

Einfluss von Reifeunterschieden auf das Auswuchsverhalten und die Fallzahl von Winterweizensorten

Influence of different ripening stages on pre-harvest sprouting and falling number of winter wheat cultivars

Michael Oberforster^{1*}, Anton Neumayer², Elisabeth Zechner³ und Lorenz Hartl⁴

Abstract

In order to use wheat for baking purposes, pre-harvest sprouting (PHS) of maximum 1 to 2% of the kernels is tolerated and a falling number of at least 220 s is necessary. Regarding winter wheat, tests were carried out to determine whether an intervarietal relationship exists both between the date of hard dough stage (BBCH 87) and the percentage of visibly germinated kernels, as well as between the date of hard dough stage and falling number. For this aim, results of five Austrian field trial series (2 to 7 environments) of winter wheat cultivars from 2005 to 2011 were analyzed. The series included cultivars and breeding lines from Austria, Germany, Czech Republic, France and Great Britain. On average, PHS of genotypes varied from 0.1 to 39.2% and the falling number varied from 62 to 290 s. The differences in ripening time of 3.5 to 7.5 days showed a significant correlation to PHS ($r=-0.32^*$) in only one of the five series, and to falling number in two series ($r=0.48^*$ and 0.46^{**}). The coefficient of determination (R^2) between hard dough stage and PHS ranged from 0.01 to 0.17, and between hard dough stage and falling number from 0.00 to 0.37 using polynomial curve fitting. Thus, for wheat cultivars, genotypic differences in ripening of a few days have no or marginal effect on PHS and falling number.

Keywords

Falling number, pre-harvest sprouting, ripening stage, *Triticum aestivum*

Einleitung

Mit dem Begriff „Auswuchs“ wird das Auskeimen der Körner vor der Ernte bezeichnet. Feuchte Witterung in späteren Stadien der Pflanzenentwicklung gepaart mit geringer Samendormanz sind die Hauptgründe dafür. Weichweizen (*Triticum aestivum* L.) ist in dieser Hinsicht zwar weniger gefährdet als Durumweizen, Roggen und Triticale, dennoch kann das Problem gravierende Ausmaße annehmen. Die Keimung geht mit einer erhöhten Enzymaktivität einher, welche indirekt mit der Hagberg-Fallzahl gemessen wird. Es sollte die Frage beantwortet werden, ob in Weizenversu-

chen mit einheitlichem Erntetermin frühreife Genotypen aus methodischen Gründen mehr von Auswuchs und niedrigen Fallzahlen betroffen sind.

Niedrige Fallzahlwerte und physiologische Veränderungen im Korn können auch ohne sichtbaren Auswuchs auftreten. Eine derartige *pre-maturity* α -Amylase-Aktivität (PMAA) dürfte in den analysierten Versuchen nicht bzw. nur untergeordnet vorgekommen sein.

Material und Methoden

Pflanzenmaterial und Umwelten

Vier Serien von Winterweizen der österreichischen Sortenwertprüfung wurden analysiert. Die Parzellengröße variierte von 8,3 bis 12,8 m² (Versuche mit Ertragsserhebung, 3 bzw. 4 Wiederholungen) und von 4,0 bis 4,8 m² (Register ohne Ertragsserhebung, 2 Wiederholungen). Es handelt sich um 2 Versuche auf Bioflächen aus dem Jahr 2005 (BV 2005, 19 Genotypen), 3 Versuche aus der pannonischen Region (TG 2005, 30 Genotypen), 3 Versuche aus Feuchtlagen (FG 2006, 29 Genotypen) sowie 7 Versuche aus dem Alpenvorland Nieder- und Oberösterreichs (FG 2008, 30 Genotypen). In allen diesen Prüfungen trat Auswuchs unter natürlichen Witterungsbedingungen auf. Weiters wurde in den Jahren 2010 und 2011 die Auswuchsresistenz von 124 Winterweizen im Rahmen des Projektes *Robust Wheat* (RW) getestet (OBERFORSTER et al. 2012). Die Sortimente enthalten aktuelle und ehemals registrierte Sorten sowie Zuchtlinien aus Österreich, Deutschland, Tschechien, Frankreich und Großbritannien.

Untersuchungsmerkmale

Wenn das Endosperm von teigig-fester Konsistenz und ein Fingernageleindruck irreversibel ist, hat das Getreide die Gelbreife (BBCH 87) erreicht (WITZENBERGER et al. 1989). Zwei Drittel der Ähren von Haupthalmen müssen dieses Stadium aufweisen; es wurden Körner der Ährenmitte beprobt (BFL 2002). Zwecks vereinfachter graphischer Darstellung erhielt jeweils der frühreife Genotyp den Wert 1. Der Auswuchsgrad wurde anhand von 30-35 g Erntegut

¹ Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191, A-1220 WIEN

² Saatzucht Donau Ges.m.b.H. & CoKG, A-4981 REICHERSBERG

³ Saatzucht Edelhof, Edelhof 1, A-3910 ZWETTL

⁴ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 8, D-85350 FREISING

* Ansprechpartner: Michael OBERFORSTER, michael.oberforster@ages.at



(Mischprobe von 2 bis 4 Wiederholungen) mit zweifacher Lupenvergrößerung festgestellt und die gekeimten Körner in Gewichtsprozent ausgedrückt. Die Bestimmung der Fallzahl erfolgte gemäß ICC-Standard Nr. 107/1 (ICC 2011). Die Berechnung der intervarietalen Korrelationen erfolgte mit dem Statistikpaket SPSS Vers. 16.0 (SPSS Inc., Chicago).

Ergebnisse und Diskussion

Werden Sorten unterschiedlicher Reifezeit zum selben Termin gedroschen, könnte dies einen Effekt auf den Auswuchsgrad und die Fallzahl haben. So beschrieben DERERA et al. (1976) eine signifikant negative Korrelation zwischen Frühreife und Fallzahl. Nach WEILENMANN (1976) erfordert ein großes Reifespektrum innerhalb eines Versuches eine rechnerische Korrektur der Fallzahlwerte. Auch SVENSSON (1990) weist darauf hin, dass frühzeitig reifende Sorten unter Feldbedingungen ein erhöhtes Auswuchsrisko haben. Bei feuchter Witterung und einheitlichem Erntetermin werden später reifende Sorten tendenziell bevorzugt. BAINOTTI et al. (2009) teilten das Weizensortiment deshalb in eine früh und eine spät ährenschiebende Gruppe. Hingegen fand MJAERUM (1990) in Sortenprüfungen keine relevante Beziehung zwischen den Gelbreifedifferenzen und der Fallzahl bzw. α -Amylase-Aktivität.

Die Ermittlung der sortentypischen Gelbreife ist mit einem größeren Fehler behaftet. Einerseits ist das Stadium 87 nicht so präzise definierbar wie beispielsweise Beginn und Ende des Ährenschiebens (BBCH 51 und 59). Andererseits beschleunigt oder verzögert eine Änderung der Tagestemperatur und Luftfeuchte in dieser Periode die Abreife der Pflanzen. Unterschiede in der Bodengüte innerhalb eines Versuches können die Gelbreife um mehrere Tage verschieben. Wegen der zeitlichen Nähe zum Auswuchsgeschehen ist dieses Merkmal gegenüber Ährenschiebe- oder Blühdaten dennoch zu bevorzugen. Gelbreifedaten sind nicht von sämtlichen Versuchen mit Auswuchs verfügbar; teilweise wurden Ergebnisse anderer Versuche derselben Serie einbezogen. Weil der Parameter von G×U-Wechselwirkungen weniger betroffen ist, erscheint eine solche Vorgangsweise statthaft. Genotypische Mittelwerte einer Versuchsserie sind von der Fehlerstreuung der Einzeldaten größtenteils bereinigt.

Die Sortimente zeigten eine Spannweite der Gelbreife von 3,5 bis 7,5 Tage (Tabelle 1). Bei kühler Witterung können sich die in einer Region angebauten Sorten in ihrer Reife bis zu 10 Tage unterscheiden. In den Versuchen des Projektes *Robust Wheat* differierten die früheste und späteste Sorte um 8 bis 11 Tage. Allerdings wird ein derart heterogenes Sortiment innerhalb eines Gebietes nicht kultiviert. Auswuchs

Tabelle 1: Spannweite der Mittelwerte von Tag der Gelbreife, Auswuchs und Fallzahl, und Korrelationskoeffizienten zwischen Gelbreife und Auswuchs bzw. Fallzahl in 5 Versuchsserien mit 19 bis 124 Winterweizen (2005-2011)

Table 1: Range of means of hard dough stage, PHS and falling number, and correlation coefficients between hard dough stage and PHS and falling number, respectively, in 5 trial series with 19 to 124 winter wheat cultivars (2005-2011)

Versuchsserie	n	Gelbreife Spannweite (Tage)	Auswuchs (PHS)		Fallzahl	
			Mittelwerte Genotypen (Gew.-%)	r	Mittelwerte Genotypen (s)	r
BF 2005	30	3,5	0,1-19,3	-0,37	85-290	0,48*
TG 2005	19	7,0	0,1-34,8	-0,24	75-290	0,09
FG 2006	29	5,5	1,3-39,2	0,18	62-259	-0,22
FG 2008	30	6,3	1,3-17,7	-0,32*	71-252	0,46**
RW 2011, 2012	124	7,5	1,7-33,9	0,08	65-219	-0,06

*,** signifikant bei $P < 0,05$ bzw. $P < 0,01$

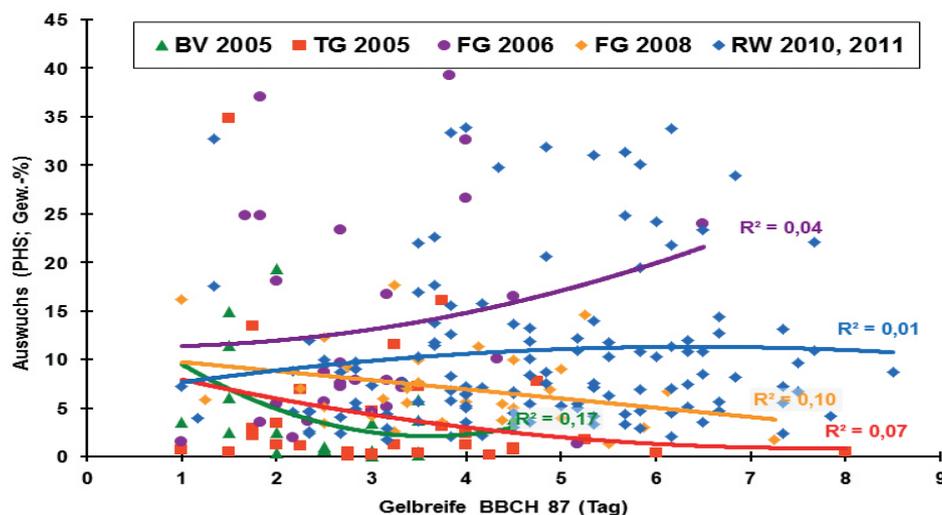


Abbildung 1: Intervarietaler Zusammenhang von Tag der Gelbreife und Auswuchs in 5 Versuchsserien (19-124 Winterweizen, jeweils Mittel aus mehreren Standorten, 2005-2011)

Figure 1: Intervarietal relationship between hard dough stage and PHS in 5 trial series (19-124 winter wheat cultivars, means determined at several locations, 2005-2011)

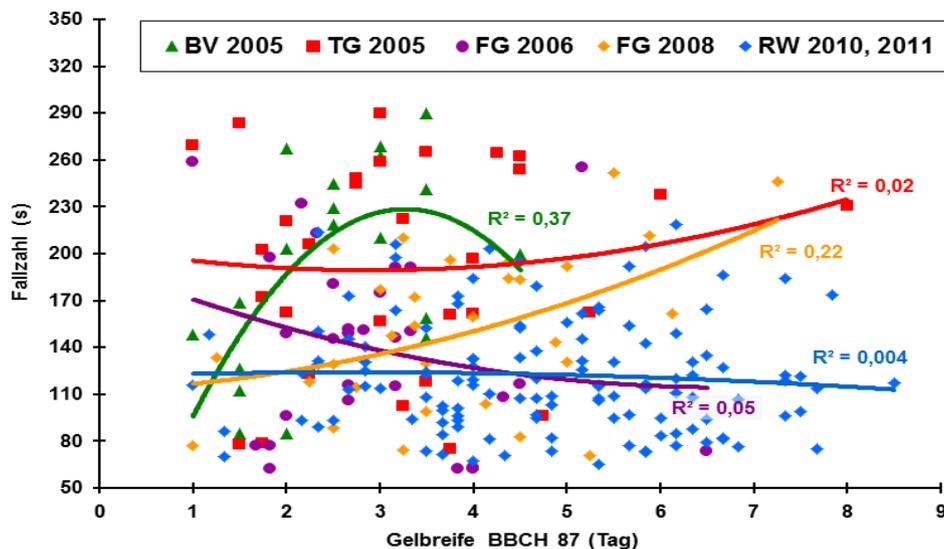


Abbildung 2: Intervarietaler Zusammenhang von Tag der Gelbreife und der Fallzahl in 5 Versuchsserien (19-124 Winterweizen, jeweils Mittel aus mehreren Standorten, 2005-2011)

Figure 2: Intervarietal relationship between hard dough stage and falling number in 5 trial series (19-124 winter wheat cultivars, means determined at several locations, 2005-2011)

und Fallzahl variierten in den fünf Serien von 0,1 bis 19% und von 85 bis 290 s (BV 2005) bzw. von 1,3 bis 39% und von 62 bis 259 s (FG 2006; Tabelle 1). In den Einzelversuchen gab es Extremwerte von 0 und 83% Auswuchs und Fallzahlen von 62 bis 424 s.

Mehrheitlich war kein signifikanter Zusammenhang von Gelbreifetag und Auswuchsgrad (Tabelle 1, Abbildung 1) bzw. Gelbreife und Fallzahl (Tabelle 1, Abbildung 2) nachweisbar. Lediglich bei den Serien BV 2005 und FG 2008 waren die Fallzahlen positiv mit dem Erreichen des Gelbreifestadiums korreliert ($r=0,48^*$ bzw. $0,46^{**}$). Im Projekt *Robust Wheat* variierten Auswuchsprozente und Fallzahlen intervarietal unabhängig von der Zeitigkeit der Reife ($r=0,08$ bzw. $-0,06$ n.s.). Ein verfälschender Einfluss genetisch unterschiedlicher Reife auf die Auswuchsneigung und Fallzahl war nicht nachweisbar oder nur schwach ausgeprägt. Bei Weizen sind Reifedifferenzen von wenigen Tagen für die Beurteilung der Auswuchsfestigkeit zumeist unbedeutend. Die Gefahr, dass frühreife und auswuchsfeste bzw. spät reifende und gegenüber Auswuchs sensitive Sorten bei einheitlichem Erntetermin nicht erkannt werden, ist relativ gering. Tritt jedoch eine Regenphase auf, wenn die Körner von späten Genotypen noch grün und milchig, jene von früh reifenden aber bereits teigig sind, ist eine abweichende Sortenreaktion zu erwarten. Zur Beurteilung der Auswuchstoleranz von Weizensorten sind Daten von mehreren Umwelten mit belastender Witterung nötig. Bei den Merkmalen Auswuchs und Fallzahl auftretende G×U-Wechselwirkungen stehen meistens nicht in Zusammenhang mit Reifedifferenzen.

Zusammenfassung

Um Weizen für Backzwecke verwenden zu können, wird normalerweise ein Auswuchs von höchstens 1 bis 2% der Körner toleriert und eine Fallzahl von mindestens 220 s vorausgesetzt. Bei Winterweizen wurde geprüft, ob eine

intervarietalen Beziehung zwischen dem Gelbreifedatum (BBCH 87) und dem Prozentsatz visuell ausgewachsener Körner bzw. zwischen dem Gelbreifedatum und der Fallzahl besteht. Hierfür wurden Ergebnisse von fünf österreichischen Feldversuchsserien (2 bis 7 Umwelten) mit Winterweizen aus den Jahren 2005 bis 2011 analysiert. Diese enthalten Sorten und Zuchtlinien aus Österreich, Deutschland, Tschechien, Frankreich und Großbritannien. Im Liniennittel variierten der Auswuchs von 0,1 bis 39,2% und die Fallzahl von 62 bis 290 s. Die Reifedifferenzen von 3,5 bis 7,5 Tagen zeigten nur in einer der fünf Serien eine signifikante Korrelation zum Auswuchs ($r=-0,32^*$); bei der Fallzahl gab es zwei solcher Serien ($r=0,48^*$ bzw. $0,46^{**}$). Bei polynomischer Kurvenanpassung variierte das Bestimmtheitsmaß (R^2) zwischen Gelbreife und Auswuchs von 0,01 bis 0,17 bzw. zwischen Gelbreife und Fallzahl von 0,00 bis 0,37. Bei Winterweizen beeinflussen genotypische Reifeunterschiede von wenigen Tagen den Auswuchsgrad und die Fallzahl zumeist nicht oder nur unbedeutend.

Danksagung

Efficient phenotypic and molecular selection methods for enhancing preharvest sprouting tolerance of European wheat germplasm (Robust Wheat, CORNET Projekt 825860) wurde von der FFG (www.ffg.at), der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs und der Börse für landwirtschaftliche Produkte in Wien finanziert.

Literatur

- BAINOTTI C, CUNIBERTI M, MASIERO B, DONAIRE G, GÓMEZ D, REARTES F, SALINES J, FORMICA M, FRASCHINA J, NISI J, MIR L, BERRA O, 2009: Characterization of wheat cultivars for pre-harvest sprouting. *Agriscientia* 26, 29-33.
- BFL, 2002: Methoden für Saatgut und Sorten. Richtlinien für die Sortenprüfung. Sorten- und Saatgutblatt. Schriftenreihe 59/2002. Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien.

- DERERANF, McMASTER GJ, BALAAM LN, 1976: Pre-harvest sprouting resistance and associated components in 12 wheat cultivars. *Cer Res Commun* 4, 173-179.
- ICC, 2011: Bestimmung der „Fallzahl“ nach Hagberg-Perten als Maß der α -Amylase-Aktivität im Getreide und Mehl. ICC-Standard Nr. 107/1. International Association for Cereal Science and Technology, Vienna.
- MJAERUM J, 1990: The effect of agronomic characters on sprouting damage in Norwegian spring wheat. In: Ringlund K, Mosleth E, Mares DJ (Eds.), *Proc 5th Int Symp Pre-harvest sprouting in cereals*, 39-44. Westview Press, Boulder.
- OBERFORSTER M, RATZENBÖCK A, WERTEKER M, NEUMAYER A, ZECHNER E, HARTL L, 2012: Variabilität und Beziehungen von Samendormanz, Auswuchs und Fallzahl in einem Sortiment europäischer Winterweizen. Bericht 62. Tagung der Vereinigung der Pflanzzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2011, 61-68. LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdring.
- SVENSSON G, 1990: Linkages between sprouting resistance and some agronomic traits in wheat. In: Ringlund K, Mosleth E, Mares DJ (Eds.), *Proc 5th Int Symp Pre-harvest sprouting in cereals*, 227-232. Westview Press, Boulder.
- WEILENMANN F, 1976: Beitrag zur Prüfmethode in der Züchtung auf Auswuchsfestigkeit bei Weizen (*Triticum aestivum* L.). Diss. ETH 5712. ETH, Zürich.
- WITZENBERGER A, VAN DEN BOOM T, HACK H, 1989: Erläuterungen zum BBCH-Dezimal-Code für die Entwicklungsstadien des Getreides - mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* 41, 384-388.

Anmerkung: Die Online-Version des Tagungsbandes enthält Abbildungen in Farbe und kann über die Homepage der Jahrestagung (<http://www.raumberg-gumpenstein.at/> - Downloads - Fachveranstaltungen/Tagungen - Saatzüchertagung - Saatzüchertagung 2012) oder den korrespondierenden Autor bezogen werden.