

## **Erfahrungen in der Anwendung elektrohydraulischer Stoßwellen zur beschleunigten Zartmachung von Rindfleisch**

S. MÜNCH<sup>1</sup>, S. TÖPFL<sup>2</sup> und F. SCHWÄGELE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Max Rubner-Institut, Arbeitsgruppe Analytik, Kulmbach

<sup>2</sup>Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V., Quakenbrück

Die Zartheit stellt ein wichtiges Qualitätskriterium von Fleisch dar. Zur Erzeugung von Rindfleisch geeigneter Qualität und Zartheit wird bisher im Gegensatz zu anderen Fleischarten eine deutlich längere Reifungszeit innerhalb klimatisierter Lagerkapazitäten benötigt, die zwangsläufig zeit- und kostenintensiv ist. Die Zartheit von Rindfleisch hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren ab, prinzipiell kann sie erst nach der Reifung bewertet werden. Aufgrund veränderter Verbrauchergewohnheiten und der verstärkten Nachfrage nach küchenfertigen und schnell zuzubereitenden Erzeugnissen hoher Qualität besteht ein erhöhter Bedarf an Steaks oder kurzbratfähigen Fleischteilen. Doch vor allem bei der in Deutschland üblichen Züchtung von Zweinutzungsrasen sind nach der herkömmlichen Reifung nur wenige, bestimmte Teilstücke des Schlachtkörpers zur Herstellung von Steaks oder Kurzgebratenem geeignet.

Deshalb sind alternativ zur Reifung neue Verfahren zur mechanischen Auflockerung des Gewebes wie der Einsatz elektrohydraulischer Stoßwellen grundsätzlich von Interesse. Sie können eine Desintegration des biologischen Gewebes sowie eine Beschleunigung der postmortalen Reifung bewirken. Dadurch könnte eine höhere Wertschöpfung über einen steigenden Anteil hochwertiger Teilstücke sowie eine günstigere Produktion erreicht werden. Die Verbesserung der Zartheit zielt auf eine mechanische Vergrößerung der interfilamentären und intramyofibrillären Räume, das Ausmaß der Verbesserung sollte von der Intensität der erzeugten Stoßwelle abhängig sein.

In den USA wurde die Stoßwellenanwendung bei Fleisch unter den Namen Hydrodyne im technischen Maßstab erprobt, eine Reduktion der maximalen Scherkraft von Rindfleisch von 30 bis 59 % wurde beschrieben. Die Stoßwellenerzeugung erfolgte hierbei durch Sprengstoff, der zahlreiche verfahrens- und sicherheitstechnische Nachteile aufweist. Alternativ ist die Nutzung elektrischer Energie in Form eines elektrodetonativen Verfahrens (explodierender Draht) möglich. Damit wurde das Verfahren TenderClass für eine Anwendung bei Fleisch weiterentwickelt. Beim elektrodetonativen Verfahren wird die innerhalb einer Kondensatorbank gespeicherte Energie mittels einer explosionsartigen Verdampfung eines zwischen den Elektroden gespannten Drahtes entladen. Das führt zu einer explosionsartigen Freisetzung der gebundenen Energie und zur Bildung

einer Stoßwelle. Die dabei freigesetzte Energie kann im Wesentlichen durch Variation der Elektrodengeometrie sowie der Ladespannung und Kapazität des Energiespeichers gesteuert werden.

In diesem Forschungsvorhaben wurde eine Laboranlage zur Erzeugung von Stoßwellen realisiert, die sowohl mittels Unterwasserfunken als auch mittels explodierendem Draht arbeiten kann. Dieser durchaus funktionierende Prototyp wies allerdings immer wieder verschiedene Schäden an den Elektroden, deren Befestigungen oder dem Reaktionsbehälter auf, die den enormen mechanischen Belastungen bzw. dem Verschleiß geschuldet waren.

Bezüglich der Verpackungsmaterialien für Fleisch während der Stoßwellenanwendung im wassergefüllten Reaktionsbehälter musste entgegen den Erwartungen festgestellt werden, dass herkömmliche Folien den Belastungen von Stoßwellen nicht gewachsen sind. Es wurden thermische und mechanische Schäden (wahrscheinlich durch abgesprengte Drahtreste) sowie Schädigungen aufgrund mangelnder Druckstabilität beobachtet. Sowohl mit verschiedenen Vakuum- und Schrumpfbeuteln als auch mit mechanisch und thermisch stabilen Kochbeuteln konnte keine Verbesserung erzielt werden. Als am besten geeignet erwies sich thermoplastisches Polyurethan (TPU). Aufgrund der genannten Schwierigkeiten wurde die Eignung von Umverpackungen aus Kevlar untersucht, die einen gewissen Schutz gegen thermische wie auch mechanische Beanspruchungen bieten. Aktuell ist es gelungen, ein spezielles, ausreichend widerstandsfähiges Verpackungsmaterial auf TPU-Basis zu finden, das in Kombination mit der Umverpackung aus Kevlar auch starken Stoßwellen wiederholt standhält.

Bei der Bewertung der Zartheit mittels Instron-Apparatur sind generell nicht unerhebliche tierindividuelle Unterschiede zu berücksichtigen. Bei gleicher Rasse (Fleckvieh), und gleichem Geschlecht bzw. Alter (Jungbulle), Teilstück (Roastbeefstrang), Schlachtverfahren und auch Mastbetrieb sind bereits bei nicht (durch Stoßwellen) behandeltem Fleisch Unterschiede nach dem Schlachten bis zum Faktor 3 z. B. beim gemessenen maximalen Druck festzustellen. Dazu kommen noch erhebliche Abweichungen in der Zartheit innerhalb des gleichen Muskels desselben Tieres (Positionseffekt), die Faktor 2 erreichen können.

Bei den hier durchgeführten Versuchen wurde sowohl die sofortige Wirkung von Stoßwellen auf die Zartheit von Rindfleisch geprüft als auch die Kombination einer Stoßwellenbehandlung mit einer verkürzten konventionellen Reifung. Die einzelnen Roastbeef-Scheiben wurden dabei unterschiedlich häufig behandelt, zudem wurden die Stoßwellen durch verschiedene Ladespannungen erzeugt. Alle Varianten wurden stets einer üblichen

Reifung bei Kühltemperatur (2 °C) im Vakuumbbeutel gegenüber gestellt und auch mit den Werten des ungereiften Fleisches verglichen.

Eine alleinige Stoßwellenbehandlung ohne gekoppelte Reifung zeigte in der Mehrzahl der Fälle nicht den gewünschten Effekt hinsichtlich einer beschleunigten Reifung. Eine Stoßwellenbehandlung in Kombination mit einer Reifung ließ dagegen eine teilweise deutlich verbesserte Zartheit im Vergleich zu den Ausgangswerten (ungereift) erkennen. Die Werte dieser Behandlungsvarianten waren teilweise nach sieben Tagen Reifung ähnlich zu Vergleichswerten nach vierzehntägiger konventioneller Reifung. Allerdings kann von der Anzahl der durchgeführten Stoßwellenbehandlungen nicht auf die erzielte Zartheitsverbesserung geschlossen werden. Das ist bei allen bisherigen Versuchen widersprüchlich. Eine ähnlich uneinheitliche Aussagekraft muss auch hinsichtlich der gewählten Spannung bzw. der damit zusammenhängenden Anzahl an Stoßwellen festgestellt werden. Verschiedene getestete Teilstücke (Roastbeef; Schwanzrolle) führen zu vergleichbaren Wirkungen der Stoßwellenbehandlung. Auch das Geschlecht bzw. Alter der Versuchstiere der Rasse Fleckvieh (Jungbulle; Kuh) wirkte sich nicht merklich auf die oben dargelegten Ergebnisse aus. Bei der Anwendung von Stoßwellen auf Warmfleisch (prä rigor) konnte gegenüber gekühltem Fleisch keine Verbesserung im Resultat erzielt werden.