

UNTERSUCHUNG DER FUNKTIONELLEN EIGENSCHAFTEN DES EIWEISSKONZENTRATS
 AUS WEIZENGLUTEN ALS ZUSATZ ZU BRÜHWÜRSTEN
 I. WASSERHALTE - UND EMULGIERVERMÖGEN

Vassilev K., Kostov K., Baldschiev D., Krasteva A.
 Hochschule für Lebensmittelindustrie, Plovdiv, Bulgaria

Es ist bekannt, dass bei der Herstellung von Fleischerzeugnissen nicht fleischeigene Eiweissstoffe tierischer und pflanzlicher Herkunft verwendet werden, die sowohl das Wasserhaltevermögen der Fleischerzeugnisse, bzw. des Bräts als auch in gewissen Grenzen die Emulgierung der Fette beeinflussen. Ihre Anwendung ist auch mit den organoleptischen Eigenschaften des Fertigprodukts und mit der Herabsetzung der besonders bei der Hitzebehandlung entstehenden Verluste verbunden. Solche Zusätze wirken sich positiv auf die organoleptischen Eigenschaften der Fleischerzeugnisse sowie auf deren Nähr- und biologischen Wert aus. Bekanntlich können die Eiweisse als grenzflächenaktive Stoffe eine Emulsion im System Wasser, Fett, Eiweiss bilden unter Erniedrigung der Grenzflächenspannung(1), in diesem Sinne müssen sie bestimmte funktionelle Eigenschaften aufweisen, die für die Herstellung von Brühwürsten von wesentlicher Bedeutung sind. Das Vermögen der nicht fleischeigenen Präparate Wasser zu binden und zu halten, d. h., ihre Löslichkeit übt einen Einfluss auch auf den Charakter der übrigen funktionellen Eigenschaften aus(2). Die Emulgiereigenschaften der oben genannten Eiweisspräparate sind wichtig bei ihrem Einsatz als Nahrungsmittelzugabe. Sie tragen zur Bildung und Stabilisierung von Wasser-in-Öl-Emulsionen bei, indem sie die gebildeten Tröpfchen vor dem Zusammenfließen schützen. Die funktionellen Eigenschaften der Fleisch-, Milch- und pflanzlichen Eiweissstoffe sind ziemlich eingehend studiert(3, 4, 5). Es fehlt jedoch an Unter-

suchungen des Glutens als Zusatz zu Brühwürsten. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung einiger funktioneller Eigenschaften des Weizenglutens und vor allem seines Wasserbinde- und Wasserhaltevermögens sowie seiner Fähigkeit Fette zu emulgieren und Dispersionssysteme des Typs Wasser, Eiweiss, Fette zu stabilisieren, was sich als sehr perspektiv für die Herstellung von Brühwürsten erweist.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden mit nach entsprechender Technologie gewonnenem Weizengluten mit der folgenden Zusammensetzung durchgeführt: Eiweissgehalt 85-90 %, Fette 0,5-1 %, Feuchte 2-3 %, Stärke 3-5 %, Asche 1-2 %, stickstofffreie Extraktstoffe 2-4 %.

Das Wasserbindevermögen wurde unter verschiedenem Wasserzusatz, bei unterschiedlichen pH-Werten und Temperaturen überprüft. Einer bestimmten Weizenglutenmenge (20g) setzten wir solange Wasser zu, bis das folgende Verhältnis entstand: 1:3, 1:3,5; 1:4; 1:5; 1:6; 1:7; 1:8. Die auf diese Weise hergestellten Proben wurden mit einem Labormixer mit einer Geschwindigkeit von 3000 min⁻¹ innerhalb von 5 min umgerührt.

Zur Ermittlung des pH-Einflusses auf das Wasserbindevermögen des Eiweisspräparats wurden Laborproben mit einem Weizengluten-Wasserverhältnis von 1:3,5 (bei den Untersuchungen wies dieses Verhältnis das beste Wasserbindevermögen auf) und mit folgenden pH-Werten 4,5; 5,0; 5,5; 6; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0 hergestellt. Die Proben wurden ähnlich behandelt wie die Proben zur Ermittlung des Einflusses des zugesetzten Wassers. Das Wasserbindevermögen der auf diese Weise hergestellten Proben wurde durch Zentrifugieren bei einer Drehgeschwindigkeit von 1000 min⁻¹ innerhalb von 5 min. bestimmt, unter Berücksichtigung der im Inneren der Brühwürste während der thermischen Behandlung erzielten Temperaturen. Es wurde die beim Zentrifugieren ausgeschiedene Wassermenge gemessen.

Zur Untersuchung des Emulgiervermögens des Eiweisspräparats und seiner Fähigkeit, Dispersionssysteme wie Wasser, Eiweiss und Fett zu stabilisieren wurden Emulsionen hergestellt unter Einsatz von Weizengluten und Schweineschmalz, das den bulgarischen Normativbestimmungen entspricht.

Das Emulgiervermögen wurde hinsichtlich des Einflusses der zugesetzten Wasser- und Fettmenge und der Behandlungsdauer untersucht. Die Emulsion wurde mit einem Mixer bei einer Drehgeschwindigkeit der Messerwalze von 3000 min⁻¹ bei unterschiedlichem Wasser-Eiweiss-Fett-Verhältnis und veränderlicher Behandlungsdauer vorbereitet. Die Stabilität der erhaltenen

Emulsionen wurde mit Hilfe der nach Hutton und Cambell(1) modifizierten Kozin-Methode(5) untersucht. Zur Ermittlung des Einflusses der oben genannten Faktoren wurden Experimente durchgeführt, indem gemäss der schon erwähnten Methode(5) die Menge der beim Zentrifugieren bei 3000 min^{-1} innerhalb von 5 min ausgeschiedenen flüssigen Phase(Wasser und Fett) gemessen wurde.

Zur Bestimmung der Werte der untersuchten Faktoren, bei denen eine stabile Emulsion erhalten wird, wurde eine Planung des Experiments mittels vollständigen Faktorenexperiments und Optimierung des Emulgierprozesses nach Box-Wilson vorgenommen(6).

Der mathematischen Bearbeitung der experimentellen Ergebnisse ging eine Überprüfung der Art der Verteilung der behandelten beliebigen Grösse, d. h., der Menge der beim Zentrifugieren ausgeschiedenen flüssigen Phase voraus. Die Kontrolle erfolgte nach dem empirischen Kriterium(7), wobei eine normale Verteilung festzustellen war. Bei den Einfaktorenexperimenten wurden die Dispersionen im voraus nach Kohrens Zahl überprüft.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse über den pH-Einfluss auf das Wasserhaltevermögen des Glutens bei Raumtemperatur und nach Erhitzung auf 72°C sind in Abb. 1 dargestellt. Daraus ist zu ersehen, dass die Veränderung des Wasserhaltevermögens des Glutens in Abhängigkeit von pH des Mediums sowohl bei Raumtemperatur als auch bei Erhitzung fast der gleichen Gesetzmässigkeit unterworfen ist. Die erzielten Ergebnisse stimmen fast vollständig mit den in der Literatur veröffentlichten Angaben über die Veränderung dieses Kennwertes des Weizenglutens in Abhängigkeit von pH überein. Es ist lediglich darauf hinzuweisen, dass sich bei Erhitzung auf 72°C bei einem pH-Intervall von 5-7,5 das Wasserhaltevermögen des Eiweisspräparats in gewissen Grenzen verringert, was an der zunehmenden Menge des beim Zentrifugieren ausgeschiedenen Wassers zu erkennen ist.

Das Wasserbindevermögen des von uns untersuchten Eiweisspräparats ist am stärksten ausgeprägt bei pH 4,5 und 8, wobei die Erhitzung der Proben auf 72°C fast keinen Einfluss auf den genannten Kennwert nimmt. Bei pH=6 bis 8 weist das Gluten ungeachtet der Behandlungsart das schwächste Wasserhaltevermögen auf.

In Abb. 2 sind die Angaben zu dem Einfluss des zugesetzten Wassers auf das Wasserbindevermögen des Eiweisspräparats zu sehen. Die Ergebnisse zeigen eine charakteristische Veränderung des genannten Kennwertes bei der Zunahme der zugesetzten Wassermenge. Im allgemeinen lässt sich in diesem Falle eine Tendenz zur Verringerung des Wasserbindevermögens beobachten. Werden die Proben bei Raumtemperatur

behandelt, so ist das Wasserbindevermögen des Glutens bei jedem experimentierten Verhältnis besser ausgeprägt im Vergleich zu den auf 72°C erhitzten Proben.

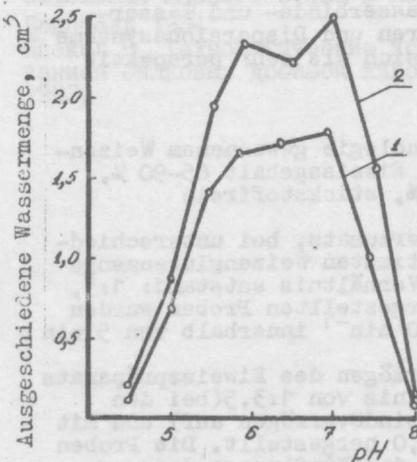


Abb. 1. Einfluss des pH auf das Wasserhaltevermögen von Weizengluten, 1 bei Raumtemperatur, 2 bei 72°C

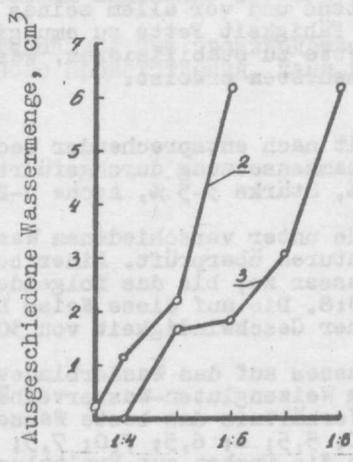


Abb. 2. Einfluss des zugesetzten Wassers auf das Wasserhaltevermögen von Weizengluten, 1 bei Raumtemperatur, 2 bei 72°C

Die Ausscheidung des freien Wassers aus den bei Zimmertemperatur behandelten Proben setzt bei einem Gluten-Wasser-Verhältnis über 1:4 ein, während sich dieses Verhältnis bei den auf 72°C erhitzten Proben auf 1:3 beläuft. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die angewendete thermische Behandlung in gewisser Masse das Wasserbindevermögen des untersuchten Weizeneiweisses herabsetzt. Es sei noch betont, dass bei Zusatz an unterschiedlichen Wassermengen die Abnahme des Wasserhaltevermögens des Glutens sowohl bei Raumtemperatur als auch nach Erhitzung auf 72°C die gleiche Tendenz aufweist. Das Wasserhalte- und Wasserbindevermögen dieses Eiweisspräparats ist bei einem Verhältnis zwischen 1:3 und 1:4 am besten ausgeprägt.

Das Emulgiervermögen des untersuchten Eiweisspräparats wurde bei verschiedenen Wasser- und Fettzusätzen und unterschiedlicher Behandlungsdauer der Emulsion ermittelt. Es wurde bei dem folgenden Gluten-Wasser-Fett-Verhältnis experimentiert:

1:4:4; 1:5:4; 1:6:4; 1:7:4 und 1:4:5; 1:4:6; 1:4:7; 1:4:8. Die Emulsion wurde innerhalb von 4, 6, 8 und 10 min behandelt. In der vorliegenden Arbeit sind lediglich die sich aus den durchgeführten Einfaktorenexperimenten ergebenden Resultate über die zu untersuchenden 3 Faktoren dargestellt bei einer Anzahl der erforschten Niveaus $p=4$ und der Parallelversuche $q=4$ sowie bei einem Vertrauensniveau von $\alpha=0,05$.

1. Einfluss der zugesetzten Wassermenge
 $F_H=684,22$; F_{kp}/L , $p-1$, $p(q-1)/=3,49$,

$F_H > F_{kp}$ d. h. der untersuchte Faktor übt einen Einfluss auf den Emulgierprozess aus. Anschliessend wurde die Wirkung dieses Faktors zwischen den einzelnen Niveaus nach der Duncan-Newman- und Köls-Zahl überprüft. Es erwies sich, dass der Faktor den Prozess auf jedem Niveau beeinflusst.

2. Einfluss der zugesetzten Fettmenge
 $F_H=931,18$; F_{kp}/L , $p-1$, $(q-1)/=3,49$,

$F_H > F_{kp}$ d. h. dieser Faktor beeinflusst ebenfalls den Emulgierprozess. Die nachfolgende Überprüfung wies diesen Einfluss auf jedem der untersuchten Niveaus nach.

3. Einfluss der Behandlungsdauer
 $F_H=26,03$; F_{kp}/L , $p-1$, $p(q-1)/=3,49$,

$F_H > F_{kp}$ der Faktor beeinflusst das Emulgiervermögen des Eiweisspräparats. Bei der zusätzlichen Überprüfung erwies sich, dass dieser Einfluss für die letzten drei Niveaus, bzw. 6, 8 und 10 min von Bedeutung ist.

Vollständiges Faktorexperiment

Als Zentrum der Experimentplanung wurden solche Faktorenwerte ausgewählt, die bei einem vorläufigen Experiment eine genügend kleine Menge an ausgeschiedener flüssiger Phase unter Berücksichtigung einiger technologischer Forderungen ergaben. Es wurde z. B. bei dem Einfaktorenexperiment des Faktors Behandlungsdauer der Emulsion festgestellt, dass dieser Faktor von keiner wesentlichen Bedeutung für die ersten zwei Niveaus von 4 und 6 min ist. Da wir die Ermittlung der für die Emulsionsbehandlung erforderlichen kürzesten Zeit anstrebten, während der die Emulsion stabil ist, wählten wir 6 min als Zentrum der Planung. Für die übrigen zwei Faktoren wurden die Werte durch das Verhältnis Eiweiss:Wasser:Fett=1:6:5 bestimmt. Mit x_1 sei die Menge des zugesetzten Wassers, mit x_2 die Höhe des Fettzusatzes und

mit x_3 die Behandlungsdauer und mit $\Delta x_1=10$, $\Delta x_2=10$ und $\Delta x_3=2$ die Variationsintervalle bezeichnet.

In Tab. 1 sind die 8 Varianten der Arbeitsmatrize der Planung und die erzielten experimentellen Ergebnisse (cm^2 der beim Zentrifugieren ausgeschiedenen flüssigen Phase) bei drei Parallelversuchen (y_1, y_2, y_3, y_4) dargestellt.

Mit Hilfe der erzielten Ergebnisse wurden die folgenden Werte berechnet:
 $b_0=4,53$; $b_1=-3,85$; $b_2=1,82$; $b_3=-0,60$; $b_{1,2}=-2,33$; $b_{1,3}=0,99$; $b_{2,3}=1,16$

Nach der Bestimmung der Dispersion wurde die Bedeutung der Werte überprüft. Dabei erwies sich, dass alle Koeffizienten wichtig sind.

Tabelle 1

Zugesetzte Wassermenge, cm^2	Zugesetzte Fettmenge, g	Behandlungsdauer, min	y_1	y_2	y_3	y_4	\bar{y}	s^2_1	\bar{y}	$(\bar{y} - \bar{y})^2$
70	60	8	0,30	0,20	0,30	0,20	0,25	0,010	1,90	2,722
50	60	8	12,80	13,50	14,00	14,00	13,58	0,980	9,60	15,840
70	40	8	1,80	2,00	1,60	2,20	1,90	0,200	1,74	0,026
50	40	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	5,96	35,522
70	60	4	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,000	3,10	9,000
50	60	4	12,00	12,50	10,50	11,00	11,50	2,500	10,80	0,490
70	40	4	0,60	0,35	0,60	0,40	0,49	0,052	0,54	0,003
50	40	4	8,30	8,50	8,70	8,30	8,45	0,110	7,16	1,664

Aus den durchgeführten Berechnungen ergab sich das folgende Modell der Funktion "y" (die Menge der beim Zentrifugieren ausgeschiedenen flüssigen Phase):

$$y = 4,53 - 3,85x_1 + 1,82x_2 - 0,60x_3 - 2,33x_1x_2 + 0,99x_1x_3 + 1,16x_2x_3$$

$s^2_a = 65,27$; $F_H = 135,70 > F_{kp}(0,05; 2; 8) = 4,46$.

Die anschliessende Überprüfung zeigte, dass das Modell nicht adäquat ist, d. h. die gegenseitige Beeinflussung Faktoren darf nicht unberücksichtigt bleiben.

Es erfolgte danach eine zielgerichtete Optimierung des Emulgierprozesses, indem folgende Variationsintervalle angenommen wurden $\Delta x_1=10$, $\Delta x_2=10$, $\Delta x_3=2$. Darauf aufbauend bestimmten wir die Schritte (h_i) der Veränderung der einzelnen Faktoren: $h_1=10$; $h_2=4,73$; $h_3=0,31$. Für den Schritt der Scheinvariablen (h_i) wurden die Werte: $h_1=1$; $h_2=0,473$; $h_3=0,155$ erhalten.

Die Ergebnisse der Denkversuche über die so gewählten Schritte für die einzelnen Faktoren sind:

$$y_0 = 4,53; y_1 = 0,582; y_2 = -1,64; y_3 = -12,50.$$

Diese durch die Box-Wilson-Methode erzielten Ergebnisse zeigen, dass nach dem zweiten Schritt das Resultat für y negativ wird. Es wurden deshalb zwischen dem ersten und zweiten Schritt zusätzliche Denkversuche mit dem Schritt $h_1 = 0,1$ angestellt. Aus den bei der Optimierung erzielten Ergebnissen ist zu ersehen, dass sich zur Herstellung einer stabilen Emulsion ein Gluten-Wasser-Fett-Verhältnis von 1:7,1:6,1 und eine Behandlungsdauer von 8 min und 6 s als optimal erweisen. Die sich bei den Denkversuchen herausbildende Tendenz musste durch reale Versuche bestätigt werden. Die Ergebnisse davon sind in Tab. 2 dargestellt. $F_{H_1} = 21,46 > F_{kp} = 2,99$
d. h. in den Mittelwerten besteht ein statistisch beträchtlicher Unterschied.

Menge der ausgeschiedenen flüssigen Phase (cm^3) bei
den durchgeführten realen Optimierungsversuchen Tabelle 2

Behandlungsdauer, min	Gluten-Wasser-Fett-Verhältnis				
	1:7:6	1:7,1:6,1	1:7,2:6,2	1:7,3:6,3	1:7,4:6,4
4	0,31 ± 0,02	0,32 ± 0,03	0,25 ± 0,02	0,34 ± 0,04	0,48 ± 0,03
6	0,16 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,16 ± 0,02	0,28 ± 0,02	0,22 ± 0,02
8	0,07 ± 0,01	0,00	0,09 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,18 ± 0,02
10	0,13 ± 0,04	0,05 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,22 ± 0,02	0,24 ± 0,01

Die statistische Analyse der Ergebnisse von den realen Optimierungsversuchen zeigt, dass die ausgeschiedenen Mengen an flüssiger Phase auf jedem Niveau statistisch unterschiedlich sind. Sie bestätigen darüber hinaus vollständig die bei den Denkversuchen erzielten Ergebnisse, was ein Hinweis auf die Wirksamkeit der durchgeführten Optimierung ist.

Schlussfolgerungen

1. Das untersuchte Eiweisspräparat aus Weizengluten weist das beste Wasserbindever-

mögen bei $\text{pH} = 4,5$ und 8, das niedrigste dagegen bei $\text{pH} = 6$ bis 7 auf. Die Erhitzung auf 72°C setzt das Wasserbindevermögen bei einem pH -Intervall von 5 bis 7,5 herab.
2. Das Wasserbinde- und Wasserhaltevermögen des Eiweisspräparats aus Weizengluten ist am stärksten ausgeprägt bei einem Gluten-Wasser-Verhältnis zwischen 1:3 und 1:4 sowohl bei Raumtemperatur als auch nach einer Erhitzung auf 72°C .
3. Aufgrund eines vollständigen Faktorenexperiments (x_1 -Höhe des Wasserzusatzes, x_2 -Menge des zugesetzten Fettes, x_3 -Behandlungsdauer der Emulsion) wurde die folgende Abhängigkeit der Menge der nicht gebundenen flüssigen Phase (y , cm^3) abgeleitet:

$$y = 4,53 - 3,85x_1 + 1,82x_2 - 0,60x_3 - 2,33x_1x_2 + 0,99x_1x_3 + 1,16x_2x_3$$

4. Die optimalen Werte der untersuchten Faktoren für die Erhaltung einer stabilen Emulsion sind: Gluten-Wasser-Fett-Verhältnis 1:7,1:6,1 und Behandlungsdauer der Emulsion 8 min und 6 s.

Literatur

1. Hutton, C.W., A.M.Cambell, Funktional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in a food system, "J. Food Sci.", 42, (1977), 2, 457 - 460.
2. Hutton C.W., A.M.Campbell, Funktional properties of soy concentrate and soy isolate in simple systems, 42, (1977), 2, 454 - 456.
3. Tornberg E., A.Harmanson, Funktional charakterisation of protein stabilized emulsions, J. Food Sci., 42, (1977), 2, 468 - 472.
4. Kotter L., und and., Zusatzstoffverordnung, Fleischwirtschaft, (1979), 10, 1762 - 1768.
5. Kozin, N. I., Primenenie emulsii v piševoi promišlenosti, Pis. Prom. M. (1966).
6. Bondar, A.G., G.A.Statuha, Planirovanie eksperimenta v hemicėskei tehnologii, Vissja škola, Kiev, (1976).
7. Schwart, D., Methodes statistiques a J'usage des medecines et des biologistes, Flamaron medicine Solinoes, Paris, (1969).