

Závislosti medzi priepustnosťou svetla a obsahom bielkovín vo filtrátoch v priebehu čerania repnej šťavy vápnom

THE CORRELATION BETWEEN TRANSMITTANCE AND THE PROTEIN CONTENT OF RAW JUICE FILTRATE DURING LIMING

Bożena Wnuk – Technická univerzita Łódź, Poľsko

Základné výsledky o chovaní sa bielkovín v procese predčerovania repnej šťavy vápnom publikoval už v tridsiatych rokoch minulého storočia VAŠÁTKO (1, 2). Potvrdil, že v procese progresívneho predčerovania repnej šťavy vápnom pri určitej hodnote pH predčerenej šťavy sa získa optimum koagulácie repných proteínov a ďalšie zvýšenie hodnoty pH spôsobuje pokles koagulácie bielkovín. Výskumom transmitancie filtrátov čerých a saturovaných štiav sa zaoberali o. i. aj BACZEK a JESIC (3, 9), ktorí v roku 1974 navrhli metódu stanovenia optimálneho bodu koagulácie v priebehu čerania vápnom a saturácie. Najvyššia hodnota transmitancie odpovedala optimálnej hodnote pH čerania šťavy vápnom alebo saturácii, čiže optimálnej koagulácii koloidov. S ohľadom na nedostatočnú správnosť výsledkov bola metóda modifikovaná (6) zavedením stanovenia absorbancie dekantátu (pri vlnovej dĺžke), získaného po sedimentácii vyžrážanej zrazeniny v priebehu čerania a saturácie. Potom bola metóda znova modifikovaná (8) spôsobom, že absorbancie dekantátov sa merali oproti absorbanciam dekantátov prefiltrovaných cez membránový filter. Z rozdielu nameraných výsledkov týchto dvoch hodnôt absorbancii stanovil sa stupeň zákalu dekantátu, ktorý umožnil presné určenie bodu optimálnej koagulácie.

Uvedené metódy neurčujú bezprostredný obsah odstránených koloidných zlúčenín, iba stav čistoty šťav a ich transmitanciu. Jednou zo zložiek repných koloidov sú bielkoviny, ktoré môžu byť stanovené napr. jednoduchou Lowryho metódou (4, 7, 11, 12). Podľa toho tieto výskumy majú cieľ porovnanie priebehu zmien transmitancii filtrátov šťavy v procese čerania vápnom vo vymedzených teplotách so zmenami obsahu bielkovín v týchto filtrátoch stanovených Lowryho metódou.

Metodika výskumov

V pokusoch boli použité surové repné šťavy, ktoré boli podrobené progresívnemu predčerovaniu vápnom pri teplotách 40 °C, 50 °C a 60 °C. Do surovej šťavy, vyhriatej takmer na určenú

teplotu, sa po kvapkách pridávalo vápenné mlieko o hustote cca 20 °Bé za dôkladného miešania (elektromagnetické miešadlo s možnosťou udržania a kontroly danej teploty). V priebehu predčerovania šťavy vápnom sa odoberali vzorky z predčerovanej šťavy v rozmedzí pH od 10,0–12,5. Po ochladení šťavy na laboratórnu teplotu sa vo vzorkách meralo pH a následne boli podrobené dekantácii a dekantáty boli sfiltrované. V takto získaných filtrátoch sa stanovil zdanlivý obsah sušiny (Bx) (5), transmitancia (pri vlnovej dĺžke svetla $\lambda = 560$ nm) a obsah bielkovín Lowryho metódou (7, 11, 12). Tie isté analytické stanovenia boli vykonané tiež v surovej šťave pred predčerením vápnom (tab. I.).

Stanovenie bielkovín Lowryho metódou v roztokoch vzoriek ako aj v šťavách surových a vo filtrátoch predčerenej šťavy vápnom obsahovali albumíny od 20 do 1 000 g.ml⁻¹. Šťavy pred stanovením boli zriedené destilovanou vodou v pomere 1 : 50. Do skúmaviek boli odobraté roztoky vzoriek, alebo roztoky zriedené destilovanou vodou a filtráty predčerenej šťavy v množstve 1,0 ml, pridalo sa 5,0 ml **čínidla C**, ktorým bol zásaditý roztok medi pripravený 30 min pred stanovením, pozostávajúci zo zmesi **čínidla A** (2 % (m.v⁻¹) roztok CuSO₄ v 0,1M roztoku NaOH), **čínidla B₁** (1,0% roztok CuSO₄) a **čínidla B₂** (2,0% roztok vinanu sodného) v pomeroch A : B₁ : B₂ = 100 : 1 : 1. Potom sa roztok skúmaviek dôkladne premiešal. Po 10 minútach sa pridalo 0,5 ml **čínidla D** (čínidlo Folin-Ciocolateho rozmiešané v destilovanej vode v pomere 1 : 1), obsah skúmaviek sa okamžite energicky premiešal a ponechal sa 30 min v klude. Potom sa zmerali absorbancie roztokov voči porovnávacím roztokom pri vlnovej dĺžke svetla $\lambda = 670$ nm. Porovnávacím roztokom bola destilovaná voda (1 ml), do ktorej boli pridané činidlá **C** a **D**, rovnako ako v skúmaných vzorkách.

Na základe získaných výsledkov stanovenia absorbancii vzoriek roztokov albumínov (použitý albumín Egg Albumín, Fluka, Product of Netherlands) zostrojila sa krivka vzoriek, predstavujúca závislosť odčítaných hodnôt. Z grafu vzoriek sa odčítal obsah bielkovín vo filtrátoch v g.100 g⁻¹ filtrátu alebo surovej šťavy tiež v g.100 g⁻¹ sušiny týchto roztokov.

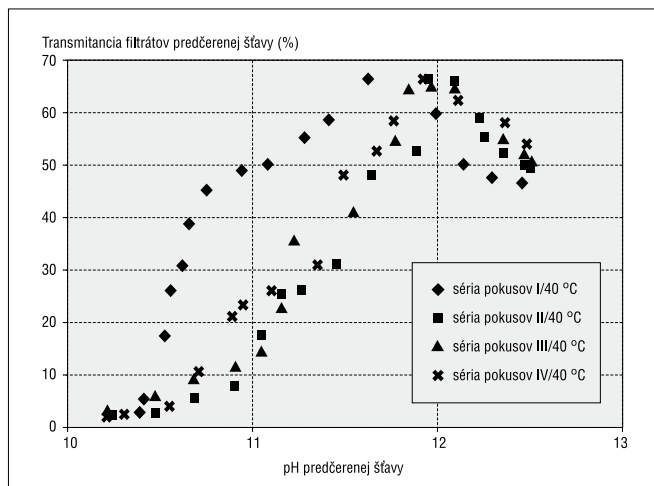
Tab. I. Metodika výskumov

Proces	Teplota predčerenia surovej repnej šťavy vápnom (°C)	Analytické stanovenia v surových šťavách a vo filtrátoch predčerenej šťavy
Progresívne predčerovanie surovej repnej šťavy	40	pH, Bx bielkoviny Lowryho metódou
	50	
	60	

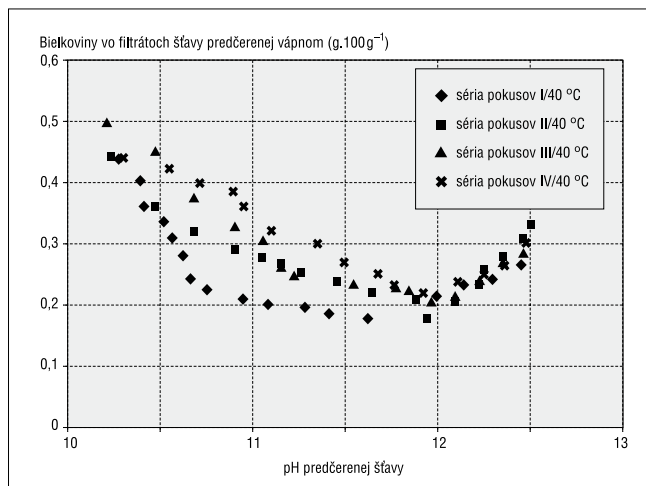
Diskusia výsledkov

Na obr. 1., 2. a 3. sú uvedené závislosti transmitancie filtrátov predčerenej šťavy od pH šťavy predčerovanej vápnom pri teplotách 40 °C, 50 °C a 60 °C. Transmitancia sa zvyšovala v závislosti od pH, ale iba do určitej hodnoty, nad ktorou sa dosiahli už nižšie hodnoty transmitancie. V každom pokuse sa pri stanovených

Obr. 1. Transmittancia filtrátov šťavy predčereanej pri teplote 40 °C v závislosti od pH predčereanej šťavy



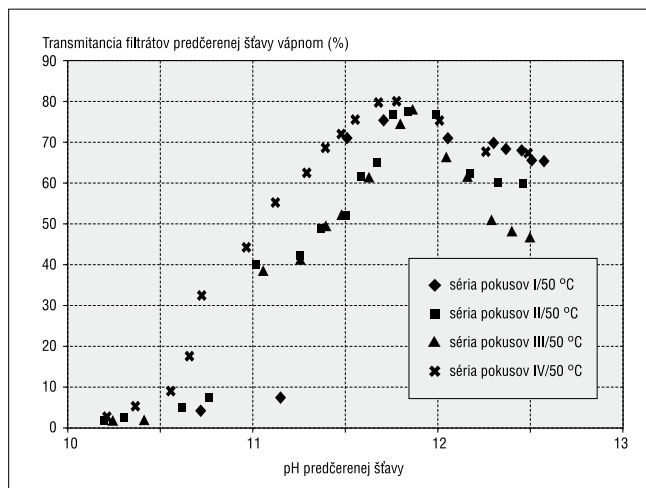
Obr. 2. Obsah bielkovín vo filtrátoch šťavy predčereanej pri teplote 40 °C v závislosti od pH predčereanej šťavy (štyri opak.)



hodnotách pH predčereanej šťavy dosiahla najvyššia hodnota transmittancie, čiže v zhode s konštatovaním BACZKA A JESICA (3) optimálna koagulácia koloidov – optimálny bod predčerenia surovej repnej šťavy vápnom. Obsah bielkovín v surových šťavách podrobených predčereniu vápnom a stanovených Lowryho metódou, bol intervale od 0,348 g.100 g⁻¹ do 0,597 g.100 g⁻¹. V prípade štyroch opakovaní pokusov vykonaných pri teplote 40 °C, najvyššie hodnoty transmittancie (65,2–66,6 %) sa dosiahli pri hodnotách pH od 11,62 v pokusoch I/40 °C do 11,96 v pokuse III/40 °C. V sérii pokusov vykonaných pri teplote predčerenia 50 °C, optimálne hodnoty pH, pri ktorých sa dosiahli najvyššie hodnoty transmittancií (od 75,6 do 80,0 %) boli v hraniciach od pH 11,7 v pokusoch I/50 °C do 11,86 v pokusoch opakovaní III/50 °C. V sérii pokusov vykonaných pri teplote 60 °C, optimálne hodnoty pH, pri ktorých sa dosiahla najvyššia hodnota transmittancie (od 79,9 do 87,6 %) boli v hraniciach od pH = 11,8 v sériách I/60 °C, III/60 °C a IV/60 °C do pH = 11,97 v pokusoch II/60 °C.

Pri tých istých optimálnych hodnotách pH predčereanej šťavy, pri ktorých sa dosiahli najvyššie hodnoty transmittancie filtrátov, získali sa taktiež najnižšie hodnoty obsahu bielkovín vo filtrátoch predčereanej šťavy. Na obr. 4., 5. a 6. sú znázornené obsahy bielkovín vo filtrátoch predčereanej šťavy v závislosti od pH šťavy pred čereanej pri teplotách 40 °C, 50 °C a 60 °C. Obsah bielkovín vo filtrátoch predčereanej šťavy klesal v závislosti od pH predčereanej šťavy, ale iba do určitej hodnoty (optimálny bod, pri ktorom sa dosiahla najnižšia hodnota pôvodného obsahu bielkovín), po prekročení ktorej obsah bielkovín vo filtráte stúpala. Bielkoviny, vyzrážané pri vyšších hodnotách pH predčerenia pravdepodobne podliehajú peptizácii a prechádzajú opäť do filtrátu. Pri pokusoch vykonaných pri teplote 40 °C (obr. 4.) sa dosiahol najnižší obsah bielkovín vo filtrátoch šťavy predčereanej vápnom (cca 0,2 g.100 g⁻¹) pri pH predčerenia od 11,62 (pokusy I/40 °C) do 11,96 (pokusy III/40 °C). Pri pokusoch vykonaných pri teplote predčerenia 50 °C (obr. 5.) dosiahla sa najnižšia hodnota bielkovín vo filtrátoch predčereanej šťavy vápnom (cca 0,1 g.100 g⁻¹) pri pH predčerenia od 11,7 (pokusy I/50 °C) do 11,86 (pokusy III/50 °C). V pokusoch vykonaných pri teplote 60 °C (obr. 6.) sa dosiahol najnižší obsah bielkovín vo filtrátoch predčereanej šťavy (cca 0,3 g.100 g⁻¹) pri pH predčerenia od 11,8 (séria pokusov I/60 °C, III/60 °C a IV/60 °C) do 11,97 (pokusy II/60 °C).

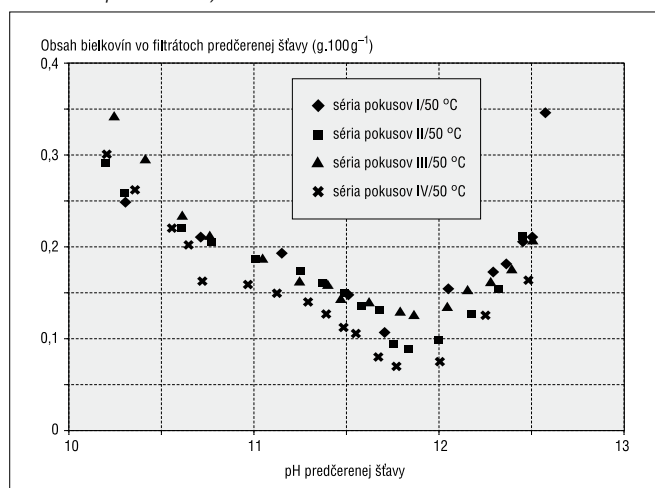
Obr. 3. Transmittancia filtrátov šťavy predčereanej vápnom pri teplote 50 °C v závislosti od pH predčereanej šťavy



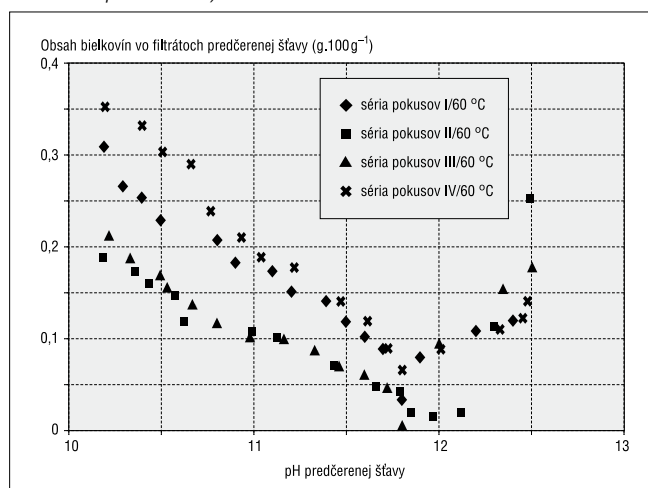
Obr. 7., 8. a 9. predstavujú obsahy bielkovín vo filtrátoch predčereanej šťavy vápnom pri teplotách 40 °C, 50 °C a 60 °C v závislosti od ich transmittancii vo filtrátoch. Získali sa rovnice korelácií, pri ktorých sú nasledujúce kvadraty koeficientov korelácie: v pokusoch pri teplote 40 °C je $R^2 = 0,7382$ ($R = 0,8592$), v pokusoch s teplotou predčerenia 50 °C $R^2 = 0,5888$ ($R = 0,7673$), pri pokusoch pri teplote 60 °C je $R^2 = 0,5379$ (čiže $R = 0,7334$). Vo všetkých prípadoch stanovené koeficienty korelácie majú vyššie hodnoty ako kritické hodnoty koeficientov korelácie R_0 (v prípade $n = 60$, $\alpha = 0,05$, R_0 je 0,25, v prípade $n = 70$, $\alpha = 0,05$, R_0 je 0,2319) (10). Z uvedených záverov môžeme konštatovať, že medzi týmito premennými sa korelácia nachádza.

Na obr. 10. sú uvedené transmittancie filtrátov predčereanej šťavy pri teplotách 40 °C, 50 °C a 60 °C odpovedajúce optimálnym bodom koagulácie, čiže najnižšej hodnote bielkovín vo filtráte a najvyššej transmittancie v jednotlivých pokusoch. V priebehu pridávania vápna do surovej repnej šťavy pri teplote 40 °C maximálna hodnota transmittancie bola v intervale 65,2–66,6 % v štyroch postupne opakovaných pokusoch, pri teplote 50 °C v hraniciach 75,6–80,0 %, v prípade teploty 60 °C od 79,9 do 87,6 %.

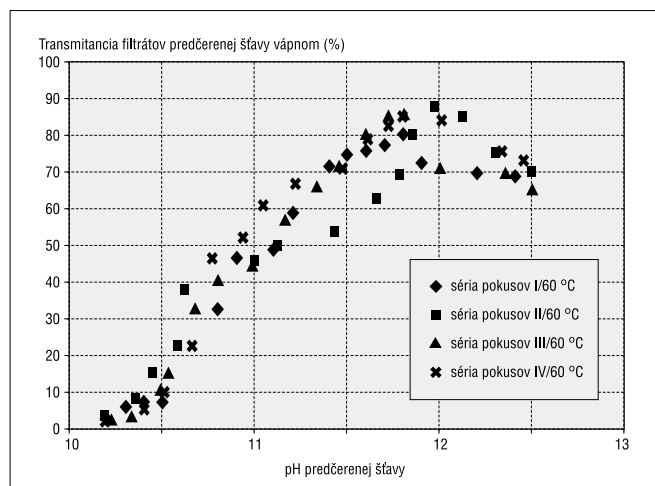
Obr. 4. Obsah bielkovín vo filtrátoch šťavy predčerenej vápnom pri teplote 50 °C v závislosti od pH predčerenej šťavy (štyri opakovania)



Obr. 6. Obsah bielkovín vo filtrátoch šťavy predčerenej vápnom pri teplote 60 °C v závislosti od pH predčerenej šťavy (štyri opakovania)



Obr. 5. Transmittancia filtrátov šťavy predčerenej vápnom pri teplote 60 °C v závislosti od pH predčerenej šťavy



Na obr. 11. je uvedený obsah bielkovín vo filtrátoch šťavy predčerenej vápnom pri teplotách 40 °C, 50 °C a 60 °C odpovedajúci optimálnym bodom koagulácie, čiže najvyššej transmittancii a najnižšiemu obsahu bielkovín vo filtrátoch v jednotlivých pokusoch. V experimentoch predčereovania surovej šťavy vápnom pri teplote 40 °C obsah bielkovín vo filtrátoch bol od 1,09 do 1,27 g.100 g⁻¹ sušiny v optimálnych bodoch koagulácie, v pokusoch pri teplote 50 °C v hraniciach 0,55 do 0,797 g.100 g⁻¹ sušiny a pri teplote predčereovania 60 °C v intervale od 0,029 do 0,397 g.100 g⁻¹ sušiny.

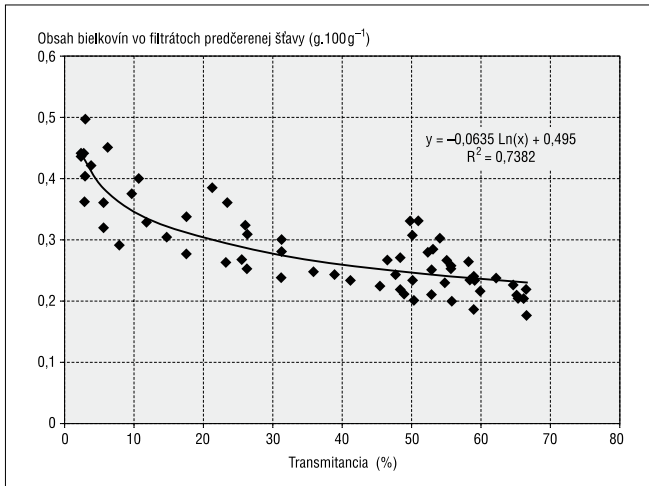
Na obr. 12. je uvedený obsah bielkovín vo filtrátoch získaných v optimálnych bodoch koagulácie bielkovín v závislosti od transmittancie týchto filtrátov, ktoré vykazovali najvyššiu transmittanciu a najnižší obsah bielkovín v jednotlivých opakovaníach. Z obrázku je vidieť, že pre filtráty získané v optimálnom bode predčereovania surovej šťavy je charakteristická teplota predčereovania, čím je vyššia teplota procesu predčereovania, tým je menší obsah bielkovín a vyššia transmittancia. Obsah bielkovín vo filtrátoch, získaných v optimálnom bode koagulácie bielkovín pri teplote 40 °C je od 1,09 do 1,27 g.100 g⁻¹ sušiny

a transmittancia od 65,2 do 66,6 %. V prípade prečereovania šťavy pri 50 °C obsah bielkovín vo filtrátoch bol nižší ako pri teplote 40 °C: 0,550–0,797 g.100 g⁻¹ sušiny a transmittancia filtrátov sa zvýšila na 75,6 až 80,0 %. Pri teplote predčereovania 60 °C obsah bielkovín vo filtrátoch predčerenej šťavy získaných v optimálnom bode koagulácie v porovnaní s teplotou predčereovania 50 °C bol ešte nižší (0,029–0,397 g.100 g⁻¹ sušiny) a transmittancia stúpla (79,9–87,6 %).

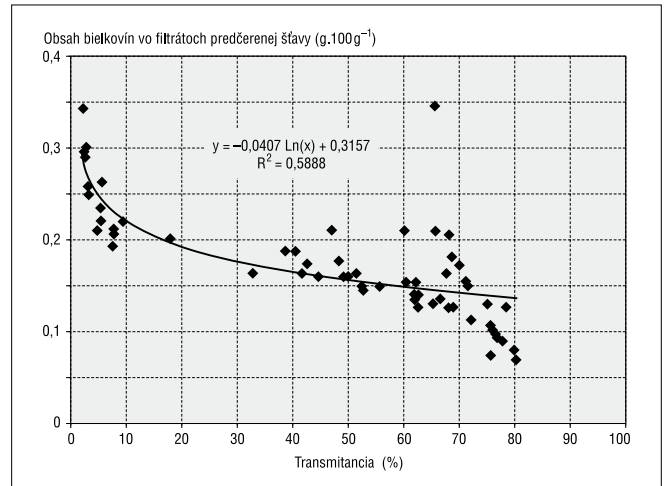
Závery

1. Transmittancia filtrátov šťavy predčerenej vápnom sa zvyšovala so stúpajúcou hodnotou pH šťavy, avšak iba do určitej maximálnej hodnoty, po jej prekročení dochádzalo k zníženiu hodnoty transmittancie filtrátov – čo je v zhode s konštatovaním BACZKA A JESICA (3), ktorí ju stanovili ako optimálny bod koagulácie v priebehu čerenia surovej repnej šťavy vápnom.
2. V optimálnom bode koagulácie, t.j. pri optimálnej hodnote pH predčereovania šťavy vápnom, získali sa maximálne hodnoty transmittancie filtrátov a jednoznačne minimum obsahu bielkovín v týchto filtrátoch. Potvrzuje to, že Lowryho metóda môže byť kompletne zaradená na stanovenie optimálneho bodu koagulácie bielkovín v procese predčereovania surovej repnej šťavy.
3. Získané korelačné koeficienty rovníc závislostí medzi transmittanciou a obsahom bielkovín vo filtrátoch šťavy predčerenej vápnom majú vyššie hodnoty (od 0,7334 do 0,8592), ako kritické hodnoty korelačných koeficientov korelácie R_0 (pre $n = 60$, $\alpha = 0,05$, R_0 je 0,25, v prípade $n = 70$, R_0 je 0,2319 (10)), z čoho vyplýva záver, že existuje korelácia medzi týmito premennými.
4. Pre filtráty, získané v optimálnom bode predčereovania surovej šťavy vápnom, je charakteristická teplota predčereovania, so zvyšujúcou sa teplotou predčereovania klesal obsah bielkovín vo filtrátoch a zvyšila sa ich transmittancia.
5. V optimálnych bodoch predčereovania surovej šťavy vápnom pri teplote 40 °C transmittancia filtrátov bola od 65,2 do 66,6 %, pri teplote predčereovania 50 °C bola väčšia, od 75,6 do 80,0 %, a pri teplote 60 °C bola ešte väčšia, zvýšila sa na 79,9–87,6 %.

Obr. 7. Obsah bielkovín vo filtrátoch šťavy predčerenej vápnom v závislosti od transmitancie filtrátov predčerenej šťavy pri teplote 40 °C (výsledky sú priemerom 4 stanovení)



Obr. 8. Obsah bielkovín vo filtrátoch šťavy predčerenej vápnom v závislosti od transmitancie filtrátov predčerenej šťavy pri teplote 50 °C (výsledky sú priemerom 4 stanovení)



6. V priebehu pridávania vápna do surovej repnej šťavy pri teplote 40 °C obsah bielkovín vo filtrátoch získaných v optimálnych bodoch koagulácie bol od 1,09 do 1,27 g.100 g⁻¹ sušiny, pri pokusoch vykonaných pri 50 °C sa znížil do hodnôt 0,550–0,797 g.100 g⁻¹ sušiny a pri teplote predčerenia 60 °C poklesol až na hodnoty od 0,029–0,397 g.100 g⁻¹ sušiny.

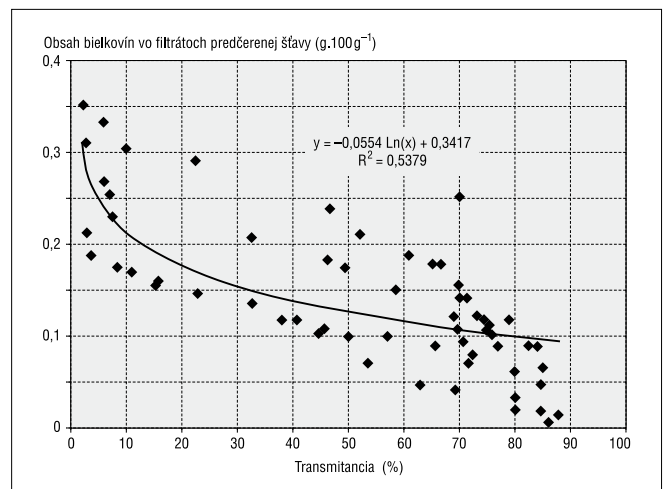
Súhrn

V optimálnom bode koagulácie, t.j. pri optimálnej hodnote pH čerenej šťavy, nadobúda maximálnu priepustnosť filtrátov a súčasne i minimum obsahu bielkovín. To potvrdzuje, že Lowryho metóda na stanovenie bielkovín môže byť kompletne použitá na stanovenie optimálneho bodu koagulácie v priebehu čerenia surovej repnej šťavy vápnom. So stúpajúcou teplotou predčerovacieho procesu surovej šťavy, filtráty získané v optimálnom bode čerenia vápnom vykazovali menší obsah bielkovín a vyššiu priepustnosť svetla.

Kľúčové slová: čerenie surovej repnej šťavy vápnom, priepustnosť svetla, obsah bielkovín, Lowryho metóda.

Preklad: Alexander Dandár

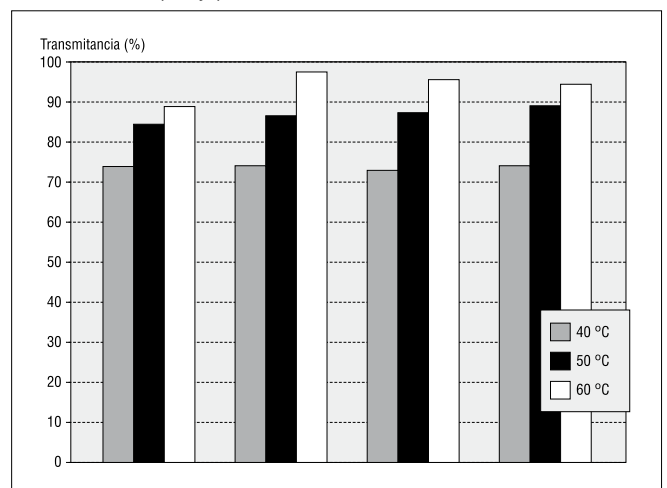
Obr. 9. Obsah bielkovín vo filtrátoch šťavy predčerenej vápnom v závislosti od transmitancie filtrátov predčerenej šťavy pri teplote 60 °C (výsledky sú priemerom 4 stanovení)



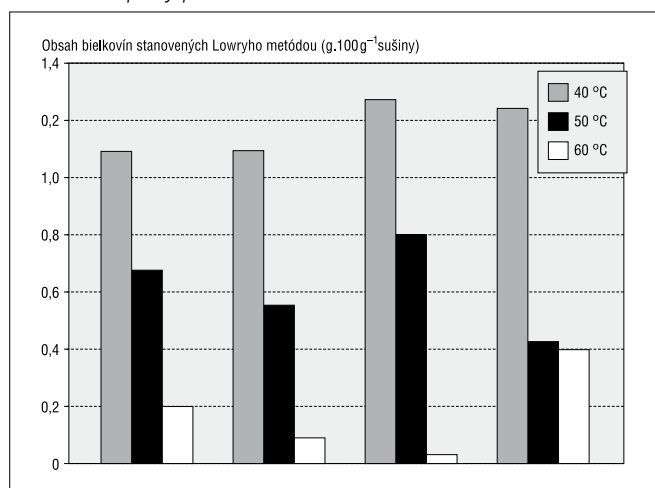
Literatúra

- 1 VAŠÁTKO, J.: Koagulation im Rübensaft. IV. Basisches Gebiet. Einfluß der Basen und Alkalien. *Z. Zuckerind. Čecho-slov. Rep.*, 59, 1934/35, s. 254–261.
- 2 VAŠÁTKO, J.: *Čistenie repnej šťavy*. Bratislava: Spolok chemikov Slovákov, 1950, 398 s.
- 3 BACZEK, F. A.; JESIC, V. M.: Bestimmung des optimalen Flockungspunktes Vorkalkung und der erster Carbonatation. *Zucker*, 27, 1974, s. 475–476.
- 4 AJDARI RAD, M.; SENGE, B.: Kontrolowanie przebiegu procesu oczyszczania soku metodą inline i online. *Gaz. Cukrow.*, 111, 2003 (1), s. 11–18.
- 5 BUTWIŁOWICZ, A.: *Metody analityczne kontroli produkcji w cukrowniach*. Warszawa: IPC, 1997, s. 44–64.
- 6 BÜSCHING, L.: Wyznaczenie optymalnych wartości pH defekacji wstępnej i I. saturacji. *Zucker*, 30, 1977, s. 595, ref. *Informator STC*, 1978 (511), s. 9–15.

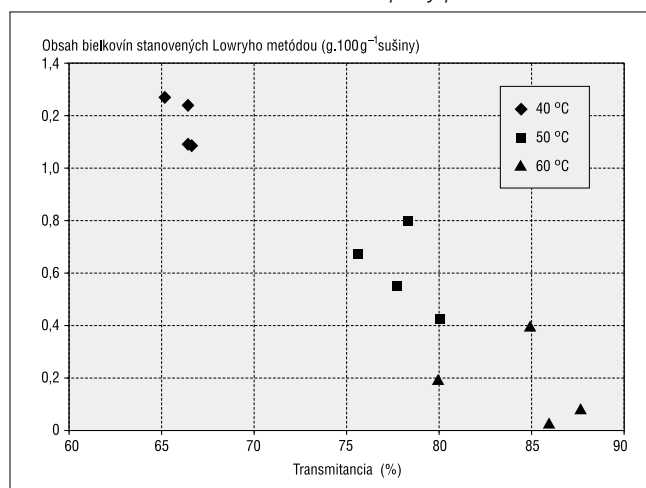
Obr. 10. Transmitancie filtrátov predčerenej šťavy vápnom stanovené v optimálnych bodoch koagulácie v závislosti od teploty predčerenia



Obr. 11. Obsah bílkovin vo filtrátech předčerené šťavy stanovený v optimálních bodech koagulace v závislosti od teploty předčerození



Obr. 12. Obsah bílkovin vo filtrátech šťavy předčerené vápnem, získaných v optimálních bodech koagulace v závislosti od transmittance filtrátu a teploty předčerození



- KLYSZEJKO-STEFANOWICZ, L.: *Ćwiczenia z biochemii PWN Warszawa*, 1999, s. 249.
- KRAUS, W. ET AL.: Badanie warunków dla optymalnej koagulacji podczas defekacji wstępnej soku buraczanego. *Zuckerind.*, 122, 1997, s. 91–99, ref. *Informator STC*, 8/979/97, 9/980/97, s. 17–22.
- POEL VAN DER, P. W.; SCHIWECK, H.; SCHWARTZ, T.: *Sugar Technology*. Berlin: Dr. Albert Bartens, 1998, s. 491–493.
- SZYDŁOWSKI, H.: *Teoria pomiarów*. Warszawa: PWN, 1981, s. 266.
- TOCZKO, M.; GRZELIŃSKA, A.: *Materialy do ćwiczeń z biochemii*. Warszawa: SGGW, 1995, s. 20.
- WNUK, B.: Możliwość użycia metody Lowry na stanowanie białek w cukrowarniczych sokiach. *Listy cukrow. řepař.*, 127, 2011 (3), s. 105–109.

Wnuk B.: The Correlation between Transmittance and the Protein Content of Raw Juice Filtrate during Liming

At the optimal coagulation point, i.e., the optimum pH for limed juice, maximum values for filtrate transmittance at minimum protein

content were obtained. This proves that the Lowry method for the determination of protein content is also appropriate for the determination of the optimal coagulation point during the liming of raw juice. With higher temperatures during liming, the filtrates obtained at the optimal liming point showed lower protein content and subsequently higher transmittance.

Key words: liming of raw juice, transmittance, protein content, Lowry method.

Kontaktná adresa – Contact address:

Dr Inż. Bożena Wnuk, Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Instytut Chemicznej Technologii Żywności, Zakład Cukrownictwa, ul. B. Stefanowskiego 4/10, 90-924 Łódź, Polska, e-mail: bozena.wnuk@p.lodz.pl

ROZHLEDY

Buzzanell P. Cukr v Mexiku: přehled cukrovarnického průmyslu (Sugar in Mexico: An Industry Overview)

Země patří mezi deset největších světových producentů cukru, celkem se jej ročně vyrábí kolem 5 mil. t. Z pěstební plochy 664 tis. ha se ročně sklízí přibližně 43 mil. t třtiny. V roce 2009/10 se vyrobilo 2 728 tis. t standardního bílého cukru, 1 479 tis. t cukru rafinovaného a 416 tis. t tradičního domácího mascabado. K tomu se ještě ca 500 tis. t cukru ročně dováží, hlavně z USA. Půdu obhospodařuje asi 150 tis. pěstitelů, což neumožňuje větší modernizaci produkce a hlavně sklizně třtiny. Celkem je sice k dispozici 57 cukrovarů, ale ne všechny jsou vždy v provozu. Poměrně velká je roční spotřeba fruktosových sirobů v nápojářském průmyslu, 1 200 tis. t v sušině.

Sugarbeet Grower, 49, 2010, č. 4, s. 8–9.

Číž

Tab. 1. Výroba cukru a cukrové třtiny v Mexiku

	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10*
	Množství cukru (tis. t)				
Počáteční zásoba	1 965	1 294	1 718	1 975	488
Výroba cukru	5 804	5 633	5 852	5 260	4 900
Import	240	474	226	160	970
Zdroje celkem	7 809	7 401	7 796	7 395	6 358
Spotřeba	5 649	5 523	5 144	5 540	5 000
Export	866	160	677	1 367	490
Konečná zásoba	1 294	1 718	1 975	488	868
Produkce třtiny (mil. t)	47,29	49,03	48,31	51,00	50,73
Výměra třtiny (tis. ha)	659	664	668	668	664
Výnos třtiny (t.ha ⁻¹)	71,76	73,83	72,31	76,35	76,40

* odhad

zdroj: USDA a autor