

# Mikrowellen erhöhen die Ölausbeute

## Veränderungen der Mikrostruktur von Rapssaat durch den Einsatz von Mikrowellenenergie

*Die thermische Vorbehandlung von Rapssaat ist ein maßgeblicher Faktor zur Steigerung der Ölausbeute im Rahmen der Pflanzenölgewinnung. Dieser Effekt beruht auf mikrostrukturellen Veränderungen der Saat, die durch die Behandlung verursacht werden. Die vorgestellten mikroskopischen Untersuchungen zeigen, dass eine Vorbehandlung der Ölsaart mit Mikrowellen mikrostrukturelle Veränderungen verursacht und somit eine in früheren Versuchen festgestellte Erhöhung der Ölausbeute durch den Einsatz von Mikrowellenenergie erklärbar ist.*

Die thermische Vorbehandlung von Ölsaaten stellt einen wichtigen Schritt bei der Gewinnung von Pflanzenölen dar, die einen wesentlichen Einfluss auf die Effizienz des Verfahrens und die Qualität der erzeugten Produkte hat. Dieser Schritt dient nicht nur der Inaktivierung saateigener Enzyme, der Zerstörung toxischer Substanzen und der Desinfektion des Materials von Bakterien und Pilzen, sondern vor allem auch der Verbesserung der physikalischen Verarbeitungseigenschaften des Rohmaterials. Hierzu zählen die Verbesserung des Fließverhaltens des Öles durch die temperaturbedingte Viskositätsniedrigung, die Reduktion der Affinität des Öles zu festen Oberflächen sowie die Erhöhung der Saatplastizität. Ein ganz wesentliches Ziel der thermischen Vorbehandlung besteht jedoch in der Koagulation der Eiweißbestandteile und dem Aufschluss der Zellen durch den erhöhten Innendruck, so dass das Öl bei der anschließenden Pressung frei abfließen kann beziehungsweise das Lösemittel bei Verwendung der Extraktionstechnik leicht eindringen und mit Öl beladen

als Miscella wieder austreten kann [1, 2, 3].

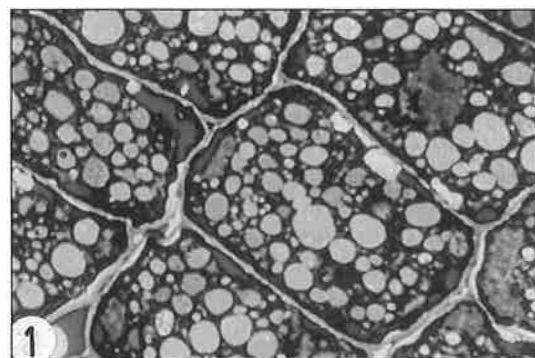
Diese Resultate können auch durch eine Vorbehandlung mit Mikrowellenenergie erzielt werden. So wies beispielsweise mikrowellenbehandelte Rapssaat eine deutlich höhere Ölausbeute auf als unbehandelte. Gleiches gilt für Qualitätsparameter wie Säure- und Peroxidzahl, die nach der Behandlung ebenfalls deutlich bessere Werte aufwiesen [4].

Um den Ursachen dieser Veränderungen, insbesondere den Gründen für die höhere Ölausbeute, auf mikrostruktureller Ebene nachzugehen, wurden die Saatproben unter dem Licht- und Elektronenmikroskop auf Veränderungen der Zellstruktur untersucht. Ähnliche Untersuchungen an mikrowellenbehandelter Rapssaat wurden bereits von MAHESHWARI et al. 1981 durchgeführt und Veränderungen an der Zellstruktur festgestellt [3]. Diese Autoren folgerten auch bereits eine dadurch begründete Erleichterung der Ölgewinnung und eine erhöhte Ölausbeute, ohne diese Vermutung jedoch zu verifizieren.

Dipl.-Ing. agr. Christoph Oberndorfer ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik in Göttingen, Gutenbergstraße 33, 37075 Göttingen, tätig; e-mail: cobernd@gwdg.de  
Dr. Firous Ebrahim-Nesbat ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz in Göttingen, Grisebachstraße 6, 37077 Göttingen; e-mail: febrahi@gwdg.de

*Bild 1: Lichtmikroskopische Aufnahme eines unbehandelten, mit Methylenblau angefärbten Rapskornes*

*Fig. 1: Light microscopic photo of an untreated rape seed grain, stained with methylene blue*



### Schlüsselwörter

Vorbehandlung von Rapssaat, Mikrowellenenergie, Mikrostruktur von Rapssaat

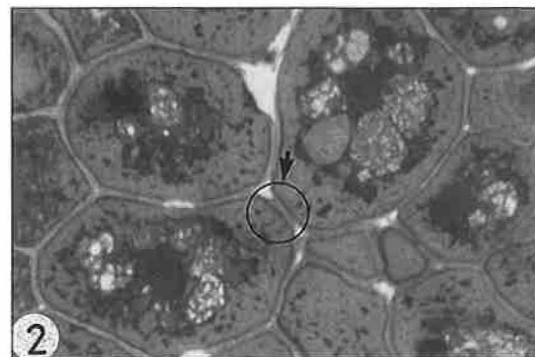
### Keywords

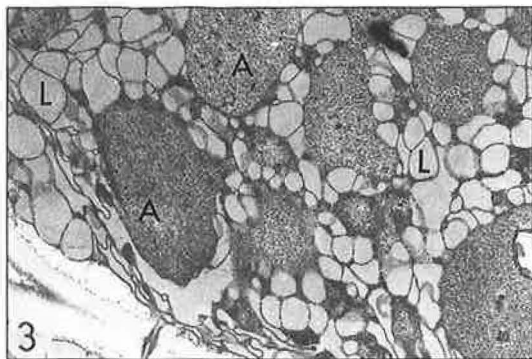
Pretreatment of rape seed, microwave energy, microstructure of rape seed

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99403 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

*Bild 2: Lichtmikroskopische Aufnahme eines mikrowellenbehandelten, mit Methylenblau angefärbten Rapskornes (Ausschnitt siehe Bild 5)*

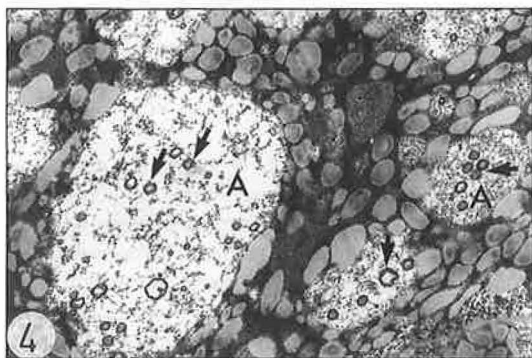
*Fig. 2: Light microscopic photo of a microwave treated rape seed grain, stained with methylene blue (section see Fig. 5)*





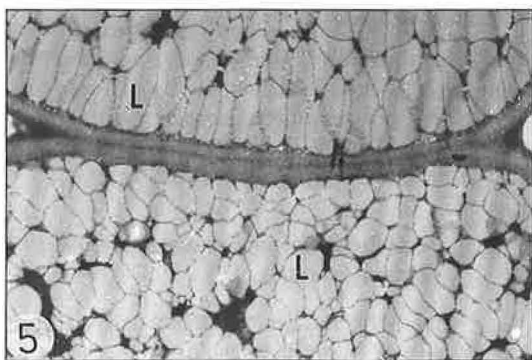
**Bild 3:** Elektronenmikroskopische Aufnahme eines unbehandelten Rapskornes (L: Lipidtröpfchen; A: Aleuronkorn)

**Fig. 3:** Electron microscopic photo of an untreated rape seed grain (L: lipid drop; A: aleuron grain)



**Bild 4:** Elektronenmikroskopische Aufnahme eines mikrowellenbehandelten Rapskornes

**Fig. 4:** Electron microscopic photo of a microwave treated rape seed grain



**Bild 5:** Elektronenmikroskopische Aufnahme des Randbereiches eines mikrowellenbehandelten Rapskornes (vergrößerter Ausschnitt aus Bild 2)

**Fig. 5:** Electron microscopic photo of the border of a microwaved rape seed grain (enlarged section from Fig. 2)

## Versuchsanstellung

Im Zuge der Vorbehandlung wurden Rapsproben von jeweils 800 g auf dem Drehteller einer Experimental-Mikrowellenanlage platziert und mit einer Mikrowellenleistung von 1200 W auf Temperaturen von 80, 90 und 100 °C aufgeheizt. Anschließend wurden die Proben mit einer Fixierlösung aus 2,5% Glutaraldehyd in 50 mM Phosphatpuffer (pH 7,2) getränkt und anschließend zwei Stunden lang bei Raumtemperatur gelagert. Nach mehrfachem Waschen im gleichen Puffer kamen sie über Nacht in einen Kühlschrank und wurden am nächsten Tag mit einer 2%-igen Osmiumtetroxidlösung (in 50 mM Phosphatpuffer bei pH 7,2) nachfixiert. Die Proben wurden daraufhin zweimal mit destilliertem Wasser gespült und in eine 1%-ige wässrige Kaliumpermanganatlösung eingelegt. Dann folgten mehrere Waschgänge und die Dehydrierung der Proben durch Einlegen in Acetonlösungen verschiedener Konzentrationen. Abschließend erfolgte die Einbettung in Spurr'sches Harz bei 70 °C.

Die Präparate wurden mit einem Diamantmesser geschnitten. Die Anfärbung der lichtmikroskopischen Präparate erfolgte mit Methylblau. Die elektronenmikroskopischen Präparate wurden mit einer wässrigen Lösung aus Uranylacetat und Bleicitrat nach-

kontrastiert, mit einem Transmissionselektronenmikroskop Zeiss EM 10 untersucht und die Ergebnisse fotografisch dokumentiert.

## Ergebnisse

Die lichtmikroskopischen Aufnahmen zeigen deutliche Unterschiede zwischen den behandelten und den unbehandelten Proben. Diese betreffen vor allem die Gestalt der Zellen, die Größe und die Häufigkeit von Spherosomen (Lipidtröpfchen) sowie die Anzahl und die Größe von Aleuronkörnern (Proteinkörper). Im unbehandelten Gewebe sind die Lipidtröpfchen klar erkennbar und mit einer deutlich sichtbaren Membran umgeben (Bild 1). In den mikrowellenbehandelten Proben sind diese Öltröpfchen nahezu verschwunden oder haben ihre klare Abgrenzung verloren. Die Zellinhalte sind koaguliert und haben sich von der Zellwand gelöst, wodurch am Zellrand eine Zone entstanden ist, die von cytoplasmatischen Einschlüssen nahezu vollständig frei erscheint (Bild 2).

Unter dem Elektronenmikroskop sind die Aleuronkörner (A) und die Spherosomen (L) in den unbehandelten Proben als intakt erkennbar (Bild 3). Die Stärkekörner (A)

enthalten eine amorphe Masse aus Lagerproteinen und nicht näher bestimmbar körnigen Proteinen (Globoidstrukturen). Sie sind in großer Zahl vorhanden und von kleineren Lipidkörpern (L) umgeben. Die Anwendung von Mikrowellenenergie veränderte die sehr feine Struktur der Zellkompartimente und -einschlüsse deutlich (Bild 4). Die Aleuronkörner (A) wurden beschädigt, der Inhalt wurde denaturiert und trat teilweise aus. In den Proteinkörpern entstanden zahlreiche kleine Vesikel (Hinweispeile), die als Mikrokanäle zur Steigerung der Ölausbeute beitragen könnten. Die Öltröpfchen (L) umgeben die veränderten Strukturen der Stärkekörner und sind in eine elektronendichte Matrix (m) eingebettet. Die Lipidkörper (L) sind von sehr unterschiedlichem Durchmesser und wurden durch die Mikrowellenbehandlung weniger elektronendurchlässig. Bei höherer Vergrößerung des Ausschnittes in Bild 2 ist außerdem zu erkennen, dass die oben erwähnte nahezu leer erscheinende Randzone mit einer sehr großen Anzahl kleiner Öltröpfchen (L) gefüllt ist, die von einer feinen Membran umgeben sind (Bild 5). Diese Feinmembran könnte durch die Mikrowellenbehandlung Risse bekommen haben und somit zur leichteren Ölgewinnung beitragen. Diese Rissbildung in der Membran der Öltröpfchen sowie die Verringerung des Tröpfchendurchmessers aufgrund der Mikrowellenbehandlung stellen mögliche Ursachen für die festgestellte Steigerung der Ölausbeute dar.

## Zusammenfassung und Ausblick

Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass eine Vorbehandlung der Rapssaat mit Mikrowellen deutliche Veränderungen in der zellulären Mikrostruktur verursacht. Die in den Zellen enthaltenen Proteine koagulieren erwartungsgemäß und konzentrieren sich in der Zellmitte. Die Öltröpfchen werden durch die Wärmewirkung offenbar „auseinandergeschüttelt“, in ihrer Größe stark vermindert und bilden entlang der Zellwände eine ölfüllte Zone. Es wird jedoch auch klar, dass vor allem die erhöhte Ölausbeute nicht wie erwartet durch ein Aufplatzen der Zellen und ein Aufsprengen der Zellwände erklärt werden kann, da diese Strukturen weiterhin in ihrer ursprünglichen Form bestehen bleiben. Es scheint jedoch vorstellbar, dass sie durch die Mikrowellenbehandlung aufgrund von Rissbildungen in den Membranen öldurchlässiger geworden sind beziehungsweise die nach der Behandlung sehr viel kleineren Lipidtröpfchen durch vorhandene Kapillaren leichter passieren und abfließen können.