede hierdoor geniet een beperkte N-bemesting de voorkeur. Het snelle doorschieten in het voorjaar geeft ook aanleiding tot vroege legering. Khorasan heeft naaktzaden waardoor er geen extra pelproces vereist is zoals bij moderne tarwe. Ook al wordt hierdoor opbrengstvermindering vermeden, toch ligt de opbrengst van khorasan fors lager dan die van moderne tarwe (khorasan: 1,1 – 3,2 ton/ha – voor conventionele teelt), zelfs lager dan de oogstopbrengsten van eenkoorn en emmertarwe. Alle waarnemingen en karakteristieken van de teelt van khorasan in acht genomen, worden hiervoor geen grote opportuniteiten binnen België verwacht. Wat belangrijk is voor

de interpretatie van de resultaten, is dat voor het gewas khorasan in de proeven voornamelijk gefocust werd op een enkel ras, Kamut®, terwijl voor emmer en eenkoorn steeds meerdere rassen in de proeven werden meegenomen. Kamut (www.kamut.com) wordt al onder een biologische uitbating geteeld in Noord-Amerika.

Tegenwoordig wordt quinoa (*Chenopodium quinoa*) al biologisch geteeld binnen België. Het ILVO en Inagro hebben de afgelopen jaren ingezet op rassenscreeningsproeven en biologische proeven met verschillende intensiteiten van mechanische onkruidbescherming. Binnen het Altergrain-project werd de focus gelegd op een herbicidencreening. Uit deze veldproeven kwam duidelijk naar voren dat een tijdige zaai van quinoa al een belangrijke eerste stap is om onkruid in bedwang te houden. De combinatie *chloridazon* + *ethofumesaat* in vooropkomst, gevolgd door verschillende naopkomst toepassingen gaf algemeen de beste resultaten. Als naopkomstmiddelen werden er veelbelovende resultaten behaald met de contactgrassenmiddelen zoals *fluzifop-butyl* of *clethodim*. Verder is de afrijping van quinoa sterk afhankelijk van het gewas en zijn er ook verschillen binnen eenzelfde plant mogelijk. Zo verloopt de afrijping van de zaden vaak sneller dan deze van de stengel en het blad, wat de oogst moeilijker maakt. Een droogproces na de oogst is dan ook van groot belang. Vooraleer de geoogste quinoa geschikt is voor menselijke consumptie moet de korrel eerst nog opgeschoond worden, waardoor er ongeveer 70% van de bruto-opbrengst overblijft. Zoals als vernoemd, is de conventionele teelt van quinoa niet evident in België aangezien er nog geen erkenningen zijn voor de gewasbeschermingsmiddelen van deze teelt. Aan de huidige prijzen is het mogelijk om quinoa rendabel te telen op voorwaarde dat men als teler een afzetcontract kan verkrijgen. De mogelijkheden op dit vlak zijn momenteel zeer beperkt, aangezien er nog voldoende aanbod is vanuit Latijns-Amerika en de warenhuizen bijgevolg minder geneigd zijn lokaal geteelde quinoa aan te kopen.

Voor teff (*Eragrostis tef*) en de pseudogranen boekweit (*Fagopyrum esculentum*) en amarant (*Amaranthus linnaeus*), bleek de teelt in Vlaanderen minder evident wegens verschillende redenen. Alle drie zijn het thermofiele gewassen die schade kunnen oplopen door de vorst. Het is dus belangrijk de zaai voldoende lang uit te stellen, wat de onkruiddruk echter makkelijk verhoogt. Voor de teelt van teff werd in het laatste projectjaar wel een herbicidencreening uitgevoerd, waarbij de resultaten hoopgevend waren bij de inzet van een herbicidencombinatie met onder meer *pyroxulam*. Vervolgonderzoek is hier wel vereist om na te gaan of deze resultaten bevestigd kunnen worden. Elk van deze drie teelten werd gekenmerkt door een ongelijke afrijping, wat de oogst bemoeilijkt en de kans op opbrengstverliezen verhoogt. In het geval van amarant waren de geteste genotypes qua ontwikkeling veel te laat wat de oogstmogelijkheden sterk hypothekeerde. Er zal dus nog over deze drie gewassen extra onderzoek uitgevoerd moeten worden vooraleer de teelt grote kansen kan bieden binnen Vlaanderen.

TECHNOLOGISCH

Een tweede invalshoek die werd benaderd in het onderzoek, was het technologische luik, waarbij gekeken werd naar naooogstaspecten van de granen, belangrijke baktechnische eigenschappen en het toepassen van een bakprocedure om de voedingswaarde van de bakkerijgrondstoffen voor en na het bakken te kunnen evalueren.

Voor de oertarwes eenkoorn en emmer werd reeds hoger aangehaald dat er nog een extra naooogststap uitgevoerd moest worden: het pellen. Voor emmer kan het pellen gebeuren door middel van een speltpeller. Voor eenkoorn is dit moeilijker en is aangepaste technologie nodig (ander type onthullingsmantel of andere scheidingstechniek). Doordat spelt algemeen is ingeburgerd bij graanverwerking, is het reeds mogelijk om emmer te laten pellen op verschillende plaatsen in België. Voor eenkoorn zijn er ook (maar minder) mogelijkheden voorhanden, maar het pelproces duurt hoe dan ook langer en de pelrendementen blijken geringer. Verdere

optimalisatie is hier nog aan de orde. Bij het scheiden van de graankorrels van de resten kaf en andere deeltjes gelden dezelfde waarnemingen. Voor emmer worden er gunstige resultaten behaald met bestaande apparatuur, terwijl voor eenkoorn ook hier het rendement lager ligt. Het reinigen van khorasan leverde resultaten op die het rendement van 90% (zoals voor referentie-tarwe Tybalt) benaderden.

Wat de verdere verwerking van alternatieve granen betreft, zijn aanpassingen in de bakprocedure noodzakelijk en zal het vakmanschap van de bakker van groot belang zijn. Op basis van de opgemeten baktechnische parameters werden deze moeilijkheden bij het verwerken bevestigd. Zelenywaarden (< 30 ml) lagen ver onder de gewenste 40 ml, wat wijst op een zwakke glutensamenstelling in de oertarwes. Het valgetal lag dan weer boven het gewenste interval van 200 – 250 s. Dit zou eventueel aangepast kunnen worden door mout aan het deeg toe te voegen, maar ook dit vereist omzichtigheid van de bakker.

Bij het bakken van de broden voor het voedingswaardeonderzoek, viel het op dat broden van meel van alternatieve granen een sterk volumeverlies vertoonden. Voor de glutenvrije alternatieve granen (teff, amarant, boekweit en quinoa) werd een inmengingspercentage van 20% toegepast, ook hierbij was volumeverlies waarneembaar. Voor diepgaandere baktechnische analysewaarden van alternatieve granen, alsook voor beproefde toepassingsmogelijkheden van alternatieve granen om smaakvolle broodproducten te verkrijgen, wordt verwezen naar de resultaten van het VLAIO-TETRA-project Alterbake (2017 – 2019).

NUTRITIONEEL

Vanuit het standpunt van de voedingswaarde, werden twee invalshoeken gehanteerd om de nutritionele verschillen te onderzoeken. Enerzijds werden chemische samenstellingen vergeleken van (rauwe) korrels versus (afgebakken) volkorenbroden. Anderzijds werd het effect van de broodsoort bestudeerd op de nutriëntinname in een eetpatroon van een gemiddelde consument. De focus lag telkens op het verschil tussen (consumptie van broden uit) alternatieve granen versus moderne tarwe, maar de verschillen tussen de alternatieve granen werden eveneens bestudeerd.

Chemische samenstelling van korrels en broden

Gebaseerd op gemiddelde waarden van alle verkregen hoofdnutriëntgehalten (eiwit, as, vet, zetmeel en ten dele vezels) en hun spreidingen en intervallen van drie onderzoeksjaren en vijf teeltseizoenen (drie maal zomer en twee maal winter), bevatten op niveau van de geoogste korrels, de alternatieve gewassen in vergelijking met het moderne tarweras Tybalt (*T. aestivum*), minder zetmeel maar meer eiwit (uitgezonderd teff), meer totaal mineralen en meer ruw vet (uitgezonderd khorasan). Het vezelgehalte in amarant, boekweit en teff is hoger dan in alle tarwes en quinoa, maar er werd in alle gewassen een grote intra- en interspecifieke spreiding voor dit nutriënt opgetekend.

Het is echter noodzakelijk om een nuancerende toets aan deze nutritionele meerwaarde van de alternatieve gewassen op korrelniveau te geven. Immers, de gehalten aan hoofdnutriënten kunnen binnen Tybalt alleen ook sterke variatie vertonen (bv. door effect van N-dosis) (P. R. Shewry et al., 2013). In dit onderzoek fungeerde slechts één modern tarweras als interne referentie (d.w.z. een referentie waarbij geheel dezelfde teelttechniek, bodemtype etc. als de alternatieve gewassen aan de orde is). Er werden echter significante verschillen qua voedingswaarde aangevoeld ten gevolge van teeltseizoen en teeltlocatie (bodemtype). Hierdoor konden de voedingswaarden van de referentietarwe van verschillende seizoenen of locaties niet samengenomen worden, waardoor geen statistisch onderbouwd bewijs van de zonet geschetste nutritionele

meerwaarde verkregen is met de gegenereerde data. De voedingswaarden van Tabel 1 vormen op dit moment als gemiddelde op dit moment voor Vlaanderen dus wel de beste indicatie van de nutritionele waarden van alle korrels, maar leveren geen wetenschappelijk bewijs voor de nutritionele meerwaarde van alternatieve gewassen tegenover moderne tarwe. Er werd echter wel wetenschappelijk bewijs (significante verschillen) verkregen voor de volgende uitspraken aangaande *alternatieve granen* (los van moderne tarwe): (1) oude tarwes (eenkoorn, emmer, khorasan) bevatten meer eiwit dan teff; en (2) amarant heeft meer vet dan alle andere alternatieve gewassen.

Het eiwit- en totaal mineraalgehalte voor de alternatieve gewassen geteeld in Vlaanderen, werd vergeleken met de waarden voor deze parameters voor dezelfde gewassen geteeld in andere landen (Europa maar ook V.S.A. of Canada, Australië, Zuid-Amerika of Egypte). Hieruit bleek dat de herkomst van het gewas niet bepalend is voor het opgemeten gehalte en dus dat lokaal geteelde oude tarwes, teff en pseudogranen een evenwaardige voedingswaarde bezitten als uitheems geteelde gewassen.

Voor de vitaminen en mineralen kunnen de volgende significante verschillen worden genoteerd. De uitspraken gaan over verschillen tussen de alternatieve gewassen alleen (dus opnieuw los van moderne tarwe). Voor de macromineralen (Ca, K, Mg en P) heeft amarant steeds de hoogste of op één na hoogste waarde. Voor de micromineralen (Cu, Zn, Fe en Na) worden de hoogste waarden ook voornamelijk teruggevonden in de pseudogranen, met uitzondering van Zn en Na waar respectievelijk eenkoorn en emmer de hoogste waarden bevatten. Voor vitB (= vitB1 + vitB2 + vitB6) waren de verschillen veel kleiner en had teff de hoogste waarden. Voor vitE werd de hoogste waarde teruggevonden in amarant.

Op basis van (niet statistisch onderbouwde) verschillen in gemiddelden tussen de alternatieve gewassen versus moderne tarwe, kunnen volgende indicaties worden geformuleerd: Fe opvallend verhoogd in teff (en amarant), Zn in eenkoorn en khorasan, Cu in boekweit. Geen enkel alternatief gewas is interessant voor vitB. Quinoa (en eenkoorn) rijker aan K, pseudogranen rijker aan Mg, teff en amarant rijker aan Ca, amarant (en teff) opvallend verhoogd in vitE.

Broodonderzoek werd verricht op volkorenbroden bereid met Altergrain korrels van moderne tarwe en de drie oude tarwes (100% meel) en broden bereid met 80% moderne tarwemeel en 20% teffmeel of 20% pseudograanmeel (boekweit, amarant, quinoa), allemaal oogst van eigen bodem (zomeroogst proefhoeve HOGENT-UGent Bottelare 2016, uitgezonderd quinoa: ILVO 2015). Significante verschillen werden opgetekend onder de broden uit alternatieve gewassen (moderne tarwebrood en het 20% quinoabrood konden niet mee in de statistische analyse): eenkoorn- en emmerbrood bevatten meer eiwit tegenover de 80-20 broden, eenkoornbrood bevat het meeste totaal mineralen en vet, emmerbrood en 20% amarantbrood bevatten meer vet dan de broden uit 20% teff en 20% boekweit, dezelfde verhoudingen als bij vet komen voor bij het verteerbare koolhydraatgehalte waarbij eenkoorn het laagste gehalte van deze parameter vertoont (20% boekweit- en 20% teffbroden bieden m.a.w. een hoger gehalte aan verteerbare koolhydraten).

Aangezien 20% boekweitmeel of 20% amarantmeel het eiwitgehalte van Tybaltmeel (zelfs) doet stijgen (vaststelling op basis van gemiddelde korrelwaarden) en hier significante verhoging van eiwit in eenkoorn- en emmerbrood aangetoond wordt tegenover de 80-20 broden (80% moderne tarwemeel), suggereren deze data dat er in de korrel ook een significante verhoging van eiwit optreedt in eenkoorn en emmer in vergelijking met moderne tarwe. Een hoger eiwitgehalte van emmer en eenkoorn tegenover moderne tarwe werd hogerop enkel op basis van gemiddelden en spreidingen aangegeven wegens onvoldoende herhalingen beschikbaar voor moderne tarwe.

Qua mineralen en vitaminen werden volgende uitspraken over de broden uit alternatieve gewassen (samenstelling hoger aangegeven) statistisch aangetoond (los van moderne tarwe). Voor Zn was het hoogste gehalte aanwezig in het eenakoorn- en emmerbrood en voor Fe werd het hoogste gehalte waargenomen in het 20% teffbrood. Dit laatste was echter niet altijd significant hoger tegenover de andere broden: significant tegenover emmerbrood en 20% boekweitbrood, niet significant tegenover eenakoornbrood en 20% amarantbrood. Bij de macromineralen werd in het 20% amarantbrood het hoogste gehalte voor Ca en Mg teruggevonden. Voor P was het hoogste gehalte terug te vinden in emmer- en eenakoornbrood. Voor K was dit in eenakoornbrood, maar weer was het verschil bij deze laatste waarde niet significant. Voor vitB (som van vitB1 + vitB2 + vitB6) was het verschil tussen elk van de broden zeer klein. Bij vitE werd het hoogste gehalte teruggevonden in het 20% amarantbrood.

Op basis van niet-statistisch aantoonbare gegevens kunnen volgende uitspraken gedaan worden tegenover brood bereid met enkel moderne tarwe (opvallende verschillen in de gemiddelde waarden). Emmer, eenakoorn (en khorasan) meer P en Mg; eenakoorn, khorasan en emmer meer Zn; eenakoorn (en emmer) iets meer ijzer; emmer (en eenakoorn) meer vitE; khorasan minder vitE. Inmenging van 20% teff in een brood uit moderne tarwe (80%) levert in vergelijking met een 100% moderne tarwebrood meer Ca, iets meer Mg en Zn, minder Cu en (beduidend) meer Fe. Voor inmenging van 20% amarant luiden de conclusies: veel meer Ca en vitE, meer Mg en Fe en iets meer Zn en P. Voor inmenging van 20% quinoa luiden de conclusies: meer K, Mg en Fe, veel meer vitE. Omtrent vitamine B kan gesteld worden dat met uitzondering van eenakoorn, alle alternatieve broden minder vitB bevatten dan het moderne tarwebrood.

Alle voedingswaardegegevens van bovenstaande bestudeerde broden werden in deze publicatie ook aangegeven in het consumeerbaar product (brood met 35% vocht). Dezelfde uitspraken blijven uiteraard gelden als deze manier wordt gebruikt om de bevindingen uit te drukken doch de conclusies werden onderzoeksmatig verkregen uit gegevens uitgedrukt op droge stof.

In deze studie kon met de dataset ook antwoord verkregen worden op de vraag wat het bak-effect is op de voedingswaarde opgemeten in de korrels. Voor de hoofdnutriëntwaarden (koolhydraten, proteïne, vet en as) zijn er nauwelijks wijzigingen door het bakken met uitzondering van het asgehalte. Opgemeten waarden voor ruwe as in het brood zijn gemiddeld 46% hoger (min. 17% tot max. 65%). Een (niet-aangetoonde) verhoging van de biobeschikbaarheid van mineralen in brood tegenover die in rauwe korrels wordt gesuggereerd uit de data. Bovendien wat verschuivingen in de onderzochte B-vitaminen door de productieprocedure, valt vooral de forse daling (-80%) van het gehalte vitamine E op. Het fenolgehalte daalt met gemiddeld 38%. Qua bakeffect werd in het algemeen weinig verschil opgetekend tussen de verschillende broodsoorten. Khorasan behoudt evenwel zijn (voor de beschouwde vergelijking overigens relatief hoogste) fenolgehalte van in de korrels.

De anti-oxidatieve capaciteit van de korrels van moderne tarwe en alle alternatieve gewassen werd nagegaan door de totale fenolische component (TFC) concentratie te analyseren. Het hoge TFC-gehalte in de verschillende boekweitrassen viel hier op t.o.v. de concentraties in alle andere gewassen. Eenakoorn vertoonde ruwweg de helft van de boekweitwaarde. De overige granen vertonen eenzelfde laag TFC-gehalte (in de korrels).

Bij de broden werd een andere situatie omtrent de anti-oxidatieve capaciteit opgetekend. 20% boekweitinmenging resulteert wel in een verhoging van de TFC-waarde van zuivere moderne tarwe. Anderzijds werd de hoogste TFC-waarde gevonden voor het khorasanbrood, gevolgd door de boekweitbroden en het brood met quinoa. De eigenschap dat boekweitinmenging de anti-oxidatieve waarde verhoogt, staat ook gerapporteerd in de literatuur en werd dus bevestigd.

Uit reeds vernoemde Altergrain-gegevens omtrent eiwitgehalten kan geconcludeerd worden dat (met uitzondering van teff) de alternatieve gewassen meer eiwit bevatten dan gewone tarwe. Teneinde tot een inschatting te komen omtrent de eiwitkwaliteit, werden gegevens uit de literatuur aangewend in zogenaamde PDCAAS-berekeningen. Hierbij wordt de aanvoer van essentiële aminozuren vanuit een eiwitbron vergeleken met het aanbevolen gehalte voor een vierjarig kind met inbegrip van het effect van de proteïneverteerbaarheid. De conclusie luidt hier dat 20% quinoa hanteren in een meelmix met 80% moderne tarwe, in elk scenario de eiwitkwaliteit blijkt te verhogen. De toevoeging van 20% amarant beïnvloedt de eiwitkwaliteit niet ofwel negatief, de toevoeging van 20% teff of boekweit beïnvloedt de eiwitkwaliteit (nagenoeg) niet ofwel positief. Omtrent de verschillende types tarwe (moderne tarwe en oude tarwes) werd vastgesteld dat een ander type tarwe gebruiken t.o.v. moderne tarwe geen effect heeft op de eiwitkwaliteit.

Effect van vervanging van tarwebroden door Altergrainbroden in een eetpatroon (scenario-analyse)

Het effect van de broodsoort op de nutriëntinname in een eetpatroon van een gemiddelde consument werd onderzocht. De focus lag op het verschil tussen consumptie van broden uit alternatieve granen versus brood van moderne tarwe, maar de verschillen tussen de alternatieve granen werd eveneens bestudeerd.

Voor de tarwesoorten geldt dat er geen broodsoort is die over de volledige lijn nutritioneel beter scoort op vlak van eiwitten, koolhydraten en vetten of op vlak van vitaminen en mineralen. Vermeldenswaardige vaststellingen zijn evenwel: emmer- en khorasanbrood leveren weinig vitB1 aan, emmerbrood vertoont een goede aanbreng van vitE en de aanvoer van Fe via eenkoornbrood valt op.

Voor de broodsoorten uit 80% moderne tarwe en 20% alternatief (glutenvrij) graan (teff, boekweit, amarant, quinoa) geldt eveneens dat er geen broodsoort is die over de volledige lijn nutritioneel beter scoort op vlak van eiwitten, koolhydraten en vetten of op vlak van vitaminen en mineralen. Vermeldenswaardige vaststellingen zijn evenwel: de dekking van vitB1 is fors gedaald bij het 20% amarantbrood, het 20% amarantbrood vertoont echter een goede aanbreng van vitE en Ca, 20% teff inmenging brengt de dagbehoefte van Fe op een voldoende dekking.

Op niveau van een consument luidt de conclusie dat er in het algemeen weinig verschil naar voren komt. Er zijn een paar opportuniteiten met name emmer of inmenging van amarant voor vitE en eenkoorn of inmenging van teff voor Fe. Als de doelgroep wordt verengd van algemene populatie naar personen met een aangetoond gebrek in het bloed, kunnen de oude tarwes interessant zijn voor hun gehalte aan Zn (en Mg), en emmer of eenkoorn voor Cu. De bio-beschikbaarheid van deze elementen uit een broodmatrix werd niet onderzocht.

ECONOMISCH

Voor de uitvoering van het laatste, economische luik, werd een eerste verkenning van de markt uitgevoerd om het potentieel van alternatieve granen en pseudogranen na te gaan. Hoewel de globale markt stijgt is het aanbod en de vraag in Vlaanderen klein. Toch zijn er opportuniteiten. Uit de consumentenbevraging blijkt dat de meeste oergranen bij een groot deel van de respondenten nog onbekend zijn, maar dat ze wel een gezond imago hebben. Bovendien spelen ze in op enkele belangrijke trends in de voedings- en broodmarkt, zoals ambachtelijk, authentiek en nieuwe smaken. Binnen een korte ketenbenadering kunnen deze oergranen dan ook een interessante opportuniteit zijn. Met een eerlijke communicatie en transparante storytelling passen ze perfect in innovatieve en duurzame samenwerkingsverbanden tussen bv. landbouwers, molenaars en bakkers. De grote uitdaging blijft de rendabiliteit van producten met oergranen. Om de hogere teelt- en verwerkingskosten te compenseren, zal de consument een meerprijs

moeten betalen. Uit de consumentenenquête bleek een meerderheid bereid een meerprijs te willen betalen. Slechts 17% gaf aan dit zeker niet te willen doen.

ALGEMEEN BESLUIT EN TOEKOMSTPERSPECTIEVEN

Om terug te komen op de hoofdvraag naar de opportuniteiten van oer- en pseudogranen in Vlaanderen, werd het volgende algemene besluit gevormd. Voornamelijk voor het gewas emmer en in mindere mate ook eenkoorn, zijn er opportuniteiten binnen Vlaanderen, indien deze in de juiste condities tot bij de consument gebracht worden. Omwille van de extra moeilijkheden bij de teelt van deze gewassen, alsook bij de verwerking ervan, lijkt het vermarkten van deze granen op grote, industriële schaal in eerste instantie geen optie. De beste mogelijkheden zullen liggen bij een kleinschalige teelt, waarbij landbouwers nauw zullen moeten samenwerken met molenaars en ambachtelijke bakkers om zo deze producten binnen een korte ketenverhaal in de kijker te plaatsen. Om de werking van dergelijke korte ketensamenwerking beter te kunnen schetsen en vervolgens toe te passen, is verder onderzoek noodzakelijk. Dit onderzoek zal gebeuren aan HOGENT binnen het project "LOKAAL BROOD".

6 Referenties

- Abdel-Aal, E. S. M., & Hucl, P. (2002). Amino Acid Composition and In Vitro Protein Digestibility of Selected Ancient Wheats and their End Products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(6), 737-747. doi:10.1006/jfca.2002.1094
- Adebowale, A.-R. A., Emmambux, M. N., Beukes, M., & Taylor, J. R. N. (2011). Fractionation and characterization of teff proteins. *Journal of Cereal Science*, 54(3), 380-386. doi:https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.08.002
- Angioloni, A., & Collar, C. (2011). Nutritional and functional added value of oat, Kamut®, spelt, rye and buckwheat versus common wheat in breadmaking. *J Sci Food Agric*, 91(7), 1283-1292.
- Bel, S., Lebacqz, T., Ost, C., & Teppers, E. (2015). *Rapport 1: Voedingsgewoonten, antropometrie en voedings-beleid. Samenvatting van de onderzoeksresultaten*. In: Ost C., Taffureau J. (ed.). *Voedselconsumptiepeiling 2014-2015*. Retrieved from Brussel:
- Boerderij Bijlsma – Oergranen onder de rook van Amsterdam. (n.d.). Retrieved from <https://www.amsterdammade.org/partners/boerderij-bijlsma/>
- Bonafaccia, G., Marocchini, M., & Kreft, I. (2003). Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*, 80(1), 9-15. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00228-5
- Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S183-S211. doi:10.1017/S0007114512002309
- Brandolini, A., Hidalgo, A., Gabriele, S., & Heun, M. (2015). Chemical composition of wild and feral diploid wheats and their bearing on domesticated wheats. *Journal of Cereal Science*, 63, 122-127. doi:10.1016/j.jcs.2015.03.005
- Brandolini, A., Hidalgo, A., & Moscaritolo, S. (2008). Chemical composition and pasting properties of einkorn (Triticum monococcum L. subsp monococcum) whole meal flour. *Journal of Cereal Science*, 47(3), 599-609. doi:10.1016/j.jcs.2007.07.005
- Broodbroeders. (2019). Broodbroeders. Retrieved from <https://www.broodbroeders.be/>
- Broodmakers, C. (n.d.). Copain Broodmakers Gent. Retrieved from <https://www.copain.gent/>
- Cardinaels, J. (2017). Verlies luxewinkel Colruyt verdubbeld. *De Tijd*. Retrieved from <https://www.tijd.be/ondernemen/retail/Verlies-luxewinkel-Colruyt-verdubbeld/9942093>
- Cazaux, G. (2010). *Korte keten initiatieven in Vlaanderen. Een overzicht*. Retrieved from Brussel:
- CBI Ministry of Foreign Affairs. (2017). *CBI Product Fact Sheet: Teff in Europe*. Retrieved from The Hague: <https://www.cbi.eu/market-information/grains-pulses/teff/europe/>
- Chlopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A., & Zagrodzki, P. (2012). Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. *LWT - Food Science and Technology*, 46(2), 548-555. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2011.11.009
- Choy, A.-L., Morrison, P. D., Hughes, J. G., Marriott, P. J., & Small, D. M. (2013). Quality and antioxidant properties of instant noodles enhanced with common buckwheat flour. *Journal of Cereal Science*, 57(3), 281-287. doi:10.1016/j.jcs.2012.11.007
- Christa, K., & Soral-Smietana, M. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech J. Food Sci*, 26(3), 153-162.
- Cnops, G., & De Vlieghe, A. (2017). Quinoa Teeltgids 2017. *Quinoa Platform - ILVO*.
- Coart, J. (2017). Korte keten ontkenten opportuniteiten. Marktonderzoek KBC over korte keten in Vlaanderen. Retrieved from <https://www.farmcafe.be/artikel/12872>
- Collar, C., & Angioloni, A. (2014). Pseudocereals and teff in complex breadmaking matrices: Impact on lipid dynamics. *Journal of Cereal Science*, 59(2), 145-154. doi:10.1016/j.jcs.2013.12.008
- De Pelsmacker, P., & Van Kenhove, P. (2014). *Marktonderzoek Methoden en Toepassingen* (P. B. B.V. Ed. 4 ed.). Dehandschutter, W. (2016, december 14). Koning schraapt gluten, omdat hij 'gezond wil leven'. www.standaard.be.
- Dekkers, S. (2017). Nederland eet weer brood. Retrieved from <https://www.bakkerswereld.nl/nieuws/nieuws/2017/09/nederland-eet-weer-meer-brood-10142709>
- Delhaize. (2019). Brood, een traditie om van te smullen met basisingrediënten van bij ons. Retrieved from <https://www.delhaize.be/nl-be/inspiration/traditional-bread-made-of-tasty-local-ingredients>
- Dethombe, T. (2016). De jacht op lekker glutenvrij brood is open. *EOS Tracé*.
- Dewaele, K. (2015). Praktijkgids biologische spelt. *Inagro*.
- Dewaele, K., Delanote, L., Vandenbroecke, P., & Inagro. (2018). Rassenproef biologische quinoa 2018. *Inagro - onderzoek & advies in land- en tuinbouw*.
- Dewaele, K., Delanote, L., Vandenbroucke, B., & Inagro. (2015). Veldproef biologische quinoa 2015. *Inagro - onderzoek & advies in land- en tuinbouw*.

- Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kühne, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M., & Gellynck, X. (2008). Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 243-257. doi:10.1016/j.jcs.2008.01.003
- Dinelli, G., Di Silvestro, R., Marotti, I., Bosi, S., Bregola, V., Di Loreto, A.,... Catizone, P. (2014). Agronomic traits and deoxynivalenol contamination of two tetraploid wheat species (*Triticum turgidum* spp. durum, *Triticum turgidum* spp. turanicum) grown strictly under low input conditions. *Italian Journal of Agronomy*, 9(3), 127-135. doi:10.4081/ija.2014.583
- Dinu, M., Whittaker, A., Pagliai, G., Benedettelli, S., & Sofi, F. (2018). Ancient wheat species and human health: Biochemical and clinical implications. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 52, 9.
- Elsahaimy, S. A., Refaay, T. M., & Zaytoun, M. A. M. (2015). Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 297-305. doi:https://doi.org/10.1016/j.aaoas.2015.10.007
- FAO/WHO. (1989). *Report of a joint FAO/WHO expert consultation on protein quality evaluation*. Retrieved from Fiers, D. (2016). Glutenaalergie, een nieuwe hype? Retrieved from <http://deredactie.be/cm/vrtnieuws/binnenland/1.2844077>
- Forsido, S. F., Rupasinghe, H. P., & Astatkie, T. (2013). Antioxidant capacity, total phenolics and nutritional content in selected ethiopian staple food ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(8), 915-920. doi:10.3109/09637486.2013.806448
- Fytoweb. (2015). Officiële website van de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. Retrieved from <https://fytoweb.be/nl>
- Gauthier, J., Gélinas, P., & Beauchemin, R. (2006). Effects of stone-milled semolina granulation on the quality of bran-rich pasta made from khorasan (Kamut R) and durum wheat. *International Journal of Food Science & Technology*, 41, 4.
- Gebremariam, M., Zarnkow, M., & Becker, T. (2014). Teff (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2881-2895. doi:10.1007/s13197-012-0745-5
- GFK. (2018a). Thuisverbruik van brood en banket in Vlaanderen in 2017 [Press release]. Retrieved from https://www.vlam.be/public/uploads/files/feiten_en_cijfers/brood/Thuisverbruik_van_bakkerijproducten_in_Vlaanderen_in_2017.pdf
- GFK. (2018b). Verkoopcijfers boekenmarkt 2017 bekend [Press release]. Retrieved from <http://www.boekenvak.be/nieuws/verkoopcijfers-boekenmarkt-2017-bekend>
- Gharibzadeh, S. M. T., & Jafari, S. M. (2017). The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanocapsulation. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 119-132.
- Giacintucci, V., Guardeno, L., Puig, A., Hernando, I., Sacchetti, G., & Pittia, P. (2014). Composition, Protein Contents, and Microstructural Characterisation of Grains and Flours of Emmer Wheats (*Triticum turgidum* ssp dicoccum) of the Central Italy Type. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(2), 115-121.
- Gilbel, Q.-. (2018). [Persoonlijke mededeling François Gilbert - Gilbel - Quinobel].
- Goyvaerts, A. (2017, 17 oktober). Geef ons ons dagelijks brood. *Weekend Knack*.
- Grausgruber, H., Janovska, D., Kas, M., Konvalina, P., Moudry, J., Peterka, J., & Sterba, Z. (2012). *Growing and use of minority cereals and pseudocereals in organic farming* (L. Noskova, Trans. P. Konvalina Ed. 1 ed.): University of South Bohemia in Ceské Budejovice, Czech Republic.
- Hagberg, S. (1960). Modified wohlgemuth methods for alpha-amylase activity of wheat and rye. *Institution of Food Chemistry, Statens Hantverksinstitut, Stockholm 4, Sweden*, 38.
- HGR. (2015). *Voedingsaanbevelingen voor België - 2015*. Retrieved from Brussel, Hoge Gezondheidsraad. Advies nr. 9285:
- Hidalgo, A., & Brandolini, A. (2014). Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *J Sci Food Agric*, 94(4), 601-612. doi:10.1002/jsfa.6382
- Hubeau, M., Coteur, I., Mondelaers, K., & Marchand, F. (2015). *Systeembeschrijving van het Vlaamse landbouwen voedingssysteem. Een nulmeting*. Retrieved from Merelbeke:
- Iglesias-Puig, E., Monedero, V., & Haros, M. (2015). Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 71-77. doi:https://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.045
- Innova Market Insights. (2016). *The Top 10 Food Trends for 2017 from Innova Market Insights*. Retrieved from Intelligence, D. (2018). Global ancient grains market size, share and forecast (2018-2025).
- ITC. (2017). International Trade Statistics 2001-2017. Retrieved from <http://www.intracen.org/itc/market-info-tools/trade-statistics/>
- IVOX in opdracht van VLAM. (2017). *Welke afwegingen maakt de Vlaming bij vers aankopen?* Retrieved from https://www.vlam.be/public/uploads/files/feiten_en_cijfers/algemeen/20170816_GONDOLA_aankoopcriteria_consument_verse_voeding_2017.pdf

- Janssens, S. R. M., Berg, I. v. d., van Leeuwen, M. A. E., & Jukema, N. J. (2008). *Verkenning haalbaarheid glutenvrije keten: focus op graansoorten amaranth, quinoa en teff*. Retrieved from Den Haag:
- Koehler, P., & Wieser, H. (2013). Chapter 2 Chemistry of Cereal Grains. In M. Gobbetti & M. Gänzle (Eds.), *Handbook on sourdough biotechnology* (pp. 11-45): Springer.
- Kolanowski, F. (2000). Bakkerij: Broodbereiding, deel 2 - Product. *Ontwikkelcentrum, Educatieve uitgaven agrarische sector*.
- Konvalina, P., Moudry, J., Stehno, Z., & Moudry, J. Amino acid composition of emmer. *Seria Agronomie*, 51.
- Kozioł, M. J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5(1), 35-68. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0889-1575(92)90006-6
- Lamont, J. L. (2018). Economische beschouwingen bij de graanteelt. *Landbouwcentrum Granen Vlaanderen - Granen Oogst 2017*.
- Latré, J., Derycke, V., Dewitte, K., De Roo, B., & Haesaert, G. (2015). Integrated weed control in maize. *International Symposium on crop protection - Ghent*.
- Le Pain Quotidien. (n.d.). Le Pain Quotidien - Our Story. Retrieved from <https://www1.lepainquotidien.com/be/nl/story>
- Lin, L.-Y., Liu, H.-M., Yu, Y.-W., Lin, S.-D., & Mau, J.-L. (2009). Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread. *Food Chemistry*, 112(4), 987-991.
- Løje, H., Møller, B., Laustsen, A. M., & Hansen, Å. (2003). Chemical Composition, Functional Properties and Sensory Profiling of Einkorn (*Triticum monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 37(2), 231-240. doi:http://dx.doi.org/10.1006/jcsc.2002.0498
- Longin, C. F. H., & Würschum, T. (2016). Back to the Future - Tapping into Ancient Grains for Food Diversity. *Trends in Plant Science*, 21, 7.
- Market Data Reports. (2018). *Ancient Grain Market - Segmented By Applications (Bakery, Confectionary, Sports Nutrition, Infant Formula, Cereals, Frozen Food And Others), By Crop Type (Gluten Free Ancient Grains And Gluten Containing Ancient Grains) & By Region - Global Forecast - 2023*. Retrieved from India: <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/ancient-grain-market-4765/>
- Milovanović, M. M., Demin, M. A., Vucelić-Radović, B. V., Žarković, B. M., & Stikić, R. I. (2014). Evaluation of the nutritional quality of wheat bread prepared with quinoa, buckwheat and pumpkin seed blends. *ODREĐIVANJE NUTRITIVNE VREDNOSTI PŠENIČNOG HLEBA SA DODATKOM MEŠA VINE SEMENA KVINJOJE, HELJDE I TIKVE*, 59(3), 319-328. doi:10.2298/JAS1403319M
- Mintel. (2017). *Global food and drink trends*. Retrieved from Mintel.
- Mintel. (2018). *Global consumer trends 2019*. Retrieved from Mintel.
- Miranda, M., Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., Rodríguez, M. J., Maureira, H., & Martínez, E. A. (2012). Nutritional aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ecotypes from three geographical areas of Chile. *Chilean journal of agricultural research*, 72(2), 175.
- Nielsen. (2015). *The sustainability imperative. New insights on consumer expectations*. Retrieved from
- Norberg, O. S. (2012). Weed Efficacy and Teff Response to Selected Herbicides. *Forage Management, Breeding and Pathology, Washington State University, Pasco*.
- Nubel. (2017). Belgische Voedingsmiddelentabel - 6^e editie. Retrieved from www.internubel.be
- Oehen, B., De Gregorio, J., & Petrusan, J. (2015). *Report on the market potential of mi-nor cereal crops and consumers perceptions about them in different European Regions*. Retrieved from
- Ogungbenle, H. N. (2003). Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54(2), 153-158. doi:10.1080/0963748031000084106
- Ost, C. (2016). *Graanproducten en aardappelen. In: Bel S, In Tafforeau J (ed.). Voedselconsumptiepeiling 2014-2015. Rapport 4*. Retrieved from Brussel:
- Pepo, P., & Györi, Z. (2007). Amino Acid Compositions in Wheat Species with Different Genomes. *Cereal Research Communications*, 35(4), 1685-1699.
- Piergiovanni, A. R., Laghetti, G., Perrino, P. (1996). Characteristics of Meal from Hulled Wheats (*Triticum dicoccon* Schrank and T. spelta L.): An Evaluation of Selected Accessions. *American Association of Cereal Chemists*, 73(6), 4.
- Platteau, J., Van Gijseghe, D., Van Bogaert, T., & Vuylsteke, A. (2016). *Voedsel om over na te denken. Landbouw- en Visserijrapport*. Retrieved from Brussel:
- Pollock Communications & Today's Dietitian. (2016). What's Trending in Nutrition press release [Press release]. Retrieved from http://www.pnewsire.com/news-releases/national-survey-taps-over-1700-dietitians-to-predict-top-2017-food-trends-300376374.html?tc=eml_cleartime
- QYResearchReports. (2018a). *Global Ancient Grain Market Insights, Forecast to 2025*. Retrieved from <https://www.qyresearchreports.com/report/global-ancient-grain-market-insights-forecast-to-2025.htm>

- QYResearchReports. (2018b). *Global Ancient Grain Market Insights, Forecast to 2025*. Retrieved from <https://www.qyresearchreports.com/report/global-ancient-grain-market-insights-forecast-to-2025.htm>
- Rachon, L., Szumilo, G., Brodowska, M., & Wozniak, A. (2015). Nutritional value and mineral composition of grain of selected wheat species depending on the intensity of a production technology. *Journal of Elementology*, 20(3), 10. doi:10.5601/
- Ramos Diaz, J. M. (2011). *Use of amaranth, quinoa and kañiwa in extruded corn snacks*. Department of food and environmental sciences: University of Helsinki.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellström, J. K., Pihlava, J.-M., & Mattila, P. H. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*, 120(1), 128-133. doi:10.1016/j.foodchem.2009.09.087
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Peña, J., Kallio, H., & Salminen, S. (2009). Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Cereal Science*, 49(2), 219-224. doi:10.1016/j.jcs.2008.10.003
- Shewry, P. R. (2018). Do ancient types of wheat have health benefits compared with modern bread wheat? *Journal of Cereal Science*, 79, 469-476. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.11.010>
- Shewry, P. R., Hawkesford, M. J., Piironen, V., Lampi, A. M., Gebruers, K., Boros, D.,... Ward, J. L. (2013). Natural variation in Grain composition of wheat and related cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 9.
- Shewry, P. R., & Hey, S. (2015). Do "ancient" wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? *Journal of Cereal Science*, 65, 8.
- STATBEL (Algemene Directie Statistiek-Statistics Belgium). (2017). Landbouw - Landbouwgegevens van 2017. Retrieved 12/10/2017 http://statbel.fgov.be/nl/modules/publications/statistiques/economie/downloads/agriculture_-_chiffres_agricoles_de_2017.jsp
- Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D.,... Milovanovic, M. (2012). Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. *Journal of Cereal Science*, 55(2), 132-138. doi:10.1016/j.jcs.2011.10.010
- Synagra. (2018). Ontvangstvoorwaarden voor inlandse granen van de oogst 2018. Retrieved from <https://www.landbouwleven.be/3284/article/2018-06-29/ontvangstvoorwaarden-voor-inlandse-granen-van-de-oogst-2018>
- Tömösközi, S., Gyenge, L., Pelceder, A., Abonyi, T., Schönlechner, R., & Lasztity, R. (2011). Effects of Flour and Protein Preparations from Amaranth and Quinoa Seeds on the Rheological Properties of Wheat-flour Dough and Bread Crumb. *Czech J. Food Sci*, 29, 7.
- USDA. (23/09/2018). USDA Food Composition Databases. *United States Department of Agriculture*. Retrieved from <https://www.usda.gov/>
- Valcárcel-Yamani, B., & Caetano da Silva Lannes, S. (2012). Applications of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and Amaranth (*Amaranthus* Spp.) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods. *Food and Public Health*, 2(6), 265-275. doi:10.5923/j.fph.20120206.12
- Van Laere, D., De Beleyr, A., Van Bockstaele, F., Camerlinck, M., De Leyn, I., Vermeire, L., & De Merleer, M. (2016). Glutenvrije broden enorme uitdaging. *VMT food*, 3.
- Vega-Galvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martinez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review. *J Sci Food Agric*, 90(15), 2541-2547. doi:10.1002/jsfa.4158
- VILT. (2018). Lokaal in de supermarkt: kan dat wel? Retrieved from <http://www.vilt.be/lokaal-is-zoveel-meer-dan-kilometers-alleen---lokaal-in-de-supermarkt-kan-dat-wel>
- Vlaams Instituut Gezond Leven. (2017). Voedingsdriehoek. Retrieved from <https://www.gezondleven.be/themas/voeding/voedingsdriehoek>
- Vlaamse Coeliakievereniging. Wat is Coeliakie. Retrieved from <https://www.coeliakie.be/vcv/wat-is-coeliakie>
- Vlaamse Overheid Departement Landbouw en Visserij. (2011). *Strategische plan voor de korte keten*. Retrieved from Brussel:
- VLAM. (2014). *Ontbijtgewoonten van de Vlaming*. Retrieved from https://www.vlam.be/public/uploads/files/feiten_en_cijfers/algemeen/Ontbijtgewoonten_van_de_Vlaming.pdf
- VLAM. (2018a). Belg gaat bewuster om met vlees [Press release]
- VLAM. (2018b). Bestedingen bio voor thuisverbruik. Retrieved from https://www.vlam.be/public/uploads/files/feiten_en_cijfers/bistro/bio_GfK_2017.pdf
- VLAM. (2018c). *Omzet korte keten in de lift*. Retrieved from
- Vogel, C. (2018). Bakkers brengen een ode aan brood in nieuwe campagne 'Brood. Goed verhaal'. Retrieved from <https://www.adformatie.nl/carriere/bakkers-brengen-een-ode-aan-brood-nieuwe-campagne-brood>

- Vrints, G., Deuninck, J., Tacquenier, B., D'Hooghe, J., & Van der Straeten, B. (2015). Bedrijfseconomische resultaten Vlaamse land en tuinbouw - Dieren en gewassen 2009-2013 - op basis van het Landbouw-monitoringsnetwerk. *Departement Landbouw en Visserij, Brussel*.
- Weber Shandwick. (2017). *Food Trends België 2017*. Retrieved from <http://webershandwick.be/wp-content/uploads/2017/03/Weber-Shandwick-2017-Food-Trends-in-Belgi%C3%AB.pdf>
- Whittaker, A., Sofi, F., Luisi, M., Rafanelli, E., Fiorillo, C., Becatti, M.,..., Benedettelli, S. (2015). An Organic Khorasan Wheat-Based Replacement Diet Improves Risk Profile of Patients with Acute Coronary Syndrome: A Randomized Crossover Trial. *Nutrients*, 7(5), 3401.
- William, D. (2011). *Wheat Belly* (R. Incorporated Ed. 1 ed.).
- Wittouck, D., Boone, K., Deboschere, S., Demeester, C., Vandaele, A., Vandenbulcke, J.,..., Ghekiere, G. (2015). *Jaarverslag Granen 2015*. Retrieved from
- Wright, K. H., Pike, O. A., Fairbanks, D. J., & Huber, C. S. (2002). Composition of Atriplex hortensis, Sweet and Bitter Chenopodium quinoa Seeds. *Journal of Food Science*, 67(4), 1383-1385. doi:10.1111/j.1365-2621.2002.tb10294.x
- Zeleny, L., Greenaway, W. T., Gurney, G. M., Fifield, C. C., & Lebsock, K. (1960). Sedimentation value as an index of dough-mixing characteristics in early-generation wheat selections. *Contribution from Agricultural Marketing Service and the Agricultural Research Service of the U.S. Department of Agriculture, in cooperation with the North Dakota Agricultural Experiment Station*, 37.
- Zhao, F. J., Su, Y. H., Dunham, S. J., Rakszegi, M., Bedo, Z., McGrath, S. P., & Shewry, P. R. (2009). Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*, 49(2), 290-295. doi:10.1016/j.jcs.2008.11.007

Bijlagen

Bijlage A: Teelteigenschappen

A.1. Zaaidichtheid oude granen

In Tabel B.1 zijn al de rassen van eenkoorn, emmer, khorasan en de referentietarwe weergegeven die in de verschillende proeven zijn gebruikt. Ook de toegepaste zaaidichtheid, DKG en in hoeverre het ging om zomer- of winterteelt kan in deze tabel teruggevonden worden. De zaadleveranciers van elk van deze rassen zijn samen gebracht in Tabel B.2.

Tabel B.1: Overzicht van de gebruikte rassen, zaaidichtheid en uitbating voor de oude granen en de referentietarwe over drie teeltjaren heen.

Ras	Zaaidichtheid	Uitbating
Terzino eenkoorn	350 z/m ² – 29g DKG – 113 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Terzino eenkoorn	300 z/m ² – 29g DKG – 97 kg/ha	Winter ('17 – '18)
Ebner's einkorn	350 z/m ² – 32g DKG – 124 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Ebner's einkorn	300 z/m ² – 32g DKG – 107 kg/ha	Winter ('17 – '18)
Prime einkorn	350 z/m ² – 26g DKG – 100 kg/ha	Zomer ('16)
Cruythoeck eenkoorn	350 z/m ² – 33g DKG – 127 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Bijlsma emmer ¹	175 z/m ² – 78g DKG – 151 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Landgoud emmer	175 z/m ² – 70g DKG – 137 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Farvento emmer	175 z/m ² – 64g DKG – 118 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Farvento emmer	150 z/m ² – 64g DKG – 106 kg/ha	Winter ('17 – '18)
Bruinkafzomeremmer	175 z/m ² – 68g DKG – 132 kg/ha	Zomer ('16 – '17)
Witte emmer	175 z/m ² – 80g DKG – 156 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Back 40 Organics emmer	350 z/m ² – 23g DKG – 88 kg/ha (gepeld)	Zomer ('17)
Winteremmer ²	150 z/m ² – 78g DKG – 123 kg/ha	Winter ('17 – '18)
Spähts Albiuwel emmer	150 z/m ² – 83g DKG – 125 kg/ha	Winter ('18)
Roter Heidfelder emmer	150 z/m ² – 117g DKG – 179 kg/ha	Winter ('18)
Kamut EU khorasan	350 z/m ² – 56g DKG – 254 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Vreeken kamut khorasan	350 z/m ² – 52g DKG – 220 kg/ha	Zomer ('16)
Tybalt zomertarwe	350 z/m ² – 52g DKG – 192 kg/ha	Zomer ('16 – '17 – '18)
Mentor wintertarwe	300 z/m ² – 45g DKG – 150 kg/ha	Winter ('17 – '18)

¹ Tijdens het eerste en tweede teeltjaar ('16 – '17) werd dit ras gepeld uitgezaaid. De zaaidichtheid bedroeg toen 350 z/m² en het DKG 29g.

² Tijdens het tweede teeltjaar ('17) werd dit ras gepeld gezaaid. De zaaidichtheid bedroeg toen 300 z/m² en het DKG 40g.

Tabel B.2: Overzicht van de zaadleveranciers van de oertarwes emmer, eenkoorn en khorasan en de referentietarwe.

Ras	Mandataris
Terzino eenkoorn (zomer)	Biogartenversand (DUI) biogartenversand.de info@biogartenversand.de Tel. +49 (0) 3 90 37 781
Terzino eenkoorn (winter)	Öko-Korn-Nord (DUI) oeko-korn-nord.de info@oeko-korn-nord.de Tel. +49 (0) 41 38 51 06 – 0
Ebner's einkorn (zomer en winter)	Saatbau (AUT) www.saatbau.com/en/ office@saatbau.com Tel. +43 (0)732 38 900-0
Prime einkorn (zomer)	Prime Grains (CA) www.primegrains.com info@primegrains.com

Ras	Mandataris
Cruydhoeck eenkoorn (zomer)	Cruydhoeck (NL) www.cruydhoeck.nl zaden@cruydhoeck.nl Tel. +31 (0)516 44 11 44
Bijlsma emmer (zomer)	Bijlsma emmer (NL) www.boerderijbijlsma.nl info@pcbijlsma.nl Tel. +31 (0)252 – 869998
Landgoud emmer (zomer)	Landgoud (NL) www.landgoud.nl info@landgoud.nl
Farvento emmer (zomer en winter)	Saatbau (AUT) www.saatbau.com office@saatbau.com Tel. +43 (0)732 38 900-0
Bruinkafzomeremmer (zomer)	Cruydhoeck (NL) www.cruydhoeck.nl zaden@cruydhoeck.nl Tel. +31 (0)516 44 11 44
Witte emmer (zomer)	Cruydhoeck (NL) www.cruydhoeck.nl zaden@cruydhoeck.nl Tel. +31 (0)516 44 11 44
Back 40 Organics emmer (zomer)	Back 40 Organics (CA) www.back40organics.com behnes@shockware.com Tel. +1 403 6662157
Winteremmer (winter)	Bioland Knauf (DUI) www.biolandhof-knauf.de familie@biolandhof-knauf.de
Spähts Albuwel emmer (winter)	SWS Saat (DUI) www.suedwestsaat.de
Roter Heidfelder emmer (winter)	PZO (DUI) www.ig-pflanzenzucht.de m.huber@ig-pflanzenzucht.de
Kamut EU khorasan (zomer)	Kamut EU www.kamut.com Tel. +32 472 75 15 39
Vreeken kamut khorasan (zomer)	Vreeken (NL) www.vreeken.nl info@vreeken.nl
Tybalt zomertarwe (zomer)	Limagrain (BE) www.lgseeds.be info@limagrain.be Tel. +32 (0) 56 68 93 20
Mentor wintertarwe (winter)	Jorion-Philip Seeds (BE) www.jorion-philip-seeds.be info@jorion.be Tel: +32 (0) 69 87 19 00

A.2. Zaaidichtheid teff en pseudogranen

In Tabel B.3 zijn al de rassen van quinoa, teff, boekweit en amarant weergegeven die in de verschillende proeven zijn gebruikt, alsook de toegepaste zaaidichtheid, DKG en in welk teeltjaar ze werden geteeld. De zaadleveranciers van elk van deze rassen zijn terug te vinden in Tabel B.4.

Tabel B.3: Overzicht van de gebruikte rassen, zaaidichtheid en uitbating voor de pseudogranen en teff over drie teeltjaren heen.

Ras	Zaaidichtheid	Teeltjaar
Jessie quinoa ¹	400 z/m ² – 2,6g DKG – 12,0 kg/ha	('16 – '17 – '18)
Pasto quinoa	160 z/m ² – 3,0g DKG – 5,2 kg/ha	('16)
Dutchess quinoa	400 z/m ² – 3,3g DKG – 13,8 kg/ha	('17 – '18)
Cruydhoeck teff ²	1500 z/m ² – 0,2g DKG – 3,9 kg/ha	('16 – '17)
Ducrettet teff ²	1500 z/m ² – 0,3g DKG – 6,6 kg/ha	('16 – '17 – '18)
Mill & Mix teff	2000 z/m ² – 0,2g DKG – 5,0 kg/ha	('16)
Vreeken teff	1500 z/m ² – 0,3g DKG – 6,55 kg/ha	('18)
Billy boekweit	150 z/m ² – 39,3g DKG – 59,5 kg/ha	('16)
Vreeken boekweit	150 z/m ² – 25,3g DKG – 40,0 kg/ha	('16)
Sarrazin Blé noir boekweit	150 z/m ² – 24,5g DKG – 38,7 kg/ha	('16 – '17 – '18)
Bingenheimer boekweit	150 z/m ² – 24,1g DKG – 38, 0 kg/ha	('16 – '17 – '18)
Ducrettet boekweit	150 z/m ² – 25,3g DKG – 40,0 kg/ha	('16)
Cruydhoeck boekweit	150 z/m ² – 25,3g DKG – 39,9 kg/ha	('16 – '17 – '18)
La Harpe boekweit	150 z/m ² – 23,9g DKG – 37,8 kg/ha	('16 – '17 – '18)
Panda boekweit	150 z/m ² – 25,4g DKG – 40,1 kg/ha	('17 – '18)
Aztek amarant	190 z/m ² – 0,8g DKG – 1,7 kg/ha	('16 – '17)
Ahypochondriacus amarant	190 z/m ² – 0,6g DKG – 1,5 kg/ha	('16)
Green Giant amarant	190 z/m ² – 1,0g DKG – 2,3 kg/ha	('16)
Centurion amarant	190 z/m ² – 0,6g DKG – 1,2 kg/ha	('16 – '17)
Green Cascade amarant	190 z/m ² – 0,6g DKG – 1,3 kg/ha	('16 – '17)
Pony tails amarant	190 z/m ² – 0,6g DKG – 2,5 kg/ha	('16)
Hot biscuits amarant	190 z/m ² – 0,6g DKG – 1,3 kg/ha	('17)

¹ Voor dit quinoaras werd er in het eerste teeltjaar uitgezaaid aan een zaaidichtheid van 160 z/m². De twee daaropvolgende teeltjaren ('17 – '18) werd er uitgezaaid aan een zaaidichtheid van 400 z/m².

² Voor deze twee teffrassen werd er tijdens het eerste teeltjaar een hogere zaaidichtheid (2000 z/m²) toegepast.

Tabel B.4: Overzicht van de zaadleveranciers van de pseudogranen en teff.

Ras	Mandataris
Jessie quinoa	Gilbel bvba – Quinobel (BE) quinobel.be info@quinobel.be Tel. +32 42 859 105
Pasto quinoa	Gilbel bvba – Quinobel (BE) quinobel.be info@quinobel.be Tel. +32 42 859 105
Dutchess quinoa	Gilbel bvba – Quinobel (BE) quinobel.be info@quinobel.be Tel. +32 42 859 105
Cruydhoeck teff	Cruydhoeck (NL) www.cruydhoeck.nl zaden@cruydhoeck.nl Tel. +31 (0)516 44 11 44
Ducrettet teff	Ducrettet (FR) www.ducrettet.com ducrettet@ducrettet.com Tel. +33 (0)4 50 95 01 23

Ras	Mandataris
Mill & Mix teff	Mill & Mix (BE) millandmix.be info@millandmix.be Tel. +32 498 16 42 79
Vreeken teff	Vreeken (NL) www.vreeken.nl info@vreeken.nl
Billy boekweit	Saatbau (AUT) www.saatbau.com office@saatbau.com Tel. +43 (0)732 38 900-0
Vreeken boekweit	Vreeken (NL) www.vreeken.nl info@vreeken.nl
Sarrazin Blé noir boekweit	Agrosemens (FR) www.agrosemens.com info@agrosemens.com Tel. +33 (0) 4 42 66 78 22
Bingenheimer boekweit	Bingenheimer Saatgut AG (DUI) www.bingenheimersaatgut.de info@bingenheimersaatgut.de Tel. +49 (0) 6035 1899-0
Ducrettet boekweit	Ducrettet (FR) www.ducrettet.com ducrettet@ducrettet.com Tel. +33 (0)4 50 95 01 23
Cruydhoeck boekweit	Cruydhoeck (NL) www.cruydhoeck.nl zaden@cruydhoeck.nl Tel. +31 (0)516 44 11 44
La Harpe boekweit	Graines – Girerd (FR) www.graines-girerd.com girerd@graines-girerd.com Tel. 04 90 33 86 77
Panda boekweit	Vreeken (NL) www.vreeken.nl info@vreeken.nl
Aztek amarant	Danko (PL) danko.pl danko@danko.pl Tel. +48 65 513 48 13
Hypochondriacus amarant	Bingenheimer Saatgut AG (DUI) www.bingenheimersaatgut.d info@bingenheimersaatgut.de Tel. +49 (0) 6035 1899-0
Green Giant amarant	Agrosemens (FR) www.agrosemens.com info@agrosemens.com Tel. +33 (0) 4 42 66 78 22
Centurion amarant	Ducrettet (FR) www.ducrettet.com ducrettet@ducrettet.com Tel. +33 (0)4 50 95 01 23
Green Cascade amarant	Ducrettet (FR) www.ducrettet.com ducrettet@ducrettet.com Tel. +33 (0)4 50 95 01 23
Pony tails amarant	Ducrettet (FR) www.ducrettet.com ducrettet@ducrettet.com Tel. +33 (0)4 50 95 01 23
Hot biscuits amarant	Ducrettet (FR) www.ducrettet.com ducrettet@ducrettet.com Tel. +33 (0)4 50 95 01 23

A.3. Scoren van legering

Het scoren van de legering van graan gebeurt aan de hand van een schaal van 1 – 9, waarbij score 1 gegeven wordt indien er geen legering is, en score 9 indien het graan volledig gelegerd is. Welke score bij welke schaal van legering hoort wordt door onderstaande verduidelijkt. Deze informatie is afkomstig uit het "Jaarverslag van Granen 2015", aangeboden door Inagro (Wit-touck et al., 2015).

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Stengels goed recht en verticaal | 7. Stro voor minder dan de helft op de grond, de rest is opgericht |
| 2. Stengels lichtjes geheld (15°) | 8. Stro voor meer dan de helft op de grond, uiteinden opgericht |
| 3. Stengels geheld van 15° – 30° | 9. Stro volledig op de grond |
| 4. Stengels sterk geheld van 30 – 45° | |
| 5. Stengels gelegerd van 45 – 60° | |
| 6. Stengels gelegerd met meer dan 60° | |

A.4. Onkruidbezetting

A.4.1. Herbicidenscreening teelt quinoa

Een overzicht van de verschillende objecten die meegenomen werden in de herbicidenscreening voor quinoa in het tweede (2017) en derde teeltjaar (2018) zijn weergegeven in respectievelijk Tabel B.6 en Tabel B.6. In Tabel B.7 Tabel B.8 wordt vervolgens weergegeven welke objecten, o.b.v. twee tellingen, de meest voorkomende onkruiden (d.w.z. > 30 planten/m²) waren. De resultaten zijn steeds voorgesteld als het percentage t.o.v. de controle.

Tabel B.5: Overzicht van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in de herbicidenscreening van quinoa in het tweede teeltjaar ('17).

Object	Behandeling	Appl. Code ¹
1	Controle	A
2	benfluralin: 1440 g/ha (Bonalan: 8 l/ha)	AA
3	isoxaben + clomazon: 75 g + 72 g/ha (AZ 500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
4	chloridazon + quinmerac: 1080 g + 180 g/ha (Fiesta New: 3 l/ha)	A
5	chloridazon + ethofumesaat: 1040 g + 250 g/ha (Bietazol 520 + Ethomat 500: 2 l + 0,5 l/ha)	A
6	chloorprofam + ethofumesaat: 400 g + 250 g/ha (Aliacine + Ethomat 500: 1 l + 0,5 l/ha)	A
7	clomazon + ethofumesaat: 72 + 250 g/ha (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 l + 0,5 l/ha)	A
8	chloridazon + ethofumesaat: 1040 g + 250 g/ha (Bietazol 520 + Ethomat 500: 2 l + 0,5 l/ha)	A
	fluazifop-p-butyl: 187,5 g/ha (Fusilade Max: 1,5 l/ha)	B
9	chloridazon + ethofumesaat: 1040 g + 250 g/ha (Bietazol 520 + Ethomat 500: 2 l + 0,5 l/ha)	A
	clomazon: 90 g/ha (Centium 36 CS: 0,25 l/ha)	B
10	chloridazon + ethofumesaat: 1040 g + 250 g/ha (Bietazol 520 + Ethomat 500: 2 l + 0,5 l/ha)	A
	cycloxydime: 200 g/ha (Focus Plus: 2 l/ha)	B

Object	Behandeling	Appl. Code ¹
11	chloridazon + ethofumesaat: 1040 g + 250 g/ha (Bietazol 520 + Ethomat 500: 2 l + 0,5 l/ha)	A
	triflusaluron: 60 g/ha (Safari: 120 g/ha)	B
12	chloridazon + ethofumesaat: 1040 g + 250 g/ha (Bietazol 520 + Ethomat 500: 2 l + 0,5 l/ha)	A
	propyzamide: 1120 g/ha (Kerb 400 SC: 2,8 l/ha) *	B
13	chloridazon + ethofumesaat: 1040 g + 250 g/ha (Bietazol 520 + Ethomat 500: 2 l + 0,5 l/ha)	A
	dimethenamide-p: 360 g/ha (Frontier elite: 0,5 l/ha)	B
14	chloridazon + ethofumesaat: 1040 g + 250 g/ha (Bietazol 520 + Ethomat 500: 2 l + 0,5 l/ha)	A
	clethodim: 120 g/ha (Select prim: 1 l/ha)	B
15	Isoxaben + clomazon: 75 g + 72 g/ha (AZ 500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	fluazifop-p-butyl: 187,5 g/ha (Fusilade Max: 1,5 l/ha)	B
16	Isoxaben + clomazon: 75 g + 72 g/ha (AZ 500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	cycloxydime: 200 g/ha (Focus Plus: 2 l/ha)	B
17	Isoxaben + clomazon: 75 g + 72 g/ha (AZ 500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	triflusaluron: 60 g/ha (Safari: 120 g/ha) *	B
18	Isoxaben + clomazon: 75 g + 72 g/ha (AZ 500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	propyzamide: 1120 g/ha (Kerb 400 SC: 2,8 l/ha)	B
19	Isoxaben + clomazon: 75 g + 72 g/ha (AZ 500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	dimethenamide-p: 360 g/ha (Frontier elite: 0,5 l/ha)	B
20	Isoxaben + clomazon: 75 g + 72 g/ha (AZ 500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	clethodim: 120 g/ha (Select prim: 1 l/ha)	B
21	clomazon + ethofumesaat: 72 + 250 g/ha (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 l + 0,5 l/ha)	A
	fluazifop-p-butyl: 187,5 g/ha (Fusilade Max: 1,5 l/ha)	B
22	clomazon + ethofumesaat: 72 + 250 g/ha (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 l + 0,5 l/ha)	A
	cycloxydime: 200 g/ha (Focus Plus: 2 l/ha)	B
23	clomazon + ethofumesaat: 72 + 250 g/ha (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 l + 0,5 l/ha)	A
	triflusaluron: 60 g/ha (Safari: 120 g/ha)	B

Object	Behandeling	Appl. Code ¹
24	clomazon + ethofumesaat: 72 + 250 g/ha (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 l + 0,5 l/ha)	A
	propyzamide: 1120 g/ha (Kerb 400 SC: 2,8 l/ha)	B
25	clomazon + ethofumesaat: 72 + 250 g/ha (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 l + 0,5 l/ha)	A
	dimethenamide-p: 360 g/ha (Frontier elite: 0,5 l/ha)	B
26	clomazon + ethofumesaat: 72 + 250 g/ha (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 l + 0,5 l/ha)	A
	clethodim: 120 g/ha (Select prim: 1 l/ha)	B

Opmerking: de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in deze proef zijn niet erkend voor deze teelt.

¹Applicatiecode AA: voor zaai (+ inwerken m.b.v. rotores), A: voor de opkomst, B: na de opkomst

Tabel B.6: Overzicht van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in de herbicidenscreening van quinoa in 2018.

Object	Behandeling ¹	Toepassingscode ²
1	Controle	
2	isoxaben 500 g/l + clomazon 360 g/l (AZ500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
3	chloridazon 360 g/l + quinmerac 60 g/l (Fiesta new: 3 l/ha)	A
4	chloridazon 520 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Bietazol 520+ Ethomat 500: 2 + 0,5 l/ha)	A
5	chloorprofam 400 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Aliacine + Ethomat 500: 1 + 0,5 l/ha)	A
6	clomazon 360 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 + 0,5 l/ha)	A
7	chloridazon 520 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Bietazol 520+ Ethomat 500: 2 + 2 l/ha)	A
	fluazifop-p-butyl 125 g/l (Fusilade max: 1,5 l/ha)	B
8	chloridazon 520 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Bietazol 520+ Ethomat 500: 2 + 0,5 l/ha)	A
	clomazon 360 g/l (Centium 36 CS: 0,25 l/ha)	B
9	chloridazon 520 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Bietazol 520+ Ethomat 500: 2 + 0,5 l/ha)	A
	cycloxydime 100 g/l (Focus plus : 2 l/ha)	B
10	chloridazon 520 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Bietazol 520+ Ethomat 500: 2 + 0,5 l/ha)	A
	triflusafluron 50% (Safari: 120 g/ha)	B
11	chloridazon 520 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Bietazol 520+ Ethomat 500: 2 + 0,5 l/ha)	A
	propyzamide 400 g/l (Kerb 400 SC: 2,8 l/ha)	B
12	chloridazon 520 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Bietazol 520+ Ethomat 500: 2 + 0,5 l/ha)	A
	dimethenamide-p 720 g/l (Frontier elite: 0,5 l/ha)	B

Object	Behandeling ¹	Toepassingscode ²
13	chloridazon 520 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Bietazol 520+ Ethomat 500: 2 + 0,5 l/ha)	A
	clethodim 120 g/l (Select prim: 1 l/ha)	B
14	isoxaben 500 g/l + clomazon 360 g/l (AZ500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,5 l/ha)	A
	fluazifop-p-butyl 125 g/l (Fusilade max: 1,5 l/ha)	B
15	isoxaben 500 g/l + clomazon 360 g/l (AZ500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	cycloxydime 100 g/l (Focus plus : 2 l/ha)	B
16	isoxaben 500 g/l + clomazon 360 g/l (AZ500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	trifluspulfuron 50% (Safari: 120 g/ha)	B
17	isoxaben 500 g/l + clomazon 360 g/l (AZ500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	propyzamide 400 g/l (Kerb 400 SC: 2,8 l/ha)	B
18	isoxaben 500 g/l + clomazon 360 g/l (AZ500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	dimethenamide-p 720 g/l (Frontier elite: 0,5 l/ha)	B
19	isoxaben 500 g/l + clomazon 360 g/l (AZ500 + Centium 36 CS: 0,15 + 0,2 l/ha)	A
	clethodim 120 g/l (Select prim: 1 l/ha)	B
20	clomazon 360 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 + 0,5 l/ha)	A
	fluazifop-p-butyl 125 g/l (Fusilade max: 1,5 l/ha)	B
21	clomazon 360 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 + 0,5 l/ha)	A
	cycloxydime 100 g/l (Focus plus : 2 l/ha)	B
22	clomazon 360 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 + 0,5 l/ha)	A
	trifluspulfuron 50% (Safari: 120 g/ha)	B
23	clomazon 360 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 + 0,5 l/ha)	A
	propyzamide 400 g/l (Kerb 400 SC: 2,8 l/ha)	B
24	clomazon 360 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 + 0,5 l/ha)	A
	dimethenamide-p 720 g/l (Frontier elite: 0,5 l/ha)	B
25	clomazon 360 g/l + ethofumesaat 500 g/l (Centium 36 CS + Ethomat 500: 0,2 + 0,5 l/ha)	A
	clethodim 120 g/l (Select prim: 1 l/ha)	B

¹ De gebruikte gewasbeschermingsmiddelen zijn voor deze teelten niet erkend binnen de EU.

² Code A: voorkomst behandeling, code B: na-opkomst behandeling

Tabel B.7: Het aantal onkruiden/m² van de meest voorkomende onkruiden (d.w.z. > 30 onkruiden/m²) in de teelt van quinoa, weergegeven als het percentage t.o.v. de controle. Dit zijn de resultaten van de herbicidenscreening van quinoa in het tweede teeltjaar ('17).

Object	VO	NO	CHEAL ¹	ECHCG	SENVU	POLPE	MATCH	STEME	POLCO	Totaal ²
1	Controle	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2	benfluralin	-	124%	233%	100%	375%	220%	33%	67%	150%
3	isox.+clom.	-	93%	500%	67%	150%	60%	67%	189%	88%
4	chlor.+quinm.	-	76%	100%	22%	100%	0%	33%	56%	39%
5	chlor.+ethof.	-	50%	0%	22%	0%	60%	0%	56%	32%
6	chlorpr.+ethof.	-	86%	0%	89%	0%	0%	0%	67%	39%
7	clom.+ethof.	-	48%	300%	37%	200%	60%	0%	78%	48%
8	Chloridazon + ethofumesaat	fluazif.	100%	0%	22%	0%	0%	0%	50%	27%
9		clomaz.	29%	100%	22%	100%	0%	0%	33%	16%
10		cycloxy.	76%	0%	22%	100%	0%	0%	89%	34%
11		triflus.	38%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	16%
12		propyz.	29%	0%	22%	0%	0%	0%	167%	21%
13		dimeth.	38%	0%	22%	0%	0%	0%	125%	38%
14		clethod.	64%	0%	22%	200%	0%	33%	217%	54%
15	Isoxaben + clomazon	fluazif.	48%	0%	44%	0%	60%	0%	50%	36%
16		cycloxy.	133%	0%	22%	200%	60%	0%	200%	59%
17		triflus.	57%	0%	44%	0%	0%	33%	33%	36%
18		propyz.	79%	0%	56%	0%	60%	0%	50%	41%
19		dimeth.	114%	0%	22%	200%	60%	0%	111%	43%
20		clethod.	93%	0%	22%	0%	60%	0%	183%	50%
21		fluazif.	57%	0%	22%	100%	0%	33%	133%	43%
22	Clomazon + ethofumesaat	cycloxy.	100%	0%	56%	100%	0%	33%	100%	55%
23		triflus.	121%	100%	22%	100%	0%	100%	167%	61%
24		propyz.	79%	0%	0%	150%	60%	0%	33%	39%
25		dimeth.	129%	0%	22%	100%	60%	0%	33%	32%
26		clethod.	71%	0%	44%	300%	60%	0%	67%	36%
	Controle (planten/m ²)		7,0	2,0	9,0	2,0	3,3	6,0	6,0	28,0

¹ CHEAL = melganzevoet; ECHCG = hanenpoot; SENVU = kruiskruid; POLPE = perzikkruid; MATCH = kamille; STEME = muur; POLCO = zwaluwtong

² Totaal = het percentage van het totale aantal onkruiden t.o.v. de controle. Dit zijn bijgevolg ook de onkruiden die in mindere mate voorkwamen.

Tabel B.8: Het aantal onkruiden/m² van de meest voorkomende onkruiden (d.w.z. > 30 onkruiden/m²) in de teelt van quinoa, weergegeven als percentage t.o.v. de controle. Dit zijn de resultaten van de herbicidenscreening van quinoa in het derde teeltjaar ('18).

Object	VO	NO	Object	STEME ¹	CHEAL	SENVU	SOLNI	MERAN	Totaal ²
1	Controle		1	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2	Isoxaben + clomazon		2	0%	37%	67%	22%	0%	37%
3	Chloridazon + quinmerac		3	33%	37%	33%	22%	100%	38%
4	Chloridazon + ethofumesaat		4	17%	53%	0%	56%	120%	52%
5	Chloorprofam + ethofumesaat		5	8%	68%	83%	67%	160%	70%
6	Clomazon + ethofumesaat		6	0%	53%	33%	56%	40%	43%
7	Chloridazon + ethofumesaat	fluazif.	7	17%	26%	17%	0%	40%	22%
8		clomaz.	8	0%	37%	100%	67%	0%	32%
9		cycloxy.	9	17%	26%	17%	33%	40%	27%
10		triflus.	10	0%	37%	0%	11%	60%	20%
11		propyz.	11	0%	32%	17%	11%	20%	15%
12		dimeth.	12	0%	26%	33%	33%	20%	20%
13		clethod.	13	0%	42%	17%	78%	80%	37%
14	Isoxaben + clomazon	fluazif.	14	0%	58%	50%	78%	80%	55%
15		cycloxy.	15	0%	89%	67%	33%	20%	55%
16		triflus.	16	0%	63%	17%	56%	40%	38%
17		propyz.	17	0%	53%	17%	22%	60%	30%
18		dimeth.	18	0%	32%	33%	67%	80%	35%
19		clethod.	19	0%	37%	67%	44%	20%	35%
20	Clomazon + ethofumesaat	fluazif.	20	0%	32%	67%	33%	40%	28%
21		cycloxy.	21	0%	84%	0%	22%	60%	42%
22		triflus.	22	0%	95%	50%	33%	140%	57%
23		propyz.	23	0%	42%	50%	78%	20%	37%
24		dimeth.	24	0%	79%	50%	67%	20%	43%
25		clethod.	25	0%	37%	83%	44%	20%	32%
	Controle (planten/m²)			6	9,5	3	4,5	2,5	30

¹ STEME = muur; CHEAL = melganzevoet; SENVU = kruiskruid; SOLNI = zwarte nachtschade; MERAN = bingelkruid

² Totaal = het percentage van het totale aantal onkruiden t.o.v. de controle. Dit zijn bijgevolg ook de onkruiden die in mindere mate voorkwamen.

Tijdens het tweede en het derde teeltjaar werd er ook een wiedeoproef aangelegd voor de teelt van quinoa. In Tabel B.9 zijn het aantal onkruiden/m² van de meest voorkomende onkruiden na drie keer wiedegeffen in de teelt van quinoa weergegeven. Dit zijn resultaten uit het tweede teeltjaar ('17). In het derde teeltjaar ('18) werd het wiedegeffen voor drie objecten gecombineerd met een herbicidebehandeling. Een overzicht van de toegepaste objecten zijn weergegeven in Tabel B.10.

Tabel B.9: Het aantal onkruiden/m² van de meest voorkomende onkruiden (d.w.z. > 30 onkruiden/m²) na drie keer wiedegeen in de teelt van quinoa. De hoeveelheden zijn weergegeven in percentage t.o.v. de controle. Dit zijn de resultaten van de proef in het tweede teeltjaar (2017).

	CHEAL ¹	CIRAR	SENVU	Totaal ²
Controle	100%	100%	100%	100%
Wiedeg	17%	51%	23%	22%
Controle (planten/m²)	29	15,5	10	91

¹ CHEAL = melganzevoet; CIRAR = akkerdistel; SENVU = kruiskruid

² Totaal = het percentage van het totale aantal onkruiden t.o.v. de controle. Dit zijn bijgevolg ook de onkruiden die in mindere mate voorkwamen.

Tabel B.10: Overzicht van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in de wiedegeproef van quinoa in het derde teeltjaar (*18).

Object	Behandeling ¹	Toepassingscode ²
1	Negatieve controle	A
2	Positieve controle	B
3	dimethenamide-p 720 g/l (Frontier elite: 0,5 l/ha)	B
	clethodim 120 g/l (Select prim: 1 l/ha)	B
4	triflusalufuron-methyl 50% (Safari: 0,12 kg/ha)	B
	fluazifop-p-butyl 125 g/l (Fusilade max: 1,5 l/ha)	B
5	clomazon 360 g/l (Centium 36 SC: 0,25 l/ha)	B
	fluazifop-p-butyl 125 g/l (Fusilade max: 1,5 l/ha)	B

¹ De gebruikte gewasbeschermingsmiddelen zijn niet erkend binnen de EU voor deze teelten.

² Code A: geen onkruidbeheersing, code B: wiedegeen in het 5 bladstadium gevolgd door al of niet een naopkomst behandeling

Het aantal onkruiden/m² van de meest voorkomende onkruiden na drie keer wiedegeen in de teelt van quinoa van 2018 zijn weergegeven in Tabel B.11. De resultaten zijn weergegeven als percentage t.o.v. van de controle.

Tabel B.11: Het aantal onkruiden/m² van de meest voorkomende onkruiden (d.w.z. > 30 onkruiden/m²) na drie keer wiedegeen in de teelt van quinoa. De hoeveelheden zijn weergegeven in percentage t.o.v. de controle. Dit zijn de resultaten van de proef in het derde teeltjaar (*18).

Object	Behandeling	CHEAL ¹	SOLNI	STEME	GASPA	Totaal ²
1	Controle	100%	100%	100%	100%	100%
2	Wiedeg (Bio)	81%	67%	94%	120%	90%
3	Wiedeg + Frontier elite + select prim	94%	77%	112%	87%	85%
4	Wiedeg + Safari + Fusilade max	-	-	-	-	-
5	Wiedeg + Centium 36 SC + Fusilade max	84%	30%	50%	107%	67%
	Controle (planten/m²)	16	15	26	7,5	101

¹ CHEAL = melganzevoet; SOLNI = zwarte nachtschade; STEME = muur; GASPA = kaal knopkruid

² Totaal = het percentage van het totale aantal onkruiden t.o.v. de controle. Dit zijn bijgevolg ook de onkruiden die in mindere mate voorkwamen.

A.4.2. Herbicidenscreening teelt teff

Een overzicht van de verschillende objecten die meegenomen werden in de herbicidenscreening voor teff in het derde teeltjaar (2018), zijn weergegeven in Tabel B.12. In Tabel B.13 wordt vervolgens weergegeven welke de meest voorkomende onkruiden waren per object, o.b.v. één telling.

Tabel B.12: Overzicht van de toegepaste gewasbeschermingsmiddelen in de herbicidenscreening voor teff.

Object	Behandeling ¹	Toepassingscode ²
1	Capri (187 g/ha) (Pyroxsulam + cloquintocet-mexyl: 14 g + 14 g/ha)	B
2	Capri duo (198 g/ha) (Pyroxsulam + cloquintocet-mexyl + florasulam: 14 g + 14 g + 2,8 g/ha)	B
3	Banvel (0,6 l/ha) (Dicamba: 288 g/ha)	B
4	Primstar (1 l/ha) (Florasulam + fluroxypyr: 2,5 g + 100 g/ha)	B
5	Capri (93,5 g/ha) (Pyroxsulam + cloquintocet-mexyl: 7 g + 7 g/ha)	B
6	Allie (30 g/ha) (Metsulfuron methyl: 6 g/ha)	B
7	Capri (93,5 g) + Primstar (1 l/ha) (Pyroxsulam + cloquintocet-mexyl + florasulam + fluroxypyr: 7 g + 7 g + 2,5 g + 100 g)	B

¹ De gebruikte gewasbeschermingsmiddelen zijn voor deze teelt niet erkend binnen de EU

² Code B: na-opkomst behandeling

Tabel B.13: Overzicht van de gemiddelde onkruidbezetting per m² voor de meest voorkomende onkruiden (> 30 planten/m²) bij de teelt van teff.

Object	ECHCG ¹	ECHCG geremd ²	ECHCG %remming ²	CHEAL ³
1	51,2	13	50%	36,1
2	30,7	6	65%	51,4
3	67,7	22	45%	2,8
4	58,3	13	65%	13,9
5	48,0	12	45%	52,8
6	66,9	11	55%	19,4
7	10,5	4	55%	19,4

ECGH = hanenpoot; CHEAL = melganzevoet

¹ Ongeremde planten relatief t.o.v. controle in %

² Geremde planten/m² en % remming

³ Aantal planten relatief t.o.v. controle in %

A.5. Break-even en rendabiliteitsberekening oertarwes

Een overzicht van de volledige kostprijsberekening (met en zonder betalingsrecht) voor de oertarwes in zowel zomer- als winteruitbating zijn terug te vinden in respectievelijk Tabel B.14 en Tabel B.15.

Tabel B.14: Volledig overzicht van de berekening van de minimum break-even verkoopprijs oertarwes versus moderne tarwe in zomeruitbating. Deze berekening gebeurde o.b.v. de opbrengstgegevens van de proeven vanuit het Altergrain-project (2016 – 2018). De berekening is zowel met als zonder betalingsrecht weergegeven.

	Eenkoorn	Emmer	Khorasan	Moderne tarwe
Opbrengst				
Graanopbrengst (kg/ha) minimaal	2000	2600	1450	5600
Graanopbrengst (kg/ha) maximaal	4400	4700	2400	7900
stro-opbrengst (kg/ha)	2500	3500	3000	3500
stro-opbrengst (euro/ha)	200	280	240	280
betaalrecht (euro/ha)	450	450	450	450
Variabele kosten (/ha)				
Energiekost	50	50	50	50
Zaadgoed	290	327	1468	125
Meststoffen	91,6	125,7	83,1	125,7
Gewasbescherming				
Onkruidbeheersing	70,6	70,6	70,6	70,6
Groeiregulator	36,5	36,5	36,5	36,5
Insecticide	22,2	22,2	44,4	44,4
Fungicide	76,5	76,5	153	153
Loonwerk	213	213	213	213
Onthullen bij minimale opbrengst	240	208	0	0
Onthullen bij maximale opbrengst	528	376	0	0
Vaste kosten (/ha)	650	650	650	650
Vergoeding eigen arbeid (/ha)	250	250	250	250
Totale kosten bij minimale opbrengst(/ha)	1990,4	2029,5	3018,6	1718,2
Totale kosten bij maximale opbrengst(/ha)	2278,4	2197,5	3018,6	1718,2
Minimum break-even verkoopprijs/kg rekening houdend met betalingsrecht				
Bij de hoogste opbrengst	37	31	97	13
Bij de laagste opbrengst	67	50	161	18
Minimum break-even verkoopprijs/kg zonder rekening te houden met betalingsrecht				
Bij de hoogste opbrengst	47	37	116	18
Bij de laagste opbrengst	90	67	192	26

Tabel B.15: Volledig overzicht van de minimum break-even verkoopprijs oertarwes versus moderne tarwe in winteruitbating. Deze berekening gebeurde o.b.v. de opbrengstgegevens van de proeven vanuit het Altergrain-project (2016 – 2018). De berekening is zowel met als zonder betalingsrecht.

	Eenkoorn	Emmer	Moderne tarwe
Opbrengst			
Graanopbrengst (kg/ha) minimaal	3000	4000	7000
Graanopbrengst (kg/ha) maximaal	5500	7000	10000
stro-opbrengst (kg/ha)	2500	4000	4000
stro-opbrengst (euro/ha)	200	320	320
betaalrecht (euro/ha)	450	450	450
Variabele kosten			
Energiekost	50	50	50
Zaadgoed	290	327	125
Meststoffen	100	143	194
Gewasbescherming			
Onkruidbeheersing	85,9	85,9	85,9
Groeiregulator	36,5	36,5	36,5
Insecticide	22,2	22,2	44,4
Fungicide	76,5	153	153
Loonwerk	213	213	213
Onthullen bij minimale opbrengst	360	320	0
Onthullen bij maximale opbrengst	660	560	0
Vaste kosten (/ha)	650	650	650
Vergoeding eigen arbeid (/ha)	250	250	250
Totale kosten bij minimale opbrengst(/ha)	2134,1	2250,6	1801,8
Totale kosten bij maximale opbrengst(/ha)	2434,1	2490,6	1801,8
Minimum break-even verkoopprijs/kg rekening houdend met betalingsrecht			
Bij de hoogste opbrengst	32	25	10
Bij de laagste opbrengst	49	37	15
Minimum break-even verkoopprijs/kg zonder rekening te houden met betalingsrecht			
Bij de hoogste opbrengst	41	28	15
Bij de laagste opbrengst	64	48	21

A.6. Rendabiliteitsanalyse pseudogranen

Het volledige overzicht van de rendabiliteitsanalyse van quinoa onder een gangbare en biologische uitbating zijn terug te vinden in respectievelijk Tabel B.16 en Tabel B.17.

Tabel B.16: Rendabiliteitsanalyse voor de teelt van quinoa onder een gangbare uitbating.

	euro/ha
Opbrengst	
Quinoa-opbrengst (kg/ha) minimaal (netto)	700,0
Quinoa -opbrengst (kg/ha) maximaal (netto)	2100,0
Verkoopprijs (euro/ha) minimaal (bij 1 euro/kg)	700,0
Verkoopprijs (euro/ha) maximaal (bij 1 euro/kg)	2100,0
Variabele kosten (/ha)	
Energiekost	50,0
Zaadgoed	100,0
Meststoffen	208,7
Gewasbescherming	
Chemische onkruidbeheersing	119,0
Loonwerk (dorsen)	150,0
Droogkosten bij 30% vocht bij minimale opbrengst	25,5
Droogkosten bij 30% vocht bij maximale opbrengst	76,4
Variabele kosten (/ha) minimaal	653,2
Variabele kosten (/ha) maximaal	704,1
Bruto saldo (/ha) (minimaal)	46,8
Bruto saldo (/ha) (maximaal)	2053,2
Vaste kosten (/ha)	550,0
Totale kosten (/ha) minimaal	1203,2
Totale kosten (/ha) maximaal	1254,1
Arbeidsinkomen bij minimale opbrengst(/ha)	-503,2
Arbeidsinkomen bij maximale opbrengst(/ha)	1503,2

Tabel B.17: Rendabiliteitsanalyse van de teelt van quinoa onder een biologische uitbating.

	euro/ha
Opbrengst	
Quinoa-opbrengst (kg/ha) minimaal (netto)	700,0
Quinoa -opbrengst (kg/ha) maximaal (netto)	2100,0
Verkoopprijs (euro/ha) minimaal (bij 1,4 euro/kg)	980,0
Verkoopprijs (euro/ha) maximaal (bij 1,4 euro/kg)	2940,0
Variabele kosten (/ha)	
Energiekost	50,0
Zaadgoed	100,0
Meststoffen	100,0
Gewasbescherming	
Mechanische onkruidbeheersing	200,0
Loonwerk (dorsen)	150,0
Droogkosten bij 30% vocht bij minimale opbrengst	25,5
Droogkosten bij 30% vocht bij maximale opbrengst	76,4
Variabele kosten (/ha) minimaal	625,5
Variabele kosten (/ha) maximaal	676,4
Bruto saldo (/ha) (minimaal)	354,5
Bruto saldo (/ha) (maximaal)	2585,5
Vaste kosten (/ha)	550,0
Totale kosten (/ha) minimaal	1175,5
Totale kosten (/ha) maximaal	1226,4
Arbeidsinkomen bij minimale opbrengst(/ha)	-195,5
Arbeidsinkomen bij maximale opbrengst(/ha)	2035,5

Bijlage B: Technologische eigenschappen

B.1. Pellen

Onderstaand zijn de adressen en contactgegevens terug te vinden van de verschillende firma's die speltellers verkopen en van landbouwers, molens of andere kleine ondernemingen die een spelteller ter beschikking hebben die ook door derden kan gebruikt worden. Deze gegevens zijn gedeeltelijk overgenomen uit de "Praktijkgids biologische spelt" van Inagro (Dewaele, 2015) en zijn verder aangevuld met eigen contacten.

Firma's waar speltellers te koop zijn.

Multi Service Elevage (Fr)	Type D250 (100kg/u) of type D800 (300 kg/u) Gecombineerde opstelling incl. pellen, schonen en zeven http://www.multi-service-elevage.fr/fr/
Horn Technic (Dui)	Type DVC 2 (tot 1300 kg/u) Gecombineerde opstelling incl. pellen, schonen, zeven en sorteren (ook geschikt voor zacht pellen) Ook geschikt voor het pellen van eenkoorn https://www.horn-technic.de/
Heger (Dui)	Type DS (3 modellen: 150 – 2500 kg/u) Enkel pellen (ook geschikt voor zacht pellen) http://www.heger-recycling.de/
JK Machinery (Dui)	Type KMPP 300 (200 – 500 kg/u) Pellen en schonen https://www.jk-machinery.cz/

Landbouwers, molens en andere kleine ondernemingen die in bezit zijn van een spelteller die voor derden kan gebruikt worden. Indien ze in staat zijn om eenkoorn te pellen, staat dit hier ook vermeld.

François Ongenaert	Bralstraat 3, 9130 Verrebroek Tel. 03 773 43 90 f.ongenaert@skynet.be Biologisch
Francis Dumortier	Roussellerie 101, 7712 Herseaux Tel. 05 633 12 72 info@laroussellerie.be Biologisch
Albert Ancion SPRL	Rue de Montigny 29, 4217 Héron Tel. 085 74 17 61 xavier.mauroy@skynet.be Kan ook eenkoorn pellen Biologisch (pelt ook niet biologisch graan)
Fayt-Carlier	Rue des Déportés 24, 6120 Jamioulx Tel. 071 21 31 71 faytcarlier@skynet.be Kan ook eenkoorn pellen Biologisch

Molens Vermeulen	Geraardsbergsesteenweg 212, 9860 Oosterzele Tel. 09 362 52 37 Kan ook eenkoorn pellen
Colombie Agro Solutions	Leystraat 3, 9772 Wannegem-Lede Tel. 0497 25 90 66 boer@colombie.be www.boercolombie.be Kan ook eenkoorn pellen
Flietermolen	Flieterkouter 43A, 1570 Tollembeek Tel. 0495 50 19 19 info@flietermolen.be www.flietermolen.be Kan ook eenkoorn vermalen tot bloem Biologisch
Maalderij Baeten	Eeckhoutstraat 12, 9310 Aalst Tel. 052 35 52 70
Loverix NV	Wilgenstraat 37, 3700 Tongeren Tel. 012 23 16 51 info@loverix.eu www.loverix.eu
De Lexhy B.V.	Urmonderbaan 7, 6167 RD Geleen Nederland Tel. +31 65 15 97 995 dieren@delexhy.nl www.delexhy.nl Biologisch
Poldergraan B.V.	Noorderbaan 91, 8256 PP Biddinghuizen Nederland Tel. 0321 745 008 info@poldergraan.nl www.poldergraan.nl
Molen Zeldenrust	Kerkdijk 19, 4927 BG Hooge Zwaluwe Nederland info@molenzeldenrust.nl www.moldenzeldenrust.nl
Agri-CPS	Place Usine 1, 60120 Bonneuil-les-Eaux Frankrijk Tel. +33 3 44 48 46 87 Biologisch

B.2. Scheiden

In Tabel B.18 zijn de meest optimale instellingen voor de boven- en onderzeef en de aspiratie van het scheidingsmachine in de maalderij van UGent weergegeven. Voor emmer en khorasan werden bevredigende resultaten verkregen, voor eenkoorn zouden echter extra testen uitgevoerd moeten worden met andere zeefgroottes.

Tabel B.18: Instellingen voor de boven- en onderzeef en de aspiratie van het scheidingsmachine in het laboratorium van graantechnologie aan de UGent. De instellingen werden nagegaan voor de oertarwes eenkoorn, emmer en khorasan en de referentietarwe Tybalt.

Graansoort	Eenkoorn ³	Emmer	Khorasan	Tybalt
Bovenzeef (mm) ¹	2,5	3,5	4	4
Onderzeef (mm)	2	2	2	2
Aspiratiestand (0 – 10)	2,5	2	4,5 – 5	4
Reinigingsrendement (%)	45	67	90	96
Doorval (%) ²	17	11	3	1
Geaspireerd kaf (%)	13	7	6	1

¹ Voor de bovenzeef was er de keuze tussen een zeef van 2,5; 3,5 of 4 mm.

² Doorval van te kleine en gebroken korrels, wat zorgt voor een extra verlies aan opbrengst.

³ Voor eenkoorn zouden bijkomende testen met extra zeefgroottes wenselijk zijn.

B.3. Vermalen

In Tabel B.19 worden de verschillende fracties en het rendement na vermaling met de Bühler vermaler van de UGent weergegeven voor de oertarwes eenkoorn (Cruydhoeck eenkoorn), emmer (Bijlsma emmer) en khorasan (Kamut). Ook de vermalingseigenschappen van de referentietarwe Tybalt zijn weergegeven. Elk van deze granen werden vermalen aan de standaardinstellingen voor reguliere tarwe.

Tabel B.19: Overzicht van de verschillende fracties en het rendement na vermaling voor de granen eenkoorn, emmer, khorasan en Tybalt met de instellingen van de walsen zoals deze toegepast worden voor het vermalen van reguliere tarwe.

Tarwe-soort	Massa voor vermalen (g)	Vermaal-snelheid (kg/u)	%B1 ¹	%B2	%B3	%C1 ²	%C2	%C3	%B	%C	%B+C	%zemel-bloem	%kriel-bloem	%zemelbl.+krielbl. ³
Tybalt	8,242	6,6	12	6	2	34	29	12	19	74	94	2,7	3,6	6
Bijlsma emmer	5,950	7,9	5	6	1	32	34	16	11	82	94	1,6	4,7	6
Kamut	8,423	3,6	4	3	1	25	38	24	8	87	94	0,7	4,9	6
Cruydh. eenkoorn	7,164	2,7	12	12	6	27	18	9	31	54	85	8,9	5,9	15

¹ B1, B2 en B3 = de drie breekwalsen

² C1, C2 en C3 = de drie gladwalsen

³ zemelbl. = zemelbloem; krielbl. = krielbloem

Aan de hand van de resultaten van Tabel B.19 kan men zien dat indien men verschillende graansoorten vermaalt met eenzelfde instellingen, er heel andere soorten bloem worden verkregen. Zo bleek het vermalingsrendement (maalrendement = gewicht na vermaling/startgewicht korrels) van eenkoorn na het passeren van de drie breekwalsen bijna 3 keer zoveel bloem te bevatten als emmer en bijna 4 keer zoveel als khorasan. Het verschil met Tybalt bedroeg 12%. Ook het verschil in het maalrendement na de gladwalsen was groot tussen eenkoorn en de drie andere graansoorten. De uiteindelijke hoeveelheid bloem dat na het passeren van de zes walsen overbleef (%B+C) was voor de granen Tybalt, Bijlsma emmer en Kamut exact evenveel, en lag voor Cruydhoeck eenkoorn 9% lager. Dit verschil kan uiteindelijk teruggebracht worden in een hogere fractie aan zemelbloem voor eenkoorn.

Bijlage C: Nutritionele waarden

In Tabel B.20 is een overzicht weergegeven van de toegepaste methoden voor elk van de nutritionele analyses die uitgevoerd zijn op zowel korrels als op brood.

Tabel B.20: Overzicht van de toegepaste methodieken voor iedere uitgevoerde analyse. Ook de laboratoria waar deze analyses zijn uitgevoerd zijn weergegeven.

Analyse		Methode	Laboratorium
Droge stof (DS)		Afgeleid uit NF ISO 6496	La Hulpe
Ruw eiwit (N x 6,25) (RE)		NF EN ISO 16634-1	La Hulpe
Vetgehalte		ISO 6492 – categorie B	Carah
Ruwe as		Calcineren aan 450°	La Hulpe
Celstof		Scharrer en Kürschner	La Hulpe
Overige koolhydraten (KH)		Berekende waarde (KH = DS – ruwe as – celstof – RE)	La Hulpe
Vezelgehalte		AOAC 991.43	ECCA
Mineralen		Meting met ICP-AES: ISO 11885	LCA
Vitaminen	vitB1	NBN EN 14122	LCA
	vitB2	NBN EN 14152	LCA
	vitB6	NBN EN 14164	LCA
	vitE	NBN EN 12822	LCA
Totale fenolische capaciteit		Folin-Ciocalteu methode	Eigen uitvoering in labo Gent

C.1. Korreleigenschappen

C.1.1. Hoofdnutriënten

In Tabel B.21 is de uitgebreide versie van Tabel 1 weergegeven. Op basis van de data beschikbaar in deze tabel zijn verschillende statistische analyses uitgevoerd geweest (zie C.1.2. Statistische analyse van de hoofdnutriënten in de korrel).

Tabel B.21: Uitgebreide versie van Tabel 1.

Locatie ¹	Jaar	Gewas	Ras	[g/100g DS]			
				Eiwit	As	Vet	VKH ²
Bot	2016	Moderne tarwe	Tybalt	13,5	2,2	2,4	68,4
Bot	2016	Eenkoorn	Terzino	17,0	3,2	4,7	62,5
Bot	2016	Eenkoorn	Ebner's	19,0	3,6	3,9	60,9
Bot	2016	Eenkoorn	Prime	18,7	3,3	4,0	61,2
Bot	2016	Eenkoorn	Cruythoeck	19,2	3,7	3,8	60,7
Bot	2016	Emmer	Bijlsma	16,9	3,1	3,2	65,9
Bot	2016	Emmer	Landgoud	17,4	3,5	3,3	64,8
Bot	2016	Emmer	Farvento	16,8	3,0	2,5	66,8
Bot	2016	Emmer	Bruinkafzomer	16,6	3,1	3,2	66,2
Bot	2016	Emmer	Witte	16,4	3,4	3,7	65,6
Bot	2016	Khorasan	Kamut 1	17,5	2,8	2,4	65,1
Bot	2016	Khorasan	Kamut 2	17,6	2,7	2,2	65,4
Bot	2016	Teff	Cruythoeck	12,6	4,3	3,3	67,4
Bot	2016	Teff	Ducrettet	13,9	2,8	3,5	67,4
Bot	2016	Teff	Mill&Mix	12,4	3,0	4,2	68,1
Bot	2016	Boekweit	Vreeken	12,6	2,2	3,4	69,6
Bot	2016	Boekweit	Sarrazin, blé noir	12,5	2,2	4,3	68,8

				[g/100g DS]			
Bot	2016	Boekweit	Bingenheimer	17,5	2,5	3,6	64,3
Bot	2016	Boekweit	Ducrettet	13,1	2,2	3,6	69,0
Bot	2016	Boekweit	Cruythoeck	12,2	2,0	3,4	70,3
Bot	2016	Boekweit	La Harpe	14,4	2,2	3,7	67,5
Bot	2016	Amarant	Aztek	15,2	3,5	7,3	59,3
Bot	2016	Amarant	Hypochondriacus	17,3	3,8	7,3	56,8
Bot	2016	Amarant	Centurion	15,3	3,1	7,0	59,9
Bot	2016	Amarant	Green cascade	15,0	2,9	7,3	60,1
Melle	2015	Quinoa	Jessie	17,5	4,0	10,1	54,4
Koks	2016	Moderne tarwe	Tybalt	11,1	1,8	2,7	70,8
Koks	2016	Eenkoorn	Terzino	14,6	2,8	4,4	65,5
Koks	2016	Eenkoorn	Ebner's	16,3	3,3	4,2	63,6
Koks	2016	Eenkoorn	Cruythoeck	16,6	3,4	3,9	63,4
Koks	2016	Emmer	Landgoud	16,1	3,4	3,1	66,3
Koks	2016	Emmer	Farvento	15,8	3,3	2,9	66,9
Koks	2016	Emmer	Bruinkafzomer	15,9	3,3	3,3	66,6
Koks	2016	Emmer	Witte	16,2	3,2	3,2	66,5
Koks	2016	Khorasan	Kamut 1	18,4	2,6	3,6	63,2
Koks	2016	Khorasan	Kamut 2	17,7	2,6	3,9	63,6
Koks	2016	Teff	Cruythoeck	11,0	3,1	3,4	70,2
Koks	2016	Teff	Ducrettet	11,6	2,7	3,3	70,1
Koks	2016	Teff	Mill&Mix	10,9	2,8	3,6	70,3
Koks	2016	Boekweit	Vreeken	15,1	4,0	2,7	66,1
Koks	2016	Boekweit	Sarrazin, blé noir	14,1	5,9	3,6	64,3
Koks	2016	Boekweit	Bingenheimer	14,3	3,0	3,5	67,1
Koks	2016	Boekweit	Cruythoeck	16,3	8,1	3,8	59,7
Koks	2016	Boekweit	La Harpe	13,8	3,4	3,5	67,2
Nieu	2016	Teff	Cruythoeck	10,9	3,0	3,1	70,6
Nieu	2016	Teff	Ducrettet	11,0	2,9	3,4	70,4
Nieu	2016	Teff	Mill&Mix	10,6	3,0	3,6	70,6
Bot	2017	Moderne tarwe	Tybalt	14,8	1,9	2,7	67,1
Bot	2017	Eenkoorn	Terzino	20,3	2,8	4,5	59,7
Bot	2017	Eenkoorn	Ebner's	19,7	2,3	4,4	61,0
Bot	2017	Eenkoorn	Cruythoeck	21,1	2,7	4,0	59,5
Bot	2017	Emmer	Bijlsma	21,1	2,7	3,8	61,4
Bot	2017	Emmer	Landgoud	20,8	2,5	2,8	62,9
Bot	2017	Emmer	Farvento	21,5	2,5	2,9	62,1
Bot	2017	Emmer	Bruinkafzomer	20,4	2,7	3,9	62,1
Bot	2017	Emmer	Witte	19,9	2,5	4,4	62,2
Bot	2017	Khorasan	Kamut 1	20,2	2,0	3,0	62,6
Bot	2018	Moderne tarwe	Tybalt	11,8	2,1	3,4	82,7
Bot	2018	Eenkoorn	Terzino	15,7	2,3	3,0	79,0
Bot	2018	Eenkoorn	Ebner's	14,9	2,1	3,9	79,1
Bot	2018	Emmer	Bijlsma	15,7	2,4	3,5	78,4
Bot	2018	Emmer	Landgoud	16,1	2,5	2,5	78,9
Bot	2018	Emmer	Farvento	19,3	2,7	3,9	74,1
Bot	2018	Emmer	Witte	15,2	2,3	3,5	78,9

				[g/100g DS]			
Bot	2018	Khorasan	Kamut	14,4	2,0	2,7	80,9
Geer	2018	Moderne tarwe (bio)	Tybalt	10,9	1,8	3,6	83,7
Geer	2018	Eenkoorn (bio)	Terzino	17,4	2,1	3,9	76,6
Geer	2018	Eenkoorn (bio)	Ebner's	16,6	2,0	2,5	78,9
Geer	2018	Emmer (bio)	Landgoud	15,8	2,4	3,8	78,0
Geer	2018	Emmer (bio)	Witte	15,4	2,6	2,6	79,4
Geer	2018	Khorasan (bio)	Kamut	16,4	2,0	3,7	78,0
Bot	2018	Moderne tarwe (winter)	Mentor	11,8	1,6	3,2	83,3
Bot	2018	Eenkoorn (winter)	Terzino	17,9	2,8	3,1	76,2
Bot	2018	Eenkoorn (winter)	Ebner's	16,0	2,6	2,8	78,6
Bot	2018	Emmer (winter)	Farvento	15,4	2,4	3,5	78,7
Bot	2018	Emmer (winter)	Roter heidfelder	14,0	2,2	3,7	80,1
Bot	2018	Emmer (winter)	Winter	16,1	2,4	2,2	79,3
Bot	2018	Emmer (winter)	Spähts Albjuwel	14,6	2,4	4,0	79,1

¹ Bot = Bottelare; Koks = Koksijde; Nieu = Nieuwenhove; Geer = Geeraardsbergen

² VKH = verteerbare koolhydraten. Dit is een berekende waarde, geen geanalyseerde

C.1.2. Statistische analyse van de hoofdnutriënten in de korrel

De statistische analyse gebeurde aan de hand van het statistisch programma IBM SPSS Statistics 20. De analyse van de hoofdnutriënten in de korrel gebeurde zowel op basis van jaar, locatie als gewas. Voor de analyse van de verschillen in hoofdnutriënten o.b.v. jaar zijn er data beschikbaar van drie opeenvolgende teeltjaren, allen afkomstig van Bottelare voor de gewassen eenkoorn en emmer. Voor deze analyse werd een ANOVA uitgevoerd voor ieder gewas, met één onafhankelijke variabele (jaartal) en vier afhankelijke variabelen (eiwit, verteerbare KH, vet en as). De resultaten van deze analyse zijn terug te vinden in Tabel B.22.

Tabel B.22: Resultaten van de significante verschillen in hoofdnutriënten in de korrel van eenkoorn en emmer o.b.v. teeltjaar. Hiervoor werd data gebruikt uit drie opeenvolgende teeltjaren ('16 – '18) uit Bottelare. Zowel de gemiddelde waarde voor elk hoofdnutriënt is weergegeven per gewas alsook de significantie. Het verschil wordt als significant beschouwd indien P-waarde < 0,05.

		2016		2017		2018	
		% DS	Sign. ¹	% DS	Sign.	% DS	Sign.
Eenkoorn	Eiwit	18,5	a	20,4	a	16,2	b
	As	3,5	a	2,6	b	2,4	b
	Vet	4,1	a	4,3	a	3,9	a
	VKH²	61,3	a	60,1	a	77,6	b
Emmer	Eiwit	16,8	a	20,7	b	15,8	a
	As	3,2	a	2,6	b	2,4	b
	Vet	3,2	a	3,5	a	3,3	a
	VKH	65,9	a	62,1	b	78,5	c

¹ Sign. = de waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (P-waarde < 0,05). Dit is bekeken per gewas (per rij).

² VKH = verteerbare koolhydraten

Uit Tabel B.22 wordt duidelijk dat de significante verschillen o.b.v. teeltjaar afhangen van het nutriënt en het gewas. Voor emmer is er voor het eiwit- en VKH-gehalte een significant verschil terug te vinden tussen de jaren '16 – '17 en '18. Voor het asgehalte is het significante verschil net terug te vinden tussen '16 en '17 – '18. Dit is ook het geval voor emmertarwe. Voor het vetgehalte bij emmer verschilt het gehalte in '17 significant van de waarden uit '16 en '18. Voor het gehalte aan verteerbare koolhydraten, zijn de waarden van de drie opeenvolgende jaren significant verschillend. Bij zowel emmer als bij eenkoorn is er geen significant verschil terug te vinden tussen de vetgehalten van de granen uit de drie verschillende jaren.

Omwille van deze significante verschillen zal bij de analyse van de hoofdnutriënten op basis van locatie enkel de data uit 2016 gebruikt worden om een vergelijking tussen de twee locaties (Bottelare en Koksijde) te maken. Voor teff is er uit dit jaar ook data beschikbaar uit Nieuwenhove en zal er bijgevolg een vergelijking gemaakt worden tussen de drie locaties. Voor teff zal de analyse gebeuren aan de hand van een ANOVA, voor de andere gewassen zal er gebruik gemaakt worden van de "Independent Sample t-test". De resultaten zijn weergegeven in Tabel B.23.

Tabel B.23: Resultaten van de significante verschillen in hoofdnutriënten in de korrel o.b.v. locatie (bodemtype). Hiervoor werd de data uit 2016 gebruikt, afkomstig uit Bottelare, Koksijde en Nieuwenhove (enkel voor teff). Zowel de gemiddelde waarde voor elk hooftnutriënt is weergegeven per gewas alsook de significantie. Het verschil wordt als significant beschouwd indien P-waarde < 0,05.

		Bottelare		Koksijde		Nieuwenhove	
		% DS	Sign. ¹	% DS	Sign.	% DS	Sign.
Eenkoorn	Eiwit	18,5	a	15,8	b		
	As	3,5	a	3,2	a		
	Vet	4,1	a	4,2	a		
	VKH²	61,3	a	64,1	b		
Emmer	Eiwit	16,8	a	16,0	b		
	As	3,2	a	3,3	a		
	Vet	3,2	a	3,1	a		
	VKH	65,9	a	66,6	a		
Khorasan	Eiwit	17,5	a	18,1	a		
	As	2,7	a	2,6	a		
	Vet	2,3	a	3,8	b		
	VKH	65,2	a	63,4	b		
Teff	Eiwit	12,9	a	11,2	b	10,8	b
	As	3,4	a	2,9	a	2,9	a
	Vet	3,7	a	3,4	a	3,4	a
	VKH	67,7	a	70,2	b	70,5	b
Boekweit	Eiwit	13,7	a	14,7	a		
	As	2,2	a	4,9	b		
	Vet	3,7	a	3,4	a		
	VKH	68,3	a	65,9	a		

¹ Sign. = de waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (P-waarde < 0,05). Dit is bekeken per gewas (per rij).

² VKH = verteerbare koolhydraten

Uit Tabel B.23 wordt duidelijk dat er significante verschillen aanwezig zijn in de gehalten van de hoofdnutriënten van een bepaald gewas, afhankelijk van de locatie. De significante verschillen zijn voornamelijk terug te vinden in het eiwitgehalte (eenkoorn, emmer en teff) en het gehalte aan verteerbare koolhydraten (eenkoorn, khorasan en teff). Voor het asgehalte is er enkel voor boekweit een significant verschil tussen Bottelare en Koksijde. En ook voor het vetgehalte is er enkel voor khorasan een significant verschil terug te vinden tussen de twee locaties.

Tenslotte werden de verschillen in hoofdnutriënten tussen de gewassen nagegaan op basis van de data verkregen in 2016. De analyse werd zowel uitgevoerd voor de data afkomstig uit Bottelare alsook deze afkomstig uit Koksijde. Hiervoor werd een ANOVA uitgevoerd. De resultaten zijn terug te vinden in Tabel B.24.

Tabel B.24: Resultaten van de significante verschillen in hoofdnutriënten in de korrel o.b.v. gewas per locatie (Bottelare en Koksijde). Hiervoor werd de data uit 2016 gebruikt. Zowel de gemiddelde waarde voor elk hoofdnutriënt is weergegeven per gewas alsook de significantie. Het verschil wordt als significant beschouwd indien P-waarde < 0,05.

Bottelare								
	Eiwit		As		Vet		VKH²	
	% DS	Sign. ¹	% DS	Sign.	% DS	Sign.	% DS	Sign.
Eenkoorn	18,5	a	3,4	a	4,1	a	61,3	ac
Emmer	16,8	a	3,2	a	3,2	ab	65,9	b
Khorasan	17,5	ac	2,7	ac	2,3	b	65,2	ab
Teff	12,9	b	3,4	a	3,7	a	67,7	b
Boekweit	13,7	bc	2,2	bc	3,7	a	68,3	b
Amarant	15,7	ab	3,3	a	7,2	c	59,0	c
Koksijde								
	Eiwit		As		Vet		VKH²	
	% DS	Sign. ¹	% DS	Sign.	% DS	Sign.	% DS	Sign.
Eenkoorn	15,8	ac	3,2	a	4,2	a	64,1	a
Emmer	16,0	ac	3,3	a	3,1	b	66,6	ab
Khorasan	18,1	a	2,6	a	3,8	ab	63,4	a
Teff	11,2	b	2,9	a	3,4	ab	70,2	b
Boekweit	14,7	c	4,9	a	3,4	ab	64,9	a

¹ Sign. = de waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (P-waarde < 0,05). Dit is bekeken per hoofdnutriënt (per kolom).

² VKH = verteerbare koolhydraten

In Bottelare werden de meest verschillende waarden teruggevonden voor het vetgehalte, eiwitgehalte en het gehalte aan verteerbare koolhydraten. Voor het vetgehalte is het amarant dat met zijn 7,2% boven de rest uitschiet. Voor het eiwitgehalte zijn het eenkoorn, emmer, khorasan en amarant die gekenmerkt worden met de hoogste waarden. Voor de verteerbare koolhydraten hebben emmer, khorasan, teff en boekweit de hoogste gehalten.

Voor Koksijde zijn er geen waarden van amarant, en is er bijgevolg geen groot verschil op te merken in het vetgehalte tussen de verschillende gewassen. Voor het eiwitgehalte zijn het net als in Bottelare eenkoorn, emmer en khorasan met de hoogste waarden en voor het gehalte aan verteerbare koolhydraten zijn het emmer en boekweit die er bovenuit schieten. Voor het asgehalte zijn er geen significante verschillen terug te vinden.

C.1.3. Vitaminen en mineralen

In Tabel B.25 is de uitgebreide versie van Tabel 2 weergegeven. Op basis van de data beschikbaar in deze tabel is de statistische analyse uitgevoerd geweest (zie C.1.4. Statistische analyse van de mineralen en vitaminen in de korrel).

Tabel B.25: Uitgebreide versie van Tabel 2.

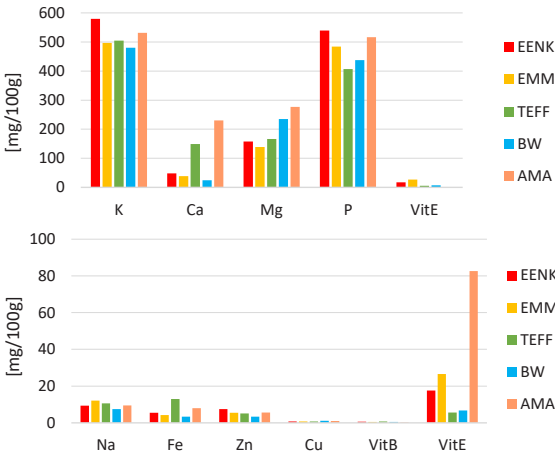
		[mg/100g DS]																		
Gewas	Ras	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	vitB1	vitB2	vitB6	vitEα	vitEβ	vitEγ	vitEδ				
Referentietarwe	Tybal	9,7	465	33,0	115	396	3,7	4,0	0,5	0,50	<0,09	<0,10	8,7	16,8	<0,07	<0,03				
	Enkoorn	7,9	555	46,6	141	470	4,4	6,6	0,9	0,29	0,09	0,11	7,9	17,3	0,07	0,03				
	Enkoorn	9,3	624	48,3	172	586	6,6	8,3	0,7	0,59	0,09	0,11	5,9	7,6	0,07	0,03				
Enkoorn	Cruydhoeck	10,9	560	48,9	159	562	5,4	7,3	0,7	0,35	0,09	0,10	4,8	8,9	0,07	0,03				
Emmer	Bijlsma	9,8	511	36,6	140	496	4,1	5,3	0,6	0,26	0,09	0,10	8,6	19,3	0,07	0,03				
Emmer	Landgoud	11,6	485	38,7	131	473	3,9	5,4	0,5	0,23	0,09	0,10	6,8	16,7	0,07	0,03				
Emmer	Farvento	17,5	470	36,8	134	449	3,9	4,9	1,0	0,44	0,09	0,10	5,3	9,2	0,07	0,03				
Emmer	Bruinkafzomer	12,5	512	41,1	136	493	4,3	5,7	0,8	0,46	0,09	0,10	7,5	19,8	0,07	0,03				
Emmer	Witte	9,0	504	41,7	151	509	4,6	6,2	0,7	0,33	0,09	0,10	10,9	28,1	0,07	0,03				
Khorasan	Kamut 1	14,4	528	50,0	131	457	4,2	6,2	0,5	0,32	0,11	<0,10	5,5	8,2	<0,07	<0,03				
Teff	Cruydhoeck	9,4	517	150	168	395	21,4	5,2	0,8	0,49	0,12	0,10	0,5	0,4	4,70	0,25				
Teff	Ducrottet	11,8	504	145	167	419	8,3	4,9	0,7	0,69	0,14	0,10	0,5	0,5	3,93	0,48				
Teff	Mill&Mix	10,5	494	153	164	406	9,2	5,2	0,8	0,48	0,12	0,10	0,5	0,6	3,98	0,28				
Boekweit	Vreeken	9,0	479	23,6	240	441	3,5	3,3	0,8	0,11	0,14	0,15	1,1	0,4	4,52	0,93				
Boekweit	Sarrazin, bié noir	9,5	469	22,3	236	440	3,3	3,2	0,9	0,14	0,14	0,14	1,1	0,3	4,50	0,96				
Boekweit	Bingenheimer	7,5	506	23,3	231	439	3,3	3,5	1,0	0,14	0,14	0,16	1,3	0,3	4,79	0,97				
Boekweit	Ducrottet	5,9	484	23,8	229	427	3,4	3,3	1,2	0,14	0,15	0,16	1,2	0,3	4,59	1,01				
Boekweit	Cruydhoeck	7,2	474	27,6	236	449	3,1	3,3	1,8	0,09	0,14	0,16	1,0	0,2	4,02	0,85				
Boekweit	La harpe	6,1	471	24,3	236	432	3,3	3,4	0,8	0,25	0,14	0,17	1,0	0,1	4,12	0,81				
Amarant	Aztek	10,7	508	243	280	570	7,4	5,2	0,8	0,05	0,11	0,10	6,8	54,5	0,16	2,46				
Amarant	Hypochondriacus	9,4	582	325	295	515	8,8	6,4	0,8	0,05	0,09	0,10	6,8	69,5	0,07	0,87				
Amarant	Centurion	9,2	538	185	277	510	8,5	5,6	0,9	0,05	0,14	0,10	1,9	85,3	0,10	8,56				
Amarant	Green Cascade	8,8	499	167	255	472	7,0	5,0	1,2	0,05	0,16	0,10	1,8	82,4	0,11	9,06				
Quinoa	Jessie	7,7	814	47,0	194	437	5,9	3,7	0,7	<0,05	0,34	0,13	32,3	3,1	2,20	0,39				

C.1.4. Statistische analyse van de mineralen en vitaminen in de korrel

In Tabel B.26 zijn de resultaten van de statistische analyse op de mineralen en vitaminen in de korrel weergegeven. Bij deze analyse werd er gekeken naar de verschillen in de gehalten van elk van de vitaminen en mineralen binnen de verschillende gewassen (eenkoorn, emmer, teff, boekweit en amarant). Uit deze resultaten kan er opgemaakt worden dat voor de macromineralen (Ca, K, Mg en P) amarant steeds de hoogste of tweede hoogste waarden bezit. Deze waarden verschillen ook steeds significant met minstens twee, maar meestal drie waarden van de andere gewassen. Voor de micromineralen (Cu, Zn, Fe en Na) worden de hoogste waarden voornamelijk teruggevonden bij de pseudogranen. Zn en Na vormen hier echter een uitzondering op, aangezien de hoogste waarden respectievelijk terug te vinden zijn in eenkoorn en emmer. Deze verschillen zijn echter niet steeds significant. Voor de vitaminen werd er gekeken naar de som van de verschillende soorten vitamines B (vitB1 + vitB2 + vitB6 = vitB) en vitamines E (vitEα + vitEβ + vitEγ + vitEδ = vitE). Ook hier zijn de grootste waarden terug te vinden in de pseudogranen teff en amarant voor de waarden van respectievelijk vitB en vitE.

In Figuur B.1 worden de verschillen in gehalten aan vitaminen en mineralen in de korrel grafisch weergegeven per gewas.

Figuur B.1: Grafische voorstelling van de gehalten aan vitaminen en mineralen in de korrel.



Tabel B.26: Resultaten van de significante verschillen in vitaminen en mineralen in de korrel o.b.v. gewas. Hiervoor werd de data uit Tabel B.25 gebruikt. Zowel de gemiddelde waarde voor elk vitamine en is weergegeven per gewas alsook de significantie. Het verschil wordt als significant beschouwd, indien P -waarde $< 0,05$.

	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	vitB	vitE
DS	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
Eenkoorn	9,3	579,7	47,9	157,3	539,3	5,4	7,4	0,8	0,6	17,6
Emmer	12,1	496,4	39,0	138,4	484,0	4,2	5,5	0,7	0,5	26,5
Teff	10,6	505,0	149,3	166,3	406,7	13,0	5,1	0,8	0,8	5,6
Boekweit	7,5	480,5	24,2	234,7	438,0	3,3	3,3	1,1	0,4	6,7
Amarant	9,5	531,8	230,0	276,8	516,8	7,9	5,6	0,9	0,3	82,6
		Sign. ¹	Sign.	Sign.	Sign.	Sign.	Sign.	Sign.	Sign.	Sign.
		ab	a	a	a	a	a	a	ac	a
		a	b	b	ab	a	b	a	ac	ab
		ab	bc	a	b	b	b	a	c	c
		b	b	c	b	c	c	a	ab	c
		ab	c	c	a	b	b	a	b	b

¹ Sign. = de waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (P -waarde $< 0,05$). Dit is bekeken per vitamine/mineraal (per kolom).

C.1.5. Vergelijking met de literatuur

Figuur 25 is opgesteld o.b.v. gegevens uit verschillende wetenschappelijke artikels. De bijhorende artikels zijn weergegeven in Tabel B.27

Tabel B.27: Aanvullende tabel bij Figuur 25.

(1)	(Dewettinck et al., 2008)	(8)	(Collar & Angioloni, 2014)	(15)	(Lin, Liu, Yu, Lin, & Mau, 2009)	(22)	(Miranda et al., 2012)
(2)	(Rachon, Szumilo, Brodowska, & Wozniak, 2015)	(9)	(Hidalgo & Brandolini, 2014)	(16)	(Milovanović, Demin, Vucelić-Radović, Žarković, & Stikić, 2014)	(23)	(Elsohaimy, Refaay, & Zaytoun, 2015)
(3)	(Brandolini, Hidalgo, & Moscaritolo, 2008)	(10)	(Piergiovanni, 1996)	(17)	(Bonafaccia, Marocchini, & Kreft, 2003)	(24)	(Iglesias-Puig, Monedero, & Haros, 2015)
(4)	(Løje, Møller, Laustsen, & Hansen, 2003)	(11)	(Whittaker et al., 2015)	(18)	(Choy, Morrison, Hughes, Marriott, & Small, 2013)	(25)	(Kozioł, 1992)
(5)	(Giacintucci et al., 2014)	(12)	(Gauthier, Gélinas, & Beauchemin, 2006)	(19)	(R. Repo-Carrasco-Valencia, Peña, Kallio, & Salminen, 2009)	(26)	(Ogungbenle, 2003)
(6)	(USDA)	(13)	(Angioloni & Collar, 2011)	(20)	(Tömösközi et al., 2011)	(27)	(Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes, 2012)
(7)	(Brandolini, Hidalgo, Gabriele, & Heun, 2015)	(14)	(Gebremariam, Zarnkow, & Becker, 2014)	(21)	(Ritva Repo-Carrasco-Valencia, Hellström, Pihlava, & Mattila, 2010)		

C.2. Broodeigenschappen

C.2.1. Hoofdnutriënten

In Tabel B.28 is de uitgebreide versie van Tabel 3 weergegeven. Op basis van de data beschikbaar in deze tabel zijn verschillende statistische analyses uitgevoerd geweest (zie C.2.2. *Statistische analyse van de hoofdnutriënten in brood*).

Tabel B.28: Uitgebreide versie van Tabel 3.

Gewas	Ras	Brood	[g/100g DS]			
			Eiwit	As	Vet	VKH ¹
Referentie-tarwe	Tybal	1	15,0	3,4	3,7	69,7
Eenkoorn	Terzino	1	17,5	3,7	6,6	64,4
Eenkoorn	Ebner's	1	19,7	3,9	6,1	61,4
Emmer	Bijlsma	1	17,9	3,7	5,3	65,7
Emmer	Witte	1	17,3	3,7	5,6	66,3
Khorasan	Kamut	1	18,5	3,6	3,7	65,8
Teff	Cruydhoeck	1	14,6	4,1	4,0	69,0
Teff	Ducrettet	1	14,9	3,6	4,0	69,5
Boekweit	Bingenheimer	1	15,0	3,4	4,2	69,9
Boekweit	La harpe	1	14,9	3,5	4,1	68,3
Amarant	Aztek	1	15,5	3,8	5,5	65,7
Amarant	Hypochondriacus	1	15,6	3,8	5,3	67,1
Quinoa	Jessie	1	15,4	3,8	5,2	66,7
Referentie-tarwe	Tybal	2	15,3	3,5	4,4	67,3
Eenkoorn	Terzino	2	17,5	3,8	6,4	65,0
Eenkoorn	Ebner's	2	19,7	4,0	6,1	62,1
Emmer	Bijlsma	2	18,1	3,8	5,2	66,4
Emmer	Witte	2	17,6	3,8	5,8	66,1
Khorasan	Kamut	2	19,1	3,7	3,6	66,5
Teff	Cruydhoeck	2	14,7	3,9	4,3	70,1
Teff	Ducrettet	2	15,0	3,6	4,3	69,6
Boekweit	Bingenheimer	2	15,1	3,4	4,3	69,4
Boekweit	La harpe	2	15,0	3,5	4,3	69,1
Amarant	Aztek	2	15,7	3,7	5,6	64,6
Amarant	Hypochondriacus	2	15,8	3,9	5,6	67,2
Quinoa	Jessie	2	15,6	3,9	5,8	66,0

¹ VKH = verteerbare koolhydraten. Dit is een berekende waarde, geen geanalyseerde.

C.2.2. Statistische analyse van de hoofdnutriënten in brood

Aan de hand van een MANOVA, uitgevoerd met het statistische programma IBM SPSS Statistics 20, werd er nagegaan of er een significant verschil zat in de gehalten van de hoofdnutriënten tussen de twee broden, per gewas. Dit bleek niet het geval te zijn (P -waarde $> 0,05$) en vervolgens werd de nulhypothese voor deze stelling aanvaard. De gehalten aan hoofdnutriënten in de twee broden kunnen voor ieder gewas als gelijk beschouwd worden. Vervolgens werden de verschillen in hoofdnutriënten in de broden, gemaakt op basis van verschillende gewassen, nagegaan aan de hand van de Tukey post hoc test. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in Tabel B.29.

Tabel B.29: Resultaten van de significante verschillen in hoofdnutriënten in de broden o.b.v. gewas. Zowel de gemiddelde waarde voor elk hoofdnutriënt is weergegeven per gewas alsook de significantie. Een verschil wordt als significant beschouwd indien P -waarde $< 0,05$.

	Eiwit		As		Vet		VKH ²	
	% DS	Sign. ¹	% DS	Sign.	% DS	Sign.	% DS	Sign.
Eenkoorn	18,6	a	3,9	a	6,3	a	63,3	a
Emmer	17,7	a	3,8	ab	5,5	b	66,1	b
Teff 20%	14,8	b	3,8	ab	4,1	c	69,5	c
Boekweit 20%	15,0	b	3,5	b	4,2	c	69,2	c
Amarant 20%	15,6	b	3,8	ab	5,5	b	66,1	b

¹ Sign. = de waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (P -waarde $< 0,05$). Dit is bekeken per hoofdnutriënt (per kolom).

² VKH = verteerbare koolhydraten

De resultaten uit Tabel B.29 maken duidelijk dat de broden bereid met de oertarwes eenkoorn en emmer een significant hoger eiwitgehalte bevatten dan de broden bereid met 80% de moderne tarwe Tybalt en 20% de alternatieve gewassen teff, boekweit en amarant. Ook het vetgehalte is het hoogste in het brood gemaakt met eenkoornmeel. Belangrijk hierbij om in acht te nemen is dat de broden met pseudogranen slechts 20% inmenging bevatten, terwijl de broden met oertarwes 100%-broden zijn. Het is bijgevolg logisch dat het effect bij de broden met oertarwes groter is dan bij de broden met pseudogranen. De broden bereid met 20% boekweit en teff daarentegen bezitten wel een significant hoger gehalte aan verteerbare koolhydraten in vergelijking met de andere broden.

C.2.3. Mineralen en vitaminen

In Tabel B.30 is de uitgebreide versie van Tabel 4 weergegeven. Op basis van de data beschikbaar in deze tabel is de statistische analyse uitgevoerd geweest (zie paragraaf C.2.4. *Statistische analyse van de mineralen en vitaminen in brood*).

Tabel B.30: Uitgebreide versie Tabel 4.

Gewas	Ras	Brood	[mg/100g DS]											vitE δ
			Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	vitB ₁	vitB ₂	vitE α	
Referentietarwe	Tyalt	1	642	557	39,4	120	436	3,93	4,42	0,76	0,40	0,10	1,16	vitE β
	Terzino	1	646	571	53,6	141	488	4,51	6,31	0,80	0,38	NA	1,53	2,10
Enkoorn	Ebner's	1	616	596	48,8	156	561	5,71	7,71	0,73	0,47	0,11	1,53	3,33
	Bijlsma	1	674	578	41,2	150	543	4,21	5,58	0,60	0,41	NA	1,64	2,07
Emmer	Witte	1	654	559	46,4	161	549	4,46	6,54	0,80	0,39	NA	1,69	4,27
	Khorasan	1	630	591	51,6	142	506	4,16	6,70	1,11	0,37	0,13	1,97	5,68
Teff	Cruydhoeck	1	625	549	66,0	139	436	7,96	4,87	0,50	0,40	0,13	0,98	1,38
	Ducretet	1	647	542	64,2	136	438	5,01	4,56	0,47	0,43	0,11	0,68	1,96
Boekweit	Bingenheimer	1	634	544	38,1	150	446	3,93	4,34	0,76	0,45	0,13	1,32	2,21
	La harpe	1	647	547	37,5	147	444	3,80	4,21	0,53	0,22	0,13	1,15	1,86
Amarant	Aztek	1	644	553	87,0	170	496	5,02	4,87	0,65	NA	0,15	1,21	4,66
	Hypochochriacus	1	636	576	102	170	477	5,31	5,16	0,59	NA	NA	1,44	6,93
Quinoa	Jessie	1	632	647	45,4	155	460	4,82	4,66	0,70	NA	0,18	3,35	2,28
	Tyalt	2	642	546	50,6	123	435	3,91	4,46	0,65	0,35	0,10	2,55	0,07
Referentietarwe	Terzino	2	626	591	54,5	142	500	4,44	6,41	0,81	0,40	NA	1,99	4,08
	Ebner's	2	648	628	51,2	162	583	5,67	7,99	0,68	0,51	0,11	2,16	2,86
Enkoorn	Bijlsma	2	639	604	42,6	156	554	4,24	5,69	0,74	0,33	NA	1,59	4,26
	Witte	2	652	563	47,9	165	558	4,37	6,62	0,80	0,40	NA	1,78	5,56
Emmer	Kamut	2	639	589	52,8	144	508	4,22	6,89	0,80	0,39	0,19	1,29	1,72
	Khorasan	2	665	540	66,0	139	439	7,25	5,00	0,72	0,36	0,13	1,34	2,38
Teff	Cruydhoeck	2	658	544	64,3	136	438	5,44	4,54	0,47	0,48	0,13	1,44	2,84
	Ducretet	2	637	511	37,9	140	415	3,79	4,01	0,45	0,49	0,11	1,70	2,82
Boekweit	Bingenheimer	2	643	507	37,2	146	430	3,69	4,24	0,60	0,42	0,11	1,38	2,22
	La harpe	2	656	541	90,2	171	495	4,87	4,83	0,58	NA	0,14	1,46	6,14
Amarant	Aztek	2	658	593	105	178	493	5,58	5,27	0,69	NA	NA	1,44	7,60
	Hypochochriacus	2	654	579	45,5	159	482	4,85	4,68	0,59	NA	0,16	4,20	3,05
Quinoa	Jessie	2	654	579	45,5	159	482	4,85	4,68	0,59	NA	0,16	4,20	3,05
	Jessie	2	654	579	45,5	159	482	4,85	4,68	0,59	NA	0,16	4,20	3,05

C.2.4. Statistische analyse van de mineralen en vitaminen in brood

Vergelijkbaar als bij de analyse van de hoofdnutriënten in brood, werd ook voor de mineralen en vitaminen eerst het verschil in gehalten tussen de twee broden nagegaan voor ieder gewas afzonderlijk. Aan de hand van een MANOVA kon hiervoor geen significant verschil teruggevonden worden. Vervolgens werd het verschil aan mineralen en vitaminen tussen de broden, bereid met de toevoeging van steeds één alternatief graan, nagegaan. Hier werden wel significante verschillen teruggevonden, weergegeven in Tabel B.31.

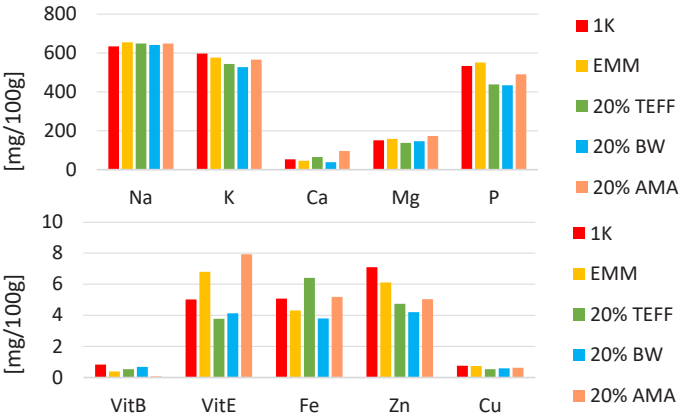
Tabel B.31: Resultaten van de significante verschillen in mineralen en vitaminen in de broden o.b.v. gewas. Zowel de gemiddelde waarde voor elk hoofdnutriënt is weergegeven per gewas alsook de significantie. Een verschil wordt als significant beschouwd indien P-waarde < 0,05.

	Na		K		Ca		Mg		P	
DS	mg/100g	Sign. ¹	mg/100g	Sign.	mg/100g	Sign.	mg/100g	Sign.	mg/100g	Sign.
Eenkoorn	634,0	a	596,5	a	52,0	a	150,3	ab	533,0	ab
Emmer	654,8	a	576,0	ab	44,5	a	158,0	bc	551,0	a
Teff 20%	648,8	a	543,8	bc	65,1	b	137,5	a	437,8	c
Boekweit 20%	640,3	a	527,3	c	37,7	c	145,8	ab	433,8	c
Amarant 20%	648,5	a	565,8	ac	96,1	d	172,3	c	490,3	bc

	Fe		Zn		Cu		vitB		vitE	
DS	mg/100g	Sign.	mg/100g	Sign.	mg/100g	Sign.	mg/100g	Sign.	mg/100g	Sign.
Eenkoorn	5,1	ab	7,1	a	0,8	a	0,8	a	5,0	a
Emmer	4,3	a	6,1	ab	0,7	a	0,4	b	6,8	ab
Teff 20%	6,4	b	4,7	bc	0,5	a	0,5	a	3,8	c
Boekweit 20%	3,8	a	4,2	c	0,6	a	0,7	a	4,1	bc
Amarant 20%	5,2	ab	5,0	bc	0,6	a	0,1	b	7,9	bc

¹ Sign. = de waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (P-waarde < 0,05). Dit is bekeken per vitamine/mineraal (per kolom).

In Tabel B.31 wordt weergegeven dat er voor de micromineralen Na en Cu geen significante verschillen tussen de broden zijn.



Figuur B.2: Grafische voorstelling van de gehalten aan vitaminen en mineralen in de broden gemaakt met alternatieve granen.

Voor Zn was het gehalte het hoogste in het eenkoorn- en emmerbrood. Voor Fe tenslotte in het brood met 20% teff, maar dit verschil was echter niet significant. Voor de macromineralen werd in amarantbrood het hoogste gehalte voor Ca en Mg teruggevonden. Voor P was het hoogste gehalte terug te vinden in emmer- en eenkoornbrood. Voor K was dit in eenkoornbrood, maar weer was het verschil niet significant. Voor vitB (som van vitB1 + vitB2 + vitB6) was het verschil tussen elk van de broden zeer klein.

Bij vitE werd het hoogste gehalte teruggevonden in amarantbrood, maar dit gehalte werd significant verschillend gevonden van de gehalten in de andere broden. Opnieuw is het belangrijk in acht te nemen dat de broden bereid met de oertarwes 100%-broden zijn, in tegenstelling tot de broden met pseudogranen die slechts 20% inmenging kennen. In Figuur B.2 zijn de gehalten aan vitaminen en mineralen in de broden grafisch weergegeven.

C.3. Van Korrel tot brood

Na het analyseren van de hoofdnutriënten, mineralen en vitaminen in zowel de korrel als brood, is het mogelijk na te gaan in welke mate de gehalten toenemen of afnemen ten gevolge van de verwerkingsstappen die de korrel ondergaat om tot brood te komen. Deze verandering werd nagegaan voor elk van de gewassen uit Tabel B.21 en Tabel B.28 voor de gehalten van de hoofdnutriënten in Tabel B.25 en Tabel B.30 voor de gehalten van de mineralen en vitaminen. De resultaten zijn weergegeven in Tabel B.32 en Tabel B.33.

Uit Tabel B.32 wordt duidelijk dat er een toename is van de hoofdnutriëntengehalten in het brood t.o.v. de gehalten in de korrels bij de referentietarwe, de drie oertarwes, teff en boekweit. Amarant kent een lichte daling in het eiwitgehalte na verwerking en een grotere daling in het vetgehalte. Voor quinoa is er ook een daling terug te vinden in eiwit- en vetgehalte, alsook in het asgehalte.

Tabel B.32: Evolutie van het gehalte aan hoofdnutriënten bij de verwerking van korrel tot brood.

	Eiwit	As	Vet	VKH ¹
	% DS	% DS	% DS	% DS
Referentietarwe	12,6%	59,1%	70,8%	0,1%
Eenkoorn	0,5%	14,7%	53,7%	3,3%
Emmer	5,4%	18,8%	71,9%	0,3%
Khorasan	7,4%	37,0%	60,9%	1,4%
Teff	14,7%	11,8%	10,8%	2,7%
Boekweit	9,5%	59,1%	13,5%	1,3%
Amarant	-0,6%	15,2%	-23,6%	12,0%
Quinoa	-11,4%	-2,7%	-45,5%	21,8%

¹ VKH = verteerbare koolhydraten

Voor het gehalte aan vitamines in het brood i.v.m. het gehalte in de korrel, is er een sterke daling te zien voor vitE. Voor vitB (som van vitB1 + vitB2 + vitB6) is er een daling te zien voor brood met de gewassen emmer, teff, amarant en quinoa. Brood met eenkoorn of boekweit kennen een stijging in het gehalte aan vitB, terwijl het voor de referentietarwe en khorasan hetzelfde blijft als in de korrel. Voor het Na-gehalte is voor elk van de broden een zeer grote stijging terug te vinden, wat te verklaren valt door de toevoeging van zout (NaCl) bij de bereiding van brood. Voor de overige mineralen hangt een eventuele stijging of daling in het gehalte zeer sterk af van gewas tot gewas.

Tabel B.33: Evolutie van het gehalte aan mineralen en vitamines bij de verwerking van korrel tot brood.

DS	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	vitB	vitE
	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
Ref.tarwe	6518,6%	18,6%	38,5%	5,7%	10,0%	5,9%	10,2%	39,5%	0,0%	-85,5%
Eenkoorn	6717,2%	3,0%	8,6%	-4,5%	-1,2%	-5,6%	-4,1%	0,0%	33,3%	-71,6%
Emmer	5311,6%	16,1%	14,1%	14,2%	13,8%	2,4%	10,9%	0,0%	-20,0%	-74,3%
Khorasan	4306,3%	11,7%	4,8%	9,2%	10,9%	0,0%	9,2%	86,4%	0,0%	-79,7%
Teff	6020,8%	7,7%	-56,3%	-17,3%	7,6%	-50,8%	-7,8%	-37,5%	-37,5%	-32,1%
Boekweit	8437,3%	9,9%	55,8%	-37,9%	-1,0%	15,2%	27,3%	-45,5%	75,0%	-38,8%
Amarant	6726,3%	6,6%	-58,2%	-37,8%	-5,1%	-34,2%	-10,7%	-33,3%	-66,7%	-90,4%
Quinoa	8250,6%	-18,6%	-3,5%	-19,1%	7,8%	-17,9%	24,7%	-9,7%	-20,0%	-82,6%

Bijlage D: Berekening PDCAAS o.b.v. literatuurwaarden

D.1. Literatuurwaarden

In Tabel B.34 zijn alle aminozuurwaarden die voor de verschillende gewassen teruggevonden werden in de literatuur weergegeven. Vertrekkende van deze ruwe data zijn de PDCAAS voor ieder gewas berekend geweest.

Tabel B.34: Overzicht van de gehalten van de essentiële aminozuren aanwezig in de eiwitten van de verschillende oude granen en pseudogranen. Dit zijn waarden teruggevonden in de literatuur.

Gewas	Referentie	Type	Histidine	Isoleucine	Leucine	Lysine	Methionine	Phenylalanine + Tyrosine	Threonine	Tryptophan	Valine
Tarwe	(Ramos Diaz, 2011)	Korrel	2,0	4,3	6,7	2,8	1,3	8,6	2,9	1,2	4,6
	(Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes, 2012)	Korrel	2,0	4,2	6,8	2,6		8,2	2,8	1,2	4,4
	(Gebremariam et al., 2014)	Korrel	2,1	3,7	7,0	2,1	1,5	7,2	2,7	1,1	4,1
	(Pepo & Györi, 2007)	Korrel	2,7	3,5	6,7	3,4	1,0	6,4	2,7	0,7	4,3
Eenkoorn	(Koehler & Wieser, 2013)	Korrel	1,8	3,8	6,8	1,8	1,4	6,1	3,2	0,7	4,9
	(Abdel-Aal & Huci, 2002)	Meel	2,1	2,9	6,6	1,9	1,4	7,5	2,6	1,3	3,7
	(Pepo & Györi, 2007)		3,9	4,2	9,5	6,7	1,3	9,4	3,9		6,0
	(Konvalina, Moudry, Stehno, & Moudry)			5,9	3,1	2,4		6,7	2,5	4,1	4,1
Emmer	(Konvalina et al.)			6,0	3,1	2,5		6,7	2,6		4,1
Khorasan	(Pepo & Györi, 2007)		3,0	3,7	8,5	4,1	1,3	8,2	3,3		4,9
	(Abdel-Aal & Huci, 2002)	Meel	2,2	2,5	7,1	2,3	1,5	7,2	2,9	1,2	4,2
Teff	(Gebremariam et al., 2014)	Korrel	3,2	4,1	8,5	3,7	4,6	9,5	4,3	1,3	5,5
	(Adebawale, Emmambux, Beukes, & Taylor, 2011)		2,9	3,3	6,1	5,6	1,8	6,5	3,8		5,0
Boekweit	(Bonafaccia et al., 2003)	Meel	2,5	3,9	6,9	5,8	1,4	7,3	3,7		5,2
	(Bonafaccia et al., 2003)	Meel	2,6	4,2	7,1	6,2	1,4	7,6	3,7		5,2
	(Christa & Soral-Smietana, 2008)	Korrel	2,4	3,4	6,1	6,2	1,0	6,4	4,0	2,1	5,0
	(Ramos Diaz, 2011)	Korrel	2,4	3,2	5,4	6,0	3,8	6,4	3,3	1,1	3,8
Amarant	(Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes, 2012)	Korrel	2,8	3,4	5,3	5,6		7,3	3,7	1,4	4,3
Quinoa	(Wright, Pike, Fairbanks, & Huber, 2002)	Korrel	3,3	3,3	5,9	6,4	2,0	6,4	2,7		4,1
	(Wright et al., 2002)	Korrel	2,8	3,2	5,6	5,8	1,9	5,9	2,3		3,8
	(Elsouhmy et al., 2015)	Korrel	2,8	1,3	4,6	17,1	1,7	9,3	1,5		2,0
	(Ramos Diaz, 2011)	Korrel	2,7	3,4	6,1	5,6	3,1	6,2	3,4	1,1	4,2
	(Stikic et al., 2012)	Korrel	2,6	5,0	8,3	3,9	2,2	8,3	3,0		5,3
	(Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes, 2012)	Korrel	3,2	4,4	6,6	6,1		7,3	3,8	1,1	4,5

D.2. Aminozuurscore en PDCAAS

De aminozuurscore (AAS) wordt berekend a.d.h.v. de aminozuurgehalten in de eiwitten, gedeeld door de aanbevolen behoeften voor een kind van 4 jaar. De exacte formule voor deze berekening in terug te vinden in Vergelijking 1. De aanbevolen behoeften voor een kind van 4 jaar, zijn per essentieel aminozuur weergegeven in Tabel B.35.

De berekende aminozuurscores tenslotte, zijn terug te vinden in Tabel B.36. De limiterende scores zijn in het rood weergegeven. Verder worden in deze tabel ook de PDCAAS-waarden, berekend m.b.v. deze limiterende AAS-waarden en de eiwitverteerbaarheid, weergegeven.

Tabel B.35: Overzicht van de aanbevolen gehalten per essentieel aminozuur dat een kind van vier jaar zou moeten krijgen. Dit zijn waarden zoals aanbevolen door het FAO/WHO.

Referentie	Aanbevolen gehalten voor een kind van 4 jaar (FAO/WHO)						
	Histidine	Isoleucine	Leucine	Lysine	Methionine	Phenylalanine + Tyrosine	Threonine
(Boye, Wijesinha-Bettoni, & Burlingame, 2012)	1,9	2,8	6,6	5,8	2,5	6,3	3,4
							1,1
							3,5

Tabel B.36: Overzicht van de aminozuurscores, berekend aan de hand van de waarden in Tabel B.34 en Tabel B.35.

Gewas	Referentie	Eiwit vert.	[mg/g eiwit]/ref ¹										AAS Try	AAS Thre	AAS Val	PDCAAS ²
Tarwe	(Ramos Diaz, 2011)	86,9%	AAS His	AAS Iso	AAS Leu	AAS Lys	AAS Meth	AAS Phe	AAS Thre	AAS Try	AAS Val					
	(Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes, 2012)	86,9%	1,05	1,54	1,02	0,48	0,52	1,37	0,85	1,09	1,31					
	(Gebremariam et al., 2014)	86,9%	1,05	1,50	1,03	0,45		1,30	0,82	1,09	1,26					
	(Pepo & Györi, 2007)	86,9%	1,09	1,31	1,07	0,36	0,58	1,14	0,79	0,97	1,18					
	(Koehler & Wieser, 2013)	86,9%	1,42	1,25	1,02	0,59	0,40	1,02	0,79		1,23					
Eenkoorn	(Abdel-Aal & Hucl, 2002)	86,2%	0,95	1,36	1,03	0,31	0,56	0,97	0,94	0,64	1,40					
	(Pepo & Györi, 2007)	86,2%	1,11	1,04	1,00	0,33	0,56	1,19	0,76	1,18	1,06					
	(Konvalina et al.)	86,2%	2,05	1,50	1,44	1,16	0,52	1,49	1,15		1,71					
Emmer	(Konvalina et al.)	86,6%		2,12	0,47	0,42		1,06	0,74		1,16					
	(Pepo & Györi, 2007)	86,6%	1,58	1,32	1,29	0,71	0,52	1,30	0,97		1,17					
Khorasan Teff	(Abdel-Aal & Hucl, 2002)	86,7%	1,16	0,89	1,08	0,40	0,60	1,14	0,85	1,09	1,20					
	(Gebremariam et al., 2014)	89,6%	1,69	1,45	1,29	0,63	1,84	1,51	1,27	1,18	1,56					
Boekweit	(Adebawale et al., 2011)	89,6%	1,53	1,18	0,92	0,97	0,72	1,03	1,12		1,43					
	(Bonafaccia et al., 2003)	78,4%	1,30	1,40	1,05	1,01	0,56	1,16	1,09		1,49					
	(Bonafaccia et al., 2003)	78,4%	1,38	1,51	1,08	1,07	0,57	1,20	1,09		1,48					
	(Christa & Soral-Smietana, 2008)	78,4%	1,28	1,22	0,93	1,06	0,40	1,01	1,19	1,95	1,42					
	(Ramos Diaz, 2011)	78,4%	1,26	1,14	0,82	1,03	1,52	1,02	0,97	1,00	1,09					
Quinoa	(Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes, 2012)	78,4%	1,45	1,21	0,80	0,97	0,00	1,15	1,07	1,24	1,23					
	(Wright et al., 2002)	78,4%	1,74	1,18	0,89	1,10	0,80	1,02	0,79		1,17					
	(Wright et al., 2002)	78,4%	1,47	1,14	0,85	1,00	0,76	0,94	0,68		1,09					
	(Elsouhmy et al., 2015)	78,4%	1,45	0,46	0,70	2,95	0,68	1,48	0,43		0,58					
	(Ramos Diaz, 2011)	78,4%	1,42	1,21	0,92	0,97	1,24	0,98	1,00	1,00	1,20					
	(Stikic et al., 2012)	78,4%	1,39	1,79	1,26	0,67	0,86	1,32	0,89		1,53					
	(Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes, 2012)	78,4%	1,68	1,57	1,00	1,05		1,16	1,12	1,00	1,29					

¹ AAS = [gehalte AZ in eiwit]/[aanbevolen gehalte voor 4-jarig kind] (zie Tabel 35)

² Het aminozuur met de limiterende score is in het rood weergegeven. Het is o.b.v. dit AZ dat de PDCAAS berekend zal worden

³ PDCAAS = AAS [AZ met limiterende score] * eiwit vert.

In Tabel B.37 wordt een overzicht gegeven van de aminozuur-gehalten in een gesimuleerd brood, bereid met 20% pseudo-graan en 80% moderne tarwe.

De waarden uit Tabel B.38 zijn verkregen door de gemiddelde gehalten van de waarden uit Tabel B.34 te vermenigvuldigen met 80% voor moderne tarwe en met 20% voor de des-betreffende pseudogranen en deze vervolgens op te tellen bij elkaar. Met behulp van deze resultaten werd vervolgens ook de PDCAAS berekend zoals voorgesteld in Vergelijking 1 en Vergelijking 2. De berekende AAS-waarden, alsook de PDCAAS van deze gesimuleerde broden zijn terug te vinden in Tabel B.38.

Tabel B.37: Simulatie van de gehalten van de essentiële aminozuren indien er een brood zou gemaakt worden bestaande uit 80% tarwe en 20% pseudograan.

Gewas	n = x (voor berekening gem)	g _{AA} /100g eiwit ¹							
		His	Iso	Leu	Lys	Meth	Phe + Tyr	Thre	Val
Tarwe	5	2,1	3,9	6,8	2,5	1,3	7,3	2,9	1,0
Teff	2	2,9	3,4	6,2	7,5	2,2	7,2	2,8	1,1
Boekweit	3	2,5	3,9	6,7	6,1	1,3	7,1	3,8	2,1
Amarant	2	3,1	3,7	7,3	4,6	3,2	8,0	4,1	1,3
Quinoa	6	2,6	3,3	5,3	5,8	3,8	6,8	3,5	1,2
Teff (20%) ²		2,3	3,8	6,7	3,5	1,5	7,3	2,8	1,1
Boekweit (20%) ²		2,2	3,9	6,8	3,2	1,3	7,3	3,1	1,3
Amarant (20%) ²		2,3	3,9	6,9	3,0	1,7	7,4	3,1	1,1
Quinoa (20%) ²		0,9	2,1	5,8	2,4	0,8	8,0	1,6	0,2

¹ Deze waarden zijn het gemiddelde van de verschillende waarden zoals voorgesteld in Tabel B.34.

² Deze waarden zijn verkregen door per essentieel AZ 80% van de waarde van tarwe te nemen en 20% van het respectievelijke pseudograan

Tabel B.38: Overzicht van de aminozuurscores voor de gesimuleerde broden met 80% tarwe en 20% pseudograan.

Gewas	Eiwit vert. ²	[(mg/g eiwit)/ref] ¹									
		AAS His	AAS Iso	AAS Leu	AAS Lys	AAS Meth	AAS Phe	AAS Thre	AAS Try	AAS Val	PDCAAS ³
Teff (20%)	87,44%	1,21	1,38	1,05	0,51	0,67	1,18	0,91	0,99	1,32	0,45
Boekweit (20%)	85,19%	1,16	1,39	1,03	0,56	0,51	1,15	0,90	1,15	1,31	0,44
Amarant (20%)	85,19%	0,46	0,73	0,88	0,41	0,31	1,26	0,47	0,19	0,83	0,27
Quinoa (20%)	85,19%	1,20	1,36	1,01	0,61	0,59	1,16	0,84	0,96	1,25	0,50

¹ AAS = [gehalte AZ in eiwit in brood met 80% tarwe en 20% pseudograan]/[aanbevolen gehalte voor 4-jarig kind] (zie resp. Tabel B.37 en Tabel B.35)

² Het aminozuur met de limiterende score is in het rood weergegeven. Het is o.b.v. dit AZ dat de PDCAAS berekend zal worden

³ PDCAAS = AAS (AZ met limiterende score) * eiwit vert.

Bijlage E: Overzicht berekening voedingsplanner Pro

In Tabel B.39 is het overzicht weergegeven van de berekening van de Voedingsplanner Pro.

Tabel B.39: Overzicht van de berekening van de Voedingsplanner Pro.

		Aantal gram per eetmoment	Aantal keer in de week	Gemiddelde per week
ONTBIJT				
2 sneden bruin brood	Altergrain	120g	7x	120g
Margarine	Alpro soya	10g	7x	10g
Confituur		14g	3x	6g
Snede jonge kaas	Gouda	42g	3x	18g
Honing		35g	1x	5g
Peperkoek		23g	1x	3,3g
Stroop		35g	1x	5g
Hagelslag	Pure chocolade	10g	1x	1,4g
Choco	Met noten	35g	1x	5g
Smeerkaas	Mager	35g	1x	5g
Kippenwit		25g	1x	3,6g
Eitje		50g	1x	7,1g
Glas ongezoet sinaasappelsap		250ml	3x	107,1 ml
Glas halfvolle chocolademelk		250ml	2x	71,4g
Tas koffie		125ml	7x	125ml
Halfvolle melk		10ml	7x	10ml
TUSSENDOOR				
Stuk fruit gem.		130g	3x	55,7g
Mars		51g	1x	7,3g
MIDDAGMAAL				
2 sneden bruin brood		120g	7x	120g
Margarine		10	7x	10g
Kippenwit		25	2x	7,1g
Snede jonge kaas		42	2x	12g
Kip Currysalade		30g	1x	4,3g
Snede salami		23g	2x	3,3g
Hummus		25g	2x	7,1g
Snede gekookte ham		18,75g	1x	2,7g
Confituur		14g	1x	2g
Crabsalade		20g	1x	2,9g
Smeerkaas		35g	1x	5g
Américain		20g	1x	2,9g
Potje magere yoghurt	Fruityoghurt	125g	6x	107,1g
Potje Griekse Yoghurt		125g	1x	17,9g
Cola Zero		333ml	6x	285,4ml
Stuk fruit gem.		130g	1x	18,6g
TUSSENDOOR				
Stuk fruit gem		130g	2x	37,1g
Handvol noten		35g	2x	10g
Handvol Nic-nac koekjes		25g	1x	3,6g
Pralines (2 stuks)		25g	1x	3,6g
1 taartje	Rijstaart	140g	1x	20g
AVONDMAAL				
Vlees (gehakt)	gebakken	120g	1x	17,1g
Vlees (mignonette)	gebakken	120g	1x	17,1g
Vis (mager) gem.	rauw	120g	1x	17,1g
Vis (vette) gem.	rauw	120g	1x	17,1g
Gevogelte	rauw	120g	2x	34,3g
Vegetarisch, tofu	rauw	150g	1x	21,4g
Olijfolie		10g	5x	7,1g
Bolognaisesaus		150g	1x	21,4g
Kaassaus	Knorr	110g	1x	15,7g
Vleesjus		60g	1x	8,6g
Rijst	ongekookt	62,5g	1x	8,9g
Aardappelen		200g	1x	28,6g
Quinoa		75g	1x	10,7g
Gebakken aardappelen		200g	1x	28,6g

Bijlage F: Consumentenenquête – Online bevraging oertarwes

Onderstaand is de online bevraging terug te vinden.

Beste,

In het kader van een multidisciplinair onderzoek aan de HOGENT en UGent, bestuderen wij de perceptie en het consumentengedrag ten aanzien van oertarwes. Verder in deze enquête krijgt u meer uitleg over de term oertarwes en het onderzoek. Deze enquête duurt max. 10 minuten. Uw antwoorden blijven volledig anoniem en zullen enkel gebruikt worden in het kader van dit onderzoek.

Indien u uw e-mailadres op het einde invult, maakt u bovendien kans op 2 cinematickets!

Alvast bedankt voor uw medewerking en tijd!

Q1: Hebt u ooit al eens van de term oertarwes gehoord?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Q2: Welke woorden komen bij u op als u denkt aan de term oertarwes? Geef de eerste 3 woorden die spontaan bij u opkomen.

1.
2.
3.

Met de term 'oertarwes' verwijst men vaak naar (pseudo)granen die bij ons minder bekend zijn en veel minder sterk veredeld zijn dan wijdverspreide granen zoals maïs, rijst en moderne variëteiten van tarwe. Mogelijke andere benamingen zijn 'oude granen', 'ancient grains' of 'alternatieve granen'.

Q3: Welke oertarwes kent u, al is het maar van naam? U hoeft niet alle velden in te vullen.

- a.
- b.
- c.
- d.

Andere

Q4: Kent u onderstaande (pseudo)granen, al is het maar van naam? Duid enkel diegene aan die u kent.

	Ja
Amarant	☐
Boekweit	☐
Eenkoorn	☐
Emmertarwe	☐
Haver	☐
Kamut	☐
Khorasan	☐
Rogge	☐
Spelt	☐
Teff	☐
Quinoa	☐

Q5_1: Is amarant volgens u glutenvrij?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Weet ik niet

Q5_2 t.e.m. Q5_11 is dezelfde vraag als Q5_1, maar dan respectievelijk voor de gewassen boekweit, eenkoorn, emmertarwe, haver, kamut, khorasan, rogge, spelt, teff en quinoa.

Q6: Hebt u ooit al eens producten gekocht met de term 'oertarwes' (oude granen of ancient grains) op de verpakking?

- ☐ Nee
- ☐ Ja, 1 keer, daarna niet meer
- ☐ Ja, 1 keer per maand of minder
- ☐ Ja, meerdere keren per maand
- ☐ Ja, 1 keer per week
- ☐ Ja, meerdere keren per week
- ☐ Ik weet het niet

Q7: Welke producten met de term 'oertarwes' (oude granen of ancient grains) op de verpakking hebt u reeds gekocht? Meerdere antwoorden mogelijk.

- ☐ Brood
- ☐ Ontbijtgranen, muesli, granola
- ☐ Pasta
- ☐ Koekjes, cake
- ☐ Crackers, chips
- ☐ Graanrepen
- ☐ Bakmix, bloemmengsel
- ☐ Andere

Ons onderzoek focust op de verwerking van oertarwes in brood.

Voorbeelden zijn:

- oertarwes: eenkoorn, emmertarwe, khorasan en spelt
- pseudogranen: quinoa, boekweit en amarant
- andere: teff

Sommige producenten gebruiken de term ook voor producten met rogge, haver, gerst, enz.

Q8: Koopt u wel eens producten die volgende ingrediënten bevatten? U hoeft niet voor elk product een graansoort te selecteren.

	Amarant	Boekweit	Eenkoorn/ Emmer	Kamut/ Khorasan	Quinoa	Teff	Spelt
Brood	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ontbijtgranen, muesli, granola	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pasta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Koekjes, Cake	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Crackers, chips	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Graanrepen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bakmix, Bloem, meel, graan(korrels)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q9: In welke mate gaat u met volgende stellingen akkoord: Brood met oertarwes is...

	Helemaal niet akkoord	Niet akkoord	Neutraal	Akkoord	Helemaal akkoord
Gezond	☐	☐	☐	☐	☐
Duur	☐	☐	☐	☐	☐
Lekker	☐	☐	☐	☐	☐
Moeilijk verkrijgbaar	☐	☐	☐	☐	☐
Biologisch	☐	☐	☐	☐	☐
Een hype	☐	☐	☐	☐	☐
Duurzaam, beter voor het milieu	☐	☐	☐	☐	☐

Q10: Hoe vaak eet u brood?

- ☐ Meerdere keren per dag
- ☐ 1 keer per dag
- ☐ Meerdere keren per week
- ☐ Meerdere keren per maand
- ☐ Nooit

Q11: Welk brood koopt u het vaakst?

- ☐ Wit brood
- ☐ Bruin Brood
- ☐ Volkoren brood
- ☐ Meergranenbrood
- ☐ Andere

Q12: Waar koopt u uw brood het vaakst?

- ☐ Bij de bakker
- ☐ In de buurtwinkel
- ☐ In de supermarkt
- ☐ In de biowinkel
- ☐ Op de markt
- ☐ Aan de broodautomaat
- ☐ Andere

Q13: Hoe belangrijk zijn de volgende productkarakteristieken voor u wanneer u brood koopt?

	Helemaal niet belangrijk	Niet belangrijk	Neutraal	Belangrijk	Heel belangrijk
Prijs	☐	☐	☐	☐	☐
Smaak	☐	☐	☐	☐	☐
Versheid	☐	☐	☐	☐	☐
Uitzicht	☐	☐	☐	☐	☐
Biologisch	☐	☐	☐	☐	☐
Lokale ingrediënten	☐	☐	☐	☐	☐
Gezondheid	☐	☐	☐	☐	☐
Voedingswaarde	☐	☐	☐	☐	☐
Ambachtelijk	☐	☐	☐	☐	☐
Hip, trendy, 'in'	☐	☐	☐	☐	☐
Glutenvrij	☐	☐	☐	☐	☐

Hogeschool Gent en Universiteit Gent onderzoeken momenteel het teeltpotentieel van enkele alternatieve granen (eenkoorn, emmer, khorasan en teff) en pseudogranen (amarant, boekweit en quinoa) in Vlaanderen. In het kader van het onderzoek wordt er gekeken naar de verwerkingsmogelijkheden in brood en andere bakkerijproducten. Er wordt ook onderzocht wat de voedingswaarde is van deze producten.

Q14: Zou u in de toekomst een brood willen kopen dat (pseudo)granen zoals amarant, boekweit, eenkoorn, emmertarwe, khorasan, teff of quinoa bevat?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Ik weet het niet

Q15: Wat zijn de vier belangrijkste redenen voor u om een oergranenbrood te kopen?

Geef een getal tussen 1 en 4 in, waarbij 1 staat voor de belangrijkste reden, 2 voor de 2^e belangrijkste reden, enz.

- Gezond
- Lekker
- Biologisch
- Trendy
- Lokale ingrediënten
- Ambachtelijk
- Iets anders, variatie
- Actie (vb. 'brood van de week')
- Beter verteerbaar
- Andere

Q16: Wat zou voor u de belangrijkste reden zijn om een oergranenbrood wekelijks of maandelijks te blijven kopen.

Antwoord

Q17: Indien we uitgaan van een bruin of volkorenbrood van 600gr (zit tussen een klein en groot brood) met een prijs van 2 euro. Hoeveel zou u dan bereid zijn te betalen voor een gelijkaardig brood van 600gr dat oertarwes bevat.

- ☐ Geen meerprijs
- ☐ Tussen de 2 euro en 2,5 euro (max. 25% meerprijs)
- ☐ Tussen de 2,5 en 3 euro (max 50% meerprijs)
- ☐ Tussen de 3 en 3,5 euro (max. 75% meerprijs)
- ☐ Tussen de 3,5 en 4 euro (max 100% meerprijs)
- ☐ Meer dan 4 euro

Q18: Indien u weet dat de granen lokaal in Vlaanderen zijn geteeld. Hoeveel zou u dan bereid zijn te betalen voor een oergranenbrood van 600gr?

- ☐ Geen meerprijs
- ☐ Tussen de 2 euro en 2,5 euro (max. 25% meerprijs)
- ☐ Tussen de 2,5 en 3 euro (max 50% meerprijs)
- ☐ Tussen de 3 en 3,5 euro (max. 75% meerprijs)
- ☐ Tussen de 3,5 en 4 euro (max. 100% meerprijs)
- ☐ Meer dan 4 euro

Q19: Wat is uw geslacht?

- ☐ Man
- ☐ Vrouw

Q20: Wat is uw leeftijd?

.....

Q21: Wat is uw hoogst behaalde diploma?

- ☐ Lager onderwijs
- ☐ Secundair onderwijs
- ☐ Hoger onderwijs (niet-universitair)
- ☐ Hoger onderwijs (universitair)

Q22: Wat is uw beroepsactiviteit (als hoofdberoep)?

- ☐ Student
- ☐ Werkend
- ☐ Werkzoekend
- ☐ Huisvrouw/huisman
- ☐ Gepensioneerd
- ☐ Andere

Q23: Bent u de persoon die het vaakst de voedingsaankopen doet voor uw huishouden?

(Een huishouden is gedefinieerd als het totaal aantal personen die leven in een gemeenschappelijke plaats en hetzelfde budget delen).

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Even vaak als iemand anders in mijn huishouden

Q24: Wat is uw woonomgeving?

- ☐ Stad
- ☐ Verstedelijkte gemeente
- ☐ Landelijke gemeente of platteland

Q25: Hebt u kinderen in uw huishouden jonger dan 12 jaar?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Q26: In welke mate gaat u akkoord met volgende stellingen?

	Helemaal niet akkoord	Niet akkoord	Neutraal	Akkoord	Helemaal Akkoord
Ik zie mezelf als gezondheidsbewust	☐	☐	☐	☐	☐
Ik hecht belang aan sport en beweging	☐	☐	☐	☐	☐

Q27: Hoe vaak koopt u biologische voeding (d.w.z. producten met een bio label)?

- ☐ Nooit
- ☐ Meerder keren per week.
- ☐ 1 keer per week
- ☐ Meerdere keren per maand
- ☐ 1 keer per maand of minder

Q28: Hoe vaak koopt u voeding via de korte keten?

In de korte keten verkoopt de producent rechtstreeks via andere landbouwers of in een samenwerkingsverband aan de consument. Voorbeelden van de korte keten zijn hoeve-verkoop, boerenmarkten, lokale voedselabonnements, zelfpluktuinen, hoeveautomaten, enz.

- ☐ Nooit
- ☐ Meerdere keren per week
- ☐ 1 keer per week
- ☐ Meerdere keren per maand
- ☐ 1 keer per maand of minder

Q29: Eet u glutenvrij, zo ja waarom?

- ☐ Ik eet bewust glutenvrij omdat iemand in mijn huishouden glutenintolerant of gevoelig is.
- ☐ Ik eet bewust glutenvrij omdat ik denk dat het gezonder is.
- ☐ Ik eet (bijna) nooit glutenvrij.
- ☐ Andere

Bedankt voor het invullen van deze enquête!

Deze enquête wordt strikt vertrouwelijk verwerkt. Indien u toch nog verder vragen heeft, dan kan u terecht op het volgend e-mailadres: joeri.brusselle@hogent.be.

Wenst u meer te weten over oertarwes? Klik dan op deze link!

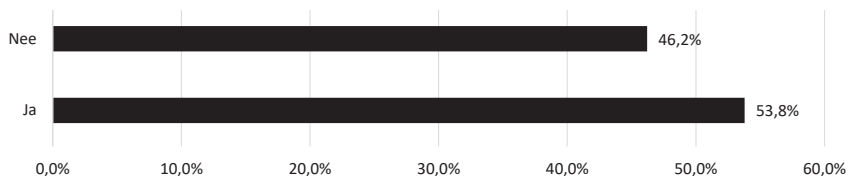
Indien u graag kans maakt op 2 cinematickets, dan mag u hieronder uw e-mailadres opgeven.

Bedankt!

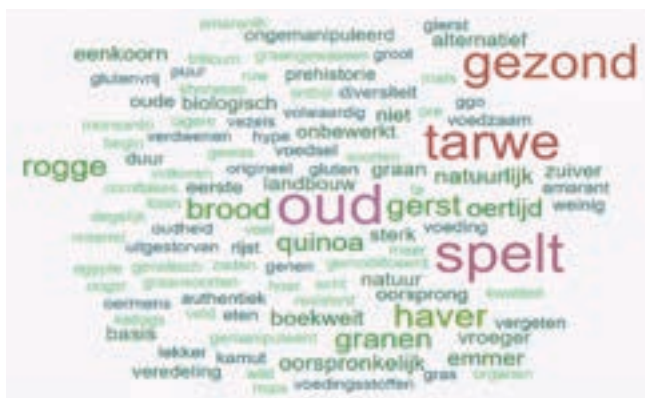
Bijlage G: Kernresultaten Consumentenenquête met grafieken

Onderstaand zijn de resultaten van de online bevraging weergegeven.

Q1: Hebt u ooit al eens van de term oertarwes gehoord?



Q2: Welke woorden komen bij u op als u denkt aan de term oertarwes? Geef de eerste 3 woorden die spontaan bij u opkomen.



Q3: Welke oertarwes kent u, al is het maar van naam? U hoeft niet alle velden in te vullen.



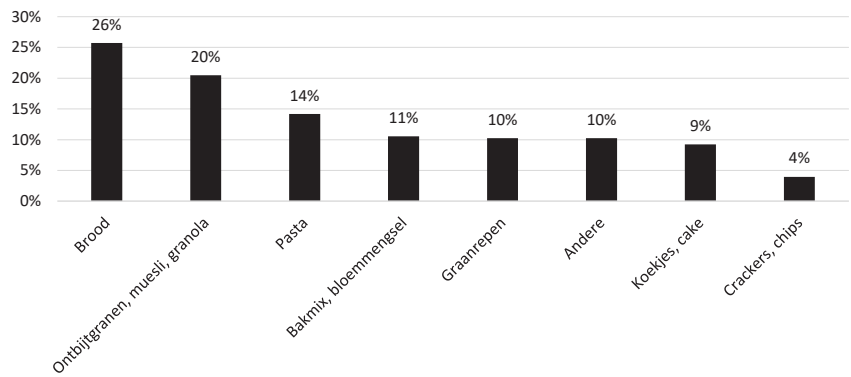
Q4: Kent u onderstaande (pseudo)granen, al is het maar van naam?

Voor resultaten zie Figuur 43.

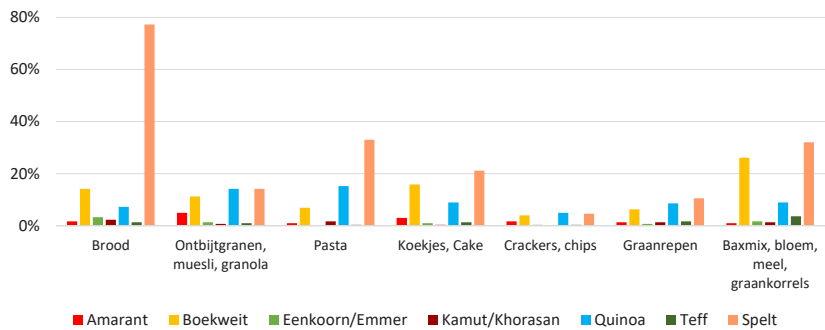
Q6: Hebt u ooit al eens producten gekocht met de term 'oertarwes' (oude granen of ancient grains) op de verpakking?

Voor resultaten zie Figuur 44.

Q7: Welke producten met de term 'oertarwes' (oude granen of ancient grains) op de verpakking hebt u reeds gekocht?



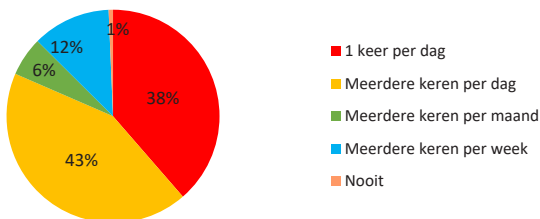
Q8: Koopt u wel eens producten die volgende ingrediënten bevatten?



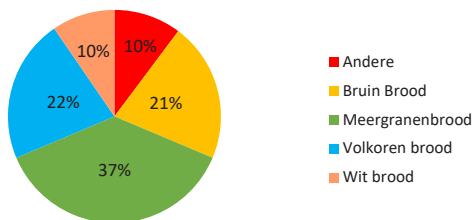
Q9: In welke mate gaat u met volgende stellingen akkoord: Brood met oertarwes is...

Voor resultaten zie Figuur 45.

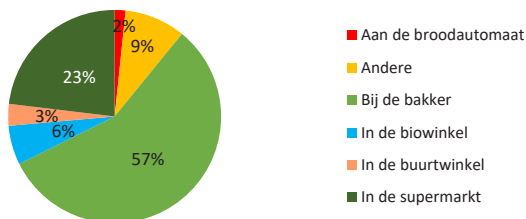
Q10: Hoe vaak eet u brood?



Q11: Welk brood koopt u het vaakst?



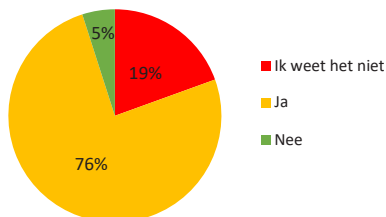
Q12: Waar koopt u uw brood het vaakst?



Q13: Hoe belangrijk zijn de volgende productkarakteristieken voor u wanneer u brood koopt?

Voor resultaten zie Figuur 41.

Q14: Zou u in de toekomst een brood willen kopen dat (pseudo)granen zoals amarant, boekweit, eenkoorn, emmertarwe, khorasan, teff of quinoa bevat?



Q15: Wat zijn de vier belangrijkste redenen voor u om een oergranenbrood te kopen?

Voor resultaten zie Figuur 46.

Q16: Wat zou voor u de belangrijkste reden zijn om een oergranenbrood wekelijks of maandelijks te blijven kopen?

Voor resultaten zie Figuur 47.

Q17: Indien we uitgaan van een bruin of volkorenbrood van 600gr (zit tussen een klein en groot brood) met een prijs van 2 euro. Hoeveel zou u dan bereid zijn te betalen voor een gelijkaardig brood van 600gr dat oertarwes bevat?

Q18 Indien u weet dat de granen lokaal in Vlaanderen zijn geteeld. Hoeveel zou u dan bereid zijn te betalen voor een oergranenbrood van 600gr?

Voor resultaten zie Figuur 48.

Socio-demografische factoren respondenten:

Q19 Wat is uw geslacht? Man: 33% Vrouw: 67%	Q25 Hebt u kinderen jonger dan 12 in het huishouden? Ja: 20% Nee: 80%
Q20 Wat is uw leeftijd? 18-29: 46% 30-39: 13% 40-49: 15% 50-59: 17% >=60: 9%	Q26_1 Ziet zichzelf als gezondheidsbewust? Akkoord: 51% Helemaal Akkoord: 16% Helemaal niet akkoord: 2% Neutraal: 23% Niet akkoord: 8%
Q21 Wat is uw hoogst behaalde diploma? Hoger onderwijs (niet-universitair): 26% Hoger onderwijs (universitair): 42% Secundair onderwijs: 32%	Q26_2 Ik hecht belang aan sport en beweging Akkoord: 46% Helemaal Akkoord: 25% Helemaal niet akkoord: 1% Neutraal: 21% Niet akkoord: 7%
Q22 Wat is uw beroepsactiviteit (als hoofdberoep)? Andere: 4% Gepensioneerd: 5% Huisvrouw/huisman: 1% Student: 36% Werkend: 52% Werkzoekend: 2%	Q27 Hoe vaak koopt u biologische voeding 1 keer per maand of minder: 20% 1 keer per week: 17% Meerder keren per week: 24% Meerdere keren per maand: 20% Nooit: 19%
Q23 Bent u de persoon die het vaakst de voedingsaankopen doet voor uw huishouden? Even vaak als iemand anders in mijn huishouden: 20% Ja: 55% Nee: 25%	Q28 Hoe vaak koopt u voeding via de korte keten? 1 keer per maand of minder: 29% 1 keer per week: 18% Meerdere keren per maand: 18% Meerdere keren per week: 6% Nooit: 29%
Q24 Wat is uw woonomgeving? Landelijke gemeente of platteland: 40% Stad: 43% Verstedelijkte gemeente: 26%	Q29 Eet u glutenvrij, zo ja waarom? Andere: 5% Ik eet (bijna) nooit glutenvrij: 91% Ik eet bewust glutenvrij omdat iemand in mijn huishouden glutenintolerant/ gevoelig is: 3% Ik eet bewust glutenvrij omdat ik denk dat het gezonder is: 1%

Dankwoord

Zonder een groot aantal mensen 'achter de schermen' kon het multidisciplinair onderzoek Altergrain nooit tot een goed einde komen. Zonder hen was tevens deze publicatie niet tot stand gekomen.

De auteurs wensen hen uitdrukkelijk en *van ganser harte* te bedanken:

- **HOGENT** om dit onderzoek te financieren met HOGENT-middelen voor Praktijkgericht Wetenschappelijk Onderzoek, dank voor het vertrouwen aan de interne en externe jury-leden van projectdossiers die voor dit onderzoek groen licht gaven in 2015;
- Collega's van **Proefhoeve Bottelare HOGENT-UGent** voor alle ondersteuning, met in het bijzonder Veerle Derycke, Kevin Dewitte en al het technisch personeel voor alle ondersteuning;
- Collega's van het **Laboratorium voor Graan- en Veevoedertechnologie van UGent** met in het bijzonder Filip Van Bockstaele en Ingrid De Leyn voor al hun expertise en het ter beschikking stellen van infrastructuur;
- De leden van de **Altergrain-stuurgroep** die waardevolle input gaven op de stuurgroepvergaderingen en de publicatie. Jullie waren tevens steeds aanspreekbaar gedurende gans het project, waarvoor onze dank;
- Het onderzoeksteam van het **VLAIO-TETRA-project 'Alterbake'** voor de vlotte samenwerking doorheen het project met inbegrip van het graancongres in Bologna (juni 2018), de Belgische beurzen, het uitwisselen van literatuur en contacten,... bedankt i.h.b. Lori Daelemans;
- Collega's van het **Landbouwcentrum Granen (LCG)** met in het bijzonder: Daniël Wittouck en Kristof Boone (**INAGRO**), Nico Luxx en Martine Peumans (**PIBO** Tongeren), Dieter Cauffman;
- De **landbouwers** die hebben meegewerkt aan het project: Guy Depraetere (Deftinge), Johan Ghyselen (Koksijde), Gert Roossens (Nieuwenhove), Peter Vermeulen (Merelbeke), Pieter Bijlsma (Nieuw-Vennep - NL);
- **Medewerkers van Molens Vermeulen (Oosterzele)** voor het praktisch ondersteunen van de studie omtrent naoogsttechnologie van tarwes uit Altergrain;
- **Directie Onderzoek van HOGENT** met in het bijzonder Jozefien Borms voor administratieve én inhoudelijke opvolging van het project;
- Collega's van de opleiding **Professionele Bachelor Agro- en Biotechnologie** van HOGENT-Campus Melle voor het mee ondersteunen van tal van deelaspecten, het betrekken van studenten en het meedenken omtrent deelthema's in het onderzoek. Speciale dank aan Nathan Van der Eecken voor ondersteuning fenolanalyses en productontwikkeling;
- **Studenten Agro- en Biotechnologie** (HOGENT Natuur en Techniek) die in de rand van het Altergrainproject diverse producten ontwikkelden en smaaktesten organiseerden in didactische projecten (o.a. granolabars, muffins);
- **Studenten Marketingmanagement** (HOGENT Bedrijf en Organisatie) die in het kader van Altergrain een marktonderzoek hebben uitgevoerd en een marketing- en communicatieplan hebben opgesteld;
- Collega's van **vakgroep Natuur- en Voedingswetenschappen** met in het bijzonder Lieve Vermeiren voor de opvolging van het project en de ondersteuning van publieke events zoals Agriflanders (2017 en 2019) en Broodway (2018).

Consumenten vertonen toenemende interesse in de aard en de herkomst van hun dagelijks voedsel. Broodproducten op de Belgische markt zijn bijna uitsluitend bereid met veredelde variëteiten van één tarweras (*Triticum aestivum*). Bakkerijgrondstoffen komen uit Frankrijk en Duitsland omdat in België het telen van (gewoon en divers) bakgraan in onbruik is geraakt. Lokale teelt en verwerking van alternatieve granen kan hierop inspelen. Het is dan een noodzaak om na te gaan of de teler, molenaar, bakker en consument baat hebben bij het (her-)introduceren van alternatieve granen zoals de tarwes emmer, eenkoorn en khorasan, het Ethiopisch graan teff en de pseudogranen (quinoa, boekweit en amarant).

Het HOGENT Altergrain onderzoeksteam (met name landbouwkundigen, voedingsdeskudigen en economen) analyseerde gedurende drie teeltjaren de opportuniteiten van alternatieve gewassen in Vlaanderen. Dit gebeurde vanuit een volledige ketenbenadering. Eerst werd de teelt van de alternatieve granen onderzocht en werd er bekeken in welke mate bestaande graanverwerkende installaties kunnen worden ingezet. Verder werd de voedingswaarde van korrels uit eigen oogst in kaart gebracht, alsook die van diverse broden bereid met meel van deze korrels. Tenslotte kwam een marktanalyse tot stand en werd gepeild naar de interesse en bereidheid tot betalen bij de consument. De belangrijkste resultaten van het driejarige onderzoek zijn terug te vinden in deze publicatie.

**HO
GENT**



Proefhoeve Bottelare



Deze publicatie is het resultaat van een multidisciplinaire samenwerking binnen HOGENT.