

Z Katedry Chemii Ogólnej Wydziału Rolnego W.S.R. w Lublinie
Kierownik: prof. dr Zenon Wierzchowski
i z Działu Higieny Żywnienia i Żywności Wojewódzkiej Stacji Sanitarно-Epidemiologicznej
w Lublinie
Kierownik: inż. dr Jan Czajka

Jan CZAJKA, Alicja PIETRZYKOWA

**Wpływ Ca(OH)_2 na zmianę pH, współczynnika załamania światła,
lepkości, napięcia powierzchniowego i zdolności pianotwórczej
układu koloidalnego białko-żółtko w zależności od czasu**

**Влияние Ca(OH)_2 на изменения pH, коэффициент преломления
световых лучей, вязкость, поверхностное напряжение
и пенотворные свойства коллоидной системы белко — желток
в зависимости от времени**

**Der Einfluss des Ca(OH)_2 auf die Veränderung von pH, Brechungs-
exponent, Viskosität, Oberflächenspannung und Schaumfähigkeit der
kolloidalen Eiweiss-Eidotter-Systeme in Abhängigkeit von der Zeit**

Równowaga fizyko-chemiczna koloidalnego układu białko — żółtko jaja może być zmieniona za pomocą działania związków chemicznych i fizycznych. Do związków chemicznych, które mogą wpływać na zmianę równowagi, należy Ca(OH)_2 , używany jako środek konserwujący. Na zmianę tę wpływa również temperatura, czas i sposób przechowywania jaj.

Pod wpływem działania Ca(OH)_2 mogą w białku i żółtku ulec zmianom takie wartości, jak pH, współczynnik załamania światła, napięcie powierzchniowe, lepkość, zdolność pianotwórcza, ciśnienie osmotyczne, przewodnictwo itp.

Według Tillmansa (1) zmiany zachodzące w układzie białko-żółtko uzależnione są od czasu i sposobu przechowywania, działania związków chemicznych, naświetlania itp. Badania Rosmussa (1) wykazały, że wyparowanie przez skorupę podczas przechowywania jaj powoduje zmianę stężenia, co pociąga w konsekwencji zmianę ciśnienia osmotycznego i innych własności fizycznych.

Smetnow i Tarabrina (2) badali zmiany układu chemicznego jaj w różnych warunkach i dowiedli, że są one przyczyną zmian wielkości fizycznych.

Przyczyną zmiany pH jest hydrolityczny rozpad masy jajowej. Wartości pH dla białek i żółtek poszczególnych jaj są różne, ale zawarte w pewnym przedziale. Średnia wartość w tym przedziale jest funkcją sposobu i czasu przechowywania jaj.

Badania Yoshinodu Nonami (3) rzuciły światło na zagadnienie zmian przy przechowywaniu jaj w wyższych temperaturach. Zmiany te związane są z rozwojem flory bakteryjnej powodującej rozkład chemiczny i zmianę wielkości fizycznych. Problem ten szeroko opracowali Baestle (4), Borgström (5) i inni i dowiedli, że różnego rodzaju bakterie są bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na własności fizyko-chemiczne białka i żółtka.

Własności optyczne naturalnego układu białko-żółtka zależne są między innymi od czasu, temperatury i pH. Według Bułankina (6) aktywność optyczna białka zmienia się podobnie jak lepkość. Ze wzrostem pH początkowo spada, następnie pozostaje bez zmian, a przy dużych pH znowu podnosi się. Zależność współczynnika załamania światła od pH wykazały również badania Kando Kinsuke i Hirono Iwamali (7), a także Shimeno (7).

Ilość i jakość grup powierzchniowo czynnych znajdujących się w białku i żółtku uzależniona jest od stopnia rozkładu drobin wchodzących w skład białka i żółtka. Rozkład ten uwarunkowany jest czasem, warunkami składowania jaj jak również sposobem konserwowania. Dawne stosunkowo prace Bottozziego i D'Agostina (8) wykazały, że zmiana napięcia powierzchniowego jak również i lepkość białka zależą od dodatku związków chemicznych. Kwasy i zasady obniżają napięcie powierzchniowe roztworów białka. Badania własne (9) dowiodły, że napięcie powierzchniowe jest większe dla białka, aniżeli dla żółtka. Według tych badań różnica wartości napięcia powierzchniowego jak również ich stosunek rośnie ze wzrostem stężenia. Lepkość roztworów białka zależna jest między innymi od ich stężenia. Chick i Lubrzyńska (10) wykazali, że lepkość dla albuminy zwiększa się powoli przy małym wzroście stężenia, a rośnie bardzo szybko przy dużych stężeniach tego białka. Prace Neuratha i innych (11) dowiodły, że drobiny białka charakteryzują się asymetrycznością z różnym stopniem asymetrii dla różnych białek. Lepkość roztworu białka jest między innymi funkcją stopnia asymetrii drobin.

Stopień uwodnienia drobin również wpływa na lepkość białka. Istnienie wyraźnej zależności lepkości od stopnia uwodnienia albuminy jaja w określonym pH wykazały badania Strączyńskiego i Firfarrowej (12).

Denaturacja białka, powodująca zmianę konfiguracji drobin, wpływa również na zmianę lepkości. Prace Jirgersona dowiodły, że

lepkość owoalbuminy podczas denaturacji kwasami i zasadami zwiększa się do pewnego maksimum, a następnie maleje przy dodaniu większych ilości odczynnika.

Badania cytowanych autorów odnoszą się przeważnie do poszczególnych rodzajów białek. Własne badania (14, 9, 15) rzucają światło na zmianę wielkości fizycznych w układach białko-żółtko różnych gatunków jaj.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Proces konserwowania jaj przy pomocy Ca(OH)_2 związany jest z częściowym przenikaniem roztworu tego związku przez pory skorupy do wnętrza jaja. Przenikanie to, które zaznacza się wyraźnie w pierwszej fazie konserwowania, ma niewątpliwy wpływ na stan równowagi fizykochemicznej tego skomplikowanego układu białkowego.

Badania niniejsze mają na celu:

1) przebadanie zmiany lepkości względnej, napięcia powierzchniowego, współczynnika załamania światła, zdolności pianotwórczej i pH w białkach i żółtkach w zależności od czasu działania Ca(OH)_2 ;

2) stwierdzenie zmiany tych wielkości w białkach i żółtkach jaj przechowywanych w lodówce w temp. $+4^\circ\text{C}$;

3) ustalenie empirycznych zależności między badanymi wielkościami, a czasem dla obydwu wypadków przechowywania;

4) wyciągnięcie wniosków co do zmiany struktury białka i żółtka w zależności od czasu i sposobu przechowywania;

5) wyciągnięcie wniosków co do możliwości zastosowania danych badań w praktyce.

Metodyka

Pobieranie prób do badań. Próby jaj w ilości 10—15 pobierano z basenu przeznaczanego do konserwowania z różnych jego głębokości i miejsc. Stężenie roztworu Ca(OH)_2 przeznaczanego do konserwowania jaj wynosiło 16 kg CaO na 1 m^3 roztworu, co w przeliczeniu na Ca(OH)_2 przy uwzględnieniu rozpuszczalności CaO przy 20°C wynosi 0,018% Ca(OH)_2 . Próby pobierano przez okres 6 miesięcy w odstępach dwutygodniowych. Badania rozpoczęto w momencie rozpoczęcia procesu konserwowania. Bezpośrednio przed konserwowaniem pobrano około 100 jaj przeznaczonych do konserwowania i przechowywano je przez cały okres badań w lodówce w temp. $+4^\circ\text{C}$. Jaja te badano równoległe z próbami pobieranymi z basenu.

Przygotowanie prób do badań. W pobranych próbach jaj po rozbiciu skorupy oddzielano dokładnie białko od żółtka. Białka wszyst-

kich prób połączono razem, dokładnie i ostrożnie wymieszano tak, by tworzyły masę o jednolitej konsystencji. Podobnie postąpiono z żółtkami. Po dokładnym wymieszaniu odstawiono próby białka i żółtka na kilka godzin tak, by z wnętrza rozartych mas ulotniły się pęcherzyki powietrza. W identyczny sposób przygotowano do badań jaja przechowywane w lodówce. Z tak przygotowanych mas białka i żółtka pobierano próby do poszczególnych oznaczeń.

Wykonanie pomiarów. Z przygotowanych poprzednio mas białka i żółtka sporządzono 5% roztwór używając przy tym wody o stałym pH. W wypadku wytrącenia zawiesiny roztwór sączono, a pomiary wykonywano z klarownym przesączem. Przez cały okres badań trwających 180 dni pomiary przeprowadzano w stałej temperaturze 20° C utrzymywanej za pomocą termostatu Höplera.

Pomiar pH. pH 5% roztworu białka i żółtka mierzono przy pomocy pehametru o elektrodach szklanej i kalomelowej według wskazówek podanych w piśmiennictwie (16). Otrzymane wartości zestawiono w tabeli 1. Średnią zmianę pH w zależności od czasu zobrazowano graficznie na wykresie 1.

Pomiar współczynnika załamania światła. Współczynnik załamania światła mierzono bezpośrednio w pełnym i naturalnym białku i żółtku. Pomiary przeprowadzano w refraktometrze Abbego uprzednio sprawdzonym, według metodyki podanej przez Löwego (17). Wyniki badań podano w tabeli 2 i na wykresie 2.

Pomiar lepkości. Lepkość względną 5% roztworów białka i żółtka mierzono sposobem podanym przez Täufela (17) za pomocą zmodyfikowanego wiskozymetru Ostwalda. Modyfikacja polegała na tym, że badany roztwór wypływał z rurki kapilarnej wiskozymetru do zbiorniczka znajdującego się u wylotu tej rurki. Kapilara wiskozymetru zanurzona była w badanym roztworze do ściśle określonej głębokości. Zbiorniczek zanurzony był w naczyniu napełnionym wodą o takiej samej temperaturze, jaką posiadała woda znajdująca się w płaszczu wiskozymetru. Modyfikacja taka ułatwia szybkość pomiarów lepkości. Celem ustalenia stałej wiskozymetru zmierzono czas wypływu dwukrotnie destylowanej wody. Czas wypływu badanych roztworów przyjmowano jako średni przynajmniej pięciokrotnych odczytów czasu wypływu cieczy. Do pomiarów czasu używano sekundomierza. Wyniki pomiarów podano jako lepkość względną w stosunku do wody — rozpuszczalnika — stosując wzór Ostwalda (18). Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 3, a w postaci graficznej na wykresie 3.

Pomiar napięcia powierzchniowego. Napięcie powierzchniowe 5% roztworów białka i żółtka mierzono metodą pęcherzykową, stosując pojedynczą kapilarę w aparacie do pomiarów zestawionym według metody

Rebindera (19). Do oznaczenia stałej aparatu użyto dwukrotnie destylowanej wody, której napięcie powierzchniowe w temp. 20°C wyniosło $72,75\text{ dyn/cm}$ (20). Wyniki badań podano w tabeli 3.

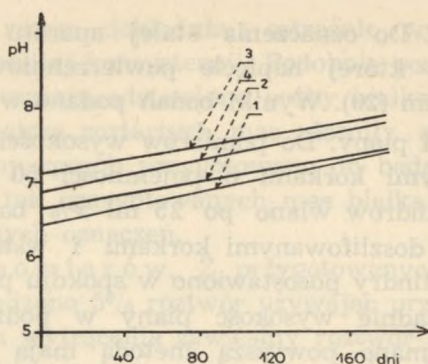
Pomiar wysokości piany. Do pomiarów wysokości piany użyto cylindrów z doszlifowanymi korkami o pojemności 50 ml z jednakowymi podziałkami. Do cylindrów wiano po 25 ml 5% badanych roztworów, zamknięto szczelnie doszlifowanymi korkami i wstrząsano energicznie dziesięciokrotnie. Cylindry pozostawiono w spokoju przez 10 sek. i zmierzono możliwie dokładnie wysokość piany w podziałkach cylindrów. Wyniki badań otrzymane powyższą metodą mają wartość pomiarów względnych i mogą być porównywalne tylko wtedy, gdy pomiary będą prowadzone w tych samych warunkach.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Załączone tabele i wykresy przedstawiają wyniki badań nad zmianą pH, współczynnika załamania światła, lepkości, napięcia powierzchniowego oraz zdolności pianotwórczej białka i żółtka w zależności od czasu i sposobu przechowywania jaj.

Tab. 1. Zmiana pH białka i żółtka w zależności od czasu (5% roztwór)

Lp.	Czas w dniach	pH			
		przy konserwowaniu Ca(OH)_2		przy przechowywaniu w lodówce ($+4^\circ\text{C}$)	
		białko	żółtko	białko	żółtko
1	1	6,5	6,7	—	—
2	15	7,6	6,8	6,8	6,5
3	30	7,1	7,1	7,9	6,5
4	45	7,7	6,8	—	—
5	60	7,2	6,8	8,	7,1
6	90	6,5	6,4	6,9	6,6
7	105	7,5	7,3	7,6	6,8
8	120	7,9	6,4	6,9	6,6
9	135	6,8	6,4	6,9	6,6
10	150	7,5	7,2	8,0	7,8
11	165	7,4	7,0	8,1	7,8
12	180	7,7	7,4	7,8	7,2



Wykres 1. Zależność pH od czasu; 1 — żółtko jaj z $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 2 — żółtko jaja z lodówki, 3 — białko jaja z $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 4 — białko jaja z lodówki.

Tabela 1 i wykres 1 przedstawiają zmiany pH 5% roztworu białka i żółtka. Dane tej tabeli są dość rozbieżne, ale z wykresu daje się odczytać kierunek zmiany. Nieregularna zmiana pH i duży rozrzut spowodowane są tym, że każda wartość tej tabeli odnosi się do innej próby — nie są to zmiany zachodzące w tej samej próbce. Z uwagi na różnorodność prób branych do badania i dużą ich stosunkowo liczbę, całość zmiany można potraktować ze statystycznego punktu widzenia. Takie ujęcie ważne jest dla zmian innych badanych wielkości fizycznych.

Zmiany pH w zależności od czasu można przedstawić prostą zobrazowaną na wykresie 1. Obraz tej prostej wskazuje na mały, ale dość wyraźny wzrost pH ze wzrostem czasu.

Proste wykresu 1 można przedstawić przybliżonym równaniem matematycznym, charakterystycznym dla prostej. Zmiana pH w zależności od czasu przybierze postać przybliżonego empirycznego równania matematycznego. W wypadku jaja konserwowanego za pomocą $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dla białka:

$$\text{pH} = 0,0033 t + B \quad [1]$$

gdzie t = czas podany w dniach

B = stała ulegająca wahaniom w zależności od rozrzutu wartości.

Dla białka $B = 6,1-7,5$. Średnio $B = 7,2$.

Wartości brzegowe i średnie zostały odczytane z wykresu prostej na papierze milimetrowym.

Dla żółtka:

$$\text{pH} = 0,0027 t + B \quad [2]$$

B średnio = 6,7, przy wartościach brzegowych 5,8—7,1.

W wypadku jaj przechowywanych w lodówce białko:

$$\text{pH} = 0,0022 t + B$$

[3]

B średnie = 7,2, B brzegowe = 6,4—8,7.

Żółtko:

$$\text{pH} = 0,0038 t + B$$

[4]

B średnie = 6,5, B brzegowe = 6,2—7,3.

Tab. 2. Zmiana współczynnika załamania światła białka i żółtka w zależności od czasu

Lp.	Czas w dniach	Współczynnik załamania światła n			
		jaja konserwowane $\text{Ca}(\text{HO})_2$		jaja przechowywane w lodówce w temp. $+4^\circ\text{C}$	
		białko	żółtko	białko	żółtko
1	1	1,3571	1,4135	—	—
2	15	1,3577	1,4138	1,3579	1,4179
3	30	1,3588	1,4110	1,3588	1,4140
4	45	1,3582	1,4129	—	—
5	60	1,3582	1,4100	1,3610	1,4139
6	90	1,3578	1,4070	1,3610	1,4142
7	105	1,3579	1,4072	1,3610	1,4144
8	120	1,3590	1,4100	1,3638	1,4130
9	135	1,3595	1,4050	1,3640	1,4140
10	150	1,3595	1,4080	1,3630	1,4120
11	165	1,3590	1,4039	1,3640	1,4135
12	180	1,3600	1,4060	1,3640	1,4130

Tabela 2 i wykres 2 przedstawiają zmiany współczynnika załamania światła pełnego i białka i żółtka. Proste wykresu 2 charakteryzują się wyraźną zmianą kierunkowości. Ogólnie biorąc współczynnik załamania światła dla białka rośnie, dla żółtka natomiast obniża się ze wzrostem czasu.

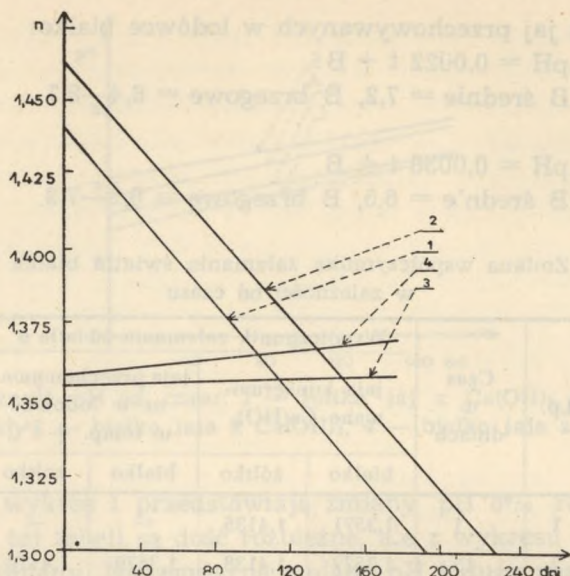
Zmianę współczynnika załamania światła ze wzrostem czasu można przedstawić na podstawie wykresu 2 przybliżonym równaniem empirycznym. Równanie to przybiera postać w wypadku konserwowania $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dla białka:

$$n = 14 \cdot 10^{-6} t + B$$

[5]

B średnie = 1,3574

B brzegowe = 1,3567—1,3580



Wykres 2. Zależność współczynnika załamania światła od czasu; 1 — żółtko jaja z $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 2 — żółtko jaja z lodówki, 3 — białko jaja z $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 4 — białko jaja z lodówki.

dla żółtka:

$$\frac{t}{A} + \frac{n}{B} = 1 \quad [6]$$

gdzie A średnie = 198

B średnie = 0,0105

wartości brzegowe A = 165—222

B = 0,0098—0,0129

Równania prostych dla jaj przechowywanych w lodówce przybierają wygląd dla białka:

$$n = 4 \cdot 10^{-5} t + B \quad [7]$$

gdzie B średnie = 1,3579

B brzegowe = 1,3566—1,3585

dla żółtka:

$$\frac{t}{A} + \frac{n}{B} = 1 \quad [8]$$

gdzie A średnie = 212

B średnie = 0,0036

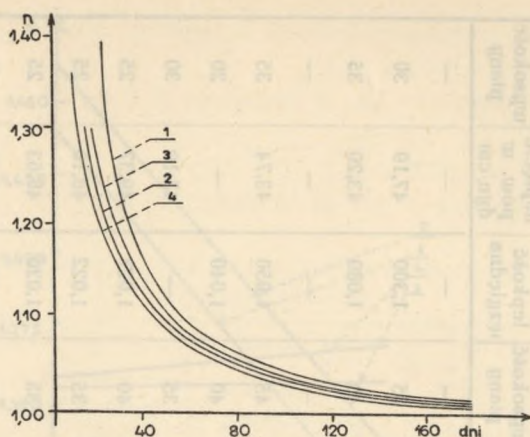
a przy wartościach brzegowych:

A = 150—268

B = 0,0025—0,0052.

Tab. 3. Zmiana napięcia powierzchniowego, lepkości i wysokości piany białka i żółtka w zależności od czasu (dla 5% roztworu)

Lp.	Czas w dniach	Jaja konserwowane $\text{Ca}/\text{OH}_{1/2}$						Jaja przechowywane w lodówce ($+4^\circ\text{C}$)					
		Białko			Żółtko			Białko			Żółtko		
		lepkość względna	napięcie pow. w dyn/cm	wysokość piany	lepkość względna	napięcie pow. w dyn/cm	wysokość piany	lepkość względna	napięcie pow. w dyn/cm	wysokość piany	lepkość względna	napięcie pow. w dyn/cm	wysokość piany
1	1,630	50,63	40	—	44,82	25	—	—	—	—	—	—	
2	1,360	49,10	45	1,400	42,44	30	1,272	52,37	35	1,300	47,19	30	
3	1,180	51,09	45	1,273	40,74	35	1,090	54,20	40	1,080	43,20	35	
4	1,090	—	35	1,070	—	30	—	—	—	—	—	—	
5	1,036	50,41	45	1,040	42,90	30	—	53,63	45	1,050	43,74	35	
6	1,022	—	40	1,040	—	40	1,040	—	40	1,040	—	30	
7	1,022	50,41	35	1,027	43,90	40	1,040	48,20	35	—	43,10	30	
8	1,022	54,20	35	1,020	43,19	40	1,027	50,41	40	1,027	49,37	25	
9	1,015	52,10	30	2,027	37,82	35	1,027	50,01	35	1,022	48,10	25	
10	1,005	51,83	30	1,015	45,81	30	1,018	48,20	35	1,020	48,63	25	
11	1,005	51,21	30	1,009	45,19	30	1,009	59,75	35	1,015	47,37	30	
12	1,005	51,50	25	1,009	43,20	35	1,009	52,37	30	1,015	51,74	30	



Wykres 3. Zależność lepkości względnej od czasu; 1 — białko jaja z $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 2 — białko jaja z lodówki, 3 — żółtko jaja z $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 4 — żółtko jaja z lodówki.

Zmianę lepkości względnej 50% roztworu ilustruje tabela 3 i wykres 3. Zmiana ta przebiega według krzywej zbliżonej kształtem do hyperboli. Krzywe te można przedstawić w przybliżeniu na podstawie powyższego wykresu ogólnym równaniem empirycznym:

$$\eta = \frac{3}{t} + B \quad [9]$$

Równanie to w ogólny sposób charakteryzuje przebieg wszystkich krzywych wykresu 3. Poszczególne krzywe różnią się między sobą stałą B, która w początkowych wartościach t charakteryzuje się dużą rozbieżnością. Średnio można przyjąć:

$$B \text{ średnie} = 1,000$$

Brzegowe wartości: $B = 0,790\text{—}1,003$

Należy zaznaczyć, że wzór 9 nie jest zbyt dokładny dla początkowych wartości t, a poniżej 15 bardzo niedokładny.

Na podstawie tabeli 3, wykresu 3 i wzoru 9 widać, że zmiana lepkości względnej ze wzrostem czasu nie wiele różni się dla białka i żółtka w obydwu wypadkach doświadczenia.

Napięcie powierzchniowe nie wykazuje większych zmian w zależności od czasu. Ogólnie tylko można stwierdzić, że dla żółtka jest ono mniejsze aniżeli dla białka. W wypadku konserwowania $\text{Ca}(\text{OH})_2$ wartości napięcia dla białka wynoszą: 49,10—54,20 dyn/cm; dla żółtka 37,82—45,19 dyn/cm. W wypadku przechowywania jaj w lodówce dla białka 48,20—59,75 dyn/cm; dla żółtka 43,20—51,74 dyn/cm. Dane te odbiegają od poprzednich naszych wyników (15), gdzie dla białka i żółtka zaznaczał się wyraźny spadek napięcia powierzchniowego z czasem. Niezgodność tę

można wytłumaczyć tym, że obecne badania nie były przeprowadzane na tych samych próbach.

Zdolność pianotwórczą mierzoną wysokością powstającej piany w określonych warunkach przedstawia tabela 3. Trwałość i wysokość piany jest zależna od napięcia powierzchniowego i lepkości roztworu. W naszym wypadku zdolność tworzenia piany w początkowych fazach doświadczenia rośnie do pewnego maksimum, a następnie spada. Maksimum to następuje po 60—90 dniach.

Wzory podane wyżej mają charakter przybliżony i odnoszą się do badanych prób. Mogą one być nieprzydatne w zastosowaniu do pojedynczej próby. Wykresy i wzory empiryczne służą do przybliżonej oceny różnicy zmian fizyko-chemicznych zachodzących w badanych układach w zależności od czasu.

Tab. 4. Zmiana różnicy n i η dla jaj przechowywanych w lodówce i konserwowanych Ca(OH)_2 w zależności od czasu

Lp.	t w dniach		1	15	30	50	90	140	180
1	$n_1 - n_w$	białko	4.10^{-4}	9.10^{-4}	13.10^{-4}	18.10^{-4}	29.10^{-4}	41.10^{-4}	52.10^{-4}
		żółtko	21.10^{-4}	26.10^{-4}	31.10^{-4}	36.10^{-4}	51.10^{-4}	62.10^{-4}	81.10^{-4}
2	$\eta_{11} - \eta_w$	białko	—	0,210	0,090	0,012	-0,016	-0,012	0
		żółtko	—	0,140	0,040	0	-0,003	-0,002	0

n_1 — współczynnik załamania światła przy przechowywaniu w lodówce, n_w — współczynnik załamania światła przy konserwowaniu Ca(OH)_2 , η_1 — lepkość względna przy przechowywaniu w lodówce, η_w — lepkość względna przy konserwowaniu Ca(OH)_2 .

Tabela 4 ma za zadanie przedstawić różnicę jaka zachodzi w zmianie współczynnika załamania światła i lepkości względnej białka i żółtka w zależności od czasu i warunków przechowywania. Dane tej tabeli uzyskano przez zastosowanie wzorów 5—9. Z tabeli tej widać, że różnica zmian współczynnika załamania światła i lepkości względnej jaj ogólnie biorąc jest większa dla żółtka, aniżeli dla białka. Różnica współczynnika załamania światła zwiększa się ze wzrostem czasu, różnica lepkości względnej zmniejsza się.

Tabela 5 ilustruje zmiany stosunku współczynnika załamania światła białka i żółtka oraz zmiany stosunku lepkości względnej białka do żółtka w określonym czasie pomiarów. Dane załączonej tabeli 5 wskazują, że

Tab. 5. Zmiana stosunku n i η białka i żółtka w zależności od czasu i sposobu przechowywania

Lp.	t w dniach		1	15	30	50	90	140	180
1	$\frac{n_b}{n_z}$	lodówka	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
		Ca(OH) ₂	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
2	$\frac{\eta_b}{\eta_z}$	lodówka	—	0,90	0,91	0,99	1,00	1,00	1,00
		Ca(OH) ₂	—	0,97	1,03	1,01	0,99	0,91	0,91

n_b — współczynnik załamania światła białka, n_z — współczynnik załamania światła żółtka, η_b — lepkość względna białka, η_z — lepkość względna żółtka.

iloraz tych wielkości dla jaj przechowywanych w lodówce i konserwowanych za pomocą Ca(OH)₂ jest prawie stały dla określonego czasu i mało zmienia się z jego wzrostem.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania, których wyniki zostały przedstawione w załączonych tabelach, wykresach i empirycznych wzorach, pozwalają wyciągnąć następujące wnioski:

1) zmiany badanych wielkości fizycznych wskazują, że ich przyczyną są zmiany chemiczne zachodzące wewnątrz jaja ze wzrostem czasu. Podobne one są co do kierunku dla jaj konserwowanych za pomocą Ca(OH)₂ i przechowywanych w lodówce, różnią się tylko wartościami bezwzględnyymi;

2) zmiany lepkości względnej wskazują, że ze wzrostem czasu następuje podobne przekształcenie struktury agregatów białka i żółtka w jajach przechowywanych w lodówce i konserwowanych Ca(OH)₂;

3) otrzymane wartości napięcia powierzchniowego nie wskazują na wyraźny wpływ czasu i sposobu przechowywania na tworzenie się grup powierzchniowo-czynnych;

4) różnica badanych wielkości dla jaj konserwowanych i przechowywanych w lodówce jest widoczna, ale zbyt mała, by tylko na tej podstawie wyciągnąć wnioski co do czasu i sposobu przechowywania jaj;

5) mała zmiana badanych wielkości z czasem w jajach konserwowanych Ca(OH)₂ jest spowodowana najprawdopodobniej małą przenikliwością jonów Ca⁺⁺ i OH['] i cząstek Ca(OH)₂ przez pory skorupy do wnętrza jaj. Ochronna, nierozpuszczalna warstwa CaCO₃ tworząca się na powierzchni skorupy jajowej, utrudnia przenikanie roztworu Ca(OH)₂ do

wnętrza i przeciwdziała zbyt daleko idącym zmianom fizyko-chem. układu koloidalnego białko-żółtka.

6) zestawienie wyżej podanych wzorów pozwala na przybliżoną ocenę czasu konserwowania lub przechowywania jaj. Wzory te odnoszą się tylko do większej ilości prób i nie można ich stosować do pojedynczej próby.

PIŚMIENICTWO

1. Bömer A., Juckenack A., Tillmans J.: Handbuch der Lebensmittelchemie. Berlin 1936, t. II, s. 609.
2. Smetnow S. J., Tarabrina L. B.: Chem. Ztbl. 878, (1958).
3. Yoshinodu Nonami: Chem. Ztbl. 1957, 48, 13508, (1957).
4. Baesle R.: Chem. Ztbl. 31, 8778, (1958).
5. Borgström G.: Chem. Ztbl., 31, 8779, (1958).
6. Bułankin J. N., Nagarnaja N. A., Parina E. W.: Biochimia, 6, 117, (1949).
7. Kando Kinsuke, Hirona Iwanac: Z. f. Lebensmittel, 76, 78, ((1838).
8. Bottozzi F., D'Agostino E.: Z. f. Lebensmittel 33, 41, 1917.
9. Czajka J., Mazurkiewicz M.: Roczniki P.Z.H., 6, 2, 165, 1955.
10. Chick H., Lubrzyńska E.: Z. f. Lebensmittel, 33, 523, 1917.
11. Neurath G., Hans G., Cooper-Erickson R.: J. Biol. Chem., 138, 411, 436, 1941.
12. Strączyński K. J., Firfarowa K. F.: Biochimia 2, 235, 1953.
13. Jirgenson B.: Z. f. Lebensmittel, 84, 411, 1942.
14. Czajka J., Radomański T.: Roczniki P.Z.H. 15, 33, (1955).
15. Czajka J.: Roczniki P.Z.H., 2, 149, (1958).
16. Kondratzki W.: Taschenbuch der praktischen pH — Messung, 1934, s. 207.
17. Bömer A., Juckenack A., Tillmans J.: Handbuch der Lebensmittelchemie. II/1, Berlin 1933, s. 20—20, 271.
18. Kuhn H.: Chemia koloidów. Warszawa 1957, s. 460.
19. Putłowa J.: Ćwiczenia laboratoryjne z chemii koloidów. Warszawa 1955, 184.
20. Kalendarz chemiczny, t. I, Warszawa 1954, 368.

РЕЗЮМЕ

В исследованиях над влиянием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и времени на pH, коэффициент переломления световых лучей, вязкость, поверхностное напряжение и пенотворные свойства, белка и желтка яйца после 180-дневного хранения констатировано:

- 1) в яйцах консервированных $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pH белка — 6,5—7,7, желтка — 6,4—7,2, коэффициент переломления световых лучей белка — 1,3571—1,3600, желтка — 1,4135—1,4060; вязкость 5% раствора белка — 1,630—1,005, желтка — 1,400—1,009, повер-

хностное напряжение белка — 49,10—52,10 dyn/cm, желтка — 37,82—45,81 dyn/cm.

- 2) в яйцах хранимых в леднике (+4°C) pH белка — 6,8—8,8, желтка — 6,5—7,8; коэффициент переломления световых лучей белка — 1,3579—1,3640, желтка — 1,4171—1,4130; вязкость 5% раствора белка — 1,272—1,009, желтка — 1,300—1,015; поверхностное напряжение белка 43,20—51,74 dyn/cm, желтка — 48,20—59,75 dyn/cm.

ZUSAMMENFASSUNG

Man untersuchte den Einfluss von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ und Aufbewahrungszeit auf pH, Brechungsexponent, Viskosität, Oberflächenspannung und Schaumfähigkeit von Eiweiss und Eidotter. Es wurde nach 180 Tagen folgendes festgestellt:

1) die Eier, welche mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konserviert waren, zeigen pH für Eiweiss 6,5—7,7, für Eidotter 6,4—7,2; Brechungsexponent für Eiweiss — 1,3571—1,3600, für Eidotter 1,4135—1,4060; Viskosität der 5% Lösung für Eiweiss — 1,630—1,005, für Eidotter — 1,400—1,009; Oberflächenspannung für Eiweiss 49,10—52,10 dyn/cm, für Eidotter 37,82—45,81 dyn/cm;

2) die Eier, welche im Eisschrank (+4°C) aufbewahrt waren, zeigen pH für Eiweiss 6,8—8,8, für Eidotter 6,5—7,8; Brechungsexponent für Eiweiss 1,3579—1,3640, für Eidotter 1,4171—1,4130; Viskosität der 5% Lösung für Eiweiss 1,272—1,009, Eidotter 1,300—1,015; die Oberflächenspannung für Eiweiss 43,20—51,74 dyn/cm, für Eidotter 48,20—59,75 dyn/cm.

3) otrzymane wartości napięcia powierzchniowego i współczynnika załamania światła dla białka i żółtka jaj kurzych przechowywanych w lodówce i w zamrażalniku.

3) otrzymane wartości napięcia powierzchniowego i współczynnika załamania światła dla białka i żółtka jaj kurzych przechowywanych w lodówce i w zamrażalniku.

3) otrzymane wartości napięcia powierzchniowego i współczynnika załamania światła dla białka i żółtka jaj kurzych przechowywanych w lodówce i w zamrażalniku.

3) otrzymane wartości napięcia powierzchniowego i współczynnika załamania światła dla białka i żółtka jaj kurzych przechowywanych w lodówce i w zamrażalniku.