Das Forum des KIN Lebensmittelinstituts im FleischMagazin

Verantwortlich für den Inhalt: KIN-Lebensmittelinstitut
Wasbeker Str. 324 · D-24537 Neumünster

Tel.: +49 (0) 43 21 / 6 01-0 · Fax: +49 (0) 43 21 / 6 01-40
E-Mail: info@kin.de · Web: www.kin.de

KIN® Lebensmittel-Institut

Fleischalternativen

Serie

1 Vom Nischenprodukt zum Trendsetter

2 Burger und Nuggets auf pflanzlicher Basis

3 Extrudierte faserige Produkte auf pflanzlicher Basis

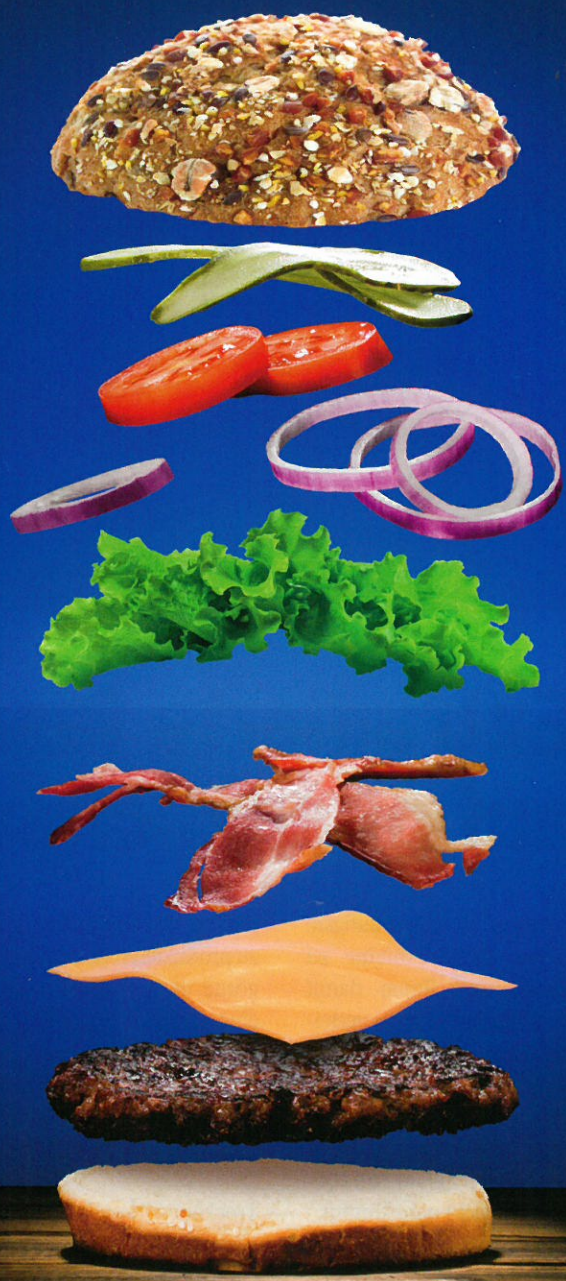
4 Shear cell, Cone cell, Hydrokolloide

5 Insekten, Algen, Pilze

6 In-vitro-Fleisch und 3D-Print

7 Ernährungsphysiologie und Nachhaltigkeitsanalyse

8 Sensorik erfolgreicher Fleischalternativen



KIN Lebensmittel-Institut

Das Forum des KIN Lebensmittelinstituts im FleischMagazin

Verantwortlich für den Inhalt: KIN-Lebensmittelinstitut
Wasbeker Str. 324 · D-24537 Neumünster

Tel.: +49 (0) 43 21 / 6 01-0 · Fax: +49 (0) 43 21 / 6 01-40
E-Mail: info@kin.de · Web: www.kin.de

Teil 3

Extrudierte faserige Produkte auf pflanzlicher Basis

Die Extrusion ist die häufigste Form pflanzliche Proteine zu texturieren und ihnen damit eine fleischähnliche Struktur zu verleihen. Durch die Extrusion proteinhaltiger Rohstoffe, vor allem Leguminosen, können mittlerweile Fleischersatzprodukte mit einer faserartigen Struktur erzeugt werden, die der Textur von echtem Muskel-Fleisch recht nahekommt.

Schon in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts waren Extruder im Einsatz, um aus Soja texturierte Eiweiße zu produzieren (TVP). Diese weisen aufgrund der prozessbedingten Expansion eine poröse, schwammige Struktur auf.

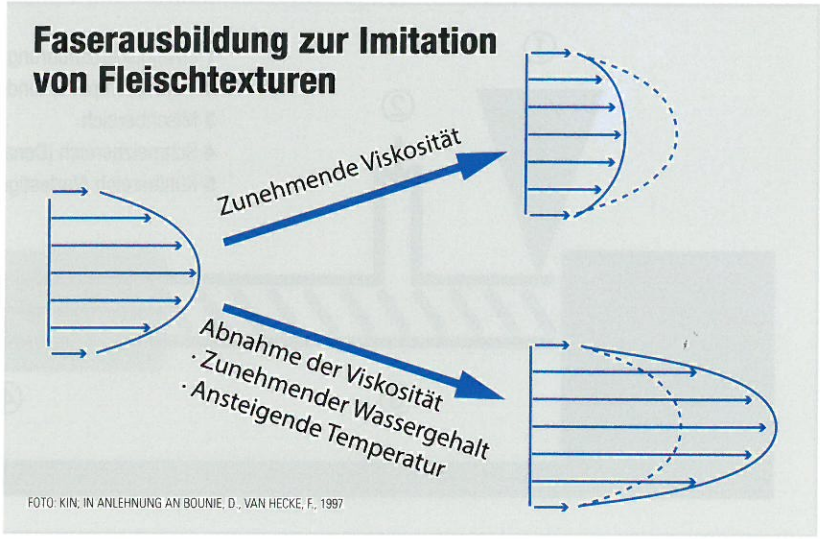
Wie werden texturierte pflanzliche Proteine (TVP) produziert?

Trockene, proteinhaltige Pulver, Öle und Wasserdampf werden getrennt in den Pre-Conditioner des Extruders dosiert, gemischt und erhitzt. Die Masse wird in der mit einer oder besser zwei rotierenden Schnecken bestückten Trommel weitergeführt und dort thermomechanisch behandelt. Dabei denaturieren die Eiweiße, Enzyme werden deaktiviert, Wachstumsinhibitoren zerstört, vorhandener Bittergeschmack teilweise reduziert.

Die Masse wird durch eine Düse gepresst, dabei werden neue Protein-Makromoleküle ausgebildet (Crosslinking). Die Produkt-Textur entsteht hier

als Ergebnis laminarer Scherung und Verdampfung. Ein rotierendes Messer schneidet das Produkt am Auslass der Düse. Je nach Druck expandiert hier das Produkt leicht und nimmt eine mehr oder weniger abgerundete Form an. Kühlen und Trocknen auf eine Restfeuchte unter 10% schließen den Herstellprozess der konventionellen TVP ab.

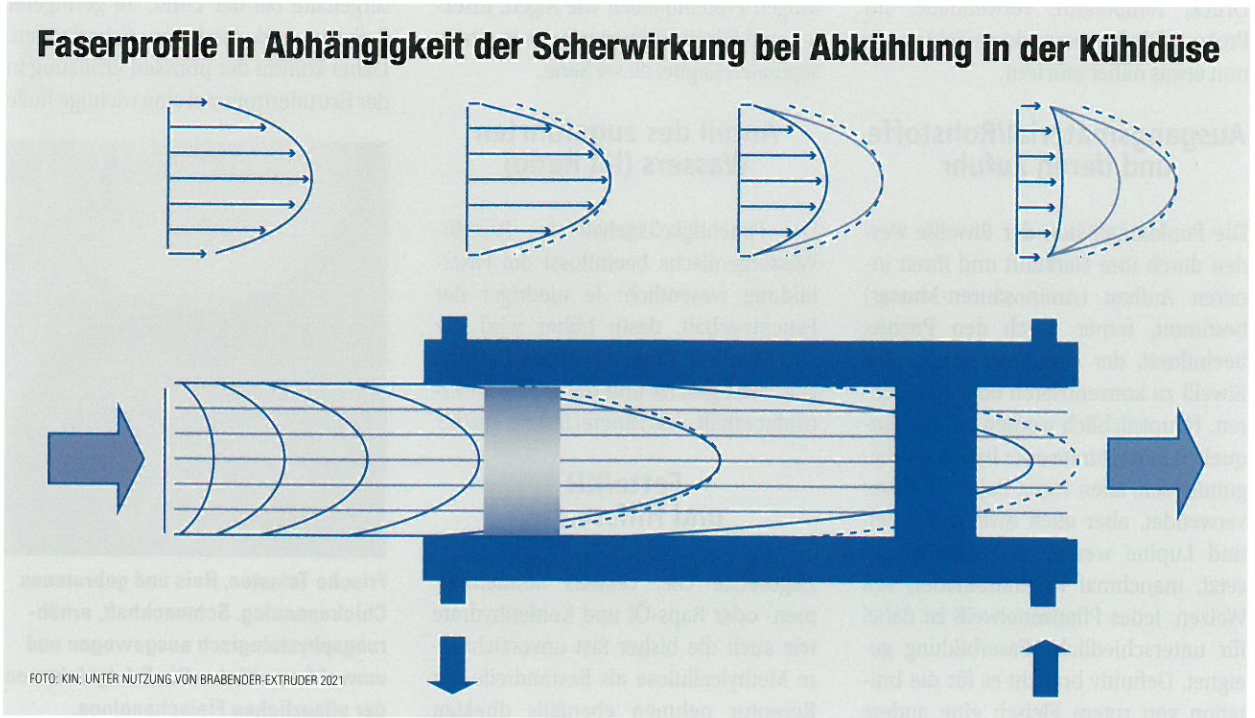
Die Extrudate werden schließlich verpackt und sind vielfältig einsetzbar, in Trockensuppen und Fertiggerichten oder als Bestandteile von vegetarischen Hackgerichten/Burgern. Insgesamt betrachtet sind die Produkte der Trockenextrusion in ihren Textureigenschaften jedoch meist noch recht weit entfernt von ihren fleischlichen Vorbildern.



High Moisture Extrusion Cooking (HMEC)

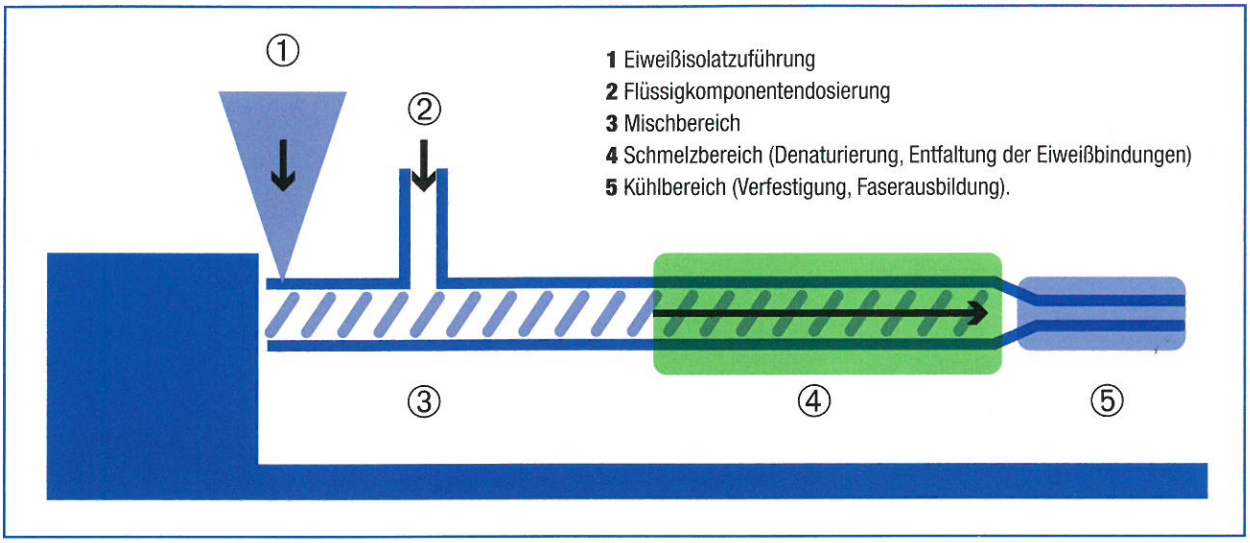
Erst der Prozess der Extrusion von Mixen mit hohem Feuchtigkeitsanteil ermöglichte den Durchbruch, der zur aktuellen Produktvielfalt mit unterschiedlichsten Faserstrukturen und Produkttexturen führte.

Mixe aus eiweißreichen, pflanzlichen Rohstoffen mit maximal 70% Trockenmasse werden einem Doppelschneckenextruder zugeführt und auf hohem Level an zu-dosierter Feuchtigkeit (50-70%) thermomechanisch bei Temperaturen zwischen 120 und 160 Grad Celsius behandelt. Die Texturierung und Faserbestimmung erfolgt ►



Verantwortlich für den Inhalt: KIN-Lebensmittelinstitut
Wasbeker Str. 324 · D-24537 Neumünster

Tel.: +49 (0) 43 21 / 6 01-0 · Fax: +49 (0) 43 21 / 6 01-40
E-Mail: info@kin.de · Web: www.kin.de



im Vergleich zur LMEC vor allem in einer dem Extruder unmittelbar angeschlossenen Kühl-Düse.

Das gewünschte Produkt ist Ergebnis der Beherrschung eines komplexen Systems mit diversen Einflussfaktoren und Stellgrößen, hauptsächlich Viskosität, Druck, Temperatur, Verweildauer im Prozess. Die Hauptaspekte möchten wir nun etwas näher erörtern.

Ausgangsmaterial/Rohstoffe und deren Zufuhr

Die Funktionalitäten der Eiweiße werden durch ihre Herkunft und ihren inneren Aufbau (Aminosäuren-Muster) bestimmt, ferner durch den Prozess beeinflusst, der eingesetzt wurde, das Eiweiß zu konzentrieren oder zu isolieren. Hauptsächlich werden als Proteinquellen Konzentrate oder Isolate aus Leguminosen, allen voran Soja und Erbse verwendet, aber auch diverse Bohnen und Lupine werden vermehrt eingesetzt, manchmal in Kombination mit Weizen. Jedes Pflanzeneiweiß ist dabei für unterschiedliche Faserbildung geeignet. Definitiv braucht es für die Imitation von rotem Fleisch eine andere Proteinquellenwahl als für ein Analog weißen Muskelfleisches.

Soja weist die möglicherweise flexibelsten Fasertexturmöglichkeiten auf, ist aber aufgrund der allergenen Eigenschaften und der gentechnischen Modifikation zunehmend weniger beliebt. Gänzlich neuartigen Proteinquellen wie Algen, Insekten und Pilzen widmen wir uns in einem separaten Kapitel dieser Serie.

Anteil des zugeführten Wassers (l/d Ratio)

Der Feuchtigkeitsgehalt des Protein-Wassergemischs beeinflusst die Faserbildung wesentlich: Je niedriger der Feuchtegehalt, desto höher wird der Druck in der Düse, die Proteinlöslichkeit herabgesetzt und das geformte Extrudat erhält eine zähere, festere Textur.

Fette/KH und Hilfsstoffe

Zugesetzte Öle, oftmals Sonnenblumen- oder Raps-Öl und Kohlenhydrate wie auch die bisher fast unverzichtbare Methylcellulose als Bestandteile der Rezeptur nehmen ebenfalls direkten Einfluss auf die Textur, in wünschenswerter oder auch in negativer Weise.

Eingesetzte Anlagen/ Maschinenkonfiguration/ Prozessführungsparameter

Grundsätzlich führen die höheren Wassergehalte bei der LMEC zu geringerer Reibung und niedrigen Scherkräften. Daher kommt der präzisen Erhitzung in der Extrudertrommel eine wichtige Rolle

Frische Tomaten, Reis und gebratenes Chickenanalog. Schmackhaft, ernährungsphysiologisch ausgewogen und umweltfreundlich – Die Erfolgsfaktoren der pflanzlichen Fleischanaloge.

Chickenanalog, frisch, in wenig Öl gebraten.

zu. Der Druck wird gleichzeitig durch die Konfiguration der beiden Schnecken bestimmt. Mit zunehmender Temperatur schmelzen die Proteine, die intermolekularen Bindungen werden durch Scherstress gelöst. Gelangt die geförderte Masse schließlich in die Kühldüse, erhöht sich ihre Viskosität abhängig vom laminaren Fließprofil wieder. Beim Eintritt der Schmelze in die Kühldüse bilden die zuvor freigelegten funktionellen Gruppen der Proteine und Peptide durch die Abkühlung ein neues intermolekulares Netzwerk. Durch die Netzwerkbildung nimmt die Produktviskosität über den Querschnitt des Kühlraums von außen nach innen auf der Strecke der Düse zu, sodass sich die Schmelze verfestigt und voneinander abtrennende Schichten (Lamellen) entstehen. Dabei wird die Länge der paraboloiden Lamellen stark von der Materialviskosität beeinflusst. In welcher Form die Proteinbindung genau erfolgt, ob kovalente Bindungen wichtiger sind als nonkonvalente, ist Gegenstand aktueller Forschung.

Zu beobachten ist hingegen sicher, dass eine hohe Viskosität der Masse zur Ausbildung von gestauchten Laminaren, eine Verringerung der Viskosität zu eher gedehnten Faserprofilen führt. Die Temperatur an den Kühldüsenkompartimenten kann über Umlaufthermostate gesteuert und damit das Fließprofil feinbestimmt werden.

So können die Faserstukturen verschiedener Fleischprodukte minutiös nachempfunden werden.

Die Anlagenkonfiguration benötigt sowohl äußerst genaue messtechnische Instrumente als auch eine präzise Steuerungsmöglichkeit der Temperatur und Viskosität, um erfolgreiche Ergebnisse zu liefern.

Neben der Steuerung der Viskosität durch den Feuchtigkeitsgrad des zugeführten Wassers hat vor allem die Temperaturführung entscheidenden Einfluss auf die Faserstrukturierung. Bei Temperaturen unter 120 Grad erhält man nahezu strukturlose, teigartig weiche Texturen. Mit zunehmenden Temperaturen im Extruderraum steigt die Schnittfestigkeit und die Ausbildung longitudinaler Fasern. Ab 160 Grad werden die Extrudate sehr fest und dicht, eher ungeeignet für die Imitation eines saftigen Fleischstücks. Die Einstellung der Extruderschnecken schließlich erlaubt ebenfalls eine Einflussnahme auf die rheologischen Eigenschaften und der Faserfestigkeit. Trotz erheblicher Forschung und Nutzung aufwendiger Messmethoden wie Fluoreszenz-Polarisations-Spektroskopie oder Echtzeitmessung der Photonenmigration ist das gewünschte Fleischersatz-Produkt heute immer noch Resultat von Versuchen und gewonnener Erfahrung.

High moisture extrusion ist ein vergleichsweise milder Prozess und sorgt für einen weitgehenden Erhalt der Nährstoffe. Auf der anderen Seite ist der Prozess extrem Energie verzehrend und die initialen Investitionskosten sind signifikant. Dennoch hat sich die Extrusion für die Produktion von Fleischimitaten durchgesetzt, vor allem auch, weil man mit ihr kontinuierlich und mit hohem Output produzieren kann.

In der folgenden Ausgabe widmen wir uns einer sehr interessanten Alternative für kleinere bis mittlere Produktionsmengen, der Shear-cell bzw. Couette-Technologie.

Wichtiger Hinweis zur Produktsicherheit und Hygiene bei HMEC: Aufgrund des hohen aw-Wertes benötigen diese Fleischimitate besondere Aufmerksamkeit und müssen unter den gleichen hygienischen Bedingungen verarbeitet und gelagert werden wie ihre fleischlichen Vorbilder. ■

Kontakt

Beate Vogelsang
Dipl.-Ing. Lebensmitteltechnologie
Stellv. Geschäftsleitung
Gegenprobensachverständige
Telefon: +49 4321 601-57
Fax: +49 4321 601-33
E-Mail: vogelsang@kin.de