

Christoph Oberndorfer, Irfan Irfan, Elke Pawelzik und Wolfgang Lücke, Göttingen

## Unkonventionelle Vorbehandlung von Rapssaat zur Ölgewinnung

**Die thermische Vorbehandlung von Ölsaaten ist ein wesentlicher Faktor zur Erhöhung der Ölausbeute und zur Verbesserung der Ölqualität bei der Gewinnung von Pflanzenölen. Anhand erster Untersuchungsergebnisse wird ein unkonventionelles Verfahren zur Behandlung von Rapssaat mit Hilfe von Mikrowellenenergie vorgestellt, durch welches die Ausbeute an Pflanzenöl bei weitgehender Erhaltung der Qualität des Öles erhöht werden kann.**

Die Gewinnung von Pflanzenölen aus verschiedenen Ölsaaten erfolgt heute in der Regel im großtechnischen Maßstab durch Extraktion des Öles mit Hilfe organischer Lösungsmittel. Dieses Verfahren ist von seiner technischen Entwicklung her ausgereift und praxistauglich. Trotzdem weist es auch heute noch einige systembedingte Mängel auf. Diese betreffen in erster Linie die Betriebssicherheit, da durch die Verwendung von meist hochexplosiven Lösungsmitteln eine ständige Explosionsgefahr gegeben ist. Durch einen enormen Aufwand an Sicherheitsmaßnahmen und baulichen Vorkehrungen kann diese zwar weitgehend verringert, ein gewisses Restrisiko jedoch nicht vermieden werden [2, 4]. Daneben sind auch Aspekte des Umweltschutzes von Bedeutung, da selbst in gut geführten Extraktionsanlagen ein Lösungsmittelverlust von etwa 0,7 bis 2 kg Hexan je Tonne durchgesetzter Saat [7] entsteht. Bei Anlagengrößen, die zum Teil auf Jahresdurchsätze von deutlich über einer halben Million Tonnen Ölsaaten ausgelegt sind, können daher Umweltbelastungen häufig

nicht völlig ausgeschlossen werden. Ähnliches gilt im Bereich des Verbraucherschutzes, wie die besonders in unserer stark sensibilisierten Gesellschaft immer wiederkehrende Diskussion über eventuell vorhandene Rückstände im Lebensmittel Öl zeigt.

Die Verwendung von überkritischem Kohlendioxid als unbedenkliches Lösungsmittel konnte sich in der Praxis aufgrund von technischen Problemen und hohen Investitionskosten bis jetzt nicht durchsetzen [5]. Mögliche Alternativverfahren wie die rein mechanische Gewinnung des Öles durch Pressung scheitern in der industriellen Praxis häufig an der geringeren Ausbeute, höherem Energiebedarf und damit verbundenen höheren Kosten. Die mechanische Ölgewinnung könnte jedoch durch eine optimierte Vorbehandlung der Ölsaaten deutlich verbessert werden. Die Art der Vorbehandlung hat dabei einen erheblichen Einfluss auf die Effizienz des nachfolgenden Ölgewinnungsprozesses und die Qualität des Endproduktes Pflanzenöl. Dies gilt vor allem für die Stufe der thermischen Saatbehandlung, mit der eine ganze Reihe von Zielen verfolgt wird:

- Aufbrechen der noch intakten Ölzellen,
- Verbesserung der Fließfähigkeit des Öls durch die mit der Temperaturerhöhung verbundene Viskositätsenkung,
- Verringerung der Affinität des Öls zu festen Oberflächen,
- Erhöhung der Saatplastizität und damit Verringerung des Trubanteils im Rohöl,
- Desinfektion des Materials (Abtötung von Bakterien und Pilzen),

- Fällung der flüssigen Proteinfractionen,
- Fällung der Phosphatide,
- Inaktivierung von Enzymen (etwa Lipoxigenase, Peroxidase, Myrosinase),
- Einstellung einer für die Ölgewinnung optimalen Gutsfeuchte.

Durch gängige Vorbehandlungsverfahren kann eine leichte Gewinnung und hohe Ausbeute an Öl bei Erhaltung und sogar Verbesserung der Qualitätseigenschaften gewährleistet werden. Um diese Zielsetzungen zu erreichen, wird die zerkleinerte und gewalzte Saat üblicherweise mit heißem Wasserdampf aufgeheizt, wodurch die gewünschte Temperatur und der optimale Feuchtegehalt eingestellt werden. In der Literatur werden in Abhängigkeit von der zu verarbeitenden Ölsaart Verweilzeiten in den Konditionierapparaturen von zehn bis 30 Minuten bei Temperaturen von 77 bis 110 °C angegeben. Die Saatfeuchte soll dabei auf Werte von 2,2 bis 11 % eingestellt werden [1, 3, 6, 8, 9, 10]. Diese Angaben stammen jedoch aus Untersuchungen, die zum Teil bereits vor Jahrzehnten angestellt wurden und beziehen sich nur auf die hydrothermische Vorbehandlung durch Zugabe von Heißwasserdampf. Technische Weiterentwicklungen und neuere Verfahren, deren Einsatz im Rahmen der Vorbehandlung von Ölsaaten zur Steigerung der Ölausbeute möglich erscheint, wurden bisher kaum untersucht. Dies gilt vor allem für den Einsatz der Mikrowellen- und Hochfrequenztechnik. Die Untersuchungen in diesem Bereich beschränken sich auf die Auswirkungen einer Vorbehandlung verschiedener Ölsaaten mit Mi-

Dipl.-Ing. agr. Christoph Oberndorfer ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik in Göttingen, Gutenbergstraße 33, 37075 Göttingen, tätig.

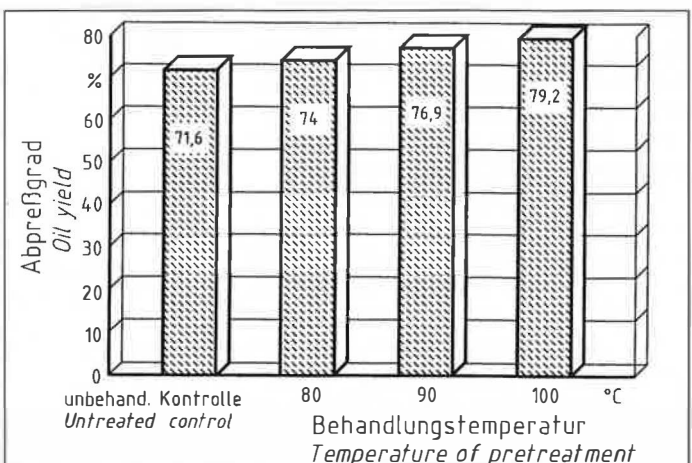
M. sc. Irfan Irfan ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Qualität pflanzlicher Erzeugnisse am Institut für Agrikulturchemie in Göttingen, von-Sieboldstraße 6, 37075 Göttingen.

Prof. Dr. Elke Pawelzik ist Leiterin der Abteilung Qualität pflanzlicher Erzeugnisse und Direktorin des Institutes für Agrikulturchemie in Göttingen, von-Sieboldstraße 6, 37075 Göttingen.

Prof. Dr. Wolfgang Lücke ist Direktor des Institutes für Agrartechnik in Göttingen, Gutenbergstraße 33, 37075 Göttingen. e-mail: wluecke1@gwdg.de

Bild 1: Einfluss verschiedener bei der Saatvorbehandlung mittels Mikrowellenenergie erreichter Behandlungstemperaturen auf die Ausbeute an mechanisch gewonnenem Rapsöl

Fig. 1: various conditioning temperatures, achieved with microwave energy, when preconditioning rape seed, on yield of mechanically pressed rape oil.



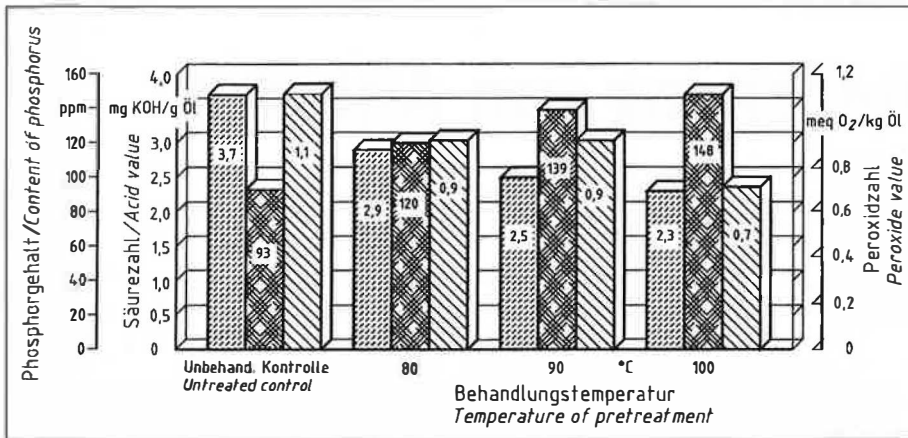


Bild 2: Einfluss verschiedener bei der Saatvorbehandlung mittels Mikrowellenenergie erreichter Behandlungstemperaturen auf Säurezahl, Phosphorgehalt und Peroxidzahl von mechanisch gewonnenem Rapsöl

Fig. 2: Influence of various conditioning temperatures, achieved with microwave energy, when preconditioning rape seed, on acid number, phosphorus content and peroxide number of mechanically pressed rape oil

krowellen auf ausgewählte Qualitätsparameter (Enzymaktivität, Gehalt an Antioxidantien, Veränderungen der Fettsäuren) des nachfolgend gewonnenen Öles. Der Einfluss auf den Gewinnungsprozess wurde in den bisherigen Untersuchungen nicht berücksichtigt. Außerdem wurden meist extrem lange Behandlungszeiten, die dem üblichen hydrothermischen Verfahren vergleichbar sind, und hohe Strahlungsleistungen auf sehr geringe Probenmengen angewendet, was zu einem hohen Energieeintrag in das Rohmaterial führte. In einer Reihe von Versuchen wurde ermittelt, dass dies zur Erzielung der angestrebten Effekte nicht notwendig ist.

### Versuchsanstellung

Bei der Versuchsanstellung wurde eine Rapsprobe von 800 g auf dem Drehteller einer Experimental-Mikrowellenanlage plaziert und mit einer (maximalen) Mikrowellenleistung von 1200 W behandelt. Dabei wurde der Raps auf Temperaturen von 80, 90 und 100 °C aufgeheizt. In einer zweiten Versuchsreihe wurde die Sendeleistung nach Erreichen der Solltemperatur durch eine temperaturgeregelte Elektronik so angepasst, dass diese für zwei, vier und sechs Minuten konstant eingehalten wurde. Anschließend wurde der Abpressgrad (bezogen auf den Gesamtölgehalt) durch Abpressen der einzelnen Chargen mit Hilfe einer kleinen Laborschneckenpresse IBG Monforts Typ CA 59 G ermittelt und das gewonnene Öl nach den gängigen Analysenvorschriften auf den Gehalt an freien Fettsäuren (Säurezahl DIN 53402), den Gehalt an Peroxiden (Peroxidzahl DGF C-VI 6a (97)) und den Phosphorgehalt (DGF F-I 5a (68)) untersucht. Auch wurden das Fettsäuremuster sowie die Aktivität der Enzyme Lipoxigenase (Abspaltung von freien

Fettsäuren) und Peroxidase (Oxidation von Fettsäuren) in den behandelten Proben bestimmt.

### Ergebnisse

In den Versuchen konnte der Abpressgrad von 71,6 % bei der unbehandelten Kontrollvariante auf 79,2 % bei der 100 °C-Variante angehoben werden (Bild 1). Bei niedrigeren Temperaturen trat dieser Effekt nicht auf, während höhere Temperaturen aufgrund der ungleichmäßigen Erwärmung zu Verbrennungerscheinungen an den Proben führten. Eine zusätzliche längere Behandlungsdauer führte aufgrund des damit verbundenen Feuchtigkeitsverlustes zu einer erschwerten Ölgewinnung und teilweise verringerten Ölausbeute bei der Pressung, so dass diese Varianten im weiteren Versuchsablauf nicht mehr berücksichtigt wurden.

Die Qualitätsuntersuchungen ergaben im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante eine Reduktion der Säurezahl von 3,7 auf 2,3 mg KOH je Gramm Öl und der Peroxidzahl von 1,1 auf 0,7 meq O<sub>2</sub> je Kilogramm Öl bei der Variante mit einer Behandlungstemperatur von 100 °C (Bild 2). Dies konnte auf eine deutliche Hemmung der lipolytischen Enzyme Methylumbelliferyl-Palmitinsäureester-Hydrolase (MUPase) und Peroxidase durch die bei der Mikrowellenbehandlung erreichten Temperaturen zurückgeführt werden, so dass deren Aktivität im Vergleich zur unbehandelten Saat zurückging. Dadurch konnten während der Pressung, bei der im abfließenden Öl für enzymatische Umsetzungen optimale Temperaturen von 50 bis 60 °C erreicht wurden, und der nachfolgenden Lagerung bis zur Analyse keine Spaltprodukte mehr gebildet werden. Ein Einfluss der Mikrowellenbehandlung auf die Zusammensetzung des

Öles konnte anhand der Analyse des Fettsäuremusters ausgeschlossen werden. Dies entsprach den Erwartungen, da die eingetragenen Energiemengen nicht ausreichten, um kovalente Bindungen in den Molekülen aufzubrechen. Beim Phosphorgehalt der Öle aus den verschiedenen Varianten war im Vergleich zur Kontrolle jedoch eine deutliche Zunahme von 93 auf 148 ppm bei einer Behandlungstemperatur von 100 °C zu verzeichnen (Bild 2). Die Ursache dieses Effektes ist noch nicht klar, beruht aber vermutlich auf einem verstärkten Austrag von Bestandteilen der Zellmembranen (vor allem Phospholipiden) mit dem Öl und der erhöhten Ölausbeute.

### Zusammenfassung und Ausblick

Diese Untersuchungen zeigen, dass es grundsätzlich auch durch eine Vorbehandlung der Rapsaat mit Hilfe von Mikrowellenenergie möglich ist, die Ölausbeute deutlich zu erhöhen und gleichzeitig eine qualitative Verbesserung des Öles zu erreichen, ohne dass hohe Energiemengen dafür eingesetzt werden müssen. Dabei zeigte sich, dass es lediglich notwendig ist, innerhalb einer möglichst kurzen Zeitspanne eine Saattemperatur von 80 bis 100 °C zu erreichen. Der Einfluss einer längeren Behandlungsdauer ist von geringer Bedeutung und wirkt sich durch Trocknungseffekte teilweise sogar negativ aus. Weitere Untersuchungen im Bereich der Mikrowellen- oder Hochfrequenztechnologie lassen es bei einer entsprechenden Optimierung der Behandlung möglich erscheinen, auch auf mechanischem Wege Abpressgrade zu erreichen, die denen bei der Extraktion mit Lösungsmitteln vergleichbar sind, so dass dieses aus Sicht der Betriebssicherheit, des Verbraucherschutzes und der Umwelt nicht unbedenkliche Verfahren ersetzt werden könnte.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 98513 erhältlich.

### Schlüsselwörter

Rapsölgewinnung, Vorbehandlung von Rapsaat, Rapsölqualität, Mikrowellenenergie

### Keywords

Rape seed pressing, preconditioning rape seed, quality of rape seed oil, microwave energy