

## **POWŁOKI JADALNE I ICH WPŁYW NA JAKOŚĆ I TRWAŁOŚĆ OWOCÓW I WARZYW**

Katarzyna Kozłowicz, Monika Sułkowska, Franciszek Kluza  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Streszczenie.** Celem pracy była analiza stosowania oraz wpływu na jakość i przechowywanie owoców i warzyw nakładanych na nie zróżnicowanych powłok jadalnych. Analizę poprzedzono charakterystyką ogólnych uwarunkowań przetwórstwa i składowania owoców i warzyw. Krytycznie oceniono skład powłok jadalnych i przytoczono przykłady ich stosowania na wybrane owoce i warzywa. Stwierdzono, że warstwy ochronne nałożone tuż po okresie pozbiorczym przedłużają trwałość, regulują procesy oddychania, hamują ubytki wilgoci, zabezpieczają przed patogenami chorobotwórczymi oraz przedłużają dopuszczalny okres przechowywania owoców i warzyw.

**Słowa kluczowe:** powłoki jadalne, owoce, warzywa, wyróżniki jakości

### **WSTĘP**

Wymagania konsumentów względem jakości, przydatności do spożycia i trwałości przy jak najdalszym zachowaniu naturalnego stanu produktów oferowanych przez rynek stale wzrastają. Wprowadzenie technologii łagodnego przetwarzania surowców spożywczych, które umożliwiają uzyskanie żywności świeżej lub o zachowanej świeżości, gotowej lub prawie gotowej do spożycia, czyli tzw. żywności wygodnej, jest jedną z odpowiedzi na te wymagania.

W dystrybucji i w handlu środkiem usprawniającym sprzedaż pełniącym rolę marketingową jest opakowanie jednostkowe. Zachęca ono do zakupu, informuje o walorach produktu. Zanim jednak owoce i warzywa zostaną opakowane, przechodzą szereg procesów przygotowujących je do wykorzystania, np. mycie, czyszczenie, obieranie, sortowanie czy krojenie. Czynności te powodują usuwanie naturalnych wosków z powierzchni owoców, co przyspiesza przebieg niepożądanych procesów, takich jak: obniżenie trwałości, zmiana barwy czy utrata połysku. Skórka owoców, np. oberżyny czy jabłka, po usunięciu warstewki naturalnego wosku brunatnieje, traci połysk, staje się mniej zwarta i ulega pomarszczeniu. Jednym ze sposobów spowalniania takich zmian są

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Katarzyna Kozłowicz, Katedra Chłodnictwa i Energetyki Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, e-mail: katarzyna.kozlowicz@up.lublin.pl

specyficzne osłonki jadalne chroniące tkanki owoców przed uszkodzeniami. Nakłada się je na owoce tuż po okresie zbiorczym, a więc przed przeprowadzeniem procesów uszlachetniających. Jednym z najważniejszych funkcji powłok jadalnych jest ochrona owoców przed ubytkami wilgoci, regulacja procesów oddychania, wydłużenie trwałości oraz ograniczenie strat wynikających z transportu, dystrybucji i sprzedaży

Celem pracy jest zbadanie problematyki stosowania powłok jadalnych na wybrane owoce i warzywa przy uwzględnieniu ogólnych uwarunkowań przetwórstwa i składowania tego typu produktów.

### NATURALNE I NAKŁADANE WARSTWY OCHRONNE A PRZECHOWYWANIE I OBRÓBKA OWOCÓW I WARZYW

Podstawowe straty jakości oraz ilości owoców i warzyw, występują pomiędzy ich zbiorem a konsumpcją. Istotnym warunkiem zachowania trwałości takich surowców jest właściwy sposób przechowywania i kontrola parametrów ich jakości (barwa, jędrność, fermentacja etanolu, skład atmosfery, zawartość wody, straty masy [Park 1999]).

Rośliny w stanie naturalnym pokryte są warstwą wodoodpornych, wytwarzanych w reakcjach biosyntezy wosków, której grubość waha się od kilku mikrometrów do kilku milimetrów. Znajomość ich składu jest bardzo istotna przy doborze składników nakładanych powłok jadalnych (tab. 1). Substancjami wchodzącymi w skład wosków naturalnych są węglowodory (1–2% do 50–60% masy), estry (od 5% do 20%), wolne alkohole (od 4% do 50% masy), kwasy tłuszczowe (ok. 10%) oraz aldehydy i ketony [Sułkowska 2004, Tendaj i Tendaj 1998].

Naturalne woski spowalniają procesy życiowe roślin po zbiorze, przyczyniając się do wydłużenia ich trwałości. Pełnią funkcje ochronne, hamują ubytki, regulują wymianę gazową, zabezpieczają przed przenikaniem niepożądanych substancji ze środowiska zewnętrznego (patogeny chorobotwórcze, zanieczyszczenia) i chronią tkankę przed uszkodzeniami [Tendaj i Kuzyk 2000, Tendaj i Tendaj 1998, Tendaj i Tendaj 2000].

Cienkie warstewki naturalnych wosków pokrywające owoce i warzywa są uszkadzane w czasie magazynowania i dystrybucji. Do całkowitego usuwania wosków dochodzi w czasie: sortowania, mycia, oczyszczania, obierania i krojenia, co inicjuje niebezpieczne procesy biochemiczne. Roślina wykazuje obniżoną trwałość, skłonność do zmian barwy, smaku, traci połysk lub brunatnieje. Skórki owoców, np. jabłek, najpierw tracą połysk, następnie brunatnieją, stają się mniej zwarte i ulegają pomarszczeniu [Tendaj i Tendaj 1998, Tendaj i Tendaj 1999].

Warstwy ochronne nakładane na owoce i warzywa, w tym powłoki jadalne, są zwykle wieloskładnikowymi substancjami pochodzenia naturalnego, o zbliżonym składzie do wosków naturalnych. Nakładanie ich na owoce i warzywa nazywane jest ogólnie woskowaniem (z ang. *waxing*). Do ich funkcji należy ochrona surowca w sposób możliwie najbardziej zbliżony do funkcji wosków naturalnych [Tendaj i Kuzyk 2000] oraz nadawanie połysku i jędrności świeżym surowcom [Tendaj i Tendaj 1999].

Wydłużają one trwałość surowców i opóźniają dojrzewanie, poprzez ograniczenie oddychania, transpiracji, dojrzewania czy też przejrzenia. Jako półprzepuszczalne błony, umożliwiają przenikanie gazów i elektrolitów między produktem a otoczeniem.

Składnikom takich powłok stawia się wysokie wymagania co do pożądaných właściwości sensorycznych, barierowości dla promieni UV, odporności na zmiany mikrobiologiczne, biochemiczne czy fizykochemiczne przy braku ich toksyczności. Z uwagi na to powłoki jadalne sporządzane są z substancji naturalnych i dodatków polepszających walory użytkowe (czynniki emulgujące, plastyfikatory, przyprawy, konserwanty, barwniki) i technologiczno-funkcjonalne [Tederko 1995, Tendaj i Kuzyk 2000, Tendaj i Tendaj 1999, Tendaj i Tendaj 2000, Tendaj i Tendaj 2001].

Tabela 1. Zawartość podstawowych składników niektórych wosków pokrywających tkankę roślin, % [Tendaj i Tendaj 2000]

Table 1. Basic ingredients content of some waxes those covered the plants tissue

Organ roślinny Plant tissue	Węglowodory Hydrocarbons	Estry Esters	Wolne alkohole Free alcohols	Wolne kwasy Free acids	Aldehydy Aldehydes	Ketony Ketones
Jabłko Apple	20	18	26	20	2	3
Owoc winorośli Fruit of grapevines	1	18	40	29	12	-
Liść winorośli Leaf of grapevines	2	6	60	9	6	-
Liść kapusty Leaf of cabbage	36	12,6	19,8	9,2	-	13,8

Skuteczność warstw jadalnych zależy przede wszystkim od wewnętrznego składu atmosfery. Dla przykładu w przypadku owocu pomidora, wymiana gazów w 97% zachodzi przez bliznę po szypułce. Zbyt gruba lub gęsta warstwa, powoduje ustalenie wewnętrznej koncentracji tlenu poniżej pożądanego i korzystnego poziomu oraz związanej z tym podwyższonej koncentracji CO<sub>2</sub> ponad poziom tolerancji, co doprowadza do beztlenowej fermentacji [Park 1999].

Sposoby nanoszenia powłok jadalnych są następujące:

- zanurzenie – powlekanie ciągle przez zanurzenie produktu w roztworze powłokotwórczym, a następnie odsączenie,
- natryskiwanie – powlekanie przez dyspersję roztworu,
- powlekanie – powlekanie w wirówce, bębnowe, powlekanie strumieniowe, powlekanie w procesie ciągłego mieszania (implikacja przez śrubowanie),
- żelowanie lub koagulacja na powierzchni, ogrzewanie roztworów makromolekularnych lub szybkie ochładzanie roztworu koloidalnego, wywołuje przejście zolu w żel lub precypitację.

Przy nanoszeniu powłok jadalnych, ważne jest zachowanie właściwej technologii procesu (odpowiednia temperatura, odczyn środowiska) [Kokoszka i Lenart 2009]. Podstawowymi składnikami powłok jadalnych są polisacharydy, proteiny i związki tłuszczowe (głównie woski).

Polisacharydy (hydrokoloidy) są to polimery o wysokiej masie cząsteczkowej. Wielocząsteczkowe polisacharydy (wielocukry), ze śladowymi ilościami substancji białkowych nie zawierają tłuszczów a uzyskiwane są poprzez ekstrakcję nasion, wodorostów lub metodami biotechnologicznymi (produkowane przez drobnoustroje). Do ich funkcji biologicznych należy tworzenie struktur (polisacharydy szkieletowe) oraz odkładanie substancji zapasowych (polisacharydy zapasowe). O chemicznych właściwościach polisacharydów decyduje ich budowa. Hydrokoloidy kształtują strukturę produktów poprzez nadawanie im cech fizykochemicznych, decydujących o jakości.

Różnorodność naturalnych surowców polisacharydowych stosowanych w tworzeniu powłok jadalnych, umożliwia kształtowanie ich cech funkcjonalnych w szerokim zakresie. Przykładowo, powłoka oparta na CMC jest mniej przepuszczalna dla tlenu niż dla dwutlenku węgla i cecha ta jest wykorzystywana przy wydłużaniu czasu dojrzewania owoców podczas ich transportu (np. jabłek i bananów) [Tederko 1995].

Bardzo łatwo psującym się surowcem są słodkie wiśnie. Powłoka jadalna spowalnia fizjologiczne procesy dojrzewania i starzenia się, czyli optymalnie przedłuża okres ich trwałości. Okrycie owoców wiśni poprzez zanurzenie w mieszaninie 'Semperfresh' (SE) składającej się z estrów sacharozy, kwasów tłuszczowych, celulozy, karboksymetylosodu, diglicerydów kwasów tłuszczowych efektywnie opóźnia zmiany większości parametrów dojrzewających wiśni. Powłoka zmniejsza straty masy, witaminy C, przedłuża trwałość, utrzymuje zabarwienie owocu i opóźnia zmiany jądrowości. SE przedłuża okres trwałości wiśni o około 21% w 30°C oraz o około 26% w 0°C bez dostrzegalnych zmian jakości [Yaman i Bayoundurlu 2002].

Cebula jest źródłem kwercetyny – bardzo silnej substancji antyutleniającej oraz zawiera bardzo dużo związków bakterioobójczych. W temperaturze otoczenia świeża cebula podatna jest na straty masy i dochodzi do odpadania warstw jej skóry, po 15 dniach przechowywania w temperaturze 23°C i wilgotności 70% traci około 2,8% masy. Zastosowanie na powierzchni cebuli przezroczystej warstwy roztworu soli alginianu sodu i roztworu chlorku wapnia oraz sisterolu zmniejsza straty masy do poziomu 1,8% [Hershko i Nussinovitch 1998]. Przedłużenie okresu magazynowania czosnku, a tym samym poprawienie możliwości jego zbytu uzyskuje się poprzez pokrycie warstwami jadalnymi z alginianu sodu, gellanu i k-karagenianu. Wymienione powłoki dobrze przylegają do zewnętrznej powierzchni skórki i przystosowują się do kształtu surowca. Ograniczają straty wilgoci, a tym samym straty masy. Świeżo zebrany czosnek traci około 17,5% masy po 23 dniach przechowywania w temperaturze otoczenia i wilgotności względnej 70%. Czosnek pokryty jadalną powłoką traci 14,2–15,8% wilgoci (w zależności od rodzaju użytej warstwy) [Nussinovitch i Hershko 1996].

Zastosowanie powłoki 'Nature Seal' (NS) 1020 na krojonego ziemniaka zawierającej celulozę – CMC (wraz z białkiem skutecznie kontroluje straty masy), witaminę C (antyutleniacz opóźniający brązowienie powierzchni krojonego ziemniaka), białko soi (zmniejszające przenikalność tlenu i pary wodnej), benzoesan sodu i potasu (konserwanty), a także środki zakwaszające (kwasek cytrynowy) – wykazało, że łączenie dodatków (środki zakwaszające, konserwanty, antyutleniacze) z warstwą karboksymetylocelulozy opóźnia brązowienie skuteczniej niż dodatki w roztworze wodnym. Powłoka jadalna stanowi barierę dla pary wodnej, zapobiega zmianom gazu wewnątrz produktu, zatrzymuje straty masy ciętego produktu, a także tworzy zmodyfikowaną atmosferę

wokół produktu. Warstwa ochronna skutecznie przedłuża okres magazynowania minimalnie przetworzonych ziemniaków, przechowywanych w temperaturze 4°C o około tydzień [Baldwin i in. 1996]. Skuteczną warstwą okazuje się również 2% roztwór alginianu, którym pokrywa się świeże pieczarki. Powłoka ta redukuje szybkość strat wilgoci, nie zmieniając masy świeżego surowca. Jest wytrzymała na wysokie temperatury np. podczas smażenia czy gotowania. Jest także łatwo usuwalna poprzez mycie produktu [Nussinovitch i Kampf 1993].

Białka jako związki organiczne o zróżnicowanej budowie złożone są z wielu monomerów (aminokwasów). Wyróżniamy białka, które zapewniają powłoce dobrą przyczepność i opóźniają brunatnienie (pochodzenia roślinnego: izolaty białka sojowego, mleczko sojowe, gluten pszeniczny) oraz te, które zwiększają trwałość mechaniczną, spistość powłok i przyczepność do wilgotnych powierzchni (pochodzenia zwierzęcego: białka uzyskane z żelatyny, serwatki, kazeiny). Stosowanie na jabłka, cytrusy i pomidory powłok jadalnych, opartych na białkach zawierających lipidy przedłuża czas dojrzewania, zapobiega powstawaniu obcych posmaków oraz utraty wody przez produkty [Tederko 1995].

Stosowanie preparatów białkowych ma na celu: zmniejszenie strat technologicznych (zwiększenie uzysku), wzbogacenie produktów w białko (poprawienie wartości odżywczej), modelowanie składu i jakości oraz zapewnienie stałej jakości produktów.

Przy tworzeniu powłok jadalnych z udziałem izolatów białek sojowych, ważne jest poznanie przebiegu procesu żelowania oraz składu i właściwości uzyskiwanych żeli, które zatrzymują cząsteczki wody, lipidy oraz inne substancje sprzyjające tworzeniu powłok.

Na surowce nakładane są warstwy roztworów wodnych zawierające 5% białkowego izolatu sojowego. Istotny wpływ na strukturę powłoki ma temperatura. Roztwory nieogrzone dają powłoki elastyczne, niezbyt gładkie, mało przezroczyste. Roztwór ogrzany do temperatury 60, 70, 85°C daje powłokę mniej elastyczną, ale przezroczystą, gładką i z połyskiem. Stosowane powłoki z białkowych izolatów sojowych dzięki niskiej rozpuszczalności w wodzie są trwałe. Pożądaną wytrzymałość mechaniczną (na rozciąganie, wydłużenie) uzyskuje się poprzez dodawanie plastyfikatora (np. glicerolu), dobranie temperatury i pH roztworu (8–12). Dzięki wprowadzaniu dodatków (np. chlorek wapnia) podnosi się wytrzymałość na przebicie o 43% i na rozciąganie o 96%. Dodatek glicerolu z udziałem peroksydazy ogrzany do 85°C poprawia sprężystość o 62%.

Warstwy białkowego izolatu sojowego nie stanowią skutecznej bariery dla pary wodnej. Przepuszczalność ta maleje wraz z ogrzewaniem powłok (do temperatury 80–95°C). Powłoka składająca się z roztworu 5% białkowego izolatu sojowego i 3% glicerolu o odczynie pH 8–12 stanowi dobrą barierę dla tlenu [Sułkowska 2004, Tendaj i Tendaj 2001].

Minimalnie przetworzone jabłka w postaci rozdrobnionej szybko brązowieją. Do zmniejszenia oddychania oraz hamowania enzymatycznego brązowienia wykorzystuje się dwie warstwy jadalne w połączeniu z czynnikami zapobiegającymi ciemnieniu tkanek: rozpuszczoną warstwę karagenu w wodzie destylowanej (stosunek 50 : 50), glicerolu, glikolu polietylenu i rozpuszczoną warstwę białek serwatkowych, glicerolu, karboksymetylocelulozy, CaCl<sub>2</sub>. W skład zapobiegających ciemnieniu produktu czynników wchodzi witamina C, kwas cytrynowy i kwas szczawiowy. Zastosowane warstwy

zmniejszając początkową intensywność oddychania. Najlepszą barierą okazuje się warstwa WPC (z białek serwatkowych), która zmniejsza oddychanie do 20% (karagen tylko 5%). Dodatek  $\text{CaCl}_2$  znacząco hamuje stratę jędrności. Koncentraty białek serwatki zawierające witaminę C z dodatkiem  $\text{CaCl}_2$  dobrze zabezpieczają jakość w ciągu dwóch tygodni przechowywania [Lee i Park 2003].

Wykorzystywane związki tłuszczowe to oleje roślinne, estry sacharozy, kwasy tłuszczowe, woski parafinowe, woski pszczele, woski roślinne, szelak [Rutkowski i in. 2003, Tendaj i Tendaj 1998]. Wosk pszczeli (E 901) którego temperatura topnienia wynosi 61–66°C stanowi barierę dla pary wodnej. Zawartość wosku pszczelego w powłoce na poziomie 20% obniża 2,5-krotnie przepuszczalność pary wodnej. Jednakże zbyt duża jego zawartość powoduje obniżenie wytrzymałości powłoki. Przenikalność tlenu przez warstwę wosku jest dwukrotnie większa niż przez warstwę polietylenu [Amarante i in. 2001, Rutkowski i in. 2003, Tendaj i Tendaj 1998]. Woski roślinne składają się przede wszystkim z węglowodorów, estrów, kwasów tłuszczowych i wolnych alkoholi tłuszczowych. Najczęściej stosowanymi woskami roślinnymi są candelilla (E 902) (uzyskiwany z *Euphorbia antisyphilitica*, stanowi bardzo dobrą barierę dla  $\text{CO}_2$  oraz ogranicza dyfuzję tlenu) oraz carnauba (E 903) (uzyskiwany z liści *Copernicia cerefeira*). Charakteryzują się one sztywnością i łamliwością, nie ulegają one utlenieniu i hydrolizie [Rutkowski i in. 2003, Tendaj i Tendaj 1998, Tendaj i Tendaj 2000]. Woski mają specyficzne właściwości sensoryczne. Nadają produktom atrakcyjny wygląd, tj. połysk, barwę, a także zachowanie i kształtowanie odpowiedniego smaku i zapachu przez stosowanie tych substancji z dodatkami smakowo-zapachowymi i barwnikami.

Tabela 2. Skład chemiczny i temperatury topnienia wosków stosowanych w powłokach jadalnych [Tendaj i Tendaj 1998]

Table 2. The chemical composition and melting temperature of waxes applied in edible coats

Skład chemiczny Chemical composition, %	Wosk pszczeli Bees-wax	Kandelilla Candellila	Karnauba Carnauba
Węglowodory Hydrocarbons	13–16	40–45	2–3
Estry Esters	-	30	80
Hydroksymonoestry Hydroksymonoesters	8–13	-	-
Alkohole alifatyczne Aliphatic alcohols	0–1	10	-
Alkohole Alcohols	-	-	10–15
Wolne kwasy tłuszczowe Free fatty acids	8–13	-	-
Składniki wielocząsteczkowe Multimolecular ingredients	30–35	-	-
Kwasy tłuszczowe Fatty acids	-	8–10	-
Wolne kwasy Free acids	-	-	3–5
Temperatura topnienia, °C Melting temperature	61–66	68,5–72,5	82–86

Warstwa ochronna z emulsji woskowej Capsicum/Zucchini Wax<sup>®</sup>, oparta na wosku carnauba na owocach gruszek o pełnej dojrzałości handlowej opóźnia dojrzewanie, redukuje straty wody i podatność skóry na otarcia, powodując zwiększenie dopuszczalnego okresu przechowywania tych owoców. Dodatkowo wzrost stężenia emulsji wosku przyczynia się do blokowania pęknięć naskórka [Amarante i in. 2001].

## SUBSTANCJE DODATKOWE STOSOWANE W POWŁOKACH JADALNYCH

Substancje dodatkowe (*food additives*) są substancjami niespożywanymi w sposób bezpośredni, ani nie są typowymi składnikami żywności. Użyte podczas produkcji, przetwarzania, transportu czy magazynowania poprawiają cechy surowca. Stosuje się je w celu ochrony przed zmianami jakościowymi, zabezpieczenia produktu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi, przedłużenia okresu trwałości czy nadania atrakcyjności produktom [Rutkowski i in. 2003].

Substancje konserwujące zmniejszają szybkość lub całkowicie hamują niekorzystne procesy mikrobiologiczne i enzymatyczne, powodujące psucie oraz obniżenie jakości surowców. Zastosowane na produkty przedłużają ich okres przechowywania, zapobiegają niekorzystnym zmianom. Najczęściej stosowanymi substancjami konserwującymi są kwas sorbowy i jego sole, kwas benzoesowy, benzoesan sodu, siarczyny, azotyny, kwas propionowy i jego sole [Rutkowski i in. 2003, Sułkowska 2004].

Środki zakwaszające hamują wzrost niektórych mikroorganizmów. Przyczyniają się one do zwiększenia trwałości surowców i poprawy cech organoleptycznych intensyfikując smak oraz hamując utlenianie tłuszczów.

Emulgatory nadają cechy tekstury zbliżone do tłuszczu, wiążą i utrzymują wodę w produkcie. Są to mono- i diglicerydy kwasów tłuszczowych, lecytyna [Rutkowski i in. 2003].

Wśród dodatków polepszających walory użytkowe warstw możemy wyróżnić:

- czynniki emulgujące i dyspersyjne – kwasy tłuszczowe pochodzenia roślinnego,
- plastyfikatory: glicerol i glikol polietylenowy są najskuteczniejszymi plastyfikatorami, które poprawiają elastyczność. Wprowadzone jednak w nadmiarze powodują pogorszenie właściwości mechanicznych i zwiększają przepuszczalność pary wodnej (glikol polipropylenowy i sorbitol) [Tendaj i Kuzyk 2000, Tendaj i Tendaj 1998].

## CHITOSAN JAKO NATURALNA POWŁOKA ZAPOBIEGAJĄCA POZBIORCZYM INFEKCJOM OWOCÓW I WARZYW

Chitosan (odacetylowana chityna) jest otrzymywany z zewnętrznych muszli skorupiaków, takich jak kraby, kryle i kreweteki, oraz z mięczaków i owadów, gdzie jest głównym składnikiem egzoszkieletu. Chitin i chitosan są polisacharydami, chemicznie podobnymi do celulozy różniącymi się skalą obecności azotu. Chitosan jest niską formą acetylu chityny głównie składającego się glukozaaminy, 2 aminy-2-deoxy-b-D-glukozy.

Tabela 3. Zastosowanie chitosanu (wybrane przykłady)  
Table 3. Use of chitosan (chosen examples)

Surowiec Material	Zastosowanie Application	Korzyści/ Efekty Advantage/Effects	Piśmiennictwo Reference
Truskawka Strawberry	powłoki z roztworu 10, 15 mg/ml chitosanu	ograniczenie rozwoju pozbiornych chorób spowodowanych rozwojem grzybni (pleśni) <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> podczas przechowywania	Ghaouth A.E. i in. 1992a Ghaouth A.E. i in. 1992b
Winogrona Grapes	zanurzenie owoców w roztworze 0,1; 0,5; 1,0% chitosanu	ograniczenie rozwoju pozbiornych chorób spowodowanych rozwojem grzybni (szarej pleśni) <i>Botrytis cinerea</i>	Romanazzi G. i in. 2002
Brzoskwinie Peach	zanurzenie owoców w roztworze 5 i 10 mg/ml chitosanu	ochrona brzoskwinie przed brunatną zgnilizną spowodowaną przez <i>Monilia fructicola</i> , spowolnienie starzenia się brzoskwiń, czyli wydłużenie okresu przechowywania	Hongye Li i Ting Yu 2000
Liczi Litchi	powłoki z wodnego roztworu 1,0–2,0% chitosanu	redukcja strat masy, powstrzymanie wzrostu aktywności oksydazy polifenolowej (opóźnienie brązowienia owocni)	Zhang D. i Quantick P.C. 1997
Świeże grzyby Fresh mushroom	wodny roztwór 0,5, 1,0 i 2,0 g chitosanu/100 ml	wstrzymanie odbarwienia, obniżenie aktywności polifenolooksydazy, peroksydazy, katalazy, wstrzymanie rozwoju mikroorganizmów i wydłużenie okresu przechowywania	Eissa A.A. Hesham 2007
Owoce longanu Long fruit	powłoki z wodnego roztworu 0,5; 1,0; 2,0% chitosanu	ograniczenie procesów oddychania (zmniejsza aktywności oksydazy polifenolowej), zmniejszenie strat masy, częściowe zahamowanie procesów gnilnych w owocach, przedłużenie zachowania trwałości podczas przechowywania	Yueminh J. i Yuebiao L. 2001
Ponikło słodkie – bulwy podziemne „kaszтана” Chinese water – chestnut	wodny roztwór 0,5, 1,0 i 2,0 g chitosanu/100 ml	przedłużenie okresu przechowywania ( <i>shelf life</i> ), utrzymanie jakości świeżo ciętych bulw „kaszтана” podczas przechowywania i dystrybucji	Pena L.T. i Jianga Y.M. 2003
Hamburgery rybne Fish patties	roztwór 4% chitosanu i żelatyny	obniżenie ogólnej liczby mikroorganizmów, szczególnie bakterii „gram-ujemnych”	López-Caballero M.E. i in. 2005

W ostatnich latach specyficzne właściwości chemiczne i fizyczne chityny, chitosanu i ich pochodnych uzyskały szerokie zastosowanie przemysłowe (kosmetologia; biotechnologia – emulgatory; farmakologia i medycyna – leki, włókna, sztuczne organy, błony; rolnictwo – środek grzybobójczy, modyfikator gleby; żywność – powłoka, konserwant, antyutleniacz) [Bautista-Baños i in. 2006, Shahidi i in. 1999].

Chitozan, wysoko cząsteczkowy polimer, nietoksyczny, biologicznie czynny stał się docenionym związkiem ze względu na jego działanie grzybobójcze i aktywizujące mechanizmy obronne w tkankach roślin [Bautista-Baños i in. 2006]. W związku z właściwościami biochemicznymi chitozan jest idealną powłoką konserwującą dla świeżych



owoców i warzyw. Stosowanie filmów i warstw z chitozanu przedłuża ich dopuszczalny okres przechowywania i ogranicza procesy gnicia truskawek, liczi, śliwek czy jabłek. Chitozan, zmniejszając wzrost wielu bakterii patogennych i grzybów, jest ogólnie stosowany w pozbiórczym traktowaniu owoców i warzyw [Baldwin i in. 1995; Cheah i in. 1997], [Romanazzi i in. 2002] (tab. 3).

## PODSUMOWANIE

Na jakość i wartość handlową zebranych warzyw i owoców wpływają między innymi procesy oddychania i transpiracji oraz zmiany składu chemicznego. Procesy te można regulować poprzez zastosowanie warstw ochronnych, sporządzanych przy użyciu dopuszczonych formalnie i akceptowanych przez odbiorców substancji pochodzenia naturalnego.

Zawarte w powłokach proteiny oraz węglowodany zapewniają dobre mechaniczne oraz organoleptyczne właściwości powłok i są efektywną barierą dla mieszanek zapachowych oraz lekkich gazów (tlen, dwutlenek węgla). Lipidy natomiast redukują transfery pary wodnej.

Zastosowanie powłok jadalnych na świeże owoce i warzywa tuż po okresie pozbiórczym jest bardzo ważnym zabiegiem przedłużającym ich trwałość. Warstwa ochronna reguluje procesy oddychania, hamuje ubytki wilgoci, zabezpiecza przed niepożądanymi czynnikami środowiska zewnętrznego i patogenami chorobotwórczymi.

Ważną funkcją warstw ochronnych nakładanych na surowce jest ograniczenie strat ich masy zarówno w przechowywaniu jak i w obrocie handlowym. Istnieją zależności między rodzajem użytej powłoki a ubytkami wody i zmianą suchej masy substancji.

## PIŚMIENNICTWO

- Amarante C., Banks N.H., Ganesh S., 2001. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. *Postharvest Biol. Tec.* 21, 3, 291–301.
- Baldwin E.A., Nisperos M.O., Chen X., Hagenmaier R.D., 1996. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biol. Tec.* 9, 2, 151–163.
- Bautista-Baños S., Hernández-Lauzardo A.N., Velázquez-del Vallea M.G., Hernández-López M., Ait Barka E., Bosquez-Molina E., Wilson C.L., 2006. Chitosan as potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Prot.* 25, 108–118.
- Cheah L.H., Page B.B.C., Shepherd R., 1997. Chitosan coating for inhibition of sclerotinia rot of carrots. *N.Z.J. Crop Hort. Sci.* 25, 89–92.
- Eissa A.A. Hesham, 2007. Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom. *J. Food Quality* 30, 5, 623–645.
- Ghaouth A.E., Arul J., Grenier J., Asselin A., 1992a. Antifungal Activity of Chitosan on Two Postharvest Pathogens of Strawberry Fruits. *Phytopathology* 82, 398–402.
- Ghaouth A.E., Arul J., Grenier J., Asselin A., Benhamou N., 1992b. Antifungal activity of chitosan on post-harvest pathogens: induction of morphological and cytological alterations in *Rhizopus stolonifer*. *Mycological Res.* 96(9), 769–779.

- Hershko V., Nussinovitch A., 1998. Physical properties of alginate-coated onion (*Allium Cepa*) skin. *Food Hydrocolloid*, 12, 2, 195–202.
- Hongye Li, Ting Yu, 2000. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *J. Sci. Food Agric.*, 81, 2, 269–274.
- Kokoszka S., Lenart A., 2009. Powłoki jadalne – tworzenie i zastosowanie. *Przemysł Spożywczy* 12, 30–32.
- Lee J.Y., Park H.J., 2003. Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *LWT – Food Sci. Technol.* 36, 3, 323–329.
- López-Caballero M.E., Gómez-Guillén M.C., Pérez-Mateos M., Montero P. 2005. A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloid* 19, s.303–311
- Nussinovitch A., Hershko V., 1996. Gellan and alginate vegetable coatings. *Carbohydr. Polym.* 30, 2–3, 185–192.
- Nussinovitch A., Kampf N., 1993. Shelf life extension and conserved texture of alginate – coated mushrooms (*Agaricus Bisporus*). *LWT – Food Sci. Technol.* 26, 5, 469–475.
- Park H.J., 1999. Development of advanced edible coatings for fruits. *Trends Food Sci. Tech.* 10, 254–260.
- Pena L.T., Jianga Y.M., 2003. Effects of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut. *LWT – Food Sci. Technol.* 36, 359–364.
- Romanazzi G., Nigro F., Ippolito A., Di Venere D., Salerno M., 2002. Effects of pre- and post-harvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes. *J. Food Sci.*, 67, 5.
- Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K., 2003. Kompendium dodatków do żywności, Hortimex, Konin, 550 s.
- Shahidi F., Arachchi J.K.V., Jeon Y.-J. 1999. Food application of chitin and chitosans. *Trends Food Sci. Tech.*, 10, 37–51.
- Sułkowska M., 2004. Studia nad pokrywaniem owoców i warzyw powłokami ochronnymi w celach konserwacyjnych. Praca magisterska, AR w Lublinie, s. 59.
- Tederko A., 1995. Jadalne opakowania żywności. *Przemysł Spożywczy* 9, 343–345.
- Tendaj M., Kuzyk K., 2000. Powłoki jadalne w pozbiórczym uszlachetnianiu warzyw i owoców. *Owoce, Warzywa, Kwiaty* 21, 20.
- Tendaj M., Tendaj B. 1998. Woski jako składniki warstw chroniących świeże owoce i warzywa. *Postępy Nauk Rolniczych*,
- Tendaj M., Tendaj B., 1999. Powłoki jadalne przedłużają trwałość owoców i warzyw. *Ogrodnictwo* 2, 18–19.
- Tendaj M., Tendaj B., 2000. Właściwości powłok jadalnych w pozbiórczym uszlachetnianiu owoców i warzyw. *Zesz. Nauk. AR, Kraków* 71, 423–427.
- Tendaj M., Tendaj B., 2001. Białka sojowe jako składniki powłok jadalnych. *Przemysł Spożywczy* 7, 20–22.
- Yaman O., Bayoundurlu L., 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf life and quality of cherries. *LWT – Food Sci. Technol.* 35, 2, 146–150,
- Yueminh J., Yuebiao L., 2001. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of long fruit. *Food Chem.* 73, 139–143.
- Zhang D., Quantick P.C., 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Postharvest Biol. Tec.*, 12, 2, 195–202.

**EDIBLE COATINGS AND ITS IMPACT ON QUALITY  
AND DURABILITY OF FRUIT AND VEGETABLES**

**Abstract.** The analysis of applying and the influence of different edible coatings on the quality of fruit and vegetables in processing and storage was the aim of this study. Analysis was preceded by the characterization of general conditioning of the processing and storage of raw materials and products of this type. Critical assessment of edible coatings composition and examples of their applying on chosen fruit and vegetables were quoted. Applying edible coatings on fruit and vegetables after post-harvest period extend their stability, reduces respiration rate and weight loss, inhibits the growth of pathogens as well as extends their shelf life.

**Key words:** edible coatings, fruits, vegetables, quality properties

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2011