

## Zahusťovanie vaječného bielka na špirálových ultrafiltračných membránach

JOZEF KEREKRÉTY — LADISLAV KARPIŠ — IVANA MRÁVCOVÁ

**Súhrn.** Zahusťoval sa tekutý vaječný bielok na špirálových ultrafiltračných membránach Abcor na sušinu 21 a 26 %. Zahustením sa znížil podiel redukujúcich cukrov v sušine zo 4,2 na 2,1 %, podiel bielkovín sa zvýšil z 88 na 95 %. Sušina permeátu bola 1,0 %. Šľahateľnosť vaječného bielka sa po zahutnení znížila zo 710 na 570 %, trvanlivosť našľahanej peny z 85,8 na 80,7 %. Priemerná permeabilita membrán bola  $14,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . Sledoval sa vplyv sušiny, viskozity vaječného bielka a času zahusťovania na pokles permeability v šaržovitom a kontinuálnom procese.

Zahutnenie vaječného bielka reverznou osmózou odskúšali roku 1969 Lowe a kol. [1]. Na acetátcelulóзовých membránach skoncentrovali bielok na 29,9 % sušiny pri 18—20 °C a tlaku 2,8 MPa. Šľahateľnosť vaječného bielka zahusťovaného pri pH 7 sa podstatne nelíšila od kontrolného. Šľahateľnosť bielka zahusťovaného pri pH 9 bola nižšia a keď sa jeho sušina obnovila iba destilovanou vodou, na dosiahnutie špecifického objemu bol potrebný dvojnásobný čas ako pri kontrole.

Madsen a kol. [2] zahusťovali vaječný bielok na module s membránou  $7 \text{ m}^2$  na sušinu 22 %. Permeabilita membrán firmy DDS bola  $6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . Peri a Feresini [3] ultrafiltráciou frakcionovali a zahusťovali vaječný bielok. Sledovali výťažky lyzozýmu v permeáte v závislosti od použitej pracovnej teploty a typu membrán (Sartorius a DDS). Pre membrány s priepustnosťou 70 000 jednotiek molekulovej hmotnosti bol výťažok lyzozýmu v permeáte 0,25—0,32  $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Z hľadiska pracovnej teploty bol výťažok lyzozýmu najvyšší pri 37 °C.

Payne a kol. [4] stanovili závislosť permeability rúrkových membrán firiem Calgon Havens a Abcor od použitého tlaku a rýchlosti prúdenia teploty a celkovej sušiny vaječného bielka.

---

Ing. Jozef Kerekréty, Ing. Ladislav Karpiš, Ing. Ivana Mravcová, Výskumný ústav hydínarstva, Senecká cesta 1, 900 28 Ivanka pri Dunaji.

Polští autori [5, 6] porovnávali reverznú osmózu vaječného bielka na doskových membránach firmy Calgon Havens a ultrafiltráciu na membránach firmy DDS. Reverznú osmózu uskutočnili pri 18—21 °C a tlaku 3,0—4,5 MPa, priemerná permeabilita bola 5,5—6,4 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>. Sušina permeátu bola 0,95 % a do permeátu prešlo 1,9—2,1 % sušiny bielka pri zahutnení z 12,5 na 23,7 %. Podiel glukózy v permeáte bol 0,22 %. Čím boli prevádzkové tlaky vyššie, tým nižšia bola šľahateľnosť, celkove sa znížila o 13 %. Ultrafiltráciou pri 20 °C a tlaku 0,6 a 0,8 MPa zahutnili vaječný bielok na 24—25 % sušiny. Priemerná permeabilita membrán DDS bola 12,9 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>. Sušina permeátu bola 1,0 % a podiel glukózy 0,43 %, teda permeátom sa stratí 4,1 % sušiny a 56 % glukózy z vaječného bielka. Šľahateľnosť vaječného bielka sa ultrafiltráciou nezhoršila.

Thapon a kol. [7] sledovali vplyv ultrafiltrácie na funkčné a fyzikálne vlastnosti vaječného bielka. Šľahateľnosť zahutneného, neobnoveného bielka bola vyššia ako nezahutneného, tento jav pripisujú zvýšeniu koncentrácie lyzozýmu a ovomucínu. Teplota koagulácie bielka sa znížila zo 61,2 (sušina 9,6 %) na 60,4 °C (sušina 18,4 %).

Lobzov a kol. [8] sledovali vlastnosti sušeného bielka pripraveného zo zahutnenej suroviny (25—28 %). Rozpustnosť sušeného ultrafiltráciou zahusťovaného bielka v priebehu skladovania klesala miernejšie ako pri nezahutnenej kontrole. Šľahateľnosť bola vyššia a zmeny optickej priepustnosti pre UV oblasť skladovaním pri 40 °C boli menšie pre zahusťovaný bielok.

Brokeš a kol. [9] zahusťovali vaječný bielok na acetátcelulózových membránach X-50-25-60 s celkovou plochou membrán 0,015 m<sup>2</sup>, dosiahli priemernú permeabilitu 17,0 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> pri sušine koncentrátu 29 % refraktometricky. Permeát mal obsah sušiny 0,8 %.

Jarossová [10] zahusťovala vaječný bielok na československom zariadení VÚ LIKO s doskovými acetátcelulózovými membránami X-50-25-60/NMP na 28,6 % sušiny. Priemerná permeabilita pri 40 °C a 0,3 MPa bola 8,5 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>. Sušina permeátu bola 1,1 %, podiel redukujúcich cukrov v permeáte bol 0,52 % a bielkovín 0,1 %. Z hľadiska výkonov a mikrobiálnej akosti koncentrátu Jarossová stanovila optimálnu teplotu zahusťovania 40—45 °C.

Priemyselný kontinuálny, štvorstupňový ultrafilter s rúrkovými membránami firmy Wafilin je inštalovaný v Závode vaječnej výroby Hradec Králové. Podľa údajov Logemanna a Gonsa [11], na 137 m<sup>2</sup> rúrkových membrán sa dosahuje zahutnenie vaječnej zmesi z 25 na 37 % sušiny.

Doteraz sa na zahusťovanie vaječného bielka použili úspešne membrány reverznej osmózy i ultrafiltrácie. Výhodou ultrafiltrácie sa javia vyššie výkony v permeabilite, nevýznamné zmeny šľahateľnosti vplyvom technologického namáhania a vyšší úbytok redukujúcich cukrov, ktoré sa zúčastňujú na Maillar-

dovej reakcii pri sušení. Nevýhodou sú vyššie straty sušiny — t. j. vaječného bielka.

Z existujúcich konštrukčných typov membrán (rúrkové, doskové, špirálové) nebolo doteraz opísané zahusťovanie bielka na špirálových membránach. Na špirálových membránach sa ľahšie dosahujú vysoké rýchlosti toku nad membránou zaistujúce turbulenciu. Okrem toho na jednotkovú plochu membrány treba podstatne menší stavebný priestor ako pri doskových alebo rúrkových membránach. Je s nimi aj jednoduchšia manipulácia pri výmene. Za nevýhodu sa pokladá obťažnosť čistenia po procese a nevyhnutnosť pracovať s roztokmi bez hrubo disperzných častí (ako napr. žltkové blany, chalázy a pod.). Predkladaná práca charakterizuje špirálové membrány z hľadiska materiálnej bilancie a výkonu.

### Materiál a metódy

*Vaječná hmota.* Pasterizovaný vaječný bielok sa získal strojným vytĺkaním škrupinových vajec v závode L. Vaječná hmota bola zbavená chaláz a membrán. Vaječný bielok sa pasterizoval 3 minúty pri 56 °C. Pred zahustením sa vaječná hmota ohriala na príslušnú pracovnú teplotu.

*Ultrafilter.* Vaječný bielok sme zahusťovali na poloprevádzkovom ultrafiltračnom zariadení s plochou membrán 7,2 m<sup>2</sup> šaržovitým spôsobom. Kontinuálne zahusťovanie sme robili na dvojstupňovom prevádzkovom ultrafiltru s plochou membrán 88,8 m<sup>2</sup> (prvý stupeň 60 m<sup>2</sup>, druhý stupeň 28,8 m<sup>2</sup>). Použili sme špirálové membrány Abcor HFK 131 a 132 v uložení VYV A FYV. Priepustnosť membrán bola 5000 jednotiek molekulovej hmotnosti, tepelná stabilita do 85 °C, odolnosť proti tlaku 0,85 MPa stále v oblasti pH 1,5—12,0, aktívny chlór do koncentrácie 300 mg.dm<sup>-3</sup> pri pH 11. Údaje tlakov a teplôt sa snímali priamo zo zariadenia, permeabilitu sme merali stanovením času prietoku známeho objemu permeátu z jednotlivých stupňov.

*Analytické metódy.* Na stanovenie sme používali chemikálie čistoty p. a. a destilovanú vodu. Stanovenie obsahu sušiny, celkového tuku, redukujúcich cukrov a popolovín, ako aj stanovenie šľahateľnosti a trvanlivosti peny sme robili podľa ČSN 57 0117 [12]. Pri stanovení šľahateľnosti koncentráту sme koncentrát riedili destilovanou vodou na pôvodnú sušinu 11,5 %. Bielkoviny vo vaječnej hmote sme stanovili po mineralizácii kyselinou sírovou podľa Kjeldala [13] stanovením amoniakálneho dusíka coulometrickou titráciou [14]. Na mineralizáciu sme brali asi 7 g nezahustenej tekutej vaječnej hmoty, 3—4 g zahustenej vaječnej hmoty alebo 20 g permeátu.

Viskozitu vaječnej hmoty sme stanovovali Höpplerovým viskozimetrom podľa Kerekrétyho a Mravcovej [15].

## Výsledky a diskusia

1. *Zloženie permeátu.* Výsledky piatich meraní zloženia permeátu pri zahusťovaní vaječného bielka na prevádzkovom zariadení sú v tabuľke 1. Priemerná sušina permeátu bola 0,978 % a tvorili ju minerálne látky po žíhaní 53,0 %,

Tabuľka 1. Zloženie permeátu vaječného bielka  
Table 1. Composition of permeate of egg white

Číslo <sup>1</sup>	Sušina <sup>2</sup> [%]	Bielkoviny <sup>3</sup> [%]	Popoloviny <sup>4</sup> [%]	Redukujúce cukry <sup>5</sup> [%]
1	0,89	0,07	0,44	0,38
2	0,96	0,08	0,50	0,43
3	1,02	0,09	0,58	0,44
4	1,07	0,08	0,57	0,42
5	0,95	0,09	0,50	0,36
Priemer <sup>6</sup>	0,978	0,082	0,518	0,406
Smerodajná odchýlka <sup>7</sup>	±0,069	±0,008	±0,058	±0,031

<sup>1</sup>Number; <sup>2</sup>Total solids; <sup>3</sup>Proteins; <sup>4</sup>Ash; <sup>5</sup>Reducing sugars; <sup>6</sup>Average; <sup>7</sup>Standard deviation.

redukujúce cukry 41,5 % a bielkoviny 8,4 %. Permeát mal zelenožltú farbu a vôňu po vajciach. Podiel redukujúcich cukrov sme sledovali, aby sme získali informácie o skutočnej miere desacharizácie vaječného bielka prechodom do permeátu. Priemerný hmotnostný zlomok redukujúcich cukrov v permeáte bol 0,406, čo z hľadiska desacharizácie znamená iba čiastočný úbytok cukrov. Výsledky vyšetrenia vzorky 5 sú z pokusu, kde sa dosiahlo zahustenie vaječnej hmoty priemerne na 25,858 sušiny (tab. 2b). Ako vidieť z tabuľky 1, v zložení permeátu pri zahusťovaní na nižšiu sušinu neboli väčšie rozdiely (21,64 %, tab. 2a).

V zložení permeátu sa nezistili väčšie rozdiely oproti údajom Płotku a kol. [6] pre membrány DDS. Podiel redukujúcich cukrov v permeáte membrán Abcor bol nižší ako pri acetátcelulózových membránach [10], ale vyšší ako pri reverznej osmóze [1, 5].

2. *Obsah hlavných súčiastok v zahustenej vaječnej hmote.* Zahustený vaječný bielok mal zloženie podľa tabuľky 2a. Priemerne sme dosahovali zahustenie z 11,420 na 21,644 % sušiny. V jednom pokuse sme zahustili bielok až na 25,858 % (tab. 2b). Zahustením (pozri údaje o nezahustenom bielku v tab. 3) sa zvýšil podiel bielkovín v sušine bielka z 89,506 na 93,365, resp. 94,572 %. V celkovom meradle však došlo k nepatrným stratám bielkovín ich prechodom do permeátu.

Tabuľka 2a. Zloženie zahusteného vaječného bielka  
Table 2a. Composition of concentrated egg white

Číslo <sup>1</sup>	Sušina <sup>2</sup> [%]	Bielkoviny <sup>3</sup> [%]	Popoloviny <sup>4</sup> [%]	Redukujúce cukry <sup>5</sup> [%]
1	23,10	93,91	3,67	3,02
2	22,40	93,04	3,84	3,13
3	21,34	92,83	3,89	3,28
4	22,30	93,32	3,81	2,87
5	21,02	93,39	3,61	3,00
6	24,22	93,72	3,51	2,77
7	23,29	93,40	3,65	2,94
8	21,94	93,70	3,93	2,37
9	21,57	93,60	3,43	2,97
10	20,91	93,26	4,16	2,58
11	22,56	92,91	3,99	3,10
12	21,17	92,91	3,78	3,31
13	19,44	93,88	4,01	2,11
14	19,68	93,70	3,76	2,08
15	19,72	93,51	4,41	2,08
Priemer <sup>6</sup>	21,644	93,365	3,830	2,774
Smerodajná odchýľka <sup>7</sup>	±1,343	±0,318	±0,244	±0,414

For 1—7 see Table 1.

Tabuľka 2b. Zloženie zahusteného vaječného bielka  
Table 2b. Composition of concentrated egg white

Číslo <sup>1</sup>	Sušina <sup>2</sup> [%]	Bielkoviny <sup>3</sup> [%]	Popoloviny <sup>4</sup> [%]	Redukujúce cukry <sup>5</sup> [%]
1	25,07	95,25	3,39	1,36
2	25,87	94,70	3,05	2,24
3	26,33	94,00	3,57	2,43
4	26,16	94,34	3,33	2,33
Priemer <sup>6</sup>	26,858	94,572	3,335	2,090
Smerodajná odchýľka <sup>7</sup>	±0,483	±0,463	±0,187	±0,427

For 1—7 see Table 1.

Podiel redukujúcich cukrov sa znížil zo 4,243 % v nezahustenom bielku na 2,774, resp. 2,090 % koncentrátu, aj keď sa hmotnostný zlomok neznížil, ale zostal na rovnakej úrovni. Úbytok redukujúcich cukrov ich prechodom do permeátu je vítaný z hľadiska enzymatickej desacharizácie, pretože na jednotkové množstvo sušeného bielka treba menšie množstvo enzýmu.

Hmotnostný zlomok minerálnych látok popolovín v koncentráte bol ne-

Tabuľka 3. Zloženie nezahusteného vaječného bielka  
Table 3. Composition of non-concentrated egg white

Číslo <sup>1</sup>	Sušina <sup>2</sup> [%]	Bielkoviny <sup>3</sup> [%]	Popoloviny <sup>4</sup> [%]	Redukujúce cukry <sup>5</sup> [%]
1	11,48	87,72	7,84	4,44
2	11,89	88,20	6,99	4,71
3	12,10	90,00	6,28	3,72
4	11,54	89,77	6,07	4,16
5	11,92	90,18	5,46	4,36
6	8,91	89,56	6,06	4,38
7	11,98	90,23	5,76	4,01
8	11,54	90,39	5,45	4,16
Priemer <sup>6</sup>	11,420	89,506	6,239	4,243
Smerodajná odchýlka <sup>6</sup>	±0,973	±0,934	±0,762	±0,281

For 1—7 see Table 1.

Tabuľka 4. Zmeny šlahateľnosti a trvanlivosti peny vaječného bielka vplyvom zahusťovania  
[% v/v]

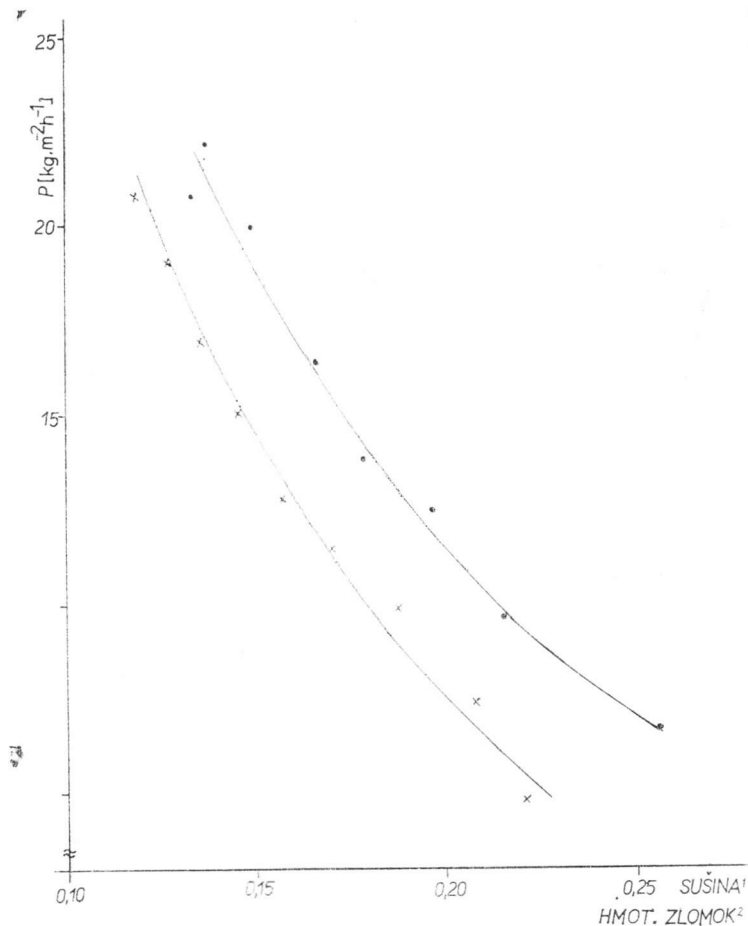
Table 4. Changes of foaming and foam stability of egg white by concentrating [% v/v]

Číslo <sup>1</sup>	Surovina <sup>2</sup>		Koncentrát <sup>3</sup>	
	Šlahateľnosť <sup>4</sup>	Trvanlivosť <sup>5</sup>	Šlahateľnosť <sup>4</sup>	Trvanlivosť <sup>5</sup>
1	750	92	750	92
2	765	92	200	64
3	750	85	350	78
4	500	90	500	78
5	700	75	400	78
6	650	84	550	93
7	750	92	580	88
8	600	91	550	95
9	750	94	600	89
10	400	66	400	75
11	1000	92	900	88
12	1000	83	550	76
13	650	94	700	78
14	760	81	780	70
15	550	78	550	75
16	850	84	700	74
Priemer <sup>6</sup>	714	85,8	566	80,7
Smerodajná odchýlka <sup>7</sup>	±155	±7,9	±171	±9,0

<sup>1</sup>Number; <sup>2</sup>Feed; <sup>3</sup>Concentrate; <sup>4</sup>Foaming; <sup>5</sup>Foam stability; <sup>6</sup>Average; <sup>7</sup>Standard deviation.

patrne vyšší ako v surovine (0,83, resp. 0,72 % a 0,71 %). Zvýšenie koncentrácie bielka z 21,64 na 25,86 % sa prejaví ďalším zvýšením podielu bielkovín na sušine (z 93,365 na 94,572 %).

3. *Funkčné vlastnosti zahustenej vaječnej hmoty.* Porovnávali sme šlahateľnosť a trvanlivosť našlahanej peny suroviny vstupujúcej do ultrafiltra (pasteurizovaný bielok) a koncentráту vystupujúceho z ultrafiltra (tab. 4). Priemerná šlahateľnosť suroviny bola  $714 \pm 155$  % (objem všľahaného vzduchu) a koncentráту obnoveného bielka  $566 \pm 171$  %. Šlahateľnosť koncentráту sa oproti



Obr. 1. Závislosť permeability od sušiny vaječného bielka.

● nepasteurizovaný bielok, × pasterizovaný bielok.

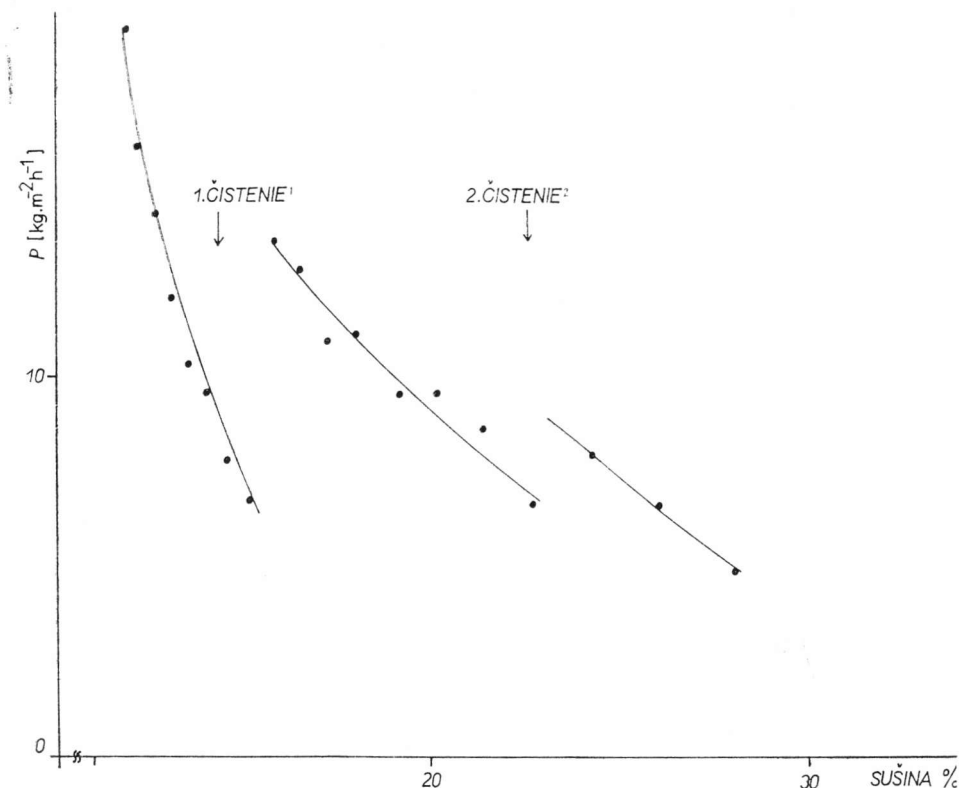
Fig. 1. Permeability dependence on solids content of egg white.

● non-pasteurized egg white, × pasteurized egg white.

(total solids; Mass fraction)

východiskovému pasterizovanému bielku znížila o 20 %. Trvanlivosť našľahanej peny klesla z 85,8 na 80,7 % v priemere. Zníženie šľahateľnosti súviselo pravdepodobne so zmenami hodnoty pH (pozri [1, 7].) V našich pokusoch sme neupravovali hodnoty pH vaječného bielka.

4. *Závislosť permeability od sušiny zahusťovanej vaječnej hmoty.* Zahusťovali sme 780 kg pasterizovaného vaječného bielka na poloprevádzkovom zariadení, vstupná sušina 11,9 %, koncentrát 22,1 %. Ultrafiltráciou sme odseparovali 375 kg pri 35 °C. Zahusťovanie trvalo 4,25 hodiny, permeabilita klesla z 20,8 na 4,8 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>. Priebeh zmien permeability v závislosti od sušiny znázorňuje obrázok 1.



Obr. 2. Závislosť permeability of sušiny vaječného bielka pre šaržové zahusťovanie so zaradením čistenia membrán.

● nepasterizovaný blieok, × pasterizovaný bielok.

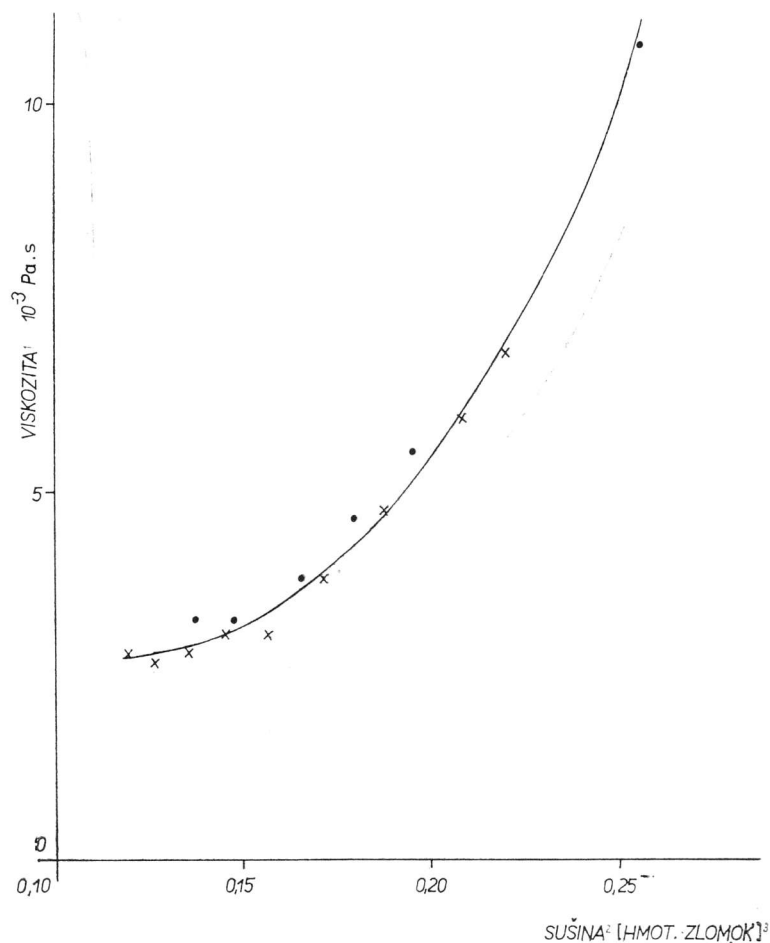
Fig. 2. Permeability dependence on solids content of egg white for batch process including membrane washing.

● non-pasteurized egg white, × pasteurized egg white. (1st washing; 2nd washing, total solids)



V ďalšom pokuse sme zahusťovali 500 kg nepasterizovaného vaječného bielka zo sušiny 12,36 na sušinu 25,61 % pri teplote 35 °C. Ultrafiltráciou sme odseparovali za 180 minút 400 kg permeátu. Permeabilita klesla z 22,2 na 3,7 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>. Priemerná permeabilita nepasterizovaného bielka bola vyššia ako pasterizovaného. So vzrastajúcou sušinou vaječného bielka permeabilita surového bielka klesala pomalšie.

Ultrafiltráciou sme zahusťovali ďalších 1500 kg vaječného bielka so vstupnou sušinou 11,9 % na sušinu koncentráту 26,3 %. Prvé čistenie sme uskutoč-



Obr. 3. Závislosť viskozity od sušiny vaječného bielka.

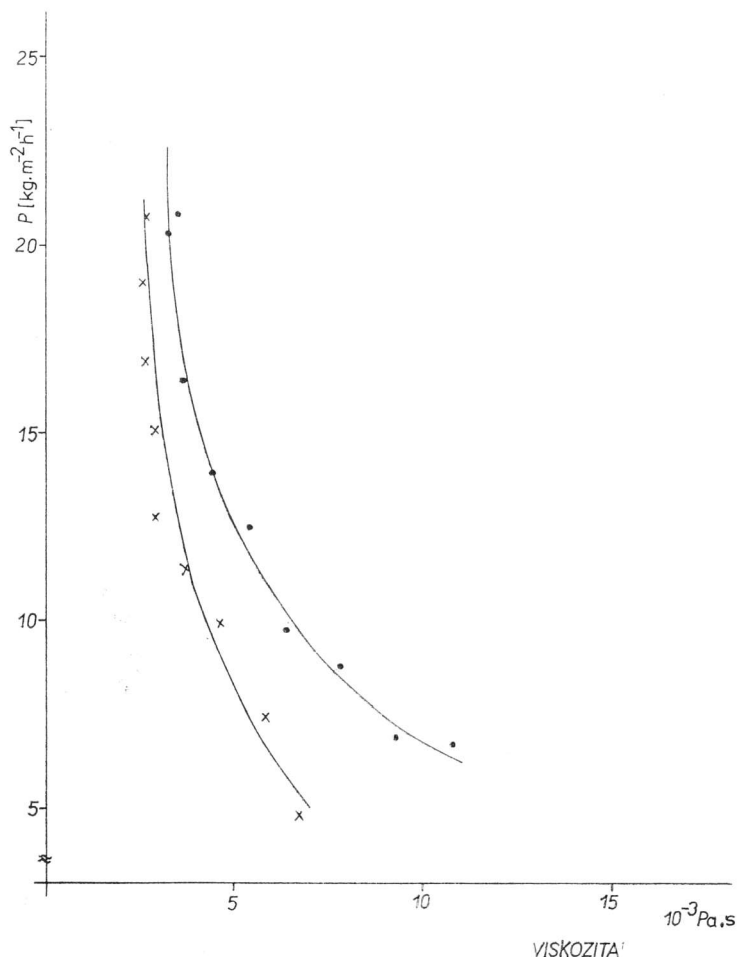
● nepasterizovaný bielok, × pasterizovaný bielok.

Fig. 3. Viscosity dependence on solids content of egg white.

● non-pasteurized egg white, × pasteurized egg white. (Viscosity; total solids; Mass fraction)

nili po odseparovaní 300 kg permeátu, druhé čistenie po odseparovaní 750 kg permeátu pri sušine koncentrátu 22,3 %. V prvej fáze permeabilita klesala v závislosti od sušiny rýchlejšie (obr. 2), po čistení vzrástla a ďalší pokles bol miernejší. Nové čistenie neprineslo významné zvýšenie permeability.

5. *Závislosť permeability od viskozity zahusťovanej vaječnej hmoty.* Viskozita vaječnej hmoty závisí od jej teploty a koncentrácie. Stanovovali sme viskozitu pasterizovaného i nepasterizovaného vaječného bielka počas zahusťovania (obr. 3). Viskozita vaječného bielka závisí exponenciálne od obsahu sušiny.



Obr. 4. Závislosť permeability od viskozity vaječného bielka.

● nepasterizovaný bielok, × pasterizovaný bielok.

Fig. 4. Permeability dependence on Viskosity of egg white.

● non-pasteurized egg white, × pasteurized egg white. (Viscosity)

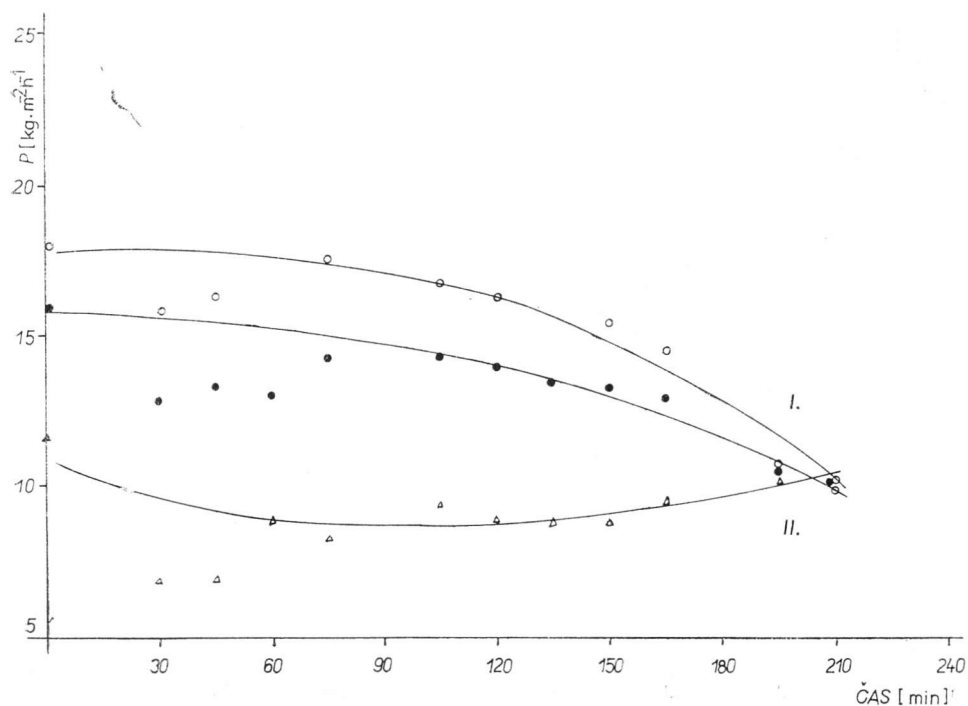
Závislosť permeability od viskozity znázorňuje obrázok 4 z pokusov zahusťovania vaječného bielka uvedených v bode 4. Permeabilita so vzrastajúcou viskozitou klesá podľa vzťahu (1) [16]

$$J_P = \frac{K_M \Delta p}{\eta} \quad (1)$$

kde  $K_M$  je konštanta membrány,  $\Delta p$  — rozdiel tlakov na oboch stranách membrány,  $\eta$  — dynamická viskozita.

Pokles viskozity v závislosti od vzrastajúcej teploty zahusteného i nezahusteného bielka uvádza aj Thapon a kol. [7]. Pokles permeability špirálových membrán v závislosti od sušiny vaječného bielka je strmší ako doskových alebo rúrkových membrán (porovnané údaje Plotku a Payneho).

6. *Závislosť permeability od času zahusťovania.* Na kontinuálnom prevádzkovom ultrafiltru sme sledovali závislosť zmeny permeability od času zahusťova-



Obr. 5. Závislosť permeability od času zahusťovania na kontinuálnom ultrafiltru. Čas užívania membrán — 0 mesiacov.

Fig. 5. The dependence of permeability on concentration time at the continual ultrafilter.

The time of membrane using was zero (the use of new membrane in time).

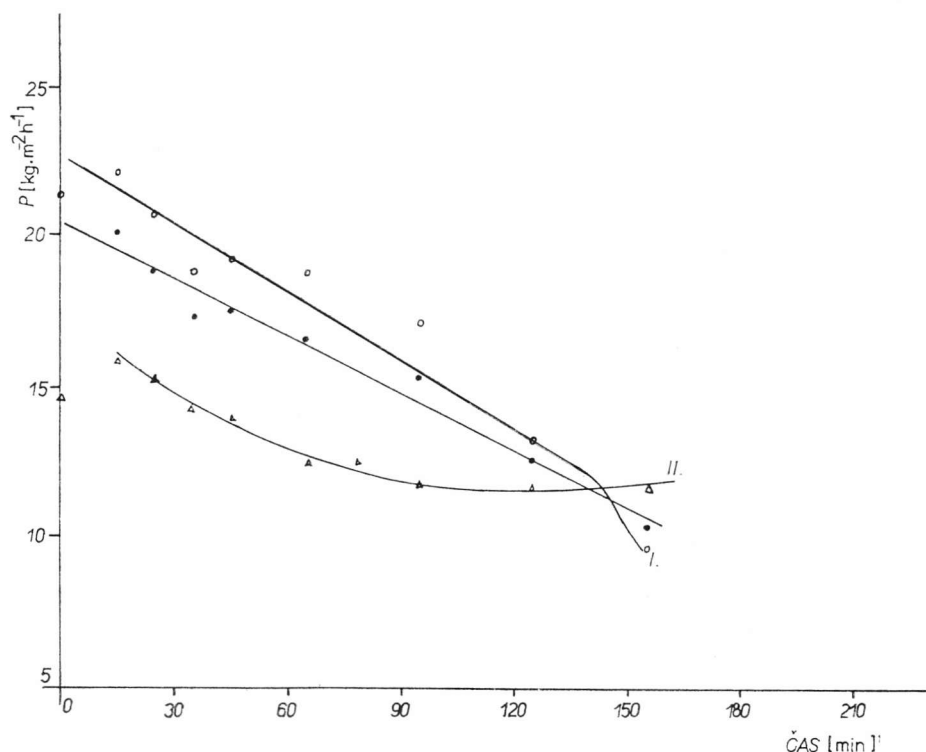
(Time /min/)

nia. Pasterizovaný vaječný bielok zbavený chaláz, blán a úlomkov škrupín sme zahusťovali maximálne 210 minút. Priemerná permeabilita klesla z  $15,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  na začiatku procesu, na  $10,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  na konci. Pokles permeability prvého stupňa v závislosti od času prevádzky bol strmší ako v druhom stupni. Mierny vzrast permeability druhého stupňa na konci procesu zodpovedá zníženiu sušiny koncentráту vystupujúceho z prvého stupňa (obr. 5—7).

7. *Závislosť zmeny permeability od času používania membrán.* V časovom období 8 mesiacov došlo k zníženiu permeability membrán (obr. 5—7). Zmeny výkonu majú takúto charakteristiku:

a) Počas 8 mesiacov prevádzky klesol výkon zariadenia z 14,1 (15,6) na  $12,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ .

b) Znížil sa výkon prvej sekcie zo 17,0 na  $8,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . Požadovaný



Obr. 6. Závislosť permeability od času zahusťovania na kontinuálnom ultrafiltr. Čas užívania membrán — 3 mesiace.

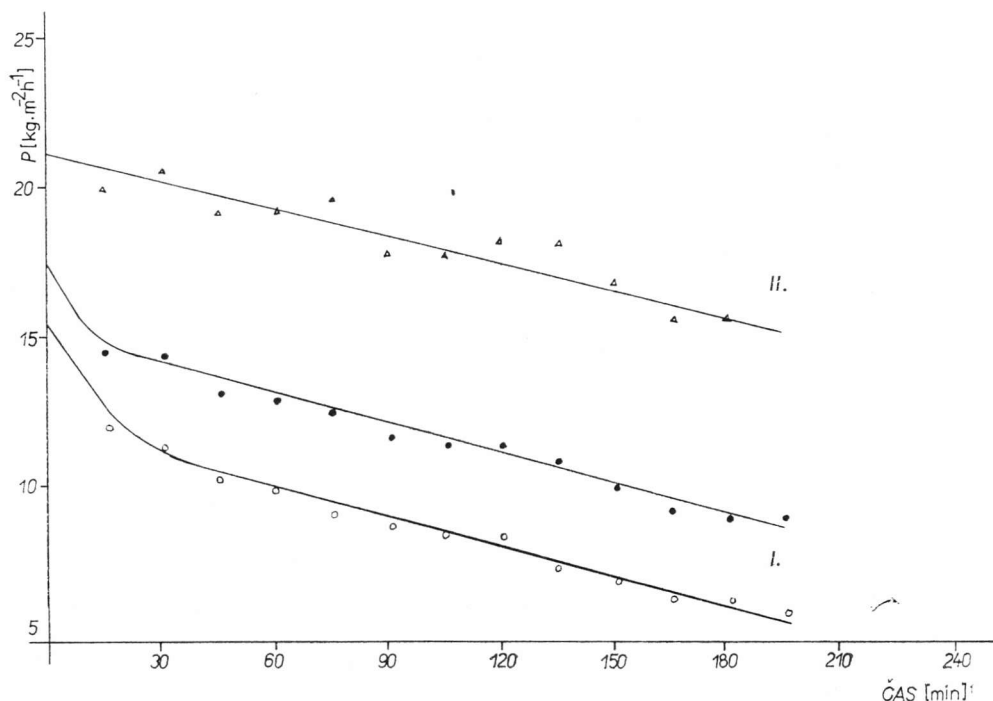
Fig. 6. The dependence of permeability on concentration time at the continual ultrafilter. The time of membrane using was 3 montsh. (Time /min/)

výkon sa dosahuje na úkor druhej sekcie, kde vplyvom zníženia výstupnej sušiny retentátu z prvej sekcie sa permeabilita druhej sekcie zvýšila.

c) Požadovaný celkový výkon zariadenia možno dosiahnuť zvýšením pracovných tlakov na membránu. Na začiatku prevádzky ultrafiltra postačoval vstupný tlak na membránu 0,63 MPa, po 8 mesiacoch vstupný tlak bolo treba zvýšiť na 0,80 MPa.

d) Skrátil sa čas optimálneho výkonu zariadenia pre vaječný bielok na 150—180 minút.

Z uvedených údajov vyplýva, že straty tlaku pozdĺž membrány vzrastajú, vplyvom čoho treba znižovať výkon zariadenia, aby nedošlo k deformácii membrán rastúcim tlakom na vstupe, resp. ich pretrhnutiu. Neustále vystavovanie vysokým tlakom blízky maximálne povoleným počas prevádzky a pri čistení membrán spôsobilo skrčenie výstupných koncov membrán v prvej sekcii. Táto mechanická deformácia spôsobila zníženie celkového výkonu a rýchly pokles permeability počas procesu.



Obr. 7. Závislosť permeability od času zahusťovania na kontinuálnom ultrafiltru. Čas užívania membrán — 8 mesiacov.

Fig. 7. The dependence of permeability on concentration time at the continual ultrafilter. The time of membrane using was 8 months. (Time /min/)

## Literatúra

1. LOWE, E. — DURKEE, E. L. — MERSON, R. L. — IJICHI, K. — CIMINO, S. L., Food Technol., 23, 1969, s. 45.
2. MADSEN, R. F. — OLSEN, O. J. — NIELSEN, I. K. — WIELSEN, W. K., Filtr. Sep., 9, 1972, s. 568.
3. PERI, C. — FERESINI, C., Sci. Technol. Alim., 2, 1972, s. 120.
4. PAYNE, R. E. — HILL, C. G. — AMUNDSON, C. H., J. milk Food Technol., 36, 1973, s. 359.
5. ZDZIENICZKI, A. — REMBOWSKI, E. — PŁOTKA, A. — SCHMIDT, J., Prace Inst. i Lab. Bad. przem. Spoz., 27, 1977, s. 29.
6. PŁOTKA, A. — SCHMIDT, J. — ZDZIENICZKI, A., Prace Inst. i Lab. Bad. przem. Spoz., 27, 1977, s. 41.
7. THAPON, J. L. — BRULE, G. — FAUQUANT, J. — THIREAU, M., Ind. alim. agric., 1979, s. 263.
8. LOBZOV, K. I. — MUKOSEJEVA, Z. A. — EROCHINA, O. P., Mjasnaja ind., 6, 1979, s. 30.
9. BROKEŠ, P. a kol., Aplikácia membránových procesov vo vodnom hospodárstve a v technológii potravinárskeho priemyslu. Výskumná správa. Bratislava, VÚ LIKO 1983, s. 26.
10. JAROSSOVÁ, M., Výskum racionalizácie technologických procesov spracovania vajec z hľadiska využitia surovín, energetickej náročnosti a kvality výrobkov. II. etapa. Výskumná správa. Bratislava, Výskumný ústav hydinnárstva 1984.
11. LOGEMANN, F. P. — GONS, J., New developments of membrane filtration in the industry, Wafilin B. V. 1983, s. 15.
12. ČSN 57 0117.
13. DAVÍDEK, J. a kol., Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1977, s. 182.
14. LUKÁČKA a kol., Nutritívno-ekonomické hodnotenie výrobkov z mäsa hydiny a vajec. Výskumná správa. Bratislava, Výskumný ústav hydinnárstva 1977.
15. KERÉKRÉTY, J. — MRAVCOVÁ, I., Hydinnársky Priem., 27, 1985, s. 387.
16. DONNELLY, J. K. — DELANEY, R. A. M., Lebensm.-Wiss. Technol., 7, 1974, s. 162.

### Сгущение яичного белка на спиральных ультрафильтровальных мембранах

#### Резюме

Проводили сгущение жидкого яичного белка на спиральных ультрафильтровальных мембранах Абсор на содержание сухого 21 и 26 %. Сгущением понизилась доля восстанавливающего сахара в сухом веществе с 4,2 на 2,1 %, доля белков повысилась с 88 на 95 %. Сухое вещество проникающего пермеата было 1,0 %. Взбиваемость яичного белка после сгущения понизилась с 710 % на 570 %, устойчивость взбитого белка с 85,8 на 80,7 %. Средняя проницаемость мембран была  $14,1 \text{ кг.м}^{-2}.\text{ч}^{-1}$ . Авторы наблюдали за влиянием сухого вещества, вязкости яичного белка и времени сгущения на снижение проницаемости в загрузочном и непрерывном процессе.

## Concentration of egg white by ultrafiltration on a spiral membrane

### Summary

Liquid egg white were concentrated by ultrafiltration on a Abcor spiral membrane to the total solids content 21 and 26 %. The portion of reducing sugars in the solids content of egg white was lowered from 4.2 to 2.1%, and the portion of proteins was increased from 88 to 95%. The solids content of the permeate was 1.0%. The foaming of the egg white was lowered from 710 to 570% after concentration, and the foam stability decreased from 85.8 to 80.7%. The average permeability of membranes was  $14.1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . The influence of the egg whites solids content and viscosity and of the time of concentration to the decrease of permeability in batch and continual processis was studied.