

Untersuchungen von Salatrauke (*Eruca sativa*) mit den drei Bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation, Steigbildmethode und Rundfilterchromatographie

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

Keywords: rocket, image forming methods, capillary dynamolysis, biocrystallization

Abstract

Ten encoded rocket samples from 2009 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 according to Pfeiffer, capillary dynamolysis according to Wala and circular chromatography according to Pfeiffer. 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 a) mineral fertilization and manure fertilization and b) with or without horn silica application.

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., 2007, 2009). Die untersuchten Anbauverfahren unterschieden sich durch Art und Höhe der N-Düngung sowie, innerhalb verschiedener ökologischer Anbauverfahren, in der Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate.

Im hier dargestellten Versuch wurden in einem mehrfaktoriellen Ansatz zwei N-Düngungsstufen, drei Düngungsarten und 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 Versuchsfaktoren zu den verschlüsselten Proben möglich ist.

Material & Methoden

Das Probenmaterial stammte aus einem im Herbst 2009 auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut (Hennef/Sieg, 7°17'E 50°48'N, 65 m ü. NN, Durchschnittstemperatur: 10,2 °C, Jahresniederschlag: 850 mm, Bodenart: sLU) durchgeführten Feldversuch (Blasco 2010).

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

Untersucht wurden die Versuchsfaktoren

- 1) **Düngungsstufe**
 - a) 15 kg N/ha („N 15“)
 - b) 60 kg N/ha („N 60“)
- 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. Wenn Vergleichsreihen von einer Kultur aus früheren Versuchen vorliegen, werden keine weiteren Vergleichsreihen für spätere Versuche benötigt. Da für die Kultur Salattrauke bisher noch keine Erfahrungen vorlagen, wurden für die vorliegenden Versuche zuerst Vergleichsreihen zur Saftalterung erstellt. Das Probenmaterial stammte aus ungedüngten Vorversuchspartellen vom selben Standort. Der Salattraukenpresssaft (Handentsafter) für die Vergleichsreihe zur Alterung wurde 10 Tage bei 8°C gelagert.

Hauptuntersuchungen

Die Proben wurden nach dem Pressen des Saftes und einer Lagerung von 24 h bei 4 °C von der Landwirtschaftskammer NRW verschlüsselt. Der Saft wurde für die Rundbilder mit sehr schwacher NaOH-Lauge angesetzt. Anschließend wurden die Säfte mit den drei bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation nach Pfeiffer, Steigbild nach Wala und Rundfilterchromatographie nach Pfeiffer in mehreren Versuchsserien untersucht. Je Probe und Versuchsserie wurden bei der Kupferchloridkristallisation jeweils drei Bilder, bei der Steigbild- und Rundbildmethode jeweils vier Bilder erstellt. Eine ausführliche Darstellung der Methoden findet sich in Balzer-Graf und Balzer (1991). In der Auswertung wurden die drei Methoden kombiniert, um die Aussagequalität zu verbessern.

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

1. Charakterisierung der Proben

In den o.g. „Vergleichsreihen“ wurden im Vorfeld systematische Veränderungen der Bildelemente zum Beispiel bei Saftalterung erarbeitet. Darauf bezogen konnten Bilder von verschlüsselten Proben, die sowohl frisch als auch nach Saftalterung untersucht wurden, nach dem Kriterium „Alterungsgeschwindigkeit“ charakterisiert und in eine Rangfolge gebracht werden.

2. Zuordnung zu Versuchsfaktoren

Die Auswirkung unterschiedlicher Düngungs- bzw. Anbauverfahren auf die Alterungsgeschwindigkeit wurde in vielen Untersuchungen empirisch ermittelt (z.B. Balzer-Graf & Balzer 1991). Dabei wurde festgestellt, dass bei niedriger im Vergleich zu hoher N-Düngung, organischer im Vergleich zu mineralischer Düngung und bei Präparat Anwendung tendenziell weniger starke Alterungsanzeichen in den Bildern auftreten. Auf der Grundlage der Charakterisierung nach Alterungsgeschwindigkeit und anderen Eigenschaften, die in den Bildstrukturen variieren (vgl. Balzer-Graf & 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 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 Salattraukenproben zu Versuchsfaktoren

Probe Nr.	Düngungsstufe	Düngungsart	Hornkiesel	Zuordnung Düngungsstufe	Düngungsart	Hornkiesel
1	N15	D	+	N15	D	+
7	N15	D	-	N15	O	-
4	N15	O	-	N15	D	-
5	N15	M	+	N15	M	+
10	N15	M	-	N15	M	-
2	N60	D	+	N60	D	+
9	N60	D	-	N60	O	-
8	N60	O	-	N60	D	-
3	N60	M	+	N60	M	+
6	N60	M	-	N60	M	-
				**	**	**

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

N15: 15 kg N/ha; N60: 60 kg N/ha;

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

+: Mit Hornkieselapplikation; -: Ohne Hornkieselapplikation

Nach der Charakterisierung der Säfte war eine Zuordnung der verschlüsselten Proben zu den Versuchsfaktoren wie in Tabelle 1 dargestellt möglich. Eine 100 % zutreffende Zuordnung der zehn Proben (Klassifizierung) wurde durchgeführt für die beiden Düngungsstufen und die Behandlungen mit und ohne Hornkiesel. Die Düngungsarten Biologisch-dynamisch und Organisch konnten als Gruppe von der mineralischen Düngung differenziert werden. Innerhalb der beiden Mistkompost-Düngungsverfahren konnten biologisch-dynamische und organische Düngung in zwei Fällen nicht korrekt zugeordnet werden.

Für die Zuordnung der Proben war unter anderem maßgebend, dass nach den bisherigen Erfahrungen (Fritz et al. 2007) in der Charakterisierung der gepresste Saft a) bei hoher

Stickstoffversorgung schneller altert, b) bei mineralischer Düngung schneller altert, c) bei Hornkieselapplikation langsamer altert.

Schlussfolgerung

Mit den Bildschaffenden Methoden konnten bei zehn verschlüsselten Salatraukenproben die Faktoren a) niedriges und hohes N-Angebot, b) Mistkompostdüngung und Mineraldüngung sowie c) Hornkieselapplikation 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, danken wir für Beratung bei der statistischen Auswertung.

Literatur

- Agresti, A. (2002): *Categorical Data Analysis*. 2. Auflage, John Wiley & Sons Inc, Hoboken, New Jersey.
- Blasco, I. (2010): Ascorbic acid and nitrate in rocket salad (*Eruca sativa* L.): Effects of nitrogen supply and fertilizer type under conditions of full sunlight and shading. Bachelor Thesis, Universidad Politécnica de Valencia
- 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., Köpke, U. (2007): Differenzierung und Identifizierung von Weizen aus ökologischen und konventionellen Anbausystemen durch die kombinierte Anwendung von drei Bildschaffenden Methoden. In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S. et al. (Hrsg.): *Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau*. Verlag Dr. Köster, Berlin: 453-456
- 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: 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.