

Bernd Herold, Bernd Oberbarnscheidt, Manuela Zude und Martin Geyer, Potsdam-Bornim

Zerstörungsfreie Bestimmung der Glasigkeit von Speisezwiebeln

Seit einigen Jahren ist Glasigkeit ein zunehmendes Problem bei der Lagerung von Speisezwiebeln. Sie betrifft meist die äußeren fleischigen Ringe und ist nach Aufschneiden am wässrigen Aussehen der betroffenen Bereiche der Zwiebeln erkennbar. Da stark glasige Speisezwiebeln anfällig für Mikrobenbefall und als nicht handelsfähig einzustufen sind, besteht ein hoher Kontrollbedarf. Um ein aussichtsreiches zerstörungsfreies Prinzip als Alternative zur sehr aufwändigen Qualitätsprüfung von Hand zu erkunden, wurden an den Zwiebeln spektraloptische Parameter untersucht.

Dr. Bernd Herold, Dr.-Ing. Bernd Oberbarnscheidt und Dr. Manuela Zude sind Mitarbeiter und Dr. Martin Geyer ist Leiter der Abteilung „Technik im Gartenbau“ am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zanke); e-mail: bherold@atb-potsdam.de
Das Projekt wurde vom Fachverband Deutsche Speisezwiebel finanziell unterstützt.

Schlüsselwörter

Speisezwiebel, objektive Qualitätsbestimmung, Glasigkeit, spektraloptische Signatur

Keywords

Bulb onion, objective quality determination, glassiness, spectral optical signature

Speisezwiebeln reagieren empfindlich auf Temperaturstress und mechanische Belastung. Sie vertragen ein leichtes Gefrieren bis $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, da sie beim Auftauen das ausgefrorene Zellwasser wieder völlig resorbieren können. Jedoch dürfen sie nicht in gefrorenem Zustand bewegt werden, da sonst Druckstellen entstehen, die zu Fäulnis führen. Gefrierschäden äußern sich in Glasigkeit und wässrigen, gräulich schimmernden Flecken [1]. Lagerglasigkeit tritt nach wechselhaftem, feuchtem Witterungsverlauf auf [2].

Für den Handel müssen Speisezwiebeln in einwandfreier Qualität bereitgestellt werden [3]. Zwiebeln gelten als nicht akzeptabel, wenn die beiden äußeren fleischigen Ringe ganz oder teilweise glasig sind (Bild 1) oder weiche Stellen aufweisen. Um Glasigkeit festzustellen, müssen die Zwiebeln nicht nur äußerlich, sondern auch nach inneren Merkmalen analysiert werden. Dazu ist bisher das Schälen beziehungsweise Schneiden und Begutachten der Zwiebeln notwendig. Diese Methode ist jedoch sehr zeitaufwendig und mit zusätzlichem Abfall verbunden.

Als Ziel experimenteller Untersuchungen sollte ein zerstörungsfreies technisches Erkennungsprinzip entwickelt werden, das Aussagen über den Grad der Glasigkeit der Speisezwiebeln liefert. Dieses Erkennungsprinzip sollte ausreichend schnell arbeiten, damit es zur Steuerung eines Sortierverfahrens genutzt werden kann.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurden im Frühjahr 2002 zwei Versuchsreihen mit Speisezwiebeln aus der Produktion von Lager- und Vermarktungsbetrieben durchgeführt. Hierzu wurden durch Gutachter Proben von einwandfreien Zwiebeln beziehungsweise solchen mit Verdacht auf Glasigkeit nach äußerlicher zerstörungsfreier Beurteilung ausgewählt (Tab. 1). Beide Proben wurden kühl gehalten und einen Tag nach der Probenahme im Labor untersucht, um eine mögliche Rückbildung der Glasigkeit zu vermeiden.

Die Zwiebeln wurden an zwei auf dem größten Umfang einander gegenüber liegen-

den Stellen mit einem Stift markiert. An diesen Stellen wurden objektive Messungen durchgeführt. Mit Hilfe eines Glasfaser-spektralfotometers (Fa. Tec5, Oberursel) wurde die partielle Lichttransmission im Wellenlängenbereich von 400 bis 1100 nm [4] gemessen.

Bei der spektralfotometrischen Messung wurde die Glasfasersonde bündig auf die Zwiebeloberfläche aufgesetzt (Bild 2). An der Frontseite der Glasfasersonde enden zwei Lichtfasern, wobei über die Lichtsendefaser Licht von einer Halogenlampe in das Gewebe eingestrahlt wird. Von der 10 mm daneben liegenden Lichtempfangsfaser wird ein Teil des im Inneren der Zwiebel gestreuten und reflektierten Lichts erfasst. Die Eigenschaften des durchstrahlten Zellgewebes beeinflussen die spektrale Signatur des empfangenen Lichts, welche zur Qualitätsbeurteilung ausgewertet wurde.

Nach Abschluss dieser Untersuchungen wurden die Zwiebeln an ihrem größten Durchmesser quer zur Sprossachse durchgeschnitten und mittels Digitalkamera fotografiert. An Hand der Fotos wurde die innere Beschaffenheit subjektiv visuell beurteilt und für die quantitative Auswertung ein In-



Bild 1: Schnittfläche von Speisezwiebeln, oben: einwandfrei, unten: glasig

Fig. 1: Cross section of bulb onions, above: healthy, below: glassy

dex der Glasigkeit berechnet. Dieser Berechnung lag die Beobachtung zu Grunde, dass die Glasigkeit in ihrer Intensität von außen nach innen abnahm. An der Messstelle wurden entsprechend die deutlich erkennbar von Glasigkeit betroffenen Ringe gezählt (Anzahl glasiger Ringe). Diese Zahl wurde durch die Gesamtzahl der Ringe außerhalb des Sprossbereichs dividiert, und schließlich mit einer zwischen 0 und 1 geschätzten Intensität der Glasigkeit in den betroffenen Ringen multipliziert. Die Intensität der Glasigkeit spiegelt wider, wie stark und mit welcher lateralen Ausdehnung jeder Ring betroffen ist:

$$\text{Index_der_Glasigkeit} = \frac{\text{Anzahl_glasiger_Ringe}}{\text{Gesamtzahl_der_Ringe}} \times \text{Intensität_der_Glasigkeit}$$

Nach dieser Methode erhält man für einwandfreie Beschaffenheit den Indexwert 0, alle Ringe sind also frei von Glasigkeit und dementsprechend ist die Intensität auch 0, und für vollständige Glasigkeit den Indexwert 1, alle Ringe weisen Glasigkeit auf und sind völlig glasig (Intensität 1). Die Korrelation der Indexwerte mit den Messdaten der spektralfotometrischen wurde schrittweise mit unterschiedlichen mathematischen Methoden ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Das mit Verdacht auf Glasigkeit zusammengestellte Probenmaterial wies einen hohen

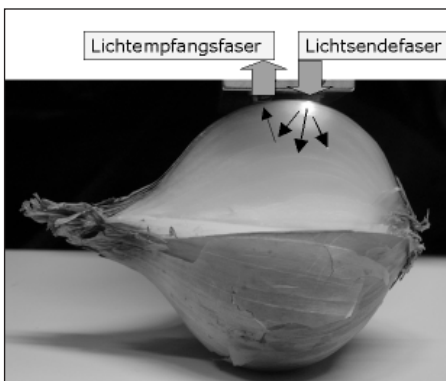


Bild 2: Glasfasersonde für partielle Lichttransmission an Speisezwiebel

Fig. 2: Glass-fibre probe for partial light transmission on bulb onion

Tab. 1: Visuelle Beurteilung der Glasigkeit der untersuchten Speisezwiebeln (für jede Zwiebel wurde der Mittelwert aus den beiden Messstellen bestimmt, dann wurde die Zwiebel in eine von drei Gruppen eingestuft)

Table 1: Visual assessment of glassiness of the studied bulb onions (for every bulb the average from

Glasigkeitsbeschreibung	Schwellenwert für Einstufung	Reihe 1 (Glasigkeitsverdacht)	Reihe 2a (Glasigkeitsverdacht)	Reihe 2b (scheinbar einwandfrei)
einwandfrei	= 0	5	2	5
teilweise glasig	<= 0,2	82	81	5
glasig	> 0,2	13	17	0
Gesamtzahl Zwiebeln		100	100	10

both measuring points was determined, then the bulb was graded into one of three groups)

Bild 3: Diagramm der spektraloptischen Parameter zur Unterscheidung von glasigen und einwandfreien Zwiebeln (0 – einwandfrei; >0...<=0,2 teilweise glasig; >0,2 glasig), eine symbolische Linie trennt die einwandfreien von den glasigen Zwiebeln

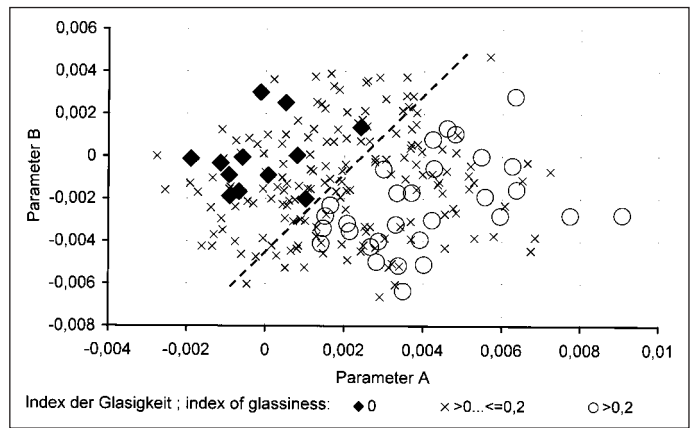


Fig. 3: Diagram of spectral optical parameters to distinguish between glassy and healthy onions (0 – sound; >0...<=0,2 partially glassy; >0,2 glassy), a symbolic dividing line is placed between glassy and onions without defect

Anteil glasiger und teilweise glasiger Zwiebeln auf (Tab. 1). Um diesen Umstand besser berücksichtigen zu können, wurde als Schwellenwert für Glasigkeit der Indexwert 0,2 angenommen und somit das Material in drei Gruppen geteilt: einwandfrei (Index = 0), teilweise glasig (0 < Index ≤ 0,2) und glasig (Index > 0,2). Eine Zwiebel mit einem Index der Glasigkeit von 0,2 hat zwei glasige Ringe mit einer Ausdehnung der Glasigkeit über zwei Drittel der Fläche.

Die Grenzen zwischen Glasigkeit und einwandfreier Qualität sind fließend. Daher ist die eindeutige Festlegung einer Toleranzgrenze sehr schwierig. Grundsätzlich sind subjektive Einflüsse bei Einstufung durch unterschiedliche Gutachter zu beachten.

Dieses Problem setzt sich bei der Auswertung der objektiven Messdaten fort, so dass man nur zwischen einerseits wirklich einwandfreien und andererseits stark glasigen Zwiebeln sicher differenzieren kann.

Die spektrale Signatur der partiellen Lichttransmission wurde im Wellenlängenbereich von 725 bis 1050 nm ausgewertet. In diesem Bereich des nahen Infrarotlichts sind Absorptionsbanden durch Obertöne und Kombinationen der Schwingungen im Wassermolekül zu finden, die sensitiv auf Veränderungen durch Glasigkeit reagieren. Es wurden günstige Wellenlängen für die zuverlässige Unterscheidung von eindeutig einwandfreien und glasigen Zwiebeln ermittelt (Bild 3). Teilweise glasige Zwiebeln ließen sich jedoch nicht ausreichend sicher unterscheiden. Auch durch multivariate sta-

tistische Auswertung (PLS Analyse) der spektralen Signatur unter Einbeziehung des gesamten Wellenlängenbereichs war es nicht möglich, geeignete Trennkriterien mit niedriger Fehlerquote zu bestimmen.

Ausblick

Um einwandfreie und glasige Zwiebeln zu unterscheiden, wird eine quantifizierbare Definition der Glasigkeit benötigt, die sowohl von einem subjektiven Gutachter gehandhabt werden kann als auch den objektiven Erkennungsverfahren angepasst ist. Eine erste Grundlage bildet der in dieser Arbeit vorgeschlagene Index.

Spektraloptische Messungen erscheinen aussichtsreich, um die Glasigkeit von Speisezwiebeln schnell und zerstörungsfrei zu bestimmen. Eine hohe Korrelation zwischen nach Aufschneiden der Zwiebel visuell ermitteltem Index und spektraloptisch zerstörungsfrei bestimmten Kennwerten wurde gezeigt. Die bisherigen Ergebnisse könnten verbessert werden durch

- Anpassung der Glasfasersonde insbesondere stärkere Durchleuchtung der gesamten Zwiebel
- Erweiterung des untersuchten Spektralbereichs hin zu größeren Wellenlängen

Um für den Gutachter ein einfaches Indikationsverfahren zu schaffen, sollte auch die Möglichkeit einer mechanischen Prüfung untersucht werden.

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e.V., 1997: <http://www.tis-gdv.de/tis/ware/gemuese/zwiebeln/zwiebeln.htm>
- [2] • Böttcher, H.: Frischhaltung und Lagerung von Gemüse. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1996
- [3] Verordnung (EG) Nr. 1508/2001 der Kommission vom 24. 7. 2001 zur Festlegung der Vermarktungsnorm für Zwiebeln und zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 2213/83, 2001
- [4] Herold, B. et al.: Zerstörungsfreie Bestimmung des Entwicklungsstadiums von Obst. Landtechnik 55 (2000), H. 3, S. 224-225