

Kriterien zur Stickstoffeffizienz moderner Winterweizensorten und deren Eignung für low-input Anbausysteme

Schneider, D.^{1*}, Charles, R.² und Mascher, F.¹

Keywords: winter wheat, nutrient use efficiency, low input agriculture, breeding

Abstract

Nitrogen deficiency is one of the most important reasons for reduced quality and yield stability in wheat production under low-input conditions. The present project intends to develop criteria allowing to find varieties that are adapted for low-input agricultural conditions. Therefore, yield and nitrogen uptake and use dynamics of eleven modern wheat varieties have been studied under low and high input conditions on a long term field experiment in Changins. This preliminary report shows that nitrogen efficiency defined as yield per available nitrogen is a useful criterion to distinguish nutrient efficiency under high nitrogen conditions but not when nitrogen is lacking. In further studies we will focus on backing quality as a potential indicator for nitrogen efficiency at low nitrogen conditions.

Einleitung und Zielsetzung

Eine ungenügende Stickstoffversorgung beeinträchtigt die Qualitäts- und Ertragsstabilität des Weizens in Anbausystemen mit niedrigen externen Einträgen (low-input Systeme), wie zum Beispiel im Biolandbau oder im Extensio-Anbau (Glass, 2003). Neben Fruchtfolgen mit Leguminosen und Anbaumethoden, die den Humusgehalt des Bodens und die Stickstoffverfügbarkeit fördern, stellen angepasste, effiziente Weizensorten einen wichtigen Faktor für den Anbauerfolg dar.

Während des frühen Pflanzenwachstums wird der Stickstoff in den vegetativen Pflanzenteilen zwischengelagert. Nach der Blüte wird ein Teil dieses Stickstoffs mobilisiert und im sich entwickelnden Korn in Form von Proteinen deponiert. Je nach Sorte stellt dieser mobilisierte Stickstoff 60 bis 95% des gesamten Körnerstickstoffs dar (Barbotin et al. 2005). Die Stickstoffeffizienz einer Sorte ist das Verhältnis von Körnertrockenmasse zu vorhandenem Stickstoff im Boden (Moll et al., 1982) und beruht auf (1) der Fähigkeit der Pflanze Stickstoff aus dem Boden aufzunehmen sowie (2) der Fähigkeit der Pflanze diesen Stickstoff in die Körner einzulagern (Léa et al., 2006). Diese Merkmale der Pflanzen sind teilweise genetisch bestimmt und können im Weizen züchterisch bearbeitet werden (Le Gouis et al., 2000).

In der vorliegenden Arbeit wird die Stickstoffeffizienz von 11 modernen, europäischen Weizensorten unter extrem geringen und hohen Stickstoffbedingungen ermittelt. Dies erlaubt es, die Eignung dieser Sorten für low-input Anbausysteme zu beurteilen. Auf dieser Grundlage sollen Kriterien für die Züchtung geeigneter Sorten entwickelt werden.

¹ Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil, Züchtung und genetische Ressourcen, rte de Duillier, 1260, Nyon, Schweiz, fabio.mascher@acw.admin.ch, <http://www.acw.admin.ch>

² Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil, Ackerbau, rte de Duillier, 1260, Nyon, Schweiz, raphael.charlesr@acw.admin.ch; raphael.charles@acw.admin.ch, <http://www.acw.admin.ch>

*Neue Adresse: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Eschikon 33, 8315, Lindau, Schweiz, david.schneider@ipw.agrl.ethz.ch, <http://www.ethz.ch>.

Methoden

Die verwendeten Weizensorten werden in Tabelle 1 vorgestellt. Der Versuch wurde 2006 und 2007 auf einem Langzeitexperiment der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil in Changins angelegt. Diese Langzeitstudie wurde 1976 begonnen, um die Auswirkungen organischer und mineralischer Düngung auf Boden und Pflanzen zu untersuchen. Die Versuchsanordnung ist ein Split-Split Plot mit 6 verschiedenen organischen Düngungsverfahren als Hauptplots und 4 mineralischen Düngungsstufen als Subplots (Vullioud et al., 2006). Die 11 Weizensorten wurden als Sub-subplot in Mikroparzellen auf 1.5 x 3 m ausgesät. Stickstoffgehalte wurden im Stroh am Anfang der Blüte (BBCH 61) und bei Vollreife im Stroh und im Korn ermittelt. Der Kornertrag wurde während der Ernte erhoben.

Die Varianzanalyse (ANOVA) wurde für jedes Jahr separat ausgeführt. Unterschiede zwischen den Düngungsverfahren und den Sorten wurden mittels der geringsten gesicherten Differenz (LSD) verglichen, wenn der *F*-test der ANOVA statistisch signifikant war.

Tabelle 1: Namen und Herkünfte der verwendeten Weizensorten

Sorte	Züchter	Herkunft	Einschreibung*	Qualitätsklasse**
Arina	Agroscope/DSP	Schweiz	1981	1
Aszita	Peter Kunz	Schweiz	2005	2
Caphorn	Florimont Desprez	Frankreich	2001	2
Ephoros	Strube	Deutschland	2004	2
Farandole	Agri Obtentions	Frankreich	1999	2
Pegassos	Strube	Deutschland	1994	2
Pireneo	Saatzucht Donau	Österreich	2005	2
Tapidor	Serasem	Frankreich	2002	2
Titlis	Agroscope/DSP	Schweiz	2005	TOP
Toras	Saatzucht Hadmersleben	Deutschland	2004	2
Zinal	Agroscope/DSP	Schweiz	2003	1

Einschreibung in den nationalen oder europäischen Sortenkatalog

** Einteilung gemäss Schema '90 (Saurer et al., 1990).

Ergebnisse und Diskussion

Sämtliche geprüften Winterweizensorten sind für den Extensioanbau in der Schweiz geeignet und stammen aus Westeuropa. Entsprechend der Vielfalt der Sorten zeigten sie deutlich unterschiedliche Kornerträge (Abb. 2A und B). Die Dynamik der Stickstoffaufnahme und -verwendung wurde durch Analysen des N-Gehaltes des Strohs zu Beginn der Blüte (Abb.1) und bei Vollreife des Korns jeweils unter niedriger (Abb. 2A) und hoher Stickstoffgabe (Abb. 2B) beschrieben. Das Stroh aller Sorten enthält gleich viel oder mehr Stickstoff vor der Blüte als bei der Ernte. Diese Dynamik wurde bereits von anderen Autoren (Ortiz-Monasterio et al., 1997; Cox et al., 1985) beschrieben.

Die Bodenfruchtbarkeit, resp. die N-Verfügbarkeit beeinflusst in bedeutendem Masse den Stickstoffgehalt und die Stickstoffeffizienz der Weizengenotypen. Die Wechselwirkung zwischen organischer Düngung (O) und Sorte (S) (Tab. 2) zeigt, dass der Körnerertrag bei bestimmten Sorten durch die Bodenfruchtbarkeit (hier organische Düngung) positiv beeinflusst wird. In der Stickstoffaufnahme bei der Blüte unter stickstoffarmen Bedingungen weisen die Sorten kaum Unterschiede auf. Bei Vollreife konnten Unterschiede im Körnerertrag, jedoch nicht in der Stickstoffaufnahme festgestellt werden (Abb. 2A). Erst bei hoher

Stickstoffverfügbarkeit können Unterschiede in der N-Effizienz und N-Ausnutzung festgestellt werden (Abb. 2B). Basierend auf der Definition von Stickstoffeffizienz als Verhältnis von Korntrockengewicht und verfügbarem Stickstoff (Moll et al., 1982) konnten diese Unterschiede statistisch untermauert werden (Tab. 2).

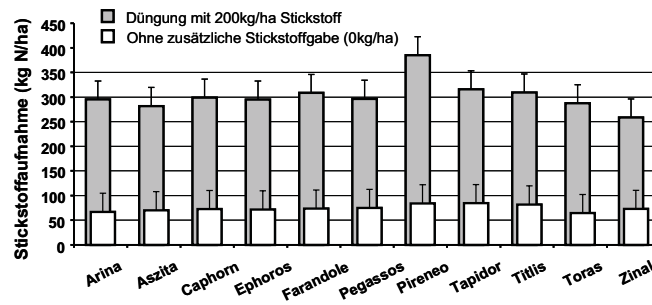


Abbildung 1: Stickstoffaufnahme der Pflanze bei der Blüte. Balken geben die LSD an.

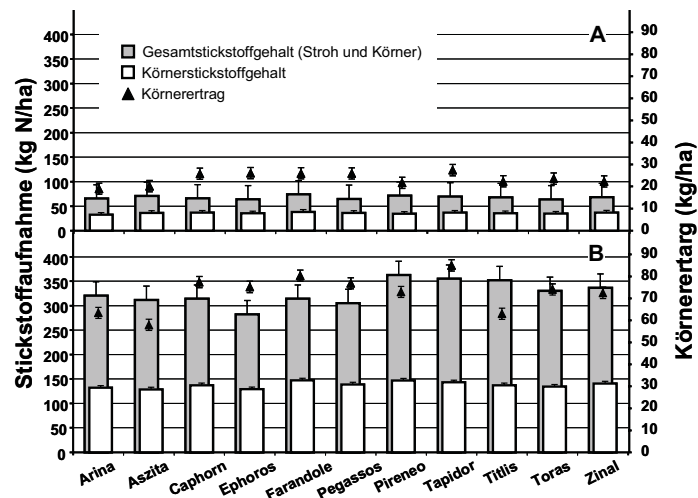


Abbildung 2: Gesamtstickstoffgehalt und Kornstickstoffgehalt bei der Ernte und Körnerertrag. Oben ohne Stickstoffdüngung (A), unten mit 200 kg N/ha (B)

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Kriterium „Stickstoffeffizienz nach Moll“ am besten unter hohen Stickstoffgaben angewendet werden kann. Es ist jedoch als Züchtungsmerkmal für low-input Sorten ungeeignet. Weitere Untersuchungen werden sich mit der Stabilität der Backqualität der Sorten als Züchtungskriterium befassen.

Tabelle 2: Statistische Signifikanz der Versuchsfaktoren und ihre Wechselwirkungen auf Ertrag und Kriterien der Stickstoffeffizienz

Faktor	Körnerertrag	N - Effizienz nach Moll	N - Ausnützung
Organische Düngungsverfahren - O	**	**	0.37
Mineralische Düngungsverfahren - M	**	**	**
Sorten – S	**	**	**
O X M	0.11	**	0.13
O X S	**	**	0.07
M X S	**	**	*
O X M X S	0.99 / 0.99	0.79	0.24

Signifikanz-Niveaus: * P < 0.05 und ** P<0.01

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen der COST Aktion 860 SUSVAR erstellt. Wir danken dem Staatssekretariat für Bildung und Forschung für die Unterstützung. Die Beiträge von Dario Fossati, Mélanie Locu, Vincent Bovet und Evin Danisman zur Versuchsplanung, -durchführung und -auswertung seien hier dankend erwähnt.

Literatur

- Barbottin A., Lecomte C., Bouchard, C., Jeuffroy, M.H. (2005): Nitrogen remobilization during grain filling in wheat: Genotypic and environmental effects. *Crop Sci* 45:1141-1150.
- Cox M.C., Qualset C.O., Rains, D.W. (1985): Genetic Variation for Nitrogen Assimilation and Translocation in Wheat. II. Nitrogen Assimilation in Relation to Grain Yield and Protein. *Crop Sci* 25:435-440.
- Glass A.D.M. (2003): Nitrogen Use Efficiency of Crop Plants: Physiological Constraints upon Nitrogen Absorption. *Crit Rev Plant Sci* 22:453-470.
- Léa P.J., Azevedo R.A. (2006): Nitrogen use efficiency. 1. Uptake of nitrogen from the soil. *Ann Appl Biol* 149:243-247.
- Le Gouis J., Beghin D., Heumez E., Pluchard P. (2000): Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilisation efficiencies in winter wheat. *Eur J Agron* 12:163-173.
- Moll R.H., Kamprath E.J., Jackson W.A. (1982): Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agron J* 74:562-564.
- Ortiz-Monasterio J.I., Sayre K.D., Rajaram S., McMahon M. (1997): Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. *Crop Sci* 37:898-904.
- Saurer W., Achermann J., Tièche D., Rudin P.M., Mändli K. (1991): Das Bewertungsschema 90 für die Qualitätsbeurteilung von Weizenzüchtungen. *Landwirt. Schweiz* 4:55-57.
- Vulllioud P., Neyroud J.A., Mercier E. (2006). Efficacité de différents apports organiques et d'un engrais minéral azoté à Changins (1976-2004). *Revue suisse Agric.* 38 :173-183.