



*Pfeffer* am Tisch

**Mag. Gabriele Pfeffer**  
Ernährungswissenschaftlerin

Großaigen 20  
3240 Mank

+43 650 / 822 57 62  
gabriele@pfeffer-am-tisch.at  
www.pfeffer-am-tisch.at

## Interpretation der Inhaltsstoffe des Laufener Landweizens ERNTE 2017



Gabriele Pfeffer  
Mank, November 2017

Im Auftrag der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) Laufen. Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Laufener Landweizen – Entwicklung eines Markenkerns“ erstellt ([http://www.anl.bayern.de/projekte/laufener\\_landweizen/index.htm](http://www.anl.bayern.de/projekte/laufener_landweizen/index.htm)). Kooperationspartner sind die Biosphärenregion Berchtesgadener Land und Bio Austria. Das EuRegio-Projekt wird gefördert von der Europäischen Union mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (INTERREG Programm Österreich- Bayern 2014-2020).



## **Interpretation der Inhaltsstoffe des Laufener Landweizens 2017**

Inhalt:

0. Probennahme
1. Hauptinhaltsstoffe
2. Fettsäuregehalt
3. Proteine und Aminosäuren
4. Mineralstoffe und Spurenelemente
5. Vitamine und Carotinoide
6. Phytosterine
7. Zusammenfassung
8. Quellennachweis

Titelfoto: Wolfram Adelman, ANL

## 0. Probennahme:

**Vollanalyse:** LLW P1 **LLW17** konv. Referenz (Vergleichsprobe) Nähe („gleicher Standort“) P1 **Ref17**

**Teilanalyse** für 3 Proben LLW P2, P3 und P4 (Gesamtcarotinoide (und  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin), Lutein, Zeaxanthin, Silicium, Phytosterine, Riboflavin)

Siehe dok/pdf „**Tabellenüberblick**“

### 1. Hauptinhaltsstoffe (siehe Tab.1, S1 im Tabellenüberblick)

Der Laufener Landweizen (folgend kurz: LLW) erreichte 2017 nur 12% Protein i. Tr. und hat damit „Mahlweizenqualität“ im Gegensatz zu 2016, wo er wesentlich mehr, nämlich 14,6% i. Tr. aufwies und als „Qualitätsweizen“ klassifiziert werden konnte. Der Referenzweizen am gleichen Standort 2017 hat 12,6% i. Tr., liegt damit etwas darüber und wird ebenfalls als Mahlweizen klassifiziert.

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Feuchtglutengehalt und dem Proteingehalt (ein hoher Feuchtglutengehalt ist ein wichtiger Faktor für verschiedene Anwendungen in der Backindustrie, wie z.B. Blätterteig, tiefgekühlte Teiglinge, usw.), denn neben dem Proteingehalt ist auch der Feuchtglutengehalt im LLW17 deutlich zurückgegangen!

Der Feuchtglutengehalt vom **LLW17** und der Feuchtglutengehalt des konventionellen Referenzweizens **Ref17** gleichen sich 2017 an: während er beim LLW 2016 astronomische 33,6% betrug („Top – Feuchtklebergehalt“), wurden in der Referenz 2016 nur 17,6% ermittelt. 2017 liegt der Feuchtglutengehalt des LLW17 auf 23,7% und der des Referenzweizens Ref17 auf 23%, es handelt sich in beiden Fällen um andere Standorte! In beiden Fällen ist 2017 der Feuchtklebergehalt (<25%) mit „zu niedrig“ zu bewerten. (Dierauer et al. 2012)

In den letzten Jahren wurde zwar generell im Weizen eine Abnahme des Feuchtglutengehaltes beobachtet (Kleijer et al. 2011) und um ein „gutes Niveau zu sichern, hat man Schwellenwerte für Feuchtgluten eingeführt“. Dennoch lässt sich eine derart große Schwankung beim LLW von 33,6% auf 23,7% nur schwer erklären.

In den vergangenen Jahren konnte die schlechtere Qualität meistens im Gespräch oder bei einem Hofbesuch erklärt werden. Oft war die Parzelle schlecht gewählt oder die Aussaatbedingungen nicht ideal, der Untergrund verdichtet oder Weizen auf einer aufgefüllten Parzelle angesät. Auf einigen Betrieben ist der Humusanteil zu gering oder es hat Verdichtungen im Boden. (...) In einigen Fällen konnte die mangelnde Qualität aber nicht schlüssig erklärt werden und keine Maßnahmen festgelegt werden. Es gibt Landwirte, die haben schon alles versucht und machen alles richtig. Trotzdem bleibt der Feuchtkleber tief. Über die Jahre sind es oft auch immer die gleichen Landwirte die in der Skala oben oder ganz unten sind.

Eine Erhöhung des ausgebrachten Stickstoffes ist bei Landwirten einfach, die überhaupt keine Düngung machen. Oft wird aber genügend Stickstoff ausgebracht, die Wirkung bleibt infolge Trockenheit jedoch aus. Die Düngung ist im Biolandbau besonders schwierig, da der genaue N-Gehalt der Gülle fast keinem Landwirt bekannt ist. Hier besteht noch erhebliches Verbesserungspotential. (Dierauer et al. 2012)

Die Backfähigkeit eines Weizens hängt wesentlich von der Sorte, dem Kulturmanagement, der Witterung und dem Wasserangebot ab und kann von Jahr zu Jahr variieren (Landwirtschaftskammer Burgenland 2016).

## **2. Fettsäuregehalt**

Der Fettgehalt insgesamt ist seit dem Erntejahr 2016 mit 2,6% konstant geblieben, ist wie im Vorjahr trotz veränderter Umweltbedingungen (Standort, Anbau, Klima) etwas höher als der Referenzweizen (beide *Ref16*: 2,4%, *Ref17*: 2,4%) und deutlich höher als der konventionelle Standard (SFK 2000, 2016) mit 1,83% Fett. Eine Verwendung für ein biologisches, hochwertiges Weizenkeimöl für Ernährung und Kosmetik bleibt durchaus überlegenswert! Vor allem der notwendige, biologische Anbau des LLW (low input – Weizensorte) sichert eine Ölqualität, die frei von Pflanzenschutzmitteln ist, da konventionelle Öle Pflanzenschutzmittel besonders anreichern (u.a. deshalb, weil viele davon fettlöslich sind!). Zudem ist Weizenkeimöl generell und der LLW im Besonderen eine ausgesprochen gute Quelle für Tocopherole (Vitamin E), siehe Kapitel Vitamine und Carotinoide.

Die verhältnismäßige Fettsäurezusammensetzung der wichtigsten Fettsäuren des *LLW17* entspricht im Großen und Ganzen der eines typischen Weizens (Linolsäure 55%, Ölsäure 20% und Palmitinsäure 17% (Ebermann 2008): Linolsäure 49%, Ölsäure 24% und Palmitinsäure 20% (*LLW16*: 59%, 18%, 16%). Im Detail enthält der LLW im Erntejahr 2017 etwas weniger Linolsäure, dafür mehr Ölsäure (einfach ungesättigte FS) und mehr Palmitinsäure (gesättigte FS). Die Gehalte der einzelnen Fettsäuren variiert etwas von Ernte zu Ernte innerhalb der Sorte Laufener Landweizen, aber auch innerhalb der Referenz.

## **3. Proteine und Aminosäuren**

Der Proteingehalt liegt im Gegensatz zum Vorjahr im *LLW17* mit 10,4g/100g deutlich niedriger als im LLW des Vorjahres mit 13,2g/100g und nur etwas niedriger als in der konventionellen Referenz *Ref17* mit 11,0g/100g, während sich die *Ref17* praktisch kaum von der *Ref16* unterscheidet (11,0g/100g; 10,8g/100g). In der konventionellen Landwirtschaft erwartet man sich derzeit Proteinwerte von 13,7-13,8g/100g, die aber selbst der konventionelle Referenzweizen nicht erreichte und auch nicht das herkömmliche Standardmehl aus dem Supermarkt (mit 11,4g/100g). Der Proteingehalt schwankt im LLW stärker als in der konventionellen Referenz, was man aus den beiden Erntejahren feststellen kann.

Der niedrigere Proteingehalt spiegelt sich entsprechend im Aminosäurenmuster wider. Während die Hauptaminosäuren Glutaminsäure und Prolin im *LLW17* erheblich unter dem

konventionellen Standard (SFK) liegen, so sind auch sämtliche verbleibenden Aminosäuren in geringerem Maße enthalten als im Standardmehl. Während sich aber der LLW17 im Aminosäuregehalt von der Referenz nicht so stark unterscheidet, denn der Referenzweizen 2017 zeigt ein ähnliches Bild im Aminosäurenmuster, da er bei der Hälfte (9 von 18 untersuchten) Aminosäuren die gleiche Konzentration wie der LLW17 aufweist und in der anderen Hälfte der ASen eine leicht erhöhte Konzentration gegenüber dem LLW17. Einzig und allein die limitierende Aminosäure Lysin ist im LLW17 höher enthalten als in der Ref17, liegt jedoch 2017 trotzdem unter dem konv. Standard (SFK).

#### 4. Mineralstoffe und Spurenelemente

Die Tendenz ist klar: 2017 übertrifft der LLW die Referenz in sämtlichen untersuchten Mineralstoffen und Spurenelementen. Auch den Standard übertrifft der LLW17 überwiegend in den Mineralstoffen und Spurenelementen, wie Calcium, Magnesium, Eisen und Kupfer, außer Natrium und Phosphor. Insgesamt sind jedoch 2017 die Mineralstoff- und Spurenelementgehalte niedriger als im Vorjahr (bis auf Zink und Silicium). Natrium ist 2017 außergewöhnlich niedrig enthalten, sowohl im LLW17 als auch in der Ref17. Besonders herausragende Werte erzielte der LLW17 wieder beim **Zink** und beim **Mangan** (Zink heuer noch höher als im LLW16). **Absolute Spitzenwerte** erreichte wieder das Silicium, das in der Menge von **38mg/100g (!)** im LLW17 (P1) enthalten ist. Zum Vergleich: Im Vorjahr (2016) konnte ein doppelt so hoher **Siliciumgehalt** gegenüber der Referenz und dem Standard ermittelt werden (17mg/100g). 2017 ist das Silicium in 6facher Menge gegenüber der Referenz (und 4,5facher Menge gegenüber dem Standard) enthalten! Bemerkenswerterweise konnte dieser überdurchschnittlich hohe Si-Gehalt im LLW P1 ermittelt werden, zusätzliche Si-Untersuchungen im LLW von anderen variierenden Anbauorten (Proben: P2, P3 und P4) zeigten jedoch den gleichen „niedrigen“ Wert wie Referenz- und Standardweizen, nämlich 6mg bzw. 4mg bzw. 5mg/100g. Dieses Ergebnis ist sehr überraschend, da Silicium in Grannenweizen, wie es beim LLW der Fall ist, eingelagert wird, daher werden weitere Untersuchungsergebnisse für eine statistische Gesamtaussage abgewartet.

#### 5. Vitamine und Carotinoide

Da Weizenkeimöl generell im Vergleich zu sämtlichen, üblichen Speiseölen (Olivenöl, Maiskeimöl, Kürbiskernöl, Sonnenblumenöl, Rapsöl,...usw!) den höchsten Gehalt an  $\alpha$ -Tocopherolen und insgesamt an Tocopherolen (Vitamin E) aufweist, ist es aus diätetischen Gründen besonders wertvoll (natürlich wenn das Öl nicht raffiniert wird, da bei diesem Vorgang die Tocopherole beinahe zur Gänze verloren gehen), da **Vitamin E (Tocopherol)** in der menschlichen Ernährung hauptsächlich über Fette und Öle aber auch Nüsse (und Vollkornmehl) zugeführt wird. Entscheidend ist schließlich, wieviel Vitamin E dem Organismus zur Verfügung steht, denn durch die reichlich im Weizenkeimöl vorhandenen mehrfach ungesättigten  $\omega$ -3 Fettsäuren und  $\omega$ -6Fettsäuren wird die Tocopherolaufnahme gehemmt, sodass es im Körper zu einer verringerten Absorption kommt, trotzdem gilt

Weizenkeimöl (und andere Pflanzenöle) als besonders gute Quelle für Vitamin E, so kann das Weizenkeimöl aus dem LLW eine außerordentlich gute Versorgung mit Vitamin E bieten: denn der LLW weist gegenüber dem Standard-Weizen einen deutlich höheren Gehalt an **Tocopherolen** insgesamt auf, und auch an den einzelnen Tocopherolen:  $\alpha$ -Tocopherol,  $\beta$ -Tocopherol und  $\alpha$ -Tocotrienol. Auch die Ref17 (wie im Vorjahr) zeigt ähnlich hohe Werte wie der LLW17, dafür könnten gute Standortbedingungen verantwortlich sein, aus welchen der Weizen dieser Gegend Tocopherole besonders gut anreichert. Da der LLW sortenrein zur Verfügung stehen wird, kann man von einer überdurchschnittlich guten Tocopherolverversorgung ausgehen, während der Referenzweizen mit vielen anderen Weizensorten von vielen verschiedenen Standorten in den Mühlen zu einem entsprechenden Standard-Mischweizenmehl mit durchschnittlicher Tocopherolkonzentration vermahlen wird.

Der **Vitamin B**- Gehalt ist nicht nur stark sortenabhängig sondern wird auch ebenso von den Umweltfaktoren Standort, Klima und Anbaumethode maßgeblich beeinflusst. (Batifoulier 2006) Der **Folsäure**gehalt des LLW17 ist im Gegensatz zum Vorjahr **deutlich höher** als in der Ref17, jedoch nur wenig mehr als im konventionellen Standard enthalten. Der LLW17 enthält wie im Erntejahr 2016 signifikant mehr Riboflavin (B2) und bedeutend mehr **Pyridoxin** (B6), signifikant mehr  $\alpha$ -Tocopherol und außergewöhnlich hohe Carotinoidgehalte, sowohl gegenüber der Ref17, als auch im Vergleich zum Standard. Der höhere **Riboflavingehalt** des LLW17 konnte in den 3 Teiluntersuchungen (P2, P3 und P4) bestätigt werden! Wenn sich auch der Riboflavingehalt insgesamt im LLW17 signifikant niedriger darstellt als im LLW aus dem vorigen Erntejahr (2016). Die **Gesamtcarotinoide** waren im LLW16 12mal so hoch konzentriert als im Standard, der LLW17 enthält **27mal** so viel wie der Standard (553 $\mu$ g:20 $\mu$ g)! Diese Werte können durch die 3 weiteren Teiluntersuchungen (P2, P3 und P4) bestätigt werden, in denen die Gesamtcarotinoide das **20-28fache** des Standards ausmachen. Dennoch ist festzustellen, dass bei den Carotinoiden auch die Referenzwerte (2016 und 2017) ein Vielfaches des Standards aufweisen, in beiden Erntejahren jedoch erheblich weniger als der LLW! **Der hohe Carotinoidgehalt und der Luteingehalt (zu ca. 50% in Carotinoiden) im LLW bestätigt sich in den letzten beiden Jahren in jeder der 5 LLW-Proben, hierbei handelt es sich um ein statistisch signifikantes Ergebnis.** Möglicherweise hat der LLW die sortenspezifische Eigenschaft, Carotinoide anzureichern, zusätzlich zu den sehr guten Bodenbedingungen, wie die Referenzwerte zeigen.

Sehr interessant dabei ist, dass die erstmalige Untersuchung auf die unterschiedlichen **Carotinoideklassen** folgendes Ergebnis brachte: die „bekanntesten“ Carotinoide, wie  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin sind so gering enthalten, dass sie unter der Bestimmungsgrenze liegen, obwohl  $\beta$ -Carotin aufgrund vieler Getreideuntersuchungen als das dritthäufigste Carotinoide angegeben wird (Hussain und Larrison 2015). Auch das zweithäufigste Carotinoide Zeaxanthin konnte im LLW nicht detektiert werden. Die Gesamtcarotinoide des LLW17 bestehen ca. zur Hälfte aus **Lutein**, das auch das vorherrschende Carotinoide generell in Weizen ist. Der hohe Luteingehalt konnte auch in den Zusatzuntersuchungen der drei weiteren LLW-Proben (P2, P3 und P4) bestätigt werden, und findet sich auch hier in etwa zur Hälfte. Bekannt ist das Lutein mit der vermehrten Verwendung von der Urweizensorte Einkorn geworden, das ca. 4mal so viel Lutein enthält wie moderner Brotweizen (Einkorn setzt sich hauptsächlich aus

Lutein und Zeaxanthin zusammen; Ziegler et al 2015 Universität Hohenheim). Bedauerlicherweise konnte die Menge der Carotinoidklasse, die in sämtlichen Studien am vierthäufigsten in Weizen enthalten ist, nämlich das  $\beta$ -Cryptoxanthin, beim LLW nicht ermittelt werden, da die dafür zuständige Untersuchungsanstalt diesen Wert nicht detektiert. Nun bleibt es offen, woraus sich die Carotinoide zur zweiten Hälfte zusammensetzen! Der LLW zeigt also weder einen typischen Carotinoidgehalt, noch eine typische Carotinoidzusammensetzung, was ihn zu einer charakteristischen Getreidesorte macht (Gleiches zeigte sich beim Gehalt der Phytosterine 2016!), wenn sich die Ergebnisse zum Gehalt bestätigen und auch die Fraktion der  $\beta$ -Cryptoxanthine in weiteren Untersuchungen ermittelt werden sollte. Hussain und Larrison 2015 fanden in ihren Untersuchungen heraus, dass die Zusammensetzung der Carotinoide sehr stark vom jeweiligen Weizen-Genotyp (z.B. traditionelle Landsorte, alte Sorten, Primitive Sorten und Spelzweizen) abhängt, was beim LLW als Landsorte auch der Fall sein könnte, wenn sich die Werte weiterhin so bestätigen.

## **6. Phytosterine**

Die Ergebnisse zu den Phytosterinen lagen bis zum Projektende nicht abschließend vor, da aufgrund von technischen Schwierigkeiten beim beauftragten Labor die Analysen nicht korrekt durchgeführt werden konnten. Die Analysen dauern an. Ergebnisse der Wiederholungsuntersuchung werden im Dezember 2017 erwartet.

## **7. Zusammenfassung**

Wie hat sich der LLW 2017 zum LLW 2016 verändert?

Der LLW17 erreichte heuer nur Mahlweizenqualität im Gegensatz zu 2016 wo er als Qualitätsweizen – anhand des Rohproteingehaltes bewertet werden konnte. Auch der Feuchtglutengehalt ist entsprechend niedriger als im Vorjahr und als „zu niedrig“ zu bewerten.

Der Fettgehalt ist konstant geblieben und auch heuer wieder höher als im konventionellen Standardweizen. Weizenkeimöl aus LLW ist eine ausgesprochen gute Quelle für die essentielle Linolsäure (mehrfach ungesättigte omega-6 Fettsäure) und für Vitamin E (Tocopherole), da Weizenkeimöl generell den höchsten Gehalt an Tocopherolen (Vitamin E) aufweist als andere Pflanzenöle, besonders der LLW enthält mehr Tocopherole als der konventionelle Standardweizen.

Die Zusammensetzung des Proteins aus den Aminosäuren hat sich gegenüber dem Vorjahr (2016) stark verändert: sämtliche Aminosäuren sind weniger konzentriert vorhanden, nur die limitierende Aminosäure Lysin und die Asparaginsäure sind im LLW17 höher konzentriert als im Referenzweizen, liegen jedoch wie alle anderen Aminosäuren unter dem konventionellen Standard (genauso wie der Referenzweizen).

Bei den Mineralstoffen und Spurenelementen zeigt sich eine klare Tendenz: der LLW weist überwiegend höhere Gehalte auf als die Referenz und der Standard, wie z.B. beim Calcium, Magnesium, Eisen und Kupfer. Besonders herausragende Werte erzielte der LLW17 beim Zink und Mangan. Trotzdem sind die Mineralstoff- und Spurenelementwerte niedriger als im Vorjahr, bis auf Zink und Silicium. Absolute Spitzenwerte erreichte der LLW P1 mit Silicium, das in der Menge von 38mg/100g(!) enthalten ist. Zum Vergleich: Im Vorjahr (2016) war Silicium doppelt so hoch im LLW (gegenüber Referenz und Standard) enthalten, heuer ist es 6x so hoch im Vergleich zur Referenz bzw. 4,5mal so hoch im Vergleich zum Standard. Da Grannenweizen vermehrt Silicium anreichert, lag die Vermutung nahe der LLW würde dies sortenspezifisch ebenso tun, der hohe Siliciumgehalt konnte jedoch in den 3 zusätzlich untersuchten Proben P2, P3 und P4 nicht bestätigt werden, diese enthielten die gleichen „niedrigen“ Werte wie der Referenz- und der Standardweizen, nämlich 6mg bzw. 4mg bzw. 5mg/100g).

Auch heuer konnte wieder ein **außergewöhnlich hoher Gesamtcarotinoidgehalt** im LLW festgestellt werden. Während er im Vorjahr das 12fache des Standardmehls ausmachte, so ist dies heuer (2017) mit **20-28fache** der Fall! Dennoch ist festzustellen, dass bei den Carotinoiden auch die Referenzwerte (2016 und 2017) ein Vielfaches des Standards aufweisen, jedoch erheblich weniger als der LLW. Der hohe Carotinoidgehalt des LLWs bestätigt sich in jeder Probe, d.h. auch in den 3 zusätzlichen Proben P2, P3 und P4. **Daher kann man von einem statistisch signifikant hohen Carotinoidgehalt beim LLW sprechen!** Bei der heuer erstmaligen Untersuchung auf die verschiedenen Carotinoidklassen zeigte sich, dass die Carotinoide des LLWs in allen Proben (n=4) zur Hälfte aus Lutein bestehen. **Das macht den LLW zu einer besonders reichen Quelle für Lutein.** Lutein ist generell in Getreide das vorherrschende Carotinoid, jedoch bleibt die andere Hälfte der Carotinoidklassen im LLW unbestimmt, da der LLW weder Zeaxanthin als zweithäufigstes, noch  $\beta$ -Carotin als dritthäufigstes Carotinoid enthält. Die vierte Klasse der Carotinoide, die in sämtlichen Weizen-Untersuchungen am wenigsten vorkommt, konnte von der Untersuchungsanstalt nicht detektiert werden, da die entsprechende Messmethode dazu nicht vorhanden ist. Damit zeichnet sich der LLW auch in der Zusammensetzung seines außergewöhnlich hohen Carotinoidgehaltes als speziell und jedenfalls von der *Norm abweichend* (=Rarität) aus. Die Ergebnisse zu den Phytosterinen sind jedoch noch mit Spannung abzuwarten.



## 8. Quellennachweis

Dierauer H, Kupferschmid C, Rudolf von Rohr R. Forschungsinstitut für biologischen Anbau: Erträge und Qualität Bio Mahlweizen 2012: (<http://orgprints.org/22252/1/dierauer-et-al-2012-Weizenqualitaet-Zwischenbericht.pdf>; Zugriff am 27.10.2017)

Ebermann R, Elmadfa I. Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung. Wien: Springer Verlag, 2008.

Hussain A, Larsson H, Kuktaite R, Olsson ME, Johansson E. Carotenoid Content in Organically Produced Wheat: Relevance for Human Nutritional Health on Consumption. Int J Environ Res Public Health 2015; 12 (11): 14068-14083.

Kleijer G, Dossenbach A, Städeli C, Rychener M, Weisflog T. Feuchtglutengehalt der Weizensorten im Extenso und ÖLN Anbau. Agrarforschung Schweiz 2011; 2 (5): 206–211.

Landwirtschaftskammer Burgendland, Qualitätsweizen – Ertragshöhe und Rohproteingehalte – welche Faktoren sind entscheidend? 2016: <https://bgld.lko.at/?+Qualitaetsweizen-Ertragshoehe-und-Rohproteingehalte-welche-Faktoren-sind-entscheidend+&id=2500,2396199,,,,bW9kZT1uZXh0JnBhZ2luZz15ZXNfXzEwJmN0PTE2JmJhY2s9MQ> (Zugriff am 8.8. 2016)

SFK Souci SW, Fachmann W, Kraut H. Nährwerttabellen. Stuttgart: medpharm GmbH Scientific Publishers, 2000. S579f.

SFK Souci Fachmann Kraut. Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwerttabellen. 8. Aufl. Stuttgart: medpharm GmbH Scientific Publishers, 2016 S. 618f.

Ziegler JU, Wahl S, Wurschum T, Friedrich C, Longin H, Carle R, Shweiggert RM. Lutein und Lutein Esters in whole grain Flours made from 75 genotypes of 5 triticum species grown at multiple sites. J Agric Food Chem 2015; 63: 5061-71.