

Standardisierte Texturmessung

Ermittlung optimierter Meßparameter zur Texturmessung von Gemüse

Standardized Measuring of Textures

Determining optimized parameters for measuring the texture of vegetables

In dieser Studie wurden die instrumentellen Einflußgrößen für die Texturmessung von gegarten Kartoffeln, Bohnen und Möhren ermittelt.

Eine vergleichende Texturmessung von gegarten Kartoffeln mittels Druckstempel, Warner-Bratzler Scherblatt und Kramerscher Scherpresse zeigte, daß neben der Kompressionsmessung vor allem die Kramersche Scherpresse geeignet ist, reproduzierbare Ergebnisse zu liefern. Die niedrigsten Variationskoeffizienten bei der Texturmessung mit der Kramerschen Scherpresse wurden bei Querschnittsgeschwindigkeiten von 50 mm/min (Kartoffelwürfel und -kugeln), 200 mm/min (Bohnen) und 150 mm/min (Möhren) ermittelt.

1 Einleitung

Die Akzeptanz vieler Gemüsesorten wird neben den Faktoren Farbe, Geruch und Geschmack entscheidend durch die Textur bestimmt. Daher wird bei der Zubereitung von Gemüsen der Garprozeß auf die Erzielung einer optimalen Textur ausgerichtet [1].

Die Untersuchung der rheologischen und textuellen Eigenschaften der Gemüse erfolgt mit unterschiedlichen Zielsetzungen, wie z. B. der

- Charakterisierung des Reifezustandes im Zusammenhang mit Ernte, industrieller Lagerung und Nachreifung
- Ermittlung von Korrelationen zwischen rheologischen Eigenschaften und Stoffparametern
- Bestimmung des Deformationsverhaltens bei Sortier-, Transport-, Verarbeitungs- und Vermarktungsprozessen [2].

Zur Prüfung der Textur von Gemüsen wird überwiegend die Kramersche Scherpresse eingesetzt. Bei der Texturmessung in der Kramerschen Scherzelle erfolgt sowohl eine Kompression als auch eine Scherung und Extrusion der Proben, so daß der natürliche Kauvorgang eher simuliert wird als bei anderen Untersuchungsverfahren wie z. B. der Kompressionsmessung mittels Druckstempel [3]. In Analogie zum Kauvorgang im Mund werden Lebensmittel über die Bruchgrenze hinaus belastet; die Bruchkraft oder -spannung wird als Festigkeitsmaß registriert. Bei der instrumentellen Messung kann jedoch im Gegensatz zur oralen Zerkleinerung eine konstante Deformationsgeschwindigkeit vorgegeben werden. Wie bei allen instrumentellen Texturmeßmethoden muß auch bei der Messung mit der Kramerschen Scherzelle betont werden, daß in der Regel nicht die sensorische Gesamttextur erfaßt wird,

In this study, parameters were determined for measuring the texture of cooked potatoes, beans, and carrots.

Comparative texture measurements on cooked potatoes were conducted using a pressure piston, a Warner-Bratzler shearing blade, and a Kramer shear press. Besides the compression measurements, the Kramer shear press was most suitable for obtaining reproducible measurements. Crosshead speeds yielding the lowest coefficients of variation for texture measurements with the Kramer shear press were 50 mm/min for potato cubes and balls, 200 mm/min for beans, and 150 mm/min for carrots.

1 Introduction

For many types of vegetables, consumer acceptance of the product is decisively influenced by the vegetable's texture, along with other qualities such as color, smell, and taste. Cooking just to the point of softness produces vegetables with optimal texture [1].

The rheological and textural properties of vegetables have been studied with the following objectives:

- characterizing ripeness and its dependence on harvesting conditions, industrial storage, and post-ripening;
- determining correlations between rheological and sensory properties;
- determining deformation behavior during sorting, transport, processing, and marketing processes [2].

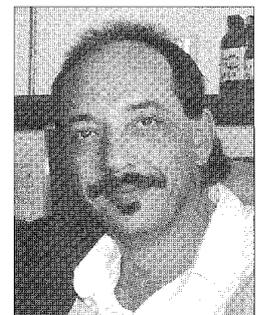
The Kramer shear press is widely used to measure the texture of vegetables. When measuring texture with this device the sample is subjected to compression, shear, and extrusion. This provides a better simulation of the natural chewing process than other techniques,

Dr. rer. nat. Hans-Dieter Werlein

studierte Lebensmittelwissenschaft, Chemie und Biologie und promovierte an der Universität Hannover. Seine Forschungsschwerpunkte im Institut für Lebensmittelwissenschaft liegen im Bereich der Qualitätssicherung und beinhalten vorwiegend mikrobiologische Schnellmethoden und instrumentelle Beurteilungsverfahren.

studied food science, chemistry and biology, and received his doctorate at the University of Hannover. His research specialty at the Institute for Food Science includes quality assurance, comprised primarily of microbiological quick methods and the use of instrumented methods to assess foodstuffs.

Hans-Dieter Werlein und Brita M. Watkinson, Hannover, Germany



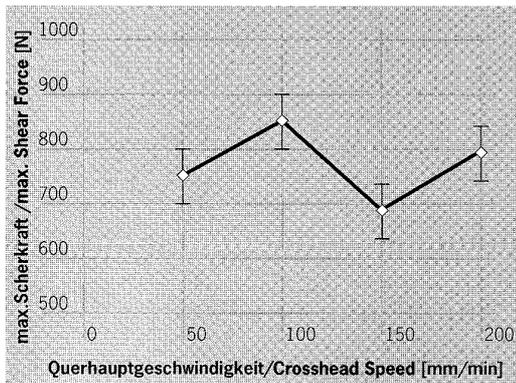


Abb. 7:
Einfluß der Querhauptgeschwindigkeit auf die maximale Scherkraft (grüne Bohnen, n = 40)

Fig. 7:
Effect of crosshead speed on the maximum shear force (green beans, n = 40)

zu den hier erzielten Ergebnissen wurde allerdings keine lineare Beziehung zwischen der maximal aufgewandten Kraft und dem Gewicht der Probe ermittelt.

3.2 Auswirkungen der Querhauptgeschwindigkeit

Die Befüllung der Kramerschen Scherzelle erfolgte durch lose Schüttung mit einem konstanten Gewicht von 50 g, da die Variationskoeffizienten der Meßreihen mit Probeneinwaagen von 50 bzw. 100 g im Vorversuch nur geringfügig differierten. Die Scherung der Proben erfolgte mit Querhauptgeschwindigkeiten von 50, 100, 150 und 200 mm/min.

In Abhängigkeit von der Querhauptgeschwindigkeit alternierten die ermittelten Kraftwerte zwischen 690 und 850 N (Abb. 7). Die Variationskoeffizienten reduzierten sich mit zunehmender Querhauptgeschwindigkeit von 7,15 % (bei 50 mm/min) auf 3,58 % (bei 200 mm/min). In einer weiteren Meßreihe, die mit einer Geschwindigkeit von 500 mm/min gefahren wurde, wurden ein Variationskoeffizient von 6,38 % und eine durchschnittliche Scherkraft pro Gewichtseinheit von 15,56 N/g ermittelt. Bemerkenswert ist hierbei, daß die aufzuwendende Kraft pro Gramm auch bei einer Verzehnfachung der Querhauptgeschwindigkeit relativ konstant blieb.

4 Texturmessung von gegarten Möhren

Die Versuche wurden mit frisch geernteten Möhren der Handelsklasse II aus dem Programm „Calenberger Feldfrisch“ durchgeführt (Firma Volkmann & Sohn GbR, Hemmingen). Die Möhrenscheiben (geschält, Stärke 5 mm) wurden in Portionsgrößen von 150 g in Kunststoffverbundbeuteln evakuiert und im Kombidämpfer bei 98 °C im Siebeinsatz 20 Min. gegart. Nach Abkühlung im Schockkühler wurden die Möhren bis zur Texturmessung auf 20 °C temperiert.

75 g der gedämpften Möhren wurden in loser Schüttung in die Kramersche Scherzelle gefüllt. Die Messungen wurden mit Querhauptgeschwindigkeiten von 50, 100, 150 und 200 mm/min durchgeführt. Auf den Einsatz weiterer Meßverfahren wie Kompressionsmessung bzw. Scherung mit dem Warner-Bratzler Scherblatt als Einzelprüfungen wurde aufgrund der Geometrie der Möhrenscheiben verzichtet.

Eine Zunahme der Querhauptgeschwindigkeit führte zu einer linearen Erhöhung der Scherkraft mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,89$. Der Mittelwert

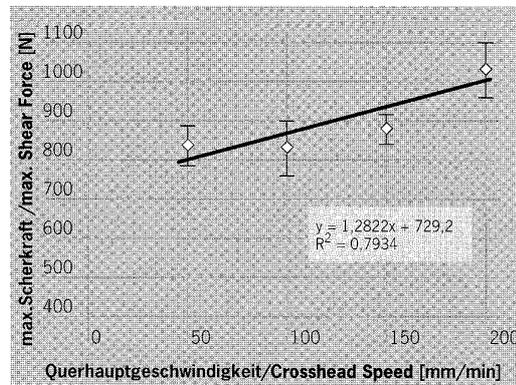


Abb. 8:
Einfluß der Querhauptgeschwindigkeit auf die maximale Scherkraft (Möhrenscheiben, n = 40)

Fig. 8:
Effect of crosshead speed on the maximum shear force (carrot disks, n = 40)

between the 50 g and 100 g samples. Samples were sheared at crosshead speeds of 50, 100, 150, and 200 mm/min, respectively.

Depending on the crosshead speed, measured force values alternated between 690 and 850 N (Fig. 7). With increasing crosshead speed the coefficients of variation decreased from 7.15 % (at 50 mm/min) to 3.58 % (at 200 mm/min). In a subsequent series of measurements conducted at 500 mm/min, the coefficient of variation was 6.38 % and the average shear force per unit weight was 15.56 N/g. It is noteworthy that the force/gram stayed relatively constant even as the crosshead speed was increased by a factor of ten.

4 Texture Measurements on Cooked Carrots

Experiments were conducted with freshly harvested carrots, grade II from the “Calenberger Feldfrisch” program, distributed by Volkmann & Sohn GbR. Carrot samples were peeled and cut into 5 mm disks. Portions weighing 150 g were placed in plastic bags, evacuated, and then cooked in the sieve of a combination steamer for 20 minutes at 98 °C. After quench cooling the samples were held at 20 °C in preparation for the texture measurements.

The Kramer shear cell was loosely packed with 75 g of steamed carrots. Measurements were conducted at crosshead speeds of 50, 100, 150, and 200 mm/min. Because of the geometry of the carrot disks, other techniques (such as compression measurements or tests with the Warner-Bratzler shearing blade) were not attempted.

An increase in crosshead speed led to a linear increase in the shear force, with a correlation coefficient of $r = 0.89$. The mean value of the maximum force increased from 830 to 1022 N (Fig. 8), i. e., 23.1 %. The lowest standard deviation (37.1 N) and lowest coefficient of variation (4.19 %) were obtained at a crosshead speed of 150 mm/min.



Parameter/Parameter	Kartoffeln/Potatoes		Bohnen/Beans	Möhren/Carrots
Probenform sample geometry	Würfel/cubes (17 mm)	Kugel/spheres (Ø 25 mm)	ganze Bohnen/ whole beans	Scheiben/disks (Dicke 5 mm/thickness 5 mm)
Einwaage/sample weight (g)	100	125	100	75
Befüllungsart/ filling method	lose Schüttung loose packing	Schichtung layered	lose Schüttung loose packing	lose Schüttung loose packing
Querhauptgeschwindigkeit crosshead speed (mm/min)	50	50	200	150
Temperatur/temperature (°C)	20	20	20	20

Tabelle 1:
Meß- und Probenparameter zur
Texturmessung von gegarten
Kartoffeln, Bohnen und Möhren in
der Kramerschen Scherzelle

Table 1:
Measurement and sample para-
meters for measuring texture
of cooked potatoes, beans, and
carrots in the Kramer shear cell

der maximalen Kraft stieg von 830 N auf 1022 N an (Abb. 8). Dies entspricht einer Steigerung um 23,1%. Die geringste Standardabweichung (37,1 N) sowie der geringste Variationskoeffizient (4,19%) wurden bei einer Querhauptgeschwindigkeit von 150 mm/min erzielt.

5 Zusammenfassung

Das Warner-Bratzler Scherblatt ist aufgrund der ermittelten Streuung der Meßwerte für die Texturmessung von gegarten Kartoffeln nicht geeignet. Im Vergleich zwischen der Kompressionsmessung mittels Druckstempel und der Kramerschen Scherzelle spricht der deutlich niedrigere Variationskoeffizient von 2,8% bei den Pommes parisiennes bzw. 5,06% bei den Kartoffelwürfeln bei einer Querhauptgeschwindigkeit von 50 mm/min für den Einsatz der Kramerschen Scherzelle zur textuellen Vermessung von gegarten Kartoffeln.

Die Texturmessung von Bohnen mit der Kramerschen Scherzelle führt unabhängig von der Befüllungsart bei einer konstanten Querhauptgeschwindigkeit zu fast identischen Scherkraftwerten. Berücksichtigt man, daß eine Versuchsreihe mit 10 Messungen bei einer Schichtung der Probe einen Zeitaufwand von vier Stunden erfordert, die Schüttung hingegen schnell und einfach durchzuführen ist, so ist der losen Schüttung gegenüber einer Schichtung der Bohnen der Vorzug zu geben. Die Texturmessung mit einer Querhauptgeschwindigkeit von 200 mm/min zeigte den geringsten Variationskoeffizienten.

Die Texturmessung von gegarten Möhren in der Kramerschen Scherzelle bei unterschiedlichen Querhauptgeschwindigkeiten zeigte den niedrigsten Variationskoeffizienten bei einer Querhauptgeschwindigkeit von 150 mm/min.

Aufgrund der erzielten Ergebnisse empfiehlt sich der Einsatz der Kramerschen Scherpresse zur Texturmessung von gegarten Gemüsen mit den in Tabelle 1 aufgeführten Parametern.

Die Autoren danken Annette Schulte und Sigrid Jacob für die gewissenhafte Ausführung der Texturmessungen sowie Herrn Dipl.-Ing. Schwarz (Fa. Asskühl), Herrn Geest (Fa. Grace/Cryovac) und der Firma Rational für ihre materielle Unterstützung.

5 Conclusions

Because of the large data scatter, the Warner-Bratzler shearing blade is unsuitable for measuring the texture of cooked potatoes. When compression measurements conducted with a pressure piston are compared with results from the Kramer shear cell, the shear cell

clearly proves superior for measuring cooked potato texture, because, in tests on Pommes parisiennes and potato cubes, significantly lower coefficients of variation are obtained (2.8% and 5.06%, respectively) at a crosshead speed of 50 mm/min.

The texture measurement of beans in the Kramer shear cell at a constant crosshead speed yields nearly identical shear force values, independent of filling method. Considering that for a series of 10 measurements, four hours is required to layer the sample of beans in the cell, the loose packing fill method (which is extremely fast and simple) is clearly preferred. The lowest coefficients of variation were obtained at a crosshead speed of 200 mm/min.

In texture measurements on cooked carrots in the Kramer shear cell the lowest coefficient of variation was obtained at a crosshead speed of 150 mm/min.

Based on the results presented, we recommend use of the Kramer shear cell for conducting texture measurements on cooked vegetables, using the parameters listed in Table 1.

The authors thank Annette Schulte and Sigrid Jacob for their carefully conducted texture measurements. Thanks are also due to Dipl.-Ing. Schwarz (Asskühl), Mr. Geest (Grace/Cryovac) and the firm Rational for supplying materials.

Rh



- [1] Escher, F., K. G. Lapsley; Lebensmitteltechnologie, 23 (1990), No. 6, p. 130 – 133
- [2] Linke, L.; „Rheologie der Lebensmittel“. Behr's Verlag, Hamburg (1993), p. 389 – 429
- [3] Pichert, H., E. Baier; ZfL, (1987), No. 8, p. 697 – 706
- [4] Adams, J. B., A. Robertson; „Instrumental Methods of Quality Assessment-Texture“. Food Preservation Res. Ass., Maff Projekt No. 551., Campden (1987)
- [5] Rouwen, F. M., H. J. Bielig, B. Emschermann; Industrielle Obst- und Gemüseverwertung, 22 (1981), p. 587 – 591
- [6] Szczesniak, A. S., P. R. Humbaugh, H. W. Block; Journal of Texture Studies, 1 (1970), p. 356 – 378
- [7] Wilson, A. K.; Confructa, 18 (1973), p. 21 – 31.

