

Lutz Beplate-Haarstrich und Dieter von Hörsten, Göttingen, sowie Klaus Bobey, Hildesheim

Nutzung von Farbmessungen zur Identifikation fusariumbelasteter Weizenkörner

Die Erkennung eines Fusariumbefalls gewinnt vor dem Hintergrund der Lebens- und Futtermittelsicherheit (EU-Verordnung 178/2002) an Bedeutung. Die Versuche, anhand von Farbmessungen fusariumbefallene von unbefallenen Weizenkörnern zu unterscheiden, haben gezeigt, dass die vom menschlichen Auge wahrnehmbaren farblichen Unterschiede zwischen diesen Körnern technisch nicht leicht zu quantifizieren sind. Befallene Körner weisen im Gegensatz zu unbefallenen Körnern tendenziell niedrigere Normfarbwertanteile x, y und höhere Hellbezugswerte Y auf. Eine eindeutige Differenzierung zwischen fusariumbefallenen und gesunden Weizenkörnern ist aufgrund der vorliegenden Ergebnisse nicht möglich.

Die Farbmessung an Getreide zur Feststellung eines Fusariumbefalls wurde mit Weizenkörnern der Sorte Certo (C-Weizen) aus der Ernte 2003 durchgeführt. Die Körner wurden anhand der für einen Befall typischen sichtbaren Symptome sortiert und in die Gruppen fusariumbefallen und unbefallen aufgeteilt. Es wurden elf Proben zu je 20 g Weizenkörnern hergestellt, die 0%, 10%, ..., 100% fusariumbefallene Körner bezogen auf das Probengewicht enthielten und durchmischt worden sind.

Als Messgerät wurde ein Minolta Chroma-Meter CR-310 mit Granulat-Probenbehälter CR-A50 genutzt. Die Farbmessungen wurden unter Verwendung der Normlichtart D65 (entspricht etwa dem Tageslicht) und des XYZ-Normfarbraumes durchgeführt, da der Umgang mit diesem grundlegenden Farbraum relativ einfach ist. Es wurden die Normfarbwertanteile x und y sowie der Hellbezugswert Y ermittelt (Bild 1). Mit diesen dimensionslosen Zahlenwerten lassen sich alle nicht fluoreszierenden Farben beschreiben [2, 3, 5]. Die Kalibrierung des Gerätes erfolgte gemäß Bedienungsanleitung gegen den Weißstandard Minolta CR-A44. Diese Kalibrierung wurde nach jeder Messreihe wiederholt.

Eine Messreihe bestand aus 25 Farbmessungen jeweils einer der elf Proben. Die Probe wurde dazu in den Probenbehälter gefüllt und nach jeder einzelnen Messung gründlich durchmischt. Es wurde sichergestellt, dass

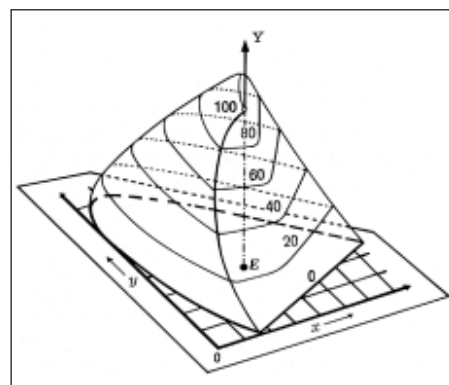


Bild 1: CIE-Farbkörper (Loos, 1989) x, y: Normfarbwertanteile; Y: Normfarbwert Y; E: Unbuntpunkt

Fig. 1: CIE-colour-body (Loos, 1989) x, y: chromaticity coordinates; Y: luminosity; E: illuminant

die Messungen nicht durch Streulicht, wie beispielsweise von der Raumbeleuchtung oder einfallendes Tageslicht, verfälscht werden konnten.

Das Messfeld des Gerätes hat einen Durchmesser von 50 mm, die vom Gerät ermittelten Werte sind somit die durchschnittlichen Farbwerte der Messfläche. Es handelt sich hier also um nicht-ortsaufgelöste Farbmessungen. Ortsaufgelöste Messungen (am Einzelkorn) können dagegen in wesentlich höheren Auflösungen (bis zu ~ 7700 Messpunkte pro Korn) durchgeführt werden [1].

M. Sc. Lutz Beplate-Haarstrich ist Doktorand, Dr. Dieter von Hörsten ist Akademischer Rat am Institut für Agrartechnik der Universität Göttingen (Direktor: Prof. Dr. W. Lücke), Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen; e-mail: lbeplat@gwdg.de
Prof. Dr.-Ing. Klaus Bobey ist an der HAWK (Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst), Fachhochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen, Fakultät Naturwissenschaften und Technik, tätig.

Schlüsselwörter

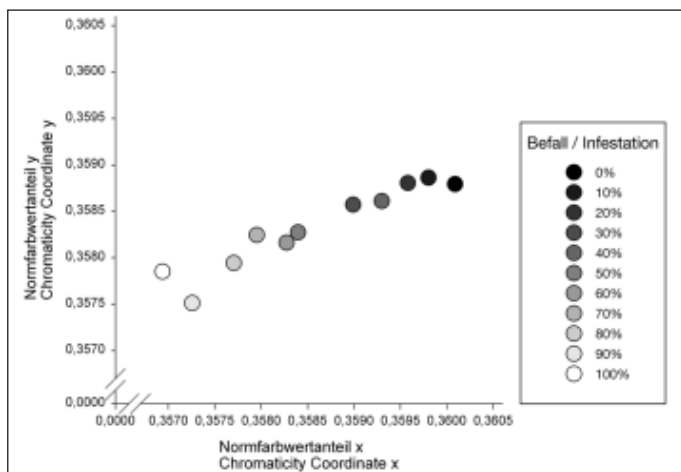
Fusarium spp., Farbmessung, Qualität

Keywords

Fusarium spp., colourimetry, quality

Bild 2: Ermittelte Farborte

Fig. 2: Determined chromaticity coordinates



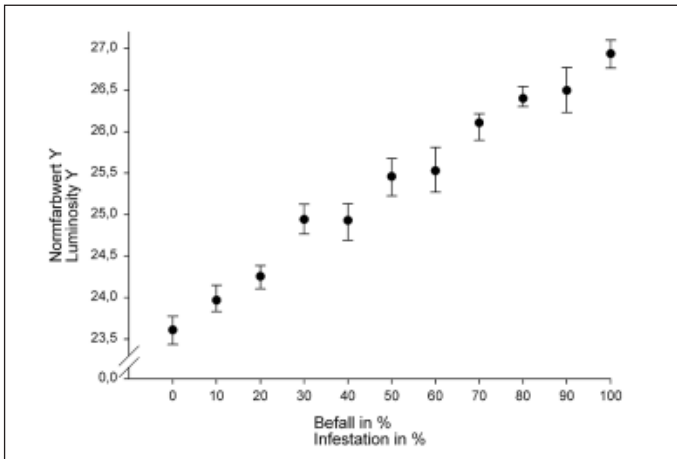


Bild 3: Veränderung des Normfarbwertes Y in Abhängigkeit von dem Anteil befallener Körner (die Fehlerbalken stellen die oberen und unteren Quartile dar)

Fig. 3: Change of luminosity Y depending on fraction of infested kernels (the error bars indicate the upper and lower quartiles)

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Farbmessungen mit dem Minolta Chroma-Meter CR-331 sind in *Bild 2 und 3* dargestellt. Zu erkennen ist, dass die Normfarbwertanteile x und y mit zunehmendem Anteil befallener Weizenkörner in der Probe geringfügig abnehmen (*Bild 2*). Sie nähern sich dem Unbuntpunkt E (Weißpunkt), dieser liegt für die zur Messung verwendete Normlichtart D65 bei $x = 0,3127$; $y = 0,3290$. Der Normfarbwert Y (der Hellbezugswert) steigt dagegen mit zunehmendem Befall (*Bild 3*). Anders ausgedrückt, die Sättigung der Farbe verringert sich und es wird der visuelle Eindruck bestätigt, dass befallene Körner ein helleres Aussehen besitzen als unbefallene Körner. Es ist zu beachten, dass sich die Messwerte nur um sehr geringe Beträge ändern. Die Reproduzierbarkeit der Normfarbwertanteile x , y durch das Minolta Chroma-Meter beträgt $\pm 0,0002$ [4].

Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der einzelnen Proben unterschiedlicher Befallsstärken innerhalb der Gruppen Normfarbwertanteil x , Normfarbwertanteil y und Normfarbwert Y sind sehr gering, jedoch teilweise signifikant. Die deutlichsten Unterschiede treten beim Normfarbwert Y auf.

Diskussion

Der vom Myzel verursachte rötliche Schimmer von befallenen Proben schlägt sich nicht wie erwartet in den Messergebnissen nieder. Da die Werte, die vom Chroma-Meter gemessen werden, den mittleren Farbwert der Messfläche mit einer Größe von $\sim 20 \text{ cm}^2$ darstellen, liegt die Vermutung nahe, dass die rötlichen Stellen an den Körnern einfach zu klein sind, um eine Veränderung der Messwerte in den rötlichen Bereich hinein herbeizuführen. Andere Ursachen könnten Schattenwürfe durch sich überlagernde Körner oder dunkle Hohlräume zwischen den

Körnern sein, welche die Farbmessungen beeinflussen.

Die statistische Auswertung der Messdaten (SAS System for Windows 8.1) zeigt signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Proben unterschiedlicher Befallsstärken innerhalb der Gruppen Normfarbwertanteil x , Normfarbwertanteil y und Normfarbwert Y . Diese Unterschiede sind am stärksten ausgeprägt für die Normfarbwerte Y . Allerdings darf diesen Ergebnissen keine zu hohe Bedeutung beigemessen werden, denn die Unterschiede sind äußerst gering. Die Messbedingungen waren ideal, die Proben frei von Verunreinigungen und homogen bezüglich des Aussehens der befallenen und unbefallenen Körner. Die Ergebnisse könnten mit heterogenem Material, welches unter Umständen auch Staub oder Strohreste enthalten könnte, schwieriger reproduzierbar sein. Allein die Tatsache, dass fusariumbefallene Weizenkörner tendenziell ein helleres Aussehen besitzen als unbefallene Körner, kann aufgrund der Messergebnisse belegt werden.

Messungen mit höheren örtlichen Auflösungen haben in weiterführenden Untersuchungen wesentlich besser differenzierbare Ergebnisse geliefert, da Störfaktoren, wie etwa oben erwähnte Hohlräume zwischen Körnern, die Messungen nicht mehr beeinflussen und signifikante Merkmale der Körner, beispielsweise rötliches Myzel, besser erfasst werden konnten [1].

Da aber rötliches Myzel vom Pilz nicht grundsätzlich, sondern nur unter bestimmten Witterungsverhältnissen gebildet wird, ist eine Unterscheidung nur aufgrund einer helleren Färbung der erkrankten Körner schwierig bis unmöglich. Denn es kommt erschwerend die natürliche Heterogenität der Farbe von Weizenkörnern hinzu, die beim Versuchsmaterial nicht gegeben war. Es handelte sich um sehr homogenes Material einer Sorte.

Daher sollten außer der Farbe von Weizenkörnern weitere Hilfsmerkmale in die

Überlegungen mit einbezogen werden, wie etwa Texturanalysen der „schrumpeligen“ oder auch beschädigten Oberflächenstruktur fusariumbefallener Körner.

Aussichten

Eine Zukunftsperspektive stellt die Vorstellung dar, toxische Körner so früh wie möglich in der Verfahrenskette auszusortieren, um so eventuell vorhandene Fusariumtoxinebelastungen zu minimieren.

Hier käme als erstes Kettenglied der Mähdrescher in Betracht, in dem die Analyse eines Getreidestroms von bis zu über 40 Tonnen pro Stunde in Echtzeit erfolgen müsste, was zweifelsfrei eine enorme technische Herausforderung darstellen würde.

Ferner sind Fusariumtoxine auch in Körnern enthalten, die äußerlich keinerlei Symptome aufweisen. Es bleibt zu untersuchen, inwieweit eine Toxinbelastung reduziert werden kann, wenn nur Weizenkörner mit Fusariumsymptomen aussortiert werden.

Es wird hinsichtlich der allgemeinen rasanten technischen Entwicklung, insbesondere in Bereichen wie etwa der Gewinnung von digitalem Bildmaterial und deren Auswertung, wahrscheinlich nur eine Frage der Zeit sein, wann zuvor beschriebene Techniken zum Einsatz kommen werden. Vor diesem Hintergrund besteht auf jeden Fall weiterer Forschungsbedarf bei der Erkennung von Fusarien in Getreide.

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] *Beplate-Haarstrich, L., D. von Hörsten und K. Bobey:* Versuche zur Feststellung des Fusariumbefalls von Weizenkörnern mittels photonischer Verfahren. VDI-Berichte Nr. 1855, 2004, S. 91-97
- [2] • *Berger-Schunn, A.:* Praktische Farbmessung: ein Buch für Anfänger, eine Gedächtnisstütze für Körner. 2., überarb. Aufl., Verlag Muster-Schmidt, Göttingen und Zürich, 1994
- [3] • *Loos, H.:* Farbmessung - Grundlagen der Farbmetrik und ihre Anwendungsbereiche in der Druckindustrie. Verlag Beruf + Schule, Itzehoe, 1989
- [4] Minolta: Bedienungsanleitung für das Chroma-Meter CR-310, 1994
- [5] • *Richter, M.:* Einführung in die Farbmetrik. 2. Auflage, Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 1980