

Eignung von Emmer und Einkorn für den Anbau

Fabio Mascher¹, Corinne Bertschi^{1,2}, Marie Fesselet¹, Arnold Schori¹, Beate Schierscher-Viret¹ und Jean-Philippe Mayor¹

¹Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

²Strickhof, 8315 Lindau, Suisse

Auskünfte: Fabio Mascher, E-Mail: fabio.mascher@agroscope.admin.ch



Feldversuch mit Emmer- und Einkornsorten im Jahr 2015 in Changins.

Einleitung

Einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) und Emmer (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübler) Thell.) werden seit den Anfängen des Ackerbaus vor mehr als 10 000 Jahren angebaut (Miedaner und Longin 2012). Die Ursprünge ihrer Domestikation liegen in Mesopotamien und im weiteren Gebiet des Fruchtbaren Halbmondes (Nesbitt und Samu-

el 1996). Der Anbau dieser Gräser breitete sich nach und nach im Mittelmeerraum aus und erreichte schliesslich Zentraleuropa (Zapata und Peña-Chocarro 2005). Ausgrabungen in Cortaillod im Kanton Neuenburg zeigen, dass Einkorn und Emmer in unseren Breitengraden bereits vor mehr als 4000 Jahren angebaut wurden (Akeret 2005).

Diese beiden Arten gehören wie der Dinkel (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell.) zu den Spelzgetreiden, das heisst die Spelzen sind mit dem Korn verwachsen und müssen mit einem Schälvorgang entfernt werden. Diese Eigenschaft verbessert zweifellos die Resistenz des Kornes gegenüber Krankheiten und schützt es gegen Angriffe von Insekten und gegen Staunässe bei der Keimung. Aus diesen Gründen wurden Emmer und Einkorn weiter angebaut, obwohl verschiedene Arten des leichter dreschbaren Nacktgetreides bereits in der Jungsteinzeit bekannt waren, namentlich Hartweizen (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.), Weichweizen (*Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*) und Roggen (*Secale cereale* L.) (Helbaek 1959).

Aus botanischer Sicht teilen Einkorn und Emmer ihre entwicklungsgeschichtlichen Ursprünge mit Hart- und Weichweizen. Einkorn ist diploid und weist ein Genom des Typs «AA» auf, Emmer ist wie Hartweizen tetraploid mit vier Chromosomensätzen vom Typ «AABB» (Shewry und Hey 2015).

Im Vergleich mit Weichweizen weisen Emmer und Einkorn einen höheren Eiweissgehalt auf. Die Zusammensetzung der Eiweisse unterscheidet sich wesentlich von derjenigen von Weichweizen. So ist namentlich das Verhältnis zwischen den beiden Gluten-Fractionen Glutenine und Gliadine gerade umgekehrt (Giacintucci *et al.* 2014). Der hohe Anteil von Gliadinen führt zu tiefen Zeleny- und Glutenindizes, was auf eine geringere Backfähigkeit hindeutet. Diese Getreidearten werden deshalb häufig für die Herstellung von Teigwaren, Biskuits und für Brei empfohlen (Moudry 2011).

Der Anbau von Emmer und Einkorn wurde über die vergangenen Jahrhunderte immer weiter zugunsten von Weizen und Roggen aufgegeben, die ertragreicher sind und sich leichter verarbeiten lassen (Schwabe 2012). Heute werden Emmer und Einkorn noch in landwirtschaftlichen Randgebieten angebaut, namentlich in der Türkei, auf dem Balkan, in Spanien, Deutschland, Frankreich, Italien und der Schweiz (Wieser *et al.* 2009; Marino *et al.* 2009). Seit rund dreissig Jahren ist das Interesse an diesen beiden Getreidearten aber wieder erwacht. Produzenten und Konsumenten schätzen nicht nur die Widerstandsfähigkeit dieser Arten und ihre Anpassungsfähigkeit an eher unfruchtbare Bedingungen sondern auch der besondere Geschmack und die leichte Verdaulichkeit von Produkten aus diesen Getreiden.

Ziel dieses Versuchs war es, bei einer Auswahl von lokalen Sorten, die in der Getreide-Genbank von Agroscope in Changins konserviert sind, und bei einigen modernen Sorten dieser beiden Getreidearten die Eignung für den Anbau unter den in der Schweiz herrschenden Bedin-

Zusammenfassung

Einkorn und Emmer sind bespelzte Brotgetreidearten, deren Anbau heute weitgehend aufgegeben wurde. Es sind genügsame und widerstandsfähige Arten, die sich durch einen hohen Gehalt an Mineralien und anderen gesundheitsfördernden Inhaltsstoffen auszeichnen. Der Anbau dieser Getreide ist grundsätzlich möglich, für die Kultivierung sind aber fundierte Kenntnisse zu ihren agronomischen Eigenheiten unerlässlich. In dieser Arbeit wurden sieben beziehungsweise elf Akzessionen und Sorten von Einkorn und Emmer geprüft und mit drei Weichweizen- und drei Hartweizensorten verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Anbau dieser Getreidearten möglich ist, wenn nur wenig Stickstoffdünger eingesetzt wird. Das Ertragsniveau der beiden Arten liegt allerdings unter demjenigen von Weizen und bei Emmer ist die Standfestigkeit selbst mit einer zurückhaltenden Stickstoffdüngung ein Problem.

gungen zu testen. Die Ergebnisse wurden mit der Leistungsfähigkeit von Hartweizen- und Weichweizensorten bei identischen Anbaubedingungen verglichen. Diese Versuche konzentrierten sich auf einige landwirtschaftliche Parameter, wie den Ertrag, die Standfestigkeit, die Morphologie und die Resistenz gegenüber Krankheiten.

Material und Methoden

Sorten und Akzessionen

Die in diesen Versuchen geprüften Emmer- und Einkorn-Sorten sind in Tabelle 1 beschrieben. Die lokalen Sorten wurden aufgrund eines Vortests mit acht Einkorn-Akzessionen und 37 Emmer-Akzessionen ausgewählt, die alle aus der Getreide-Genbank von Agroscope am Standort Changins stammen. Die Auswahl wurde aufgrund der Morphologie, einer guten Standfestigkeit sowie Resistenz gegenüber Braunrost (*Puccinia recondita*) und Gelbrost (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) getroffen.

Aussaat und Anbaubedingungen

Die Versuche wurden in den Jahren 2014 und 2015 mit zwei Wiederholungen in randomisierten Blöcken durchgeführt. Es wurde auf Parzellen mit einer Fläche von 7,1 m² in Changins angesät. Die Aussaat erfolgte mit einer Hege-Sämaschine (Hege Maschinen, Eging am See, Deutschland). Die Kulturen erhielten eine Stickstoffgabe

Tab. 1 | Name und Herkunft der untersuchten Sorten und Akzessionen von Emmer und Einkorn

| Sorte | Art | Lateinischer Name | Herkunft | Land |
|----------------------|-------------|---|---------------------------|-------------|
| JE 19 | Einkorn | <i>T. monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i> | Landsorte, BGN | Schweiz |
| PRS1 | Einkorn | <i>T. monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i> | Landsorte, BGN | Schweiz |
| T. MONOCOCCUM No 1 | Einkorn | <i>T. monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i> | Landsorte, BGN | Schweiz |
| T. MONOCOCCUM No 5 | Einkorn | <i>T. monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i> | Landsorte, BGN | Schweiz |
| MONLIS | Einkorn | <i>T. monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i> | CRA, San Angelo Lodigiano | Italien |
| MV ALKOR | Einkorn | <i>T. monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i> | MTA ATK, Martonvásár | Ungarn |
| MV MENKET | Einkorn | <i>T. monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i> | MTA ATK, Martonvásár | Ungarn |
| AMIDONNIER | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Landsorte, BGN | Schweiz |
| DICOCCUM 425 | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Landsorte, BGN | Schweiz |
| FARRO ARISTATO ROSSI | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Landsorte, BGN | Schweiz |
| MOLISE SEL. COLLI | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | CRA, Foggia | Italien |
| PRS 2 | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Landsorte, BGN | Schweiz |
| T. DICOCCUM No 14 | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Landsorte, BGN | Schweiz |
| T 1378 111 | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Landsorte, BGN | Schweiz |
| T 570 527 | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Landsorte, BGN | Schweiz |
| JAKUB | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Prometeo, Urbino | Italien |
| ROSSORUBINO | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Prometeo, Urbino | Italien |
| ZEFIRO | Emmer | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübler) Thell. | Prometeo, Urbino | Italien |
| ELSADUR | Hartweizen | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>durum</i> (Desf.) Husn. | Saatsucht Donau | Österreich |
| IS PENTADUR | Hartweizen | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>durum</i> (Desf.) Husn. | Istropol Solary | Slovenien |
| WINTERGOLD | Hartweizen | <i>T. turgidum</i> L. subsp. <i>durum</i> (Desf.) Husn. | Südwestdeutsche Saatsucht | Deutschland |
| SUR EN | Weichweizen | <i>T. aestivum</i> L. subsp. <i>aestivum</i> | Landsorte, BGN | Schweiz |
| HANSWIN | Weichweizen | <i>T. aestivum</i> L. subsp. <i>aestivum</i> | Agroscope, DSP | Schweiz |
| ZINAL | Weichweizen | <i>T. aestivum</i> L. subsp. <i>aestivum</i> | Agroscope, DSP | Schweiz |

von 100 Einheiten pro Hektare. Mit dieser Dosis sollte ein ähnliches Düngungsniveau wie bei Weizen erreicht werden, um einen Vergleich des Potenzials zu ermöglichen. Es wurden weder Wachstumsregulatoren noch Fungizide angewendet. Zur Unkrautbekämpfung wurden zu Beginn der Vegetationszeit die Herbizide Azur oder Ar-

tist (beide Bayer (Schweiz) AG) sowie Express MAX (DuPont International Operation Sàrl), Apell und Axial One (beide Syngenta Agro AG) in den von den Herstellern für Weizen empfohlenen Dosierungen eingesetzt. Bei der Reife wurde das Getreide mit einem Mähdrescher (Wintersteiger, Ried, Österreich) geerntet.

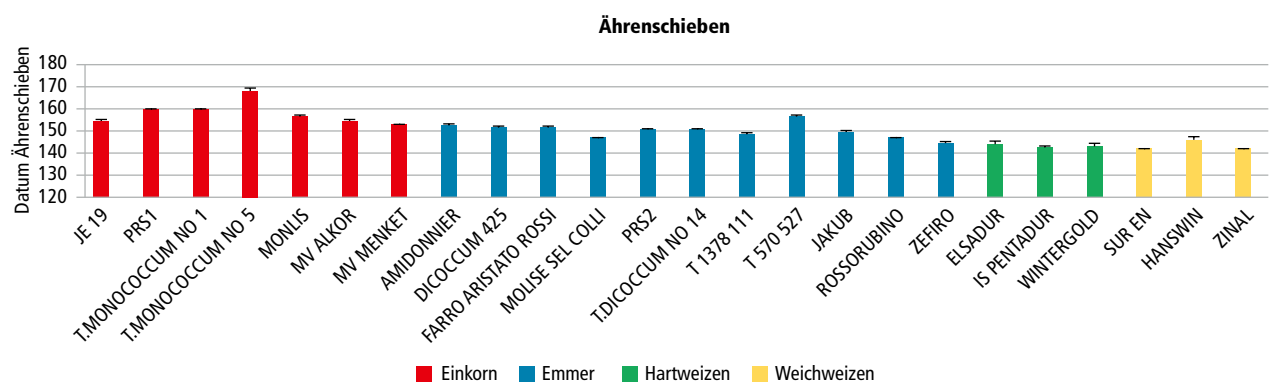


Abb. 1 | Zeitpunkt des Ährenschiebens der Einkorn-, Emmer- und Weizensorten im Jahr 2014.

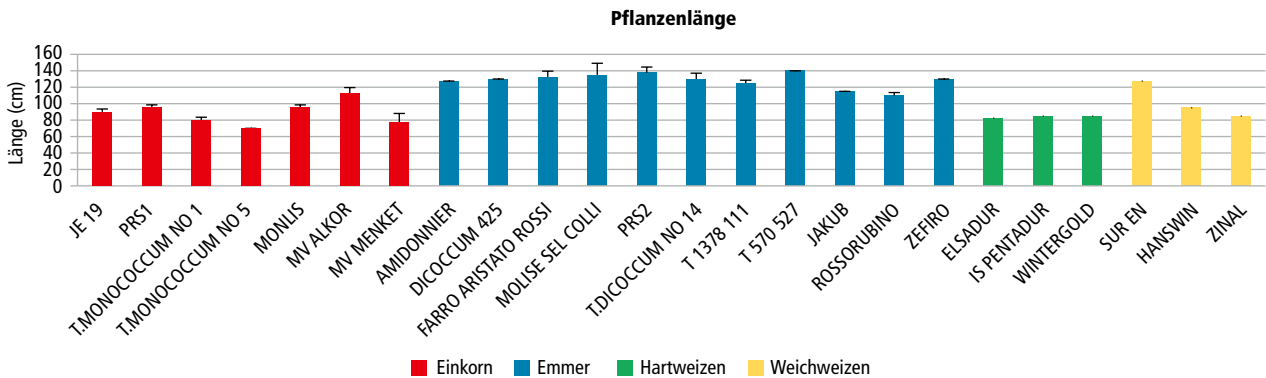


Abb. 2 | Durchschnittliche Wuchshöhe der Einkorn-, Emmer- und Weizensorten im Jahr 2014.

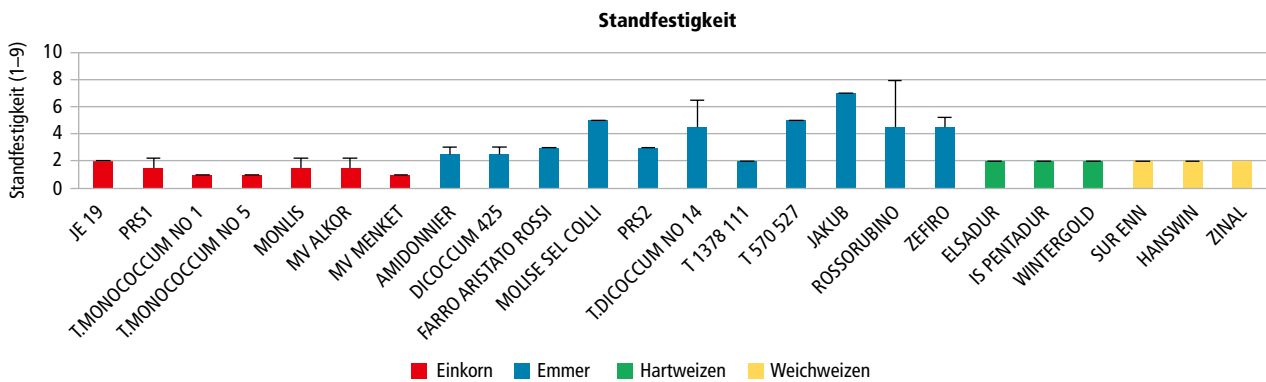


Abb. 3 | Durchschnittliche Standfestigkeit der Einkorn-, Emmer- und Weizensorten im Jahr 2014.

Beobachtungen im Feld

Während des Anbauzeitraums erfolgten Beobachtungen zur Fröhreife, Höhe, Standfestigkeit sowie zum Auftreten von Krankheiten (Echter Mehltau, Gelbrost und Septoria).

Analysen nach der Ernte

Nach der Ernte wurden die Proben auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 13,5% getrocknet. Beim Spelzgetreide wurde der Ertrag pro Parzelle einschliesslich Spelzen gemessen. Für die nachfolgenden Analysen wurden die Körner mit einer Scheiben-Schälmaschine (Mühlenbau Oligschläger, Bad Rappenau-Heinsheim, Deutschland) entspelzt, mit einer Labor-Sortiermaschine getrennt, und anschliessend geschützt vor Licht und Feuchtigkeit bei Raumtemperatur gelagert. Das Tausendkorngewicht wurde mit Hilfe eines optischen Saatkornanalysegeräts (MARVIN; GTA Sensorik, Neubrandenburg, Deutschland) bestimmt.

Datenverarbeitung

Die Berechnungen zum Ertrag pro Hektare und zum Tausendkorngewicht wurden mit der Software Microsoft®

Excel 2013 (Microsoft Inc, Redmond, USA) durchgeführt. Der Zusammenhang zwischen Wuchshöhe und Standfestigkeit wurde mit der nicht-parametrischen Spearmans Rangkorrelation mit Hilfe der Statistiksoftware R (R Core Team 2005) ermittelt.

Resultate

Phänologie und Morphologie

Der Zeitpunkt des Ährenschiebens lag in unserer Studie bei Weich- und Hartweizen bei 142 bis 148 Tagen nach dem ersten Januar (Abb. 1). Gegenüber Weizen waren die Emmer-Sorten drei bis fünf Tage im Rückstand, die Einkorn-Sorten eine weitere Woche. Diese Verzögerung blieb bis zur Ernte bestehen (Daten nicht dargestellt). In jeder Gruppe konnten bedeutende Unterschiede zwischen den Genotypen identifiziert werden. Die Akzession TRITICUM MONOCOCCUM Nr. 5 ist besonders spät, während die Fröhreife moderner Einkorn-Arten nahe an die Emmer-Sorten herankommt. Bei Emmer zeigen die Akzessionen MOLISE SELEZIONE COLLI und T1378 111 sowie die modernen Sorten ROSSORUBINO und ZEFIRO eine ähnliche Fröhreife wie Weich- und Hartweizen.

Die Wuchshöhe der Akzessionen wurde nach der Blüte gemessen. Abbildung 2 zeigt, dass Emmer die höchste durchschnittliche Höhe aufweist (128,4 cm). Einkorn erreicht im Durchschnitt eine Höhe von 88,6 cm, Hartweizen 84,2 cm und Weichweizen 102,5 cm. Auch hier treten von Genotyp zu Genotyp bedeutende Unterschiede auf. Die lokale Weichweizen-Sorte SUR EN übertrifft die modernen Sorten HANSWIN und ZINAL um 34,2% beziehungsweise 50%. Bei Einkorn sind die Akzessionen TRITICUM MONOCOCCUM Nr. 1 und Nr. 5 sowie die Sorte MV MENKET sehr kurz, während die Sorte MV ALKOR eine ähnliche Wuchshöhe wie die kürzesten Emmer-Akzessionen erreicht.

Die Standfestigkeit wurde während zwei Jahren auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet, wobei der Wert 1 einer hohen Standfestigkeit und der Wert 5 einer sehr geringen Standfestigkeit entspricht. Die Abbildung 3 zeigt, dass Einkorn, Hartweizen und Weichweizen eine mittlere bis hohe Standfestigkeit aufweisen (Werte 2 bis 3), während Emmer und insbesondere die Sorte JAKUB eine

geringe Standfestigkeit besitzen. Zwar besteht eine ausgeprägte negative Korrelation zwischen der Pflanzenhöhe und der Standfestigkeit ($p=0,78$, $p<0,001$), die Sorte JAKUB ist aber nicht die längste Sorte.

Resistenz gegenüber Krankheiten

Die Ergebnisse der Beobachtungen zu den Krankheiten sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Beobachtung der Krankheiten, die ausschliesslich aufgrund natürlicher Inokulationen auftraten, fand über zwei Jahre statt. Die grüne Färbung bedeutet, dass der betreffende Genotyp gegenüber der Krankheit resistent ist, rot weist auf eine Empfindlichkeit hin. In diesen Versuchen waren die Genotypen im Allgemeinen resistent gegenüber Echtem Mehltau und Blattseptoria. Insbesondere Einkorn zeigt eine sehr hohe Resistenz. Gelbrost trat bei Genotypen von allen *Triticum*-Arten auf. Die Emmer-Akzession DICOCCUM 425 wies eine ausgeprägte Anfälligkeit gegenüber dieser Krankheit auf, die anderen Genotypen waren mit mittlerer Häufigkeit betrof-

Tab. 2 | Resistenz der Einkorn-, Emmer- und Weizensorten gegenüber Krankheiten über zwei Jahre.

| Sorte | Art | Mehltau | Gelbrost | Septoria |
|----------------------|-------------|---------|----------|----------|
| JE 19 | Einkorn* | grün | gelb | grün |
| PRS 1 | Einkorn | grün | grün | grün |
| T. MONOCOCCUM No 1 | Einkorn | grün | orange | grün |
| T. MONOCOCCUM No 5 | Einkorn | grün | grün | grün |
| MONLIS | Einkorn | gelb | gelb | grün |
| MV ALKOR | Einkorn | grün | gelb | grün |
| MV MENKET | Einkorn* | grün | gelb | grün |
| AMIDONNIER | Emmer | grün | rot | grün |
| DICOCCUM 425 | Emmer | grün | grün | grün |
| FARRO ARISTATO ROSSI | Emmer* | grün | grün | nd |
| MOLISE SEL. COLLI | Emmer | grün | gelb | grün |
| PRS 2 | Emmer | grün | gelb | grün |
| T. DICOCCUM No 14 | Emmer | grün | gelb | grün |
| T 1378 111 | Emmer | grün | rot | grün |
| T 570 527 | Emmer | grün | gelb | grün |
| JAKUB | Emmer | grün | gelb | grün |
| ROSSORUBINO | Emmer | grün | orange | orange |
| ZEFIRO | Emmer | grün | grün | grün |
| ELSADUR | Hartweizen | grün | orange | nd |
| IS PENTADUR | Hartweizen | grün | gelb | nd |
| WINTERGOLD | Hartweizen | grün | gelb | nd |
| SUR EN | Weichweizen | grün | gelb | nd |
| HANSWIN | Weichweizen | grün | grün | gelb |
| ZINAL | Weichweizen | grün | gelb | gelb |

* Beobachtungen über ein einzelnes Versuchsjahr verfügbar

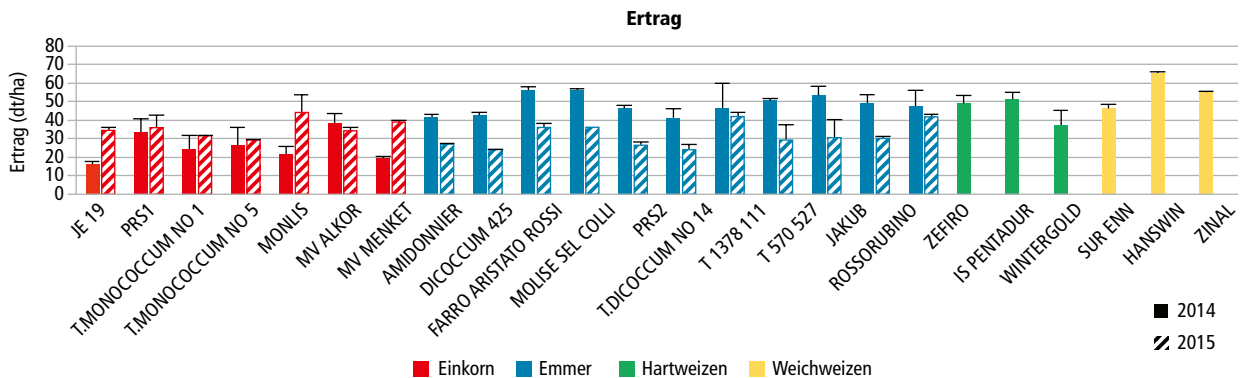


Abb. 4 | Durchschnittliche Ertrag der Einkorn- und Emmersorten einschliesslich Spelzen und der Weizensorten über zwei Jahre.

fen. Bei den Einkorn-Sorten PR51 und TRITICUM MONOCOCCUM Nr. 5, den Emmer-Sorten DICOCCUM 425, FARRO ARISTATO ROSSI und ZEFIRO sowie beim Weichweizen HANSWIN wurden keine Krankheitssymptome festgestellt.

Ertrag

Für die Bestimmung des Ertrags wurden bei Emmer und Einkorn die nicht-entspelzten Körner gewogen. Eine entsprechende Untersuchung zeigte, dass die Spelzen etwa 5 bis 20% der geernteten Masse ausmachten (Daten nicht dargestellt). Die in den zwei Jahren des Versuchs geernteten Erträge sind in Abbildung 4 in Form von Boxplots dargestellt. In dieser Darstellung lassen sich das Ertragspotenzial sowie minimale und maximale Erträge ablesen.

Im Allgemeinen liegt das Ertragspotenzial von Emmer zwischen jenem von Einkorn einerseits und Hart- und Weichweizen andererseits. Bei Einkorn erreicht die Sorte MONLIS ein hohes Ertragsniveau, das nahe beim Ertrag von Emmer liegt, während bei den anderen Sorten gros-

se Schwankungen auftreten. Die Sorte MV ALKOR und die Akzession PR51 weisen höhere Durchschnittserträge auf als MONLIS und zeigen geringere Schwankungen von Jahr zu Jahr.

Bei Emmer haben die Akzessionen FARRO ARISTATO ROSSI und MOLISE SELEZIONE COLLI das grösste Ertragspotenzial, das bei diesen Genotypen nahe bei den Erträgen von Hartweizen liegt. Die modernen Sorten JAKUB, ROSSORUBINO und ZEFIRO erreichen ebenfalls gute Erträge. Mit Ausnahme der eher ertragsschwachen Hartweizensorte WINTERGOLD liegt das Ertragsniveau von Weich- und Hartweizen jedoch immer über jenem von Emmer.

Tausendkorngewicht

Das Tausendkorngewicht (TKG) gibt Hinweise auf die Grösse und Dichte der Körner und ist damit ein Indikator für die Erntequalität. In Abbildung 5 lassen sich ziemlich grosse Schwankungen des Tausendkorngewichts sowohl zwischen den Sorten als auch zwischen den beiden Anbaujahren feststellen. Im Allgemeinen

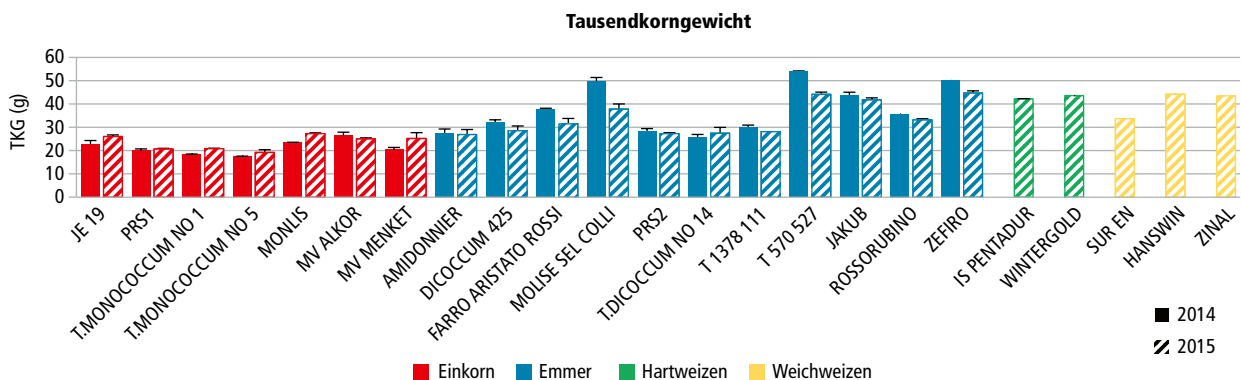


Abb. 5 | Durchschnittliches Tausendkorngewicht der Einkorn-, Emmer- und Weizensorten in den Jahren 2014 und 2015. Daten nicht verfügbar für Elsador (ND).

haben die lokalen Sorten aller drei Arten und alle Einkorn-Sorten ein sehr tiefes Tausendkorngewicht, mit Ausnahme der Emmer-Akzessionen MOLISE SELEZIONE COLLI und T570 527.

Diskussion

Für den Anbau von Emmer und Einkorn müssen ergänzende Informationen zum agronomischen und technologischen Wert der gegenwärtig verfügbaren Sorten gesammelt werden. Die Spelzgetreidearten weisen im Vergleich zu Weich- und Hartweizen ein tieferes Ertragspotenzial auf. Die modernen Sorten der beiden Arten erreichen aber gegenüber alten Sorten um bis zu 10,7% höhere Erträge bei Bedingungen mit geringem Input. Selbst bei diesen Bedingungen zeigt Emmer allerdings eine tendenziell schwache Standfestigkeit. Bereits bei mässiger Stickstoffdüngung erreicht Emmer eine aussergewöhnliche Wuchshöhe, auch wenn genetische Unterschiede zwischen den Genotypen bestehen. Es sind zusätzliche Züchtungsbemühungen erforderlich, um die Pflanzen insbesondere durch tragfähigere Stängel standfester zu machen. Eine Möglichkeit wäre die Verwendung der Zwergwuchsgene *rht*, die sich bereits bei der Reduktion der Höhe von Weich- und Hartweizen bewährt haben (Cormier *et al.* 2016). Bei solchen punktuellen Verbesserungen, muss aber darauf geachtet werden, dass die Widerstandsfähigkeit und die geschmacklichen Qualitäten bewahrt bleiben. Nach einer anfänglichen Kreuzung mit kurzem Hartweizen sollte eine Rückkreuzung mit Emmer vorgenommen werden, damit diese ursprünglichen Qualitäten erhalten bleiben.

Trotz der Vorauswahl der Genotypen trat der durch den Pilz *Puccinia striiformis* hervorgerufene Gelbrost in un-

seren Versuchen auf. Dabei ist festzustellen, dass Emmer und Einkorn ebenso wie moderne Sorten betroffen waren. Es handelte sich um den neuen, 2013 in Europa aufgetretenen Stamm des Erregers, der die Virulenz WARRIOR trägt (Hovmöller *et al.* 2015).

Unsere Versuche haben gezeigt, dass der Anbau von Emmer und Einkorn mit bestimmten Sorten, einschliesslich einigen aus einer Genbank wiedergewonnenen lokalen Sorten, möglich ist. Diese Getreide müssen mit einer geringen Stickstoffdüngung angebaut werden. Deshalb könnten sie eine interessante Möglichkeit in bestimmten Situationen darstellen, zum Beispiel in Randgebieten mit geringer Bodenfruchtbarkeit, bei beschränktem Input oder wenn das Produkt eine für den Produzenten ausreichend gewinnbringende Nische in einem diversifizierten Markt ausfüllen kann. Die rheologischen Untersuchungen des Teigs und die Backversuche sind Gegenstand einer späteren Publikation.

Schlussfolgerungen

- Gute Eignung von lokalen und modernen Sorten von Emmer und Einkorn für den Anbau unter Schweizer Bedingungen.
- Diese wenig verbreiteten Getreidearten bieten sich für Randgebiete mit eher unfruchtbaren Böden an.
- Das Ertragspotenzial von Einkorn und Emmer liegt beim von uns gewählten Düngungsplan unter dem Potenzial von Weich- und Hartweizen.
- Die Sorten weisen eine gute Resistenz gegen Krankheiten auf, ausser gegen Gelbrost.
- Für einen rentablen Anbau muss der Preis dieser Getreidearten mehr als doppelt so hoch sein wie der Preis für Weich- und Hartweizen. ■

Riassunto

Idoneità del farro dicocco e del piccolo farro alla coltivazione

Il farro dicocco e il piccolo farro (monococco) sono dei cereali vestiti panificabili la cui coltivazione è stata quasi del tutto abbandonata al giorno d'oggi. Si tratta di cereali frugali e rustici, caratterizzati da tenori elevati di minerali e altre componenti benefiche per la salute. La coltivazione di questi due cereali è concepibile, ma sono indispensabili conoscenze approfondite relative ai loro valori agronomici e alle appropriate tecniche di coltivazione. In questo studio, rispettivamente sette e undici accessioni e varietà di farro dicocco e monococco sono state testate e confrontate con tre varietà di frumento e tre varietà di grano duro. I risultati dimostrano che la coltivazione di questi cereali è possibile per determinate varietà se sono coltivate con poco azoto. Ciononostante, il rendimento delle due specie è inferiore rispetto a quello dei grani e l'allettamento è un problema importante per la coltura di farro dicocco, anche a bassi livelli di fertilizzazione azotata.

Summary

Aptitude of emmer and einkorn varieties for cultivation

Though suitable for breadmaking, einkorn and emmer wheat are hulled grains that are nowadays largely neglected. These cereals are frugal and robust and characterised by high levels of minerals and other elements beneficial for health in the grain. Cultivation of these cereals is feasible, but in-depth knowledge of their agronomic and technical values is indispensable. In this paper, seven and eleven registered accessions and varieties of einkorn and emmer wheat, respectively, were tested and compared with three varieties of soft wheat and three of durum wheat. The results show that the cultivation of certain varieties of these cereals is possible if they are grown with little nitrogen. Nevertheless, yield levels for these two species are lower than those of wheat varieties, and lodging is a problem in emmer wheat cultivation, even with low levels of nitrogen fertilisation.

Key words: hulled cereals, varietal performances, lodging, yield.

Literatur

- Akeret Ö., 2005. Plant remains from a Bell Beaker site in Switzerland, and the beginnings of *Triticum spelta* (spelt) cultivation in Europe. *Veget Hist Archaeobot* 4, 279–286.
- Cormier F., Foulkes J., Hirel B., Gouache D., Moëne-Loccoz Y. & Le Gouis J., 2016. Breeding for increased nitrogen-use efficiency: a review for wheat (*T. aestivum* L.). *Plant Breeding* 35 (3), 255–278.
- Giacintucci V., Guardoño 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 J. Food Sci.* 32, 115–121.
- Helbaek, H., 1959. Domestication of Food Plants In the Old World: Joint Efforts by Botanists and Archeologists Illuminate the Obscure History of Plant Domestication. *Science* 30 (3372), 365–372.
- Hovmöller M.S., Walter S. & Bayles R., 2015. Replacement of European wheat yellow rust population by new races from the centre of diversity in the near-Himalayan region. *Plant Pathology* 65 (3), 402–4.
- Marino S., Tognetti R. & Alvino A., 2009. Crop yield and grain quality of emmer populations grown in central Italy, as affected by nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy* 3, 233–240.
- Miedaner T. & Longin F., 2012. Unterschätzte Getreidearten Einkorn, Emmer, Dinkel & Co. Agrimedia Verlag. 7–30.
- Moudry J., Konvalina P., Stehno Z., Capouchová I. & Moudry Jr., 2011. Ancient wheat species can extend biodiversity of cultivated crops. *Scientific Research and Essays* 6 (20), 4273–428.
- Nesbitt M. & Samuel D., 1996. From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheat. In: Padulosi S, Hammer K, Heller J (eds) Hulled wheats, promoting the conservation and used of underutilized and neglected crops. IPGRI, Rome, 40–99.
- 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, 236–243.
- Schwabe I., 2012. Landwirtschaft und biologische Vielfalt Einkorn, Emmer und Dinkel – alter Weizen neu erforscht. Ed. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Wieser H. & Mueller K.-J., Koehler P., 2009. Studies on the protein composition and baking quality of einkorn lines. *European Food Research Technology* 229 (3), 523–532.
- Zapata, L. & Peña-Chocarro L., 2005. L'agriculture néolithique de la façade atlantique Européenne. Unité et diversité des processus de néolithisation sur la façade atlantique de l'Europe (6e-4e millénaires avant J.-C.). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, Mémoire XXXVI: 89–99.