

Diversität in der F₅ von dynamisch evolvierenden Weizen Composite Cross Populationen

Finckh, M.R.¹, Steffan, P.² Brumlop, S.¹ und Goldringer, I.³

Keywords: evolutionary breeding, modern landraces, gametic equilibrium, outcrossing

Abstract

Three winter wheat composite cross (CC) populations were created in 2001 in the UK consisting either of 20 modern wheat parents (called A Population), a subset of 12 high quality parents (Q), or a subset of 9 high yielding parents (Y). Seed of the F₄ was transferred to the University of Kassel in 2005 and the populations were grown since then under organic and conventional conditions in well separated large (>100m²) plots in two parallel sets (12 populations total) without conscious selection applied. In the conventional system fungicides and insecticides were not applied to expose the populations to natural pest and disease pressure. Morphological diversity, diseases, and yield were assessed in the field every season. The parents and a total of 1379 single plants of 23 single seed progenies of the F₅ were tested in the laboratory for their combined resistance to three brown rust isolates. Only one progeny was homogenous in reaction, all others were mixtures of two to eight three-locus genotypes. Despite the supposed inbreeding structure of wheat one association in the Q progenies was random suggesting recent out-crossing. Thus, diversity and heterogeneity was still high in the F₆ with evidence that out-crossing still played a role and contributed to this heterogeneity.

Einleitung und Zielsetzung

Schon in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts setzte sich die Erkenntnis durch, dass Nutzpflanzen vielfältig sein müssen, um sich in Reaktion auf veränderliche Umweltbedingungen dynamisch anpassen zu können (Stevens 1942). Immer wieder haben deshalb Züchter gefordert, dass die Entwicklung von neuen Sorten anstatt auf der Reinlinienzucht auf Populationen basieren soll. Erforderlich sind Populationen, die zwar einheitlich für wichtige Eigenschaften, wie z.B. Abreifezeitpunkt und Qualität sind, aber vielfältig für die Eigenschaften, die zur Flexibilität gegenüber einer variablen Umwelt notwendig sind, wie zum Beispiel Resistenzen (Finckh, 2008). Eine solche Populationszüchtung wird als „evolutionäre“ Pflanzenzüchtung bezeichnet (Suneson 1956). Murphy et al. (2005) entwickelten dieses Konzept für den Ökologischen Anbau in den USA weiter in einen neuen Zuchtansatz, der zu so genannten „modernen“ Landrassen führt. Hierfür werden „Ramsche“, d.h. Kreuzungspopulationen aus einer Vielzahl von Eltern unter lokalen Bedingungen angebaut und bei Bedarf in einem partizipativen Prozess mit interessierten Landwirten weiterselektiert. In Europa wurden erste dynamisch evolvierende Winterweizenpopulationen 1986 in Frankreich hergestellt (Goldringer et al., 2001). Im Jahr 2001 wurden von Wolfe et al. (2006) drei Winterweizen-Evolutionsramsche (= Composite Crosses, CC) aus 9 Hohertragsorten (CC Y), 12 Qualitätssorten (CC Q) und allen 20 Elternlinien (CC A) hergestellt. Eine natürlich männlich sterile Linie wurde mit eingekreuzt, um Auskreuzungen in den ersten Generationen zu fördern. In England wurde ohne

¹ Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Uni Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, D-37213 Witzenhausen, mfinckh@uni-kassel.de

² Keyserlingk-Institut, Rimpertsweiler 3, D-88682 Salem, psteffan@saatgut-forschung.de

³ INRA, Moulon, F-91190 Gif sur Yvette, isa@moulon.inra.fr

bewusste Selektion bis zur F_4 vermehrt. Langfristiges Ziel dieser Arbeit ist es, einerseits Populationen für die On-Farm Züchtung bereitzustellen. Andererseits soll erforscht werden, wie sich die unterschiedlichen Anbaubedingungen auf wichtige Eigenschaften für die weiterführende Züchtung auswirken. Dies sind z.B. Resistenzen gegen Krankheiten, Verhalten gegenüber Beikräutern, Nährstoffaneignungsvermögen.

Die CCs werden seit 2005 (F_5) auch in Witzhausen angebaut und befinden sich derzeit (2008-2009) in der F_8 . Da Weizen ein Inzüchter ist, mit nur geringer aber variablen Auskreuzungsraten (Dreisigacker et al. 2005) stellt sich die Frage, ob und wie stark Auskreuzungen in den Populationen eine Rolle spielen. Wenn nur Selbstungen stattfänden, müsste die F_5 mit weit über 90% homozygot sein. Dies kann durch die Untersuchung von Einzelpflanzennachkommenschaften auf Einheitlichkeit hin überprüft werden. Zu diesem Zweck insgesamt 23 Nachkommenschaften auf ihre Reaktion gegenüber drei Braunrostisolaten (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) hin untersucht.

Methoden

Auf dem Versuchsbetrieb Neu-Eichenberg werden die drei CCs in je zwei Wiederholungen ohne bewusste Selektion in mindestens 100 m² großen und 6 m von anderem Weizen entfernten Parzellen angebaut. Diese Parzellengröße stellt weitgehend sicher, dass die genetische Vielfalt in der Population repräsentiert wird und nicht durch zufällige Prozesse verloren geht. Befall, Ertrag und morphologische Parameter werden im Feld bonitiert.

Einzelpflanzen der F_5 der drei CCs wurden geerntet und die Nachkommenschaften in Töpfen unter Zellophanthüten zum Schutz vor Infektion mit Rost oder Mehltau gezogen. Das erste voll entwickelte Blatt wurde in drei Teile zerschnitten und auf drei Petrischalen mit Wasseragar (5g Agar, 35mg Benzimidazol I⁻¹) gelegt und mit je einem Braunrostisolat (Sporen mit Talcum 1:10 gemischt) inokuliert, nass gesprüht und bei 25°C und 18 h Licht/Tag inkubiert (Steffan, 2008). Nach acht Tagen wurden die Blattstücke anhand der Skala von Stakman et al. (1962) bonitiert. So wurden drei Resistenzreaktionen pro Pflanze bestimmt, was es ermöglichte bis zu 2³=8 unterschiedliche Phänotypen zu unterscheiden. Phänotypen von 23 Einzelpflanzennachkommenschaften mit je 9 bis 165 Individuen (total 1379 Pflanzen) wurden bestimmt. Ebenfalls wurden die Reaktionen von 19 der 20 ursprünglichen Kreuzungseltern bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Nur eine der 23 Einzelpflanzennachkommenschaften (CY-3 mit 71 Pflanzen) reagierte einheitlich gegenüber den Rostisolaten, d.h. alle 71 Pflanzen hatten denselben Resistenzphänotyp (Tab. 1). Alle anderen Nachkommenschaften bestanden aus zwei bis acht Phänotypen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Pflanzen in den Populationen auch in der F_5 noch stark segregierten und auch Auskreuzung eine Rolle spielt. Ungefähr 1% der Pflanzen in der F_5 war männlich steril.

Die hohe Diversität in allen außer einer Einzelpflanzennachkommenschaft legen nahe, dass ein hohes Maß an Auskreuzung in den Composite Cross Populationen stattfindet, wodurch neue Genotypen entstehen. Dies bedeutet, dass die CCs ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit haben sollten, eine Eigenschaft von hohem Interesse bei wenig vorhersagbaren Umweltbedingungen. Eine Überprüfung von Einzelpflanzennachkommenschaften in einer späteren Generation - bevorzugt mit neutralen genetischen Markern - ist notwendig, um den Beitrag der Auskreuzung besser quantifizieren zu können.

Tabelle 1: Reaktion der Pflanzen aus Einzelpflanzennachkommenschaften gegenüber drei Braunrost Isolaten.

Nachkommen-schaft	Anzahl Individuen	Resistenzphänotyp ¹								Anzahl Typen	
		RRR	RRA	RAR	ARR	RAA	ARA	AAR	AAA		
CA-1	71					16				55	2
CA-2	27	1	8		2		6	4	6		6
CA-3	64	11	4	1	7	2	9	6	24		8
CA-4	62	1		1	28	1			28	3	6
CA-5	9		5					4			2
CA-6	18	1	2	1		7	4			3	6
CA-7	41	3	5	6	2	2	3	6	14		8
CA-8	17	9			7				1		3
CA-9	37	9	18				7			3	4
CA-10	78	10	19	3	4	9	21	3	9		8
CA-11	36						1			35	2
CA-12	63					1	2	1		59	4
CQ-1	57	1	1		1	3	14	3	34		7
CY-1	22					1	2			19	3
CQ-2	36		12						24		2
CQ-3	63	15		1	27	1	4	1	14		7
CY-2	97				36		30	2	29		4
CY-3	71				71						1
CY-4	101		1		2	4	6	5	83		6
CY-5	165	63	1	4	52	1	10	12	22		8
CY-6	40						9			31	2
CY-7	133	55	2	2	6		65		3		6
CY-8	71		2		1	2	8		58		5

Z.B. RRA: Pflanzen waren Resistent gegenüber Isolat I und II und Anfällig gegenüber Isolat III

Danksagung

Ein Teil dieser Arbeit wurde durch eine Short Term Scientific Mission der Europäischen COST Aktion SUSVAR von MF zu IG ermöglicht (www.cost860.dk).

Literatur

- Dreisigacker, S., Zhang M. L., Warburton M. L., Skovmand B., Hoisington D., Melchinger A. E.. Genetic diversity among and within CIMMYT wheat landrace accessions investigated with SSRs and implications for plant genetic resources management. Anonymous. Anonymous. *Crop Science* 45:653-661, 2005.
- Finckh M. R. (2008): Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture. *Eur.J.Plant Pathol.* 121:399-409.
- Goldringer I., Enjalbert J., David J., Paillard S., Pham J. L., Brabant P. (2001). Dynamic management of genetic resources: a 13-year experiment on wheat. In: Broadening the Genetic Base of Crop Production IPGRI/FAO: 245-260, 2001.
- Murphy K., Lammer D., Lyon S., Brady C., Jones S. S. (2005): Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary-participatory breeding method for inbred cereal grains. *Renewable Agriculture and Food Systems* 20:48-55.
- Stakman E. C., Stewart D. M., Loegering W. Q. (1962): Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. *US Department of Agriculture Bulletin E 617*.
- Steffan P. (2008): Phenotypic Diversity and Heterozygosity in the F₅ of Three Wheat Composite Cross Populations. Diplomarbeit, Universität Kassel.
- Stevens N.E. (1942): How plant breeding programs complicate plant disease problems. *Science* 95: 313-316.
- Suneson C. A. (1956): An evolutionary plant breeding method. *Agronomy J.* 48:188-191.
- Wolfe M. S., Hinchcliffe K. E., Clarke S. M., Jones H., Haigh Z., Snape J., Fish L. (2006): Evolutionary breeding of wheat. In: *Proceedings of the COST SUSVAR workshop on Cereal Crop Diversity: Implications for Production and Products, 13-14 June 2006, La Besse, France*, H. Ostergaard, L. Fontaine (eds), Paris, France: ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique) S. 77-80.