

Das Ertragsniveau von Composite Cross Winterweizenpopulationen mit unterschiedlichen Managementhistorien in zwei Bodenbearbeitungssystemen

Schmidt, J.H.^{1,2}, Weedon, O.D.¹, Heinrich, S.^{1,2} & Finckh, M.R.¹

Keywords: Weizen, Populationen, Minimalbodenbearbeitung, Kompostdüngung.

Breeding for within-species diversity can be achieved through the use of heterogeneous composite cross populations (CCPs) that are able to adapt and evolve in response to the biotic and abiotic stresses of a specific environment over time. Heterogeneous crop populations are also referred to as “modern landraces”, which are locally adapted and should result in a greater yield stability and resilience over time. We tested the performance of six winter wheat CCPs, created in the year 2001, with different management histories under different tillage systems with and without compost application in an organic crop rotation.

Tillage and wheat genotypes interacted significantly (F_8 (numerator df), 158 (denominator df) = 2.54, $P < 0.001$). Thus, conventionally maintained CCPs yielded significantly higher under plough than under minimum tillage, while no such differences among the tillage systems were observed for most of the organically maintained CCPs. In particular, the CCPs that have been broadcast sown under organic management since 2008 tended to yield similar in both tillage systems. Although not statistically confirmed, six out of nine wheat entries yielded better when compost had been applied to the field compared to mineral potassium and phosphorous fertilization.

In conclusion, selective forces of the management system of CCPs coming from identical gene pools, lead to adaptations to specific environmental conditions.

Einleitung und Zielsetzung

Eine zukunftsfähige und nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft muss auf agrarökologischen Produktionssystemen basieren, die trotz reduzierten Inputs gleichbleibende oder sogar erhöhte Erträge liefern. Minimale Bodenbearbeitung und die Erhöhung des standorttypischen Humusgehaltes durch wirtschaftseigene organische Dünger und Zwischenfruchtanbau sind wesentliche Stellschrauben für eine verbesserte Bodengesundheit, Nährstoffnachlieferung und Wasserspeicherung (Schlatte et al. 2017). Eine weitere innovative Methode zur Erhöhung der Ertragsstabilität und Resilienz von Anbausystemen ist die Züchtung

¹ Universität Kassel, FB11, FG Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, 37213, Witzenhausen, Germany, jschmidt@uni-kassel.de, <https://www.uni-kassel.de/go/fb11agrar>

² Universität Kassel, FB11, FG Ökologische Pflanzenzüchtung & Agrarbioidiversität, Nordbahnhofstr. 1a, 37213, Witzenhausen, Germany.

heterogener Populationen (Composite Cross Populationen, CCPs). Diese sogenannten „Moderne Landrassen“ können sich durch langjährige Anpassung an biotische und abiotische Umweltfaktoren eines Standortes evolutionär entwickeln (Murphy et al. 2005) und somit plastisch auf sich verändernde Bedingungen reagieren. Im Jahr 2016/17 wurden an der Universität Kassel sechs unterschiedlich gemanagte Winterweizen CCPs in einem seit 2010 etablierten Langzeitversuch, indem ein Pflug- mit einem Minimalbodenbearbeitungssystem verglichen wird, angebaut. Ein weiterer Faktor war der Vergleich regelmäßiger Kompostdüngung mit mineralischer Düngung. Ziel des Versuches war, die Anpassungsfähigkeit der CCPs an minimale Bodenbearbeitung, häufig charakterisiert durch eine erhöhte Verunkrautung sowie verlangsamte Bodenerwärmung im Frühjahr, zu vergleichen.

Methoden

Die ursprüngliche CCP (YQ) entstand 2001 durch eine halbe Diallelkreuzung (insgesamt 107 Kreuzungen) von 11 Qualitäts- (Q) und 8 Ertragsweizensorten (Y) sowie der Sorte ‚Bezostaya‘ (Q und Y). Saatgut der YQ CCP wurde an der TU München seit der F5 unter konventionellen Bedingungen nachgebaut und seit der F9 entweder mit (YQLM) oder ohne Untersaaten („Living mulch“) (YQLM Control) angebaut. Saatgut der ursprünglichen YQ CCP wurde zudem seit der F5 an der Universität Kassel unter ökologischer Bewirtschaftung angebaut und in der F6 in zwei Parallel-CCPs (OYQI und II) aufgeteilt. In der F8 wurden beide OYQ CCPs in zwei weitere Parallel-CCPs geteilt, die seitdem ohne mechanische Unkrautkontrolle im Breitsaatverfahren (YQ Brdc1 und 2) nachgebaut wurden. Die CCPs, die für dieses Experiment genutzt wurden befanden sich in der F16. Im Versuch wurden zudem eine CCP Linie, selektiert aus der YQ-Population der TU München, sowie die zwei Referenzsorten ‚Hybery‘ (B-Weizen) und ‚Poesie‘ (E-Weizen) angebaut.

Die Versuchsglieder wurden als in 1,5 x 15 m Parzellen in einem 3-faktoriellen Langzeitversuch (seit 2010) der Universität Kassel am Standort Neu-Eichenberg (pedo-klimatische Bedingungen siehe Schmidt et al. 2017) angebaut. Das Experiment ist in vier Wiederholungen á 24 x 60 m als Spalt-Spalt-Blockanlage konstruiert. Faktor I war der Vergleich minimaler (pfluglos: Grubber, Fräse, < 15 cm) und Pflugbearbeitung (~ 25 cm) (12 x 60 m Streifen, Großparzellen). Faktor II war der Anbau von Weizen mit und ohne Weißkleeuntersaaten in 6 x 60 m Streifen innerhalb der Großparzelle. Diese Streifen wurden in vier 6 x 15 m Parzellen geteilt, die entweder mit 5 t (ha Jahr)⁻¹ Grüngutkompost (~4,4 g K (kg TS)⁻¹; ~0,6 g P (kg TS)⁻¹) oder dessen Äquivalent als mineralischen K₂SO₄ und Rohphosphat gedüngt (s. Schmidt et al. 2017). Die Aussaat der Winterweizenversuchsglieder erfolgte zusammen mit den Untersaaten am 17. Oktober 2016, während die Ernte am 04. August 2017 stattfand. Bodennitratgehalte vor Wintereinbruch in 0-60 cm waren 70 kg unter pflugloser und 95 kg ha⁻¹ unter Pflugbearbeitung. Die statistische Analyse erfolgte mittels Linear Mixed Models und Post-hoc Vergleiche mit der Funktion LSmeans in R.

Ergebnisse

Zwischen Herbst 2016 und Frühjahr 2017 sorgte eine lange Trockenperiode für einen schlechten Auflauf mit anschließendem Vertrocknen der Untersaaten. Durch einen signifikanten Ertragsgradienten quer zu den angelegten Wiederholungen musste ein „Post-Blocking“ entlang des Gradienten durchgeführt werden. Der Faktor Bodenbearbeitung interagierte signifikant mit den Weizenversuchsgliedern ($F_{8,64} = 3,8$; $P = 0,001$). Der Ertrag unter Pflugbearbeitung war im Mittel 4 dt ha⁻¹ höher als unter Minimalbodenbearbeitung ($F_{1,15} = 32,6$; $P < 0,001$). Insbesondere die Sorten, die konventionellen CCPs (YQLMs) und die CCP Linie erzielten unter Pflugbearbeitung einen um 5 bis 8 dt ha⁻¹ höheren Ertrag (Abb. 1). Die ökologisch nachgebauten CCPs (OYQII, YQ Brdc1, Brdc2) erzielten mit Ausnahme der OYQI vergleichbare Erträge unter beiden Bodenbearbeitungsvarianten. Der Faktor Düngung war im Mittel nicht signifikant, allerdings führte der Kompost in sechs von neun Weizenversuchsgliedern zu einem leichten Ertragsvorteil.

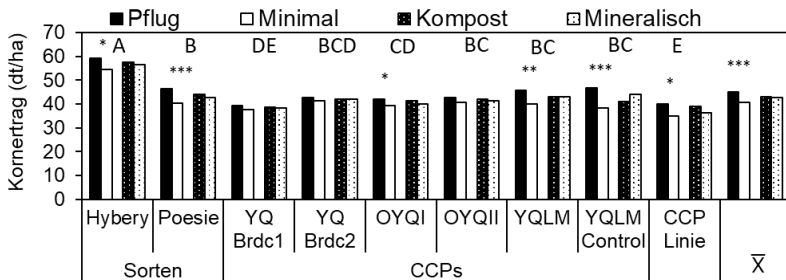


Abbildung 1: Kornertrag (LS-means, dt ha⁻¹) der zwei Referenzsorten, sechs Composite Cross Populationen (CCPs: YQ Brdc = ökologisch adaptiert an Breitsaatanbau; OYQ = ökologisch adaptiert an Reihenbau; YQLM = konventionell mit und ohne (Control) Adaption an Untersaaten in Reihenkultur) und einer CCP Linie (selektiert aus konventioneller CCP) in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung (Pflug vs. Minimalbodenbearbeitung) und Düngung (Kompost vs. mineralische Rohphosphat- und K₂SO₄- Düngung). Unterschiedliche Großbuchstaben zeigen signifikante Effekte zwischen den Weizenversuchsgliedern während Sterne signifikante Effekte zwischen zwei Faktorstufen für die jeweiligen Versuchsglieder zeigen (Linear Mixed Models, LS-Means + Tukey Korrekturen).

Diskussion

Die Wahl der Kulturart bzw. Sorte für die jeweiligen Anbausysteme und Böden ist zentral für einen guten Ertrag und dessen Stabilität. Bertholdsson et al. (2016) zeigten, dass CCPs unter langfristig ökologischer Bewirtschaftung eine größere Wurzelmasse ausbilden als CCPs unter langfristig konventioneller Bewirtschaftung. Die somit verbesserte Aufnahme- und Erschließungsmöglichkeit von Wasser und Nährstoffen kann dazu geführt haben, dass die langfristig ökologisch geführten CCPs dieser Studie (YQ Brdc, OYQ) geringere Ertragsverluste unter Minimalbodenim Vergleich zu Pflugbearbeitung lieferten als die Referenzsorten und konventionell geführten CCPs (YQLM). Auch eine Adaption der YQ Brdc CCPs an einen erhöhten

Unkrautdruck, der generell unter Minimalbodenbearbeitung vorliegt, kann dazu beigetragen haben. Die Ergebnisse belegen zudem eine höhere Plastizität der ökologisch geführten CCPs unter reduzierten Bodennitratgehalten unter Minimalbodenbearbeitung, die letztendlich zu einer höheren Ertragsstabilität geführt hat. Mögliche Ursachen sind Kompensationseffekte von besser angepassten Genotypen sowie eine über Jahre andauernde Selektion von Genotypen auf ein geringeres Stickstoffniveau in den ökologischen CCPs, zu denen genetisch einheitliche Sorten nicht befähigt sind (Murphy et al. 2005).

Neben der Bodenbearbeitung spielt auch die Art der Düngung eine wichtige Rolle für die Nachhaltigkeit eines Agrarsystems. Durch langfristige organische Düngung werden die Wasserspeicherkapazität und die pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte gesteigert (Diacono & Montemurro 2010), was die tendenziell höheren Erträge nach Kompost im Vergleich zu mineralischer Düngung erklärt.

Schlussfolgerungen

Selektive Umwelteinflüsse während der Anbauhistorie der CCPs führten zu spezifischen Adaptionen an verschiedene Bodenbearbeitungssysteme. Die Züchtung von Populationen mit spezifischen Merkmalen (z.B. erhöhte Wurzelmasse) ist ein vielversprechender Ansatz zur Adaption an stickstoff-limitierte Systeme.

Danksagung

Diese Arbeit wurde über das BMBF Projekt INSUSFAR (Innovative approaches to optimize genetic diversity for sustainable farming systems of the future, Grant No: 031A350C) und das EU H2020 Projekt REMIX (Redesigning European cropping systems based on species mixtures, grant No: 727217) finanziert.

Literatur

- Bertholdsson NO, Weedon O, Brumlop S & Finckh MR (2016) Evolutionary changes of weed competitive traits in winter wheat composite cross populations in organic and conventional farming systems. *Eur. J. Agron.* 79: 23–30.
- Diacono M & Montemurro F (2010) Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30 (2): 401–422.
- Murphy K, Lammer D, Lyon S, Carter B & Jones SS (2005) Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary–participatory breeding method for inbred cereal grains. *Renew. Agric. Food Syst.* 20 (1): 48–55.
- Schlatter D, Kinkel L, Thomashow L, Weller D & Paulitz T (2017) Disease suppressive soils: New insights from the soil microbiome. *Phytopathology* 107 (11): 1284–1297.
- Schmidt JH, Finckh MR & Hallmann J (2017) Oilseed radish/black oat subsidiary crops can help regulate plant-parasitic nematodes under non-inversion tillage in an organic wheat-potato rotation. *Nematology* 19 (10): 1135–1146.