

Untersuchungen von Weizen (*Triticum aestivum* L.) mit den drei Bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation, Steigbildmethode und Rundfilterchromatographie

Fritz, J.¹, Athmann, M.¹ und Köpke, U.¹

Keywords: Weizen, Bildschaffende Methoden, Kupferchloridkristallisation, Steigbildmethode

Abstract

Ten encoded wheat samples from 2008 were taken from a field trial on the comparison of different organic and conventional production systems at Hennef, Germany. The samples were examined with the image forming methods biocrystallization, capillary dynamolysis and circular chromatography. The images of the encoded samples were a) characterised and b) assigned to experimental factors. The factors investigated were i) nitrogen supply, ii) fertilizer type, and iii) horn silica application. The ten samples were assigned 100 % correctly to low and high N supply. Within the production methods, samples were assigned correctly to mineral fertilization and manure fertilization.

Einleitung und Zielsetzung

Bildschaffende Methoden wurden wiederholt erfolgreich für die Differenzierung und Qualitätsbewertung von Produkten verschiedener Anbauverfahren eingesetzt (Mäder et al. 1993, 2007, Fritz et al. 2009, 2011). Im hier dargestellten Versuch wurden in einem mehrfaktoriellen Ansatz zwei N-Düngungsstufen, drei Düngungsarten und die Applikation des Hornkieselpräparates mit den Bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation, Steigbildmethode und Rundfilterchromatographie untersucht. Eine Charakterisierung der Proben wurde mit den Bildschaffenden Methoden nach pflanzenphysiologischen Vergleichsreihen (z. B. Alterung) durchgeführt. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es zu prüfen, ob bei den zehn Proben auf der Grundlage der Charakterisierung eine Klassifizierung, also eine Zuordnung der verschlüsselten Proben zu den Versuchsfaktoren möglich ist.

Methoden

Das Probenmaterial des Sommerweizens *Fiorina* stammte aus dem Jahr 2008 von einem auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut (Hennef/Sieg, 7°17'E 50°48'N, 65 m ü. NN, Durchschnittstemperatur: 10,3 °C, Jahresniederschlag: 765 m, Bodenart: sLU) durchgeführten Feldversuch (Athmann 2011).

Untersucht wurden die Versuchsfaktoren

- 1) **Düngungsstufe**
 - a) 40 kg N/ha („N40“)
 - b) 80 kg N/ha („N 80“)

¹ Institut für Organischen Landbau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, Deutschland, j.fritz@uni-bonn.de

- 2) **Düngungsart**
 - a) Biologisch-Dynamisch (Mistkompost mit bd. Kompostpräparaten und Hornmistpräparat, „D“)
 - b) Organisch (Mistkompost, „O“)
 - c) Mineralisch (Kalkammonsalpeter 27 % N, Triplesuperphosphat, Kaliumchlorid, „M“)
- 3) **Hornkieselapplikation**
 - a) Mit („+“)
 - b) Ohne („-“)

Vergleichsreihen

Für die Charakterisierung von Proben bzw. Bildern werden „Vergleichsreihen“ benötigt. Vergleichsreihen sind Bilder von Proben, die unter klar definierten Wachstumsbedingungen entstanden sind. So wurden zum Beispiel von verschiedenen Reifestadien Bilder erstellt (bei Getreide z. B. Milchreife, Teigreife, Vollreife, Totreife). Wenn die systematische Veränderung der Bildelemente bei den verschiedenen Reifestadien erarbeitet wurde, liegt eine „Vergleichsreihe zur Reifung“ vor. Darauf bezogen können Bilder von verschlüsselten Proben nach dem Kriterium Reife charakterisiert werden.

Hauptuntersuchungen

Die Proben wurden von der Landwirtschaftskammer NRW verschlüsselt. Die Getreidekörner wurden mit einer Handgetreidemühle mit Steinlaufwerk (Schnitzer Handgetreidemühle Country) mit standardisierter Einstellung zu Schrot vermahlen. Für die Steigbild- und die Kristallisationsmethoden wurden die Schrote in den vorliegenden Versuchen mit destilliertem Wasser bei 28 °C 3,5 h und 14 h angesetzt. Die Schrote wurden für die Rundbilder mit sehr schwacher NaOH-Lauge angesetzt. Anschließend wurden die Proben mit den drei bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation, Steigbild und Rundfilterchromatographie in mehreren Versuchsserien untersucht. Je Probe und Versuchsserie wurden bei der Kupferchloridkristallisation drei Bilder, bei der Steigbild- und Rundbildmethode vier Bilder erstellt. Eine ausführliche Darstellung der Methoden findet sich in Balzer-Graf und Balzer (1991) und Fritz *et al.* (2011). In der Auswertung wurden die drei Methoden gemeinsam angewendet und kombiniert, um die Aussagequalität zu verbessern.

Die Auswertung der verschlüsselten Proben erfolgte visuell, wie von Selawry und Selawry (1957), Engquist (1970), Balzer-Graf und Balzer (1991) und Zalecka (2006) beschrieben. Bei der Auswertung sind nachfolgende Schritte zu unterscheiden:

- Charakterisierung der Proben
In den o. g. „Vergleichsreihen“ wurden im Vorfeld systematische Veränderungen der Bildelemente zum Beispiel bei Alterung erarbeitet. Darauf bezogen konnten Bilder von verschlüsselten Proben, die sowohl frisch als auch nach Alterung untersucht wurden, nach dem Kriterium Alterung charakterisiert und in eine Rangfolge gebracht werden.
- Zuordnung zu Versuchsfaktoren
Die Auswirkung unterschiedlicher Düngungs- bzw. Anbauverfahren auf das Kriterium Alterung wurde in zahlreichen Untersuchungen empirisch ermittelt (z. B. Balzer-Graf und Balzer, 1991). Dabei wurde festgestellt, dass bei niedriger im Vergleich zu hoher N-Düngung, organischer im Vergleich zu mineralischer Düngung und bei Präparateanwendung tendenziell weniger Hinweise für Alterung in den Bildern auftreten. Auf der Grundlage der Charakterisierung nach dem Kriterium Alterung und

anderen Eigenschaften, die in den Bildstrukturen variieren (vgl. Balzer-Graf und Balzer 1991), können Proben so den Versuchsfaktoren zugeordnet werden.

Für die statistische Auswertung der Ergebnisse wurde die Übereinstimmung zwischen richtiger Zuordnung der Versuchsfaktoren und der aufgrund der Ergebnisse der Bildschaffenden Methoden vorgenommenen Zuordnung getestet. Der Test basiert auf einer Kontingenztafel, welche die vorgegebenen Kategorien den jeweils in der Untersuchung bestimmten Kategorien gegenüberstellt. Die Übereinstimmung wurde mit dem einfachen Kappa-Koeffizienten bestimmt. Die Methode ist u. a. bei Agresti (2002) beschrieben. Die Berechnung der Kappa-Koeffizienten und der exakten p-Werte für den statistischen Test auf Übereinstimmung erfolgten mit Hilfe der Prozedur FREQ (Frequency) in SAS.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1: Zuordnung verschlüsselter Weizenproben zu Versuchsfaktoren

Probe				Zuordnung		
Nr.	Düngungsstufe	Düngungsart	Hornkiesel	Düngungsstufe	Düngungsart	Hornkiesel
1	N40	D	+	N40	D	-
7	N40	D	-	N40	O	-
4	N40	O	-	N40	D	+
5	N40	M	+	N40	M	-
10	N40	M	-	N40	M	+
2	N80	D	+	N80	D	-
9	N80	D	-	N80	D	+
8	N80	O	-	N80	O	-
3	N80	M	+	N80	M	-
6	N80	M	-	N80	M	+
				**	**	**

** : $\alpha = 0,01$. Grau schattiert: falsch zugeordnet

N40: 40 kg N/ha; N80: 80 kg N/ha;

D: Biologisch-Dynamisch; O: Organisch; M: Mineralisch

+: Mit Hornkieselapplikation; -, Ohne Hornkieselapplikation

Nach der Charakterisierung der Bilder war eine Zuordnung der verschlüsselten Proben zu den Versuchsfaktoren wie in Tab. 1 dargestellt möglich. Eine 100 % zutreffende Zuordnung der zehn Proben (Klassifizierung) wurde durchgeführt für die beiden Düngungsstufen. Die Düngungsarten biologisch-dynamisch und organisch konnten als Gruppe von der mineralischen Düngung unterschieden werden. Innerhalb der niedrigen Mistkompost-Düngungsverfahren konnten die biologisch-dynamische und die organische Düngung nicht korrekt zugeordnet werden. Eine korrekte Zuordnung der Hornkieselvarianten war nicht möglich.

Für die Zuordnung der Proben war unter anderem maßgebend, dass nach den bisherigen Erfahrungen (Fritz *et al.* 2011) in der Charakterisierung nach den Vergleichsreihen ein wässriger Schrotansatz a) bei hoher Stickstoffversorgung und b) bei mineralischer Düngung schneller altert.

Schlussfolgerungen

Mit den Bildschaffenden Methoden konnten bei zehn verschlüsselten Sommerweizenproben die Faktoren a) niedrige und hohe N-Versorgung, b) Mistkompostdüngung und Mineraldüngung zutreffend klassifiziert werden. Die Grundlage für die Klassifizierung war eine Charakterisierung der Proben anhand der Alterungsgeschwindigkeit.

Danksagung

Der Software AG Stiftung und der Mahlestiftung danken wir für die Finanzierung des Gesamtprojektes. Ute Schepl, Landwirtschaftskammer NRW, danken wir für die Verschlüsselung der Proben, Herrn Prof. Dr. Hans-Peter Piepho, Universität Hohenheim, für Beratung bei der statistischen Auswertung.

Literatur

- Agresti A. (2002): Categorical Data Analysis. 2. Auflage, John Wiley & Sons Inc, Hoboken, New Jersey.
- Athmann M. (2011): Produktqualität von Salatrauke (*Eruca sativa* L.) und Weizen (*Triticum aestivum* L.): Einfluss von Einstrahlungsintensität, Stickstoffangebot, Düngungsart und Hornkieselapplikation auf Wachstum und Differenzierung. Diss. Univ. Bonn
- Balzer-Graf U., Balzer F. M. (1991): Steigbild und Kupferchloridkristallisation - Spiegel der Vitalaktivität von Lebensmitteln -. In Meier-Ploeger A. M., Vogtmann H. (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 2. Aufl., S. 163-210.
- Engquist M. (1970): Gestaltkräfte des Lebendigen. Vittorio Klostermann, Frankfurt am Main, 47 S.
- Fritz J., Athmann M., Kautz T. und Köpke U. (2011): Grouping and classification of wheat from organic and conventional production systems by combining three image forming methods. *Biological Agriculture & Horticulture* **27**: 320-336.
- Fritz J., Meißner G., Athmann M., Köpke U. (2009): Untersuchung von Traubensaft mit den drei Bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation, Steigbildmethode und Rundfilterchromatographie. In: Mayer J., Alföldi T., Leiber F. *et al.* (Hrsg.): Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 462-465.
- Mäder P., Pfiffner L., Niggli U. *et al.* (1993): Effect of three farming systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *sculenta* L.) in a seven year crop rotation. *Acta Horticulturae* 339: 10-31.
- Mäder P., Hahn D., Dubois D. *et al.* (2007): Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. *J Sci Food Agric* 87: 1826-1835.
- Selawry A., Selawry O. (1957): Die Kupferchlorid-Kristallisation. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 232 S.
- Zalecka A. (2006): Entwicklung und Validierung der Steigbildmethode zur Differenzierung von ausgewählten Lebensmitteln aus verschiedenen Anbausystemen und Verarbeitungsprozessen. Dissertation, Universität Gesamthochschule Kassel.