

Dieter von Hörsten und Sabri Saghir, Göttingen

Herstellung qualitativ hochwertiger Trockenprodukte

Kombination von Mikrowellen und Warmluft

Aufgrund steigender Qualitätsanforderungen an landwirtschaftliche Produkte ist die Weiterentwicklung und Verbesserung von Trocknungsverfahren notwendig. Nur durch eine zügige und schonende Trocknung können die Qualitätseigenschaften von Produkten erhalten bleiben. Der Einsatz von Mikrowellenenergie insbesondere in Kombination mit konventionellen Verfahren bietet eine Möglichkeit, die Trocknungszeiten zu reduzieren, wobei die Produktqualität erhalten bleibt oder gar verbessert wird.

Dr. Dieter von Hörsten ist Akademischer Rat am Institut für Agrartechnik der Georg-August-Universität Göttingen, Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen; email: dhoerst@gwdg.de

M. Sc. Sabri Saghir war Aufbaustudent der Agrarwissenschaften der Tropen und Subtropen an der Universität Göttingen.

Schlüsselwörter

Mikrowellen, Qualität, Trocknung

Keywords

Microwave, quality, drying

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99522 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die Qualität von landwirtschaftlichen Produkten spielt bei der Vermarktung eine zunehmende Rolle. So können nur Produkte mit einer einheitlichen hohen Qualität sicher vermarktet werden, die zuvor durch geeignete Konservierungsverfahren haltbar gemacht wurden. Die Trocknung von landwirtschaftlichen Produkten ist ein seit langer Zeit bekanntes Konservierungsverfahren. Für Frischprodukte mit einem hohen Wassergehalt von über 80 % ist dieses Verfahren jedoch nur begrenzt einsetzbar, da das Aussehen und der Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen zum Teil stark verändert werden, so dass die Erzeugnisse vom Konsumenten nicht mehr akzeptiert werden. Dies wird häufig durch einen langen Trocknungsprozess verursacht. Die Trocknung bietet gegenüber anderen Konservierungsverfahren, wie beispielsweise der Tiefkühlkette, deutliche Vorteile. Insbesondere die Verpackung, der Transport und die Lagerung von getrockneten Produkten sind erheblich einfacher zu bewerkstelligen. Daher ist es notwendig, vorhandene Trocknungsverfahren zu verbessern oder neue Methoden zu entwickeln, um die Trocknungszeit bei Erhalt der inneren und äußeren Qualitätseigenschaften zu reduzieren. Eine Möglichkeit besteht darin, Mikrowellenenergie zur Trocknung von Gemüse oder Obst einzusetzen. Hierbei ist es durchaus möglich, gleichzeitig eine Hygienisierung des erzeugten Produktes zu erreichen. Um den Einsatz solcher neuer Methoden oder auch die Kombi-

nation mit anderen bekannten Verfahren genauer zu untersuchen, sind Versuche zur Trocknung von Möhren und Äpfeln durchgeführt worden.

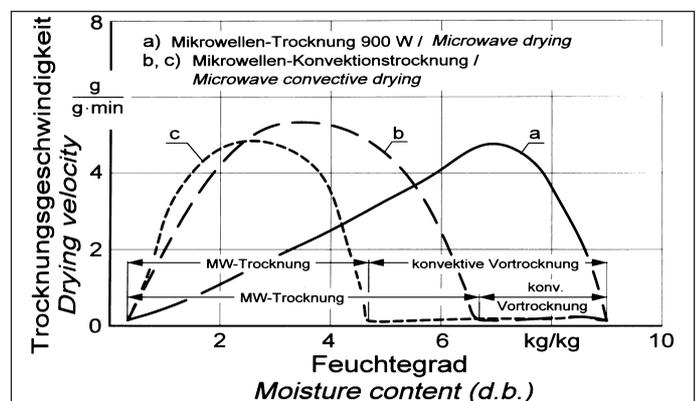
Trocknungsverfahren

Alle Versuche wurden in einer messtechnisch vollständig ausgestatteten Versuchsanlage durchgeführt, die eine Erfassung aller Hochfrequenz- und Produktparameter während der Behandlung erlaubt. So kann kontinuierlich die Produktmasse und -temperatur erfasst werden, welches für die Interpretation von Trocknungsversuchen unerlässlich ist.

Für die Versuche wurden Möhren und Äpfel einer Sorte und einer Herkunft verwendet, um Einflüsse des Probenmaterials weitestgehend auszuschließen. Neben der reinen Mikrowellentrocknung und der vergleichenden Konvektionstrocknung wurden vertiefend Untersuchungen zur Kombination dieser Verfahren durchgeführt, um mögliche Vorteile der einzelnen Verfahren nutzbar zu machen. Das Trocknungsgut wurde in Scheiben geschnitten und gleichmäßig auf dem rotierenden Probenteller verteilt. Hierdurch wird ein Eindringen der Mikrowellen von allen Seiten ermöglicht und auch eine günstige Voraussetzung für die konvektive Trocknung geboten. In Vorversuchen wurde ermittelt, dass für die Trocknung von Möhren eine Scheibendicke von 1,5 mm und bei der Apfeltrocknung 3 mm die besten Er-

Bild 1: Trocknungsgeschwindigkeit bei der reinen Mikrowellentrocknung (a) und der Mikrowellen-Trocknung mit konvektiver Vortrocknung auf 75 % (b) sowie 50 % (c) der Anfangsfeuchte von Möhrenscheiben (1,5 mm)

Fig. 1: Drying behaviour of carrot slices (1.5 mm) by microwave drying and microwave drying with convective pre-drying



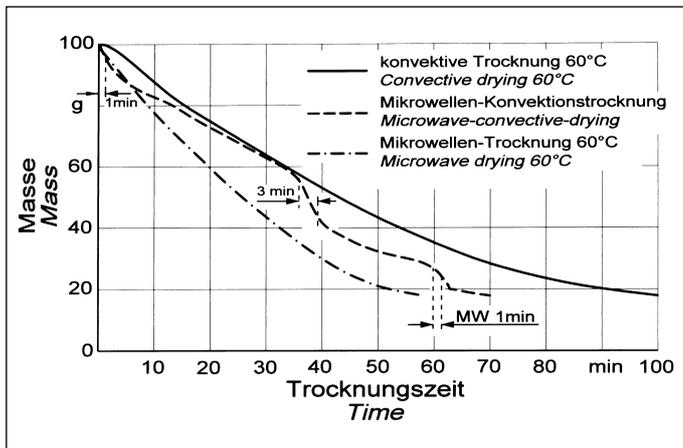


Bild 2: Zeitlicher Verlauf der Massenabnahme bei der Trocknung von Apfelscheiben (3 mm)

Fig. 2: Drying behaviour of apple slices (3 mm)

gebnisse bezüglich des Aussehens der Produkte ergeben.

Trocknung von Möhren

Der Vergleich der reinen Mikrowellentrocknung mit der kombinierten Mikrowellen-Konvektionstrocknung ist in Bild 1 dargestellt. Bei der kombinierten Trocknung wurde konvektiv auf 75 sowie 50% des Ausgangsfeuchtegehaltes vortrocknet, die Resttrocknung erfolgte durch Applikation von Mikrowellenenergie. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Trocknungsverlauf nicht dem der konvektiven Trocknung mit den drei Trocknungsabschnitten entspricht [1, 2]. Es werden sehr hohe Trocknungsgeschwindigkeiten von etwa 5 g/gTM·min erreicht, die zum Trocknungsende kontinuierlich abnehmen. Diese hohen Trocknungsgeschwindigkeiten führen bei der reinen Mikrowellentrocknung zu einer Trocknungszeit von nur etwa 10 min. Erstaunlich ist, dass bei dem kombinierten Trocknungsverfahren mit konvektiver Vortrocknung auf 75 oder 50% des Ausgangsfeuchtegehaltes mit der Mikrowellenresttrocknung immer noch sehr hohe Trocknungsgeschwindigkeiten erzielt werden, die in etwa denen der alleinigen Mikrowellenbehandlung entsprechen. Dies ist vor dem Hintergrund, dass bereits ein Viertel oder gar die Hälfte des Wassers entfernt worden ist, besonders hervorzuheben, da die Resttrocknung aufgrund der höheren Bindungskräfte schwieriger durchzuführen ist [1].

Trocknung von Äpfeln

Bei der Trocknung von 3 mm Apfelscheiben wurde neben der konvektiven Trocknung bei 60°C und der reinen Mikrowellentrocknung bei 60°C ebenfalls die Kombination dieser beiden Verfahren angewendet. Da die Möhrentrocknung zeigte, dass die Mikrowellentrocknung in jedem Trocknungsabschnitt sehr hohe Trocknungsgeschwindigkeiten erzielt, wurde bei der kombinierten Apfel-

trocknung eine mehrmalige kurze Mikrowellenapplikation angewendet (1 min zu Beginn, 3 min bei 50% Feuchtegehalt, 1 min bei 15% Feuchtegehalt). Zwischen den Mikrowellenapplikationen und während der Endtrocknung wurde konvektiv behandelt (Bild 2). Gegenüber der reinen Konvektionstrocknung ergeben sich deutlich verkürzte Trocknungszeiten. Anhand des Massenverlaufs lässt sich erkennen, dass bei jeder Mikrowellenapplikation die Trocknungsgeschwindigkeit in allen Trocknungsabschnitten stark ansteigt. Der Grund für die hohen Trocknungsgeschwindigkeiten bei der Mikrowellenapplikation liegt vermutlich im „explosionsartigen“ Entleeren der Kapillaren, welches durch die schnelle innere Produkterwärmung erzeugt wird [2].

Qualitätsmerkmale

Bezüglich der äußeren Qualitätseigenschaften zeigen die mikrowellengetrockneten oder kombiniert getrockneten Möhren ein deutlich besseres Aussehen, welches in erster Linie durch eine höhere Farbintensität verursacht wird. Dieser subjektive Farbeindruck ist durch Farbmessungen bestätigt worden. Bei der Trocknung von Möhren muss jedoch grundsätzlich darauf geachtet werden, dass die Temperatur nicht über 60°C ansteigt, da es sonst schnell zu Bräunungen in der Mitte der Scheiben kommen kann. Der Einsatz der kombinierten Verfahren lässt es jedoch zu, dass nach konvektiver Vortrocknung auf 50% des Ausgangsfeuchtegehaltes höhere Temperaturen bis zu 70°C ohne farbliche Veränderungen angewendet werden können. Bei der Trocknung der Äpfel zeigten sich zwischen den einzelnen Varianten nur sehr geringe farbliche Unterschiede, wobei die mikrowellengetrockneten und die kombiniert getrockneten Varianten im Aussehen den frischen Äpfeln am meisten gleichen. Auch bei der Apfeltrocknung ist durch eine Begrenzung der Temperatur auf etwa 60°C darauf zu achten, dass Bräunungen an der Oberfläche vermieden werden.

Ein wichtiges Qualitätsmerkmal von Produkten sind die Rehydrationsseigenschaften. Der Rehydrationswert ist ein Maß für den Feuchtegrad der bei der Wiederbefeuchtung unter definierten Bedingungen (50°C Wassertemperatur, 15 min Einwirkzeit) erreicht werden kann. Der R-Wert weicht bei den unterschiedlichen Behandlungsmethoden nur geringfügig voneinander ab, wobei sich die konvektiv getrockneten Proben, trotz einer stärkeren Verhärtung der Oberflächen, geringfügig besser wiederbefeuchten lassen als die Mikrowellenvarianten.

Die Analyse der Inhaltsstoffe zeigte, dass der Vitamin-C-Gehalt sowohl der Äpfel als auch der Möhren durch alle Trocknungsverfahren deutlich vermindert wird. Insbesondere bei den Möhrenscheiben wird mit der Konvektionstrocknung der geringste Verlust an Vitamin C erreicht. Die reine Mikrowellentrocknung zeigt dagegen die größten Verluste. Bei den Apfelscheiben ist die gleiche Tendenz zu erkennen, wobei jedoch der Unterschied zwischen den einzelnen Behandlungsmethoden deutlich geringer ausfällt. Die Gehalte an Saccharose, Glukose und Fruktose haben sich bei allen Behandlungsverfahren kaum verändert. Dieses wird auch dadurch bestätigt, dass an den Produkten keine Bräunung eingetreten ist, die durch die nichtenzymatische Maillard-Reaktion von Glukose und Fruktose verursacht wird. Es konnte keine Veränderung des Proteingehaltes und der Aminosäurezusammensetzung bei allen getrockneten Produkten im Vergleich zum Frischmaterial festgestellt werden. Auch der Einsatz von Mikrowellenenergie bei anderen Produkten zeigte, dass die Qualitätseigenschaften nicht verschlechtert werden [3, 4, 5].

Zusammenfassung und Ausblick

Der Einsatz von Mikrowellen zur Trocknung von pflanzlichen Produkten stellt eine Möglichkeit dar, qualitativ hochwertige Produkte zu erzeugen. Insbesondere das Aussehen der Produkte, welches ein wichtiges Qualitätsmerkmal ist, wird verbessert, ohne dass der Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen reduziert wird. Die innere Erwärmung durch Mikrowellen führt dabei zu sehr kurzen Trocknungszeiten, so dass stoffliche Veränderungen, die die Qualität beeinflussen könnten, schnell unterbunden werden. Insbesondere die Kombination mit herkömmlichen Trocknungsverfahren stellt einen interessanten Ansatzpunkt dar, aus verfahrenstechnischer und qualitativer Sicht hochwertige Produkte zu erzeugen. Es muss jedoch beachtet werden, dass die Applikationstechnik an jedes Produkt angepasst werden muss.