



**POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**

ŻYWNOŚĆ

NAUKA • TECHNOLOGIA • JAKOŚĆ

Suplement

ŻYWNOŚĆ

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 4(25) Supl.

Kraków 2000

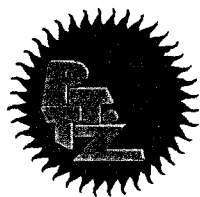
Rok 7

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
WACŁAW LESZCZYŃSKI: Jakość ziemniaka konsumpcyjnego	5
KRYSTYNA ZARZECKA, BARBARA GAŚSIOROWSKA: Oddziaływanie herbicydów na wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka jadalnego	28
BARBARA GAŚSIOROWSKA, KRYSTYNA ZARZECKA: Wpływ preparatu Fazor 80SG na wybrane cechy jakości bulw ziemniaka w okresie przechowywania	37
ANNA FRYDECKA–MAZURCZYK, KAZIMIERA ZGÓRSKA: Zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka w zależności od odmiany, miejsca uprawy i terminu zbioru	46
ANNA FRYDECKA–MAZURCZYK, KAZIMIERA ZGÓRSKA: Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa spożywczego po przechowywaniu w niskiej temperaturze	53
AGNIESZKA KITA, ELŻBIETA RYTEL, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK, GRAŻYNA LISIŃSKA: Konsystencja chipsów w zależności od terminu zbioru ziemniaków	60
AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK: Konsystencja frytek ziemniaczanych w zależności od zawartości i składu polisacharydów w surowcu	70
WACŁAW LESZCZYŃSKI, TOMASZ ZIĘBA, URSZULA PROŚBA-BIAŁCZYK, MAREK MYDLARSKI: Wpływ sposobu uprawy ograniczającego rozwój zarazy ziemniaka na zawartość i właściwości skrobi	84
TERESA FORTUNA, LESŁAW JUSZCZAK, MIECZYSLAW PAŁASIŃSKI: Fosforylacja skrobi ziemniaczanej rozsegregowanej pod względem wielkości ziaren	91
LEONARDA GRUCHAŁA, WŁODZIMIERZ BALCEREK, MONIKA BĄKOWSKA: Badania właściwości reologicznych modyfikatorów skrobiowych	99
WACŁAW LESZCZYŃSKI: Konferencja naukowa: <i>Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie</i>	109
Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji PTTŻ	114
Informacja dla autorów	115

Zamieszczone artykuły są recenzowane

Czasopismo jest referowane przez: AGRO-LIBREX, Chemical Abstracts Service i IFIS



**POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**

ŻYWNOŚĆ

NAUKA • TECHNOLOGIA • JAKOŚĆ

Suplement

Nr 4(25)

Kraków 2000

Rok 7

REDAKCJA:

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 012/ 293-50-54

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 411-91-44 w. 476; e-mail: rrpasek@cyf-kr.edu.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, dr inż. Anna Bala-Piasek, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, dr Teresa Woźniakiewicz

Stali współpracownicy: prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska (Warszawa), dr Grażyna Morkis (Warszawa), dr inż. Jerzy Pałasiński (Kraków), dr inż. Stanisław Popek (Kraków), doc. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

RADA PROGRAMOWA:

prof. dr Antoni Rutkowski (*przewodniczący*), dr hab. Kazimierz Dąbrowski (*sekretarz*), prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Roman Grzybowski, prof. dr hab. Mieczysław Jankiewicz, prof. dr hab. Jan Kiswa, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Helena Oberman, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Tadeusz Tuszyński, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2000

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

tel./fax (012) 266-92-69

OD REDAKCJI

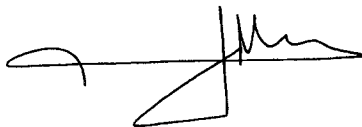
Szanowni Państwo,

Otrzymujecie Suplement nr 4(25) kwartalnika „Żywność”, w którym publikujemy artykuły będące pokłosiem Konferencji Naukowej nt.: „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”, która odbyła się w dniach 8-11 maja 2000 r. w Polanicy Zdroju.

Wyrażam nadzieję, że artykuły opublikowane w tym Suplemencie spotkają się z państwa życzliwym przyjęciem.

Kraków, grudzień 2000 r.

Redaktor Naczelny

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke.

Tadeusz Sikora

WACŁAW LESZCZYŃSKI

JAKOŚĆ ZIEMNIAKA KONSUMPCYJNEGO

Streszczenie

Ziemniak spożywany winien odpowiadać określonym wymaganiom jakościowym. Musi mieć właściwe cechy sensoryczne – smak, aromat, barwę i konsystencję, z niską skłonnością do ciemnienia enzymatycznego i chemicznego. Winien posiadać odpowiednią wartość odżywczą (zawartość witaminy C, białka i składników mineralnych, niezbyt wysoką wartość energetyczną) oraz nie zawierać lub zawierać bardzo mało substancji toksycznych i szkodliwych dla zdrowia (glikoalkaloidy, azotany, metale ciężkie, pestycydy). Nie może być porażony chorobami i posiadać wad jakościowych (pustowatość serc, ciemna plamistość itp.). Winien mieć regularny kształt z płytko zagłębionymi oczkami. Powinien dobrze się przechowywać, bez dużych strat ilościowych i zmian jakościowych.

Jedną z głównych roślin uprawnych jest ziemniak, którego zbiera się na świecie 270–300 mln ton rocznie. W Polsce zajmuje on szczególną pozycję, plonując również na glebach słabych, mających znaczny udział w areale gruntów ornych. Zbiory ziemniaka w Polsce wynoszą, w zależności od warunków meteorologicznych w okresie sezonu wegetacyjnego, 24–30 mln ton. Do bezpośredniej konsumpcji przeznaczają się co roku prawie taką samą jego ilość w granicach 5,2–5,5 mln ton. W spożyciu ziemniaka na jednego mieszkańca (ok. 135 kg rocznie), Polska zajmuje jedno z czołowych miejsc na świecie.

W stosunku do ziemniaka przeznaczonego do konsumpcji bezpośredniej stawiane są ściśle określone wymagania jakościowe, takie jak:

- odpowiednie cechy sensoryczne, z małą skłonnością do ciemnienia mięszu surowego i po ugotowaniu,
- wysoka wartość żywieniowa,
- brak porażenia chorobami i nieobecność wad jakościowych,
- regularny kształt bulw z płytkimi oczkami,
- przydatność do długotrwałego przechowywania.

Cechy sensoryczne to: smak, aromat, konsystencja oraz barwa i jej zmiany zachodzące pod wpływem procesów ciemnienia; są one, poza konsystencją i barwą, niemożliwe do obiektywnego oznaczenia. Ocena tych właściwości, zwłaszcza smaku i aromatu, oparta jest na subiektywnych odczuciach osób oceniających. Cechy sensoryczne mają istotne znaczenie, gdyż ich oddziaływanie na zmysły konsumenta wpływa na wydzielanie soków trawiennych, co powoduje przyswajanie składników spożywanego produktu. Cechy te są odbierane subiektywnie w zależności od gustów i przyzwyczajeń konsumentów, dlatego trudno preferować określone właściwości bulw. Przygotowany do spożycia ziemniak nie może mieć jednak niewłaściwego smaku i aromatu oraz szarego zabarwienia, czy mazistej konsystencji.

Smak i aromat ziemniaka zależy od zawartości poszczególnych składników i ich wzajemnych stosunków ilościowych, zmieniających się w trakcie obróbki kulinarnej. Różni autorzy podają rozbieżne często dane dotyczące związku smaku ziemniaka z zawartością w bulwach skrobi, związków azotowych, substancji mineralnych i fenoli. Nadmiar cukrów i popiołu pogarsza smak bulw, a wolne aminokwasy oraz nukleotydy wpływają na niego dodatnio. Glikoalkaloidy, zwłaszcza w podwyższonych ilościach, nadają bulwom charakterystyczny gorzkawy i piekący smak, na co w większym stopniu oddziałuje solanina niż chaconina [64].

Główną rolę w nadawaniu smaku i aromatu ziemniaka odgrywają występujące w bulwach składniki lotne: aldehydy, ketony, węglowodory alifatyczne i aromatyczne, alkohole, estry, kwasy, pirazyny, furany, tiazole i inne. W surowych bulwach zidentyfikowano ich łącznie 143, w gotowanych 112, w pieczonych 256 [69] i coraz to wykrywane są nowe [79]. Do substancji lotnych nadających gotowanym ziemniakom właściwy aromat zalicza się m.in. metional, diacetyl i szereg pirazyn [121]. Metional tworzy się w wyniku reakcji metioniny z glukozą podczas ogrzewania [70]. W bulwach o niewłaściwym zapachu zidentyfikowano pochodne benzenu, a także (E,E)-2,4-nonadienal, (E,E)-2,4-decadienal, hexanal i inne związki z grupy aldehydów [52]. Aldehydy te powstają przypuszczalnie w wyniku utleniania zawartych w bulwach kwasów linolowego i linolenowego przez lipoksygenazę w czasie obróbki termicznej [97]. W oparciu o wiedzę dotyczącą składników tworzących smak i aromat ziemniaka, czynione są próby oceny tych cech przez połączenie metod instrumentalnych i sensorycznych [120].

Barwa miąższu jest cechą odmianową. Może być ona biała, kremowa, względnie żółta z całą gamą odcieni pośrednich. Żółte zabarwienie miąższu nadawane jest przez karotenoidy (głównie zeaksantynę i luteinę) zawarte w ilościach kilku miligramów na 100 g bulwy [11]. Spotyka się także odmiany o miąższu zabarwionym na różowo i czerwono dzięki występowaniu w bulwach antocyjanów, głównie glikozydów pelargonidyny, petunidyny i malwidyny [63], w ilościach 2–40 mg/100 g bulw [105].

Na barwę miąższu może niekorzystnie wpływać skłonność bulw do ciemnienia enzymatycznego. Powierzchnia przeciętej surowej bulwy ziemniaka zmienia zabarwienie, stając się kolejno różową, brunatną, w końcu szaro-czarną. Spowodowane jest to działaniem enzymu oksydazy polifenolowej, która przy dostępie tlenu utlenia związki fenolowe zawarte w bulwie, głównie aromatyczny aminokwas tyrozynę (10–50 mg/100 g), kwasy fenolowe: chlorogenowy występujący w ilościach 6–22 mg/100 g [66], kawowy (2–10 mg/100 g) i inne [64]. Oksydaza polifenolowa w pierwszej kolejności hydroksyluje monofenole (takie, jak np. tyrozyna) do orto-difenoli, które następnie utlenia do orto-chinonów. Te następnie ulegają dalszym procesom nieenzymatycznym, w wyniku których tworzą się barwne związki melaninowe. Intensywność ciemnienia enzymatycznego, będąca w znacznej mierze cechą genetyczną uwzględnianą przy ocenie odmian, zależy od zawartości związków fenolowych i aktywności enzymu. Zawartość związków fenolowych ogółem w bulwach zależy od odmiany, sezonu wegetacyjnego oraz lokalizacji i sposobu uprawy [44]. Ilość tyrozyny w bulwach może wzrastać pod wpływem nawożenia azotem [60]. Aktywność oksydazy polifenolowej zależy od odmiany ziemniaka [2]. Wyższą jej aktywnością charakteryzują się małe bulwy oraz zewnętrzne warstwy bulwy – skórka i 2–4 mm warstwa miąższu pod nią [119]. Aktywność enzymu (i ciemnienie bulw) może być zahamowana, co ma znaczenie zwłaszcza przy dystrybucji obranych ziemniaków surowych. Dokonać tego można np. przez usunięcie tlenu, pakując produkt w atmosferze gazu inertnego (azotu). Efekt ten uzyskać można też działając preparatami enzymów proteolitycznych, modyfikujących lub hydrolizujących białka oksydazy polifenolowej [58]. Proces ciemnienia zahamować można również przez traktowanie bulw aminokwasami siarkowymi [32] wiążącymi chinony, będące produktami utlenienia polifenoli, w bezbarwne tioestry. Można też używać związki o działaniu antyutleniającym, np. kwasu askorbinowego (redukującego chinony z powrotem do difenoli) z kwasem cytrynowym [106]. W praktyce najczęściej stosowane są roztwory soli kwasu siarkawego, czyli według obowiązującej nomenklatury kwasu siarkowego(IV), wiążącego chinony i oddziaływującego na strukturę enzymu [32]. Obniżoną skłonność do ciemnienia enzymatycznego można uzyskać metodami inżynierii genetycznej w ziemniakach transgenicznych [6].

Miąższ ugotowanej bulwy ziemniaka może po pewnym czasie przybierać szary odcień. To niekorzystna z punktu widzenia oceny sensorycznej cecha, uwzględniana przy ocenie odmian nazywana jest ciemnieniem po ugotowaniu lub ciemnieniem chemicznym. Zjawisko to jest wynikiem nieenzymatycznych procesów utleniania jonów żelaza Fe(II), związanego w bezbarwnych kompleksach z fenolami (głównie kwasem chlorogenowym) do Fe(III), co powoduje szare zabarwienie tych kompleksów [41]. Ciemnieniu temu przeciwdziałają występujące w bulwach kwasy organiczne, zwłaszcza kwas cytrynowy, który wiąże jony żelaza tworząc z nim bezbarwne kompleksy [64].

Do ciemnienia chemicznego zalicza się też efekt procesów chemicznych zapoczątkowanych reakcją Maillarda między grupami karbonylowymi i aminowymi. Zawarte w bulwach ziemniaka cukry redukujące, w podwyższonej temperaturze (np. podczas smażenia ziemniaka) reagują z grupami aminowymi aminokwasów, w wyniku czego tworzą się aminocukry. Ulegają one następnie dalszym przemianom chemicznym, aż do powstania melanoidów, nadających produktowi brunatne zabarwienie. Produkty nieenzymatycznego brunatnienia wykazują działanie szkodliwe dla zdrowia [34].

Ten typ ciemnienia nie jest traktowany jako wada ziemniaka konsumpcyjnego, gdyż nie zachodzi ono w czasie gotowania. Ciemnienie to stanowi natomiast wadę przemysłowych produktów smażonych, zwłaszcza takich jak czipsy i frytki. Dlatego ziemniak przeznaczony do ich wyrobu, a szczególnie do produkcji czipsów, musi odznaczać się niską zawartością cukrów redukujących.

Na konsystencję ziemniaka składają się takie właściwości ugotowanych bulw, jak:

- rozgotowanie – tendencja do rozpadania się bulw,
- konsystencja (zwięźłość) – odporność na działanie siły mechanicznej,
- mączystość – tendencja do rozsypywania się,
- struktura miąższu (ziarnistość) – miąższ gładki lub szorstki, ziarnisty względnie włóknisty,
- wilgotność – stan powierzchni po przekrojeniu.

Na podstawie określenia ww. cech dokonuje się zaliczenia badanych ziemniaków do jednego z typów kulinarnych:

- A – sałatkowy – bulwy zwięzłe, dające się kroić, lekko wilgotne, o gładkiej delikatnej strukturze,
- B – ogólnoużytkowy – dość zwięzłe bulwy, lekko mączyste, wilgotne, o delikatnej strukturze,
- C – mączysty – bulwy dość zwięzłe, o dużej skłonności do rozgotowywania, mączyste, suche, o dość gładkiej strukturze,
- D – bardzo mączysty – bulwy o dużej skłonności do rozgotowywania, sypkie, bardzo suche, bardzo mączyste, o szorstkiej strukturze.

Wiele odmian odpowiada typom pośrednim AB, BC i CD. Zaliczenie do określonego typu kulinarnego dokonywane jest na podstawie oceny sensorycznej [42], z zastosowaniem metod statystycznych [117]. Pomiary konsystencji wykonywane są również metodami instrumentalnymi [27]. Na ich podstawie można było stwierdzić, że konsystencja bulw ziemniaka zmienia się w czasie gotowania [118] z różną szybkością, w zależności od stosowanej temperatury [84]. Konsystencja jest też zróżnicowana w różnych rodzajach tkanek oraz różnych częściach bulwy [83]. Uzależniona jest ona od składu chemicznego i struktury bulw, wielkości komórek oraz struktury i składu

ścian komórkowych [62]. Ze składników bulw znaczną rolę w kształtowaniu konsystencji odgrywa skrobia, jej zawartość i ziarnistość. Zbyt wysoka zawartość skrobi pogarsza konsystencję, ponieważ pęcznienie powoduje zniszczenie struktur komórkowych [62]. Jednakże sam proces kleikowania skrobi ma ograniczony wpływ na konsystencję ziemniaka, w porównaniu z innymi składnikami [123]. Duże znaczenie ma zawartość błonnika, czyli sumy składników tworzących ścianę komórkową [115]. Zasadniczy jednak wpływ na konsystencję ziemniaka wywierają pektyny, których część w czasie gotowania ulega rozpuszczeniu i przejściu do roztworu [72], wskutek czego zmniejsza się ich zawartość w ścianach komórkowych i blaszce środkowej. Powoduje to obniżenie wytrzymałości i sztywności ścian komórkowych oraz wywołuje rozdzielanie się komórek [62]. Ważną rolę odgrywa stopień rozgałęzienia pektyn i wielkość ich zmetylowania [73], dodatnio skorelowana z odpornością bulw na mokrą zgniliznę [77]. Stopień zmetylowania pektyn ścian komórkowych obniża się w trakcie gotowania wraz z podwyższaniem temperatury [10].

Na wartość żywieniową ziemniaka składa się zawartość poszczególnych składników odżywczych oraz nieobecność względnie niska zawartość szkodliwych substancji w bulwach.

Głównym składnikiem suchej masy bulw ziemniaka jest skrobia, której zawartość w ziemniakach spożywczych nie przekracza 15–16 % (tabela 1). Konsumpcja ziemniaka musi być poprzedzona obróbką termiczną bulw, w czasie której skrobia ulega skleikowaniu. W tej formie jest ona całkowicie i szybko trawiona, natomiast nieskleikowana jest prawie nie przyswajalna. Strawność skrobi zależy od metody obróbki kulinarnej ziemniaka [35]. W przypadku schłodzenia ugotowanych bulw ziemniaka, skrobia ulega procesowi retrogradacji tzn. wytrącania się jej części w postaci nierozpuszczalnych i nieprzyswajalnych krystalicznych agregatów. Powoduje to obniżenie strawności skrobi (tzn. jej ilości wchłoniętej w jelicie cienkim), a zatem i wartości energetycznej ziemniaka [54]. Ilość nieprzyswajalnej („opornej”) skrobi wzrasta kolejno przy – schładzaniu i odgrzewaniu ziemniaków [38].

Zawartość cukrów redukujących (glukozy i fruktozy) w bulwach ziemniaka wynosi do ok. 0,3%, a sacharozy ok. 0,2%. Przy podwyższonej zawartości sumy cukrów do ok. 1%, bulwy nabierają słodkiego smaku. Ziemniak zawierający większe ilości cukrów redukujących w czasie ogrzewania ulega nieenzymatycznemu brunatnieniu w wyniku reakcji Maillarda.

Związki azotowe w bulwach ziemniaka występują średnio w ilości ok. 2% w przeliczeniu na białko ($N \times 6,25$), jako tzw. białko ogółem, w tym 35–65% stanowi białko właściwe. Białko to zawiera wszystkie aminokwasy egzogenne w odpowiednich ilościach, bogate jest w lizynę i jako jedno z nielicznych białek roślinnych posiada wartość biologiczną odpowiadającą wartości białka zwierzęcego. Wysoką wartość

białka ziemniaka można jeszcze podwyższyć łącząc go w pożywieniu z produktami zawierającymi znaczne ilości aminokwasów siarkowych, np. metioninę [33].

Tabela 1

Skład chemiczny bulw ziemniaka konsumpcyjnego [62, 64].

Chemical composition of table potato tubers.

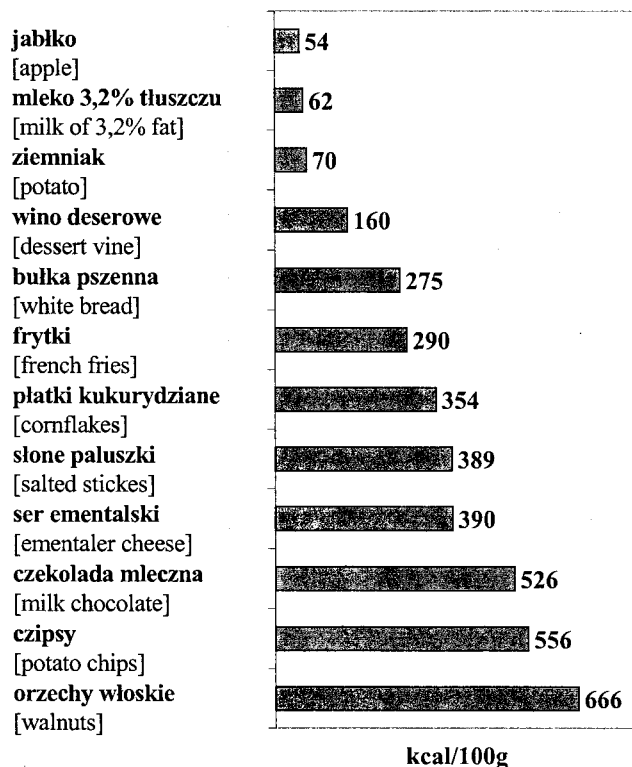
Składnik [component]	Zawartość [content]
sucha masa [dry matter]	16 – 22%
skrobia [starch]	10 – 16%
cukry ogółem [total sugar]	0,3 – 0,6%
białko ogółem [total protein]	1,7 – 2,3%
lipidy [lipids]	0,10 – 0,12%
związki mineralne [mineral compounds]	1,0 – 1,2%
błonnik pokarmowy [dietary fiber]	2,0 – 2,3%
witamina C [vitamin C]	10 – 30 mg/100g
związki fenolowe [phenolic compounds]	15 – 30 mg/100g
glikoalkaloidy [glycoalkaloids]	2 – 12 mg/100g
azotany (NaNO ₃) [nitrates]	10 – 30 mg/100g

W bulwach ziemniaka związki lipidowe występują w nieznacznych ilościach, rzędu 0,1%. W ich składzie występują nienasycone kwasy tłuszczowe. Łączna ich ilość jest jednak na tyle niewielka, że nie odgrywają one większej roli w wartości żywieniowej ziemniaka.

Dzięki małej zawartości tłuszczu w bulwach, niska jest wartość energetyczna ziemniaka zawarta w przedziale 50–70 kcal/100 g (rys. 1). Dowodzi to, że opinia jakoby spożywanie ziemniaka powodowało otyłość jest całkowicie nieuzasadniona i błędna.

Ważnym składnikiem z punktu widzenia żywieniowego jest zawarty w bulwach ziemniaka kwas askorbinowy, który wraz z kwasem dehydroaskorbinowym stanowi witaminę C. Jej zawartość w bulwach waha się najczęściej w przedziale 10–30 mg/100 g (choć może wynosić znacznie więcej) i jest jedną z cech jakościowych ziemniaka uwzględnianą przy ocenie odmian spożywczych. W czasie długotrwałego przechowywania ziemniaka (6–7 miesięcy) zawartość ta zmniejsza się do około połowy [64]. W trakcie gotowania, zawartość witaminy C w bulwie ulega dalszemu obniżeniu średnio o połowę. Dzieje się tak wskutek przechodzenia do roztworu i utleniania się kwasu L-askorbinowego do L-dehydroksyaskorbinowego, który ulega dalszemu utlenianiu z utratą aktywności biologicznej [64]. Obróbka termiczna przy użyciu pary, mikrofal, względnie przez pieczenie – powoduje obniżenie zawartości witaminy C tylko o ok.

30% [13]. Pomimo tych strat, ziemniak w Polsce (ale również w wielu innych krajach), ze względu na znaczne ilości w jakich jest spożywany, może być traktowany jako jedno z głównych źródeł zaopatrzenia ludności w witaminę C. Dzielne spożycia 200 g ziemniaka pokrywa zapotrzebowanie na witaminę C w ok. 50% (rys. 2).



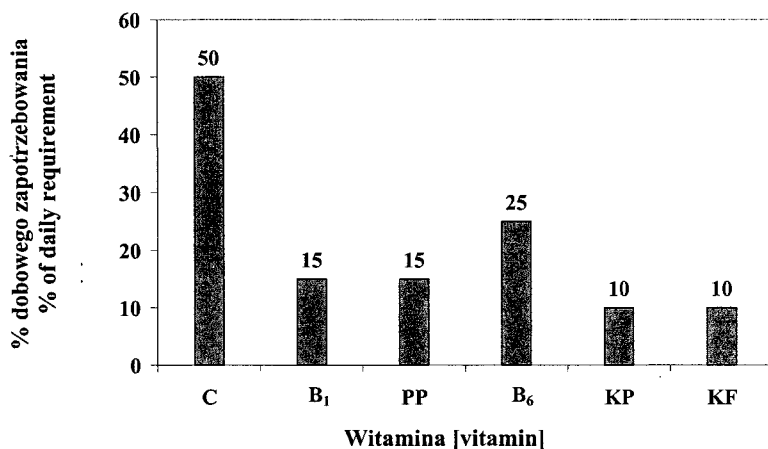
Rys. 1. Wartość energetyczna różnych produktów.

Fig. 1. Energy value of different products.

Obok witaminy C, w bulwach ziemniaka występują dość znaczne ilości witamin z grupy B (również rozpuszczalnych w wodzie), pokrywających częściowo zapotrzebowanie na nie organizmu ludzkiego (rys. 2). Straty witamin z grupy B w czasie obróbki kulinarnej wynoszą, 5–30% [62].

Bulwy ziemniaka zawierają ponad 1% związków mineralnych. Głównym ich składnikiem jest potas odgrywający ważną rolę w gospodarce jonowej i wodnej organizmu. Spożycie 200 g ziemniaka pokrywa do 30% dziennego zapotrzebowania na ten pierwiastek (rys. 3). W niektórych schorzeniach serca stosuje się dietę ziemniaczaną, ze względu na zawarty w bulwach potas. Spożywanie ziemniaka pokrywa również

częściowo zapotrzebowanie organizmu na jod, magnez, żelazo, miedź i fosfor (rys. 3). Ziemniak może też dostarczyć znaczących ilości selenu [99].



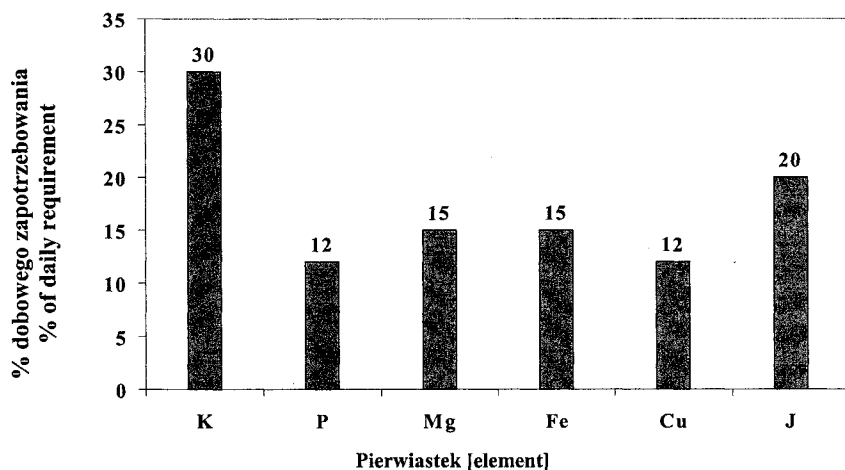
Rys. 2. Pokrycie zapotrzebowania na witaminy przez 200 g ziemniaków. Witaminy: C – kwas L-askorbinowy, B₁ – tiamina, PP – niacyna, B₆ – pirydoksyna, KP – kwas pantotenowy, KF – kwas foliowy.

Fig. 2. Meeting of the requirement for vitamins by 200 g of potato. Vitamins: C – L-ascorbic acid, B₁ – thiamine, PP – niacin, B₆ – pyridoxine, KP – panthotenic acid, KF – folic acid.

Nierozpuszczalne substancje nieskrobiowe ziemniaka będące głównie składnikami ścian komórkowych (celuloza, hemicelulozy, ligniny itp.), w ilości do 2,3% masy bulw, tworzą tzw. błonnik pokarmowy odporny na działanie enzymów trawiennych. Jest on niezbędny w pożywieniu, „rozcieńczając” składniki odżywcze, co ułatwia dostęp do nich enzymów trawiennych. Błonnik pokarmowy poprawia również perystaltykę jelit oraz adsorbuje kwasy żółciowe [14] i toksyczne metale ciężkie.

W bulwach ziemniaka występują związki fenolowe (nie licząc tyrozyny) w ilościach 15–30 mg/100 g, przy czym większość stanowią polifenole [62]. Ich zawartość, a zwłaszcza kwasu chlorogenowego, może być znacznie zwiększona pod działaniem światła [40]. Fenole ziemniaka mają właściwości antyutleniające [3] i zdolność do „zmiatania” wolnych rodników [65] z potencjalną aktywnością antybakteryjną [110]. Główny związek fenolowy bulw ziemniaka – kwas chlorogenowy jest nieodporny na termiczną obróbkę kulinarną. W czasie gotowania jego straty wynoszą ok. 65%, pieczenie niszczy go całkowicie [29]. W roślinie ziemniaka, związki fenolowe odgrywają znaczącą rolę w jego odporności na choroby, hamując działanie szeregu patogenów [31] oraz ulegając przekształceniu do suberyny [59] odkładającej się w ścianach ko-

mórkowych uszkodzonej bulwy [68], stanowiąc zaporę przed infekcją patogenami [67]. Przypuszczalnie jest to przyczyną wzrostu zawartości kwasu chlorogenowego w wyniku nadtluczenia bulwy [18]. Związki fenolowe są też substratem dla ligniny wchodzącej w skład ścian komórkowych. Mogą również zwiększać odporność ziemniaka na niektóre szkodniki [53].



Rys. 3. Pokrycie zapotrzebowania na związki mineralne przez 200 g ziemniaków.

Fig. 3. Meeting of the requirement for the mineral compounds by 200 g of potato.

Obok składników stanowiących o wartości odżywczej i dietetycznej w bulwach ziemniaka, podobnie jak we wszystkich produktach roślinnych, występują substancje niepożądane z punktu widzenia wartości żywieniowej. Substancje te należą do naturalnych składników bulwy, lub są tworzone w wyniku zakłóceń metabolizmu rośliny, mogą też przedostawać się do niej z zanieczyszczonego środowiska.

Do naturalnych takich składników należą m.in. inhibitory enzymów proteolitycznych występujące we wszystkich tkankach bulwy [80]. Stanowią one ok. 15% nierozpuszczalnych w wodzie białek bulwy ziemniaka i hamując enzymatyczny rozkład białek ograniczają ich wykorzystanie w procesie trawienia. Niektóre inhibitory są odporne na działanie wysokiej temperatury. Dlatego dla ich dezaktywacji niezbędna jest właściwa obróbka termiczna ziemniaka [128]. W roślinie inhibitory enzymów proteolitycznych odgrywają znaczącą rolę w utrzymywaniu odporności bulw przeciwko chorobom i szkodnikom [88]. Ta właściwość może być wykorzystana w ziemniakach transgenicznych [57]. Podobną rolę, jak inhibitory proteaz, w tworzeniu odporności bulw ziemniaka odgrywają inne białka zapasowe i enzymatyczne, jak: lektyna hamują-

ca rozwój chorób np. *Phytophthora infestans* [4] i *Fusarium* [39], lub patatyna hamująca rozwój szkodników [114].

Ważnymi naturalnymi toksycznymi składnikami bulwy ziemniaka są glikoalkaloidy – chakonina i solanina, potocznie nazywane łącznie solaniną (tab. 1). Związki te mają taki sam terpenoidowy aglikon – solanidynę. Różnią się one składem i strukturą części glikozydowej. Prekursorem w syntezie glikoalkaloidów ziemniaka jest cholesterol [8]. Na ogół w bulwach ziemniaka występuje dwa razy więcej chakoniny niż solaniny [43]. Związki te są silnymi truciznami [30], których dawka śmiertelna dla człowieka określona jest na 3–6 mg/kg wagi ciała, a w dawce 1–5 mg/kg mogą wywoływać objawy szkodliwego działania. Przy ich zawartości powyżej 11 mg/100 g wyczuwalny jest cierpki smak. Wszystko to sprawia, że przyjętą dla ziemniaka spożywczego maksymalną zawartość glikoalkaloidów – 20 mg/100 g – proponuje się obniżyć do 6–7 mg/100 g [108]. Toksyczność glikoalkaloidów zależy od długości i struktury łańcucha cukrów sprzężonych z aglikonem [102]. Glikoalkaloidy solanina i chaconina wykazują działanie synergistyczne [103]. Ich zawartość w bulwach można obniżyć metodami inżynierii genetycznej, w ziemniakach transgenicznym [26].

Większość glikoalkaloidów zlokalizowana jest w skórce i w warstwie bezpośrednio pod nią, a szczególnie wysokie stężenie glikoalkaloidów występuje w rejonie oczek [125]. Tak więc, w wyniku obierania usuwa się ich 50–95 % [122]. W miąższu występują one na ogół w ilościach 1–6 mg/100 g, a w większości produktów ziemniaczanych zawartość ich jest jeszcze niższa [29]. Zawartość glikoalkaloidów jest zróżnicowana w zależności od miejsca bulwy pod krzakiem [89]. W małych bulwach, zwłaszcza poniżej 50 g, jest więcej glikoalkaloidów niż w dużych [90]; zróżnicowana jest też zawartość glikoalkaloidów w zależności od odmiany ziemniaka [46], temperatury i długości dnia w czasie wegetacji [81] czy nawożenia azotem, a także sezonu wzrostu, w warunkach kilkakrotnej uprawy w ciągu roku [23]. Stężenie glikoalkaloidów jest wyższe w bulwach uszkodzonych mechanicznie [92] i w bulwach z roślin uszkodzonych przez szkodniki [50]. Glikoalkaloidy zwiększają odporność bulw na porażenie chorobami i szkodnikami [31].

Toksyczne azotyny, czyli azotany(III), w bulwach ziemniaka występują na ogół w śladowych ilościach, rzędu 0,0–0,5 mg NaNO_2 /100 g [107]. W sytuacjach wyjątkowo dużego skażenia środowiska ich zawartość może przekraczać 1 mg/100 g, co i tak nie stanowiłoby zagrożenia dla konsumenta przy dopuszczalnej dawce 0,2 mg/kg ciała człowieka i dawkach letalnych 2–9 g dla osoby dorosłej [49]. W bulwach ziemniaka, tak jak w każdym materiale roślinnym, występują pewne ilości azotanów(V). Same azotany(V) nie są toksyczne, ale istnieje możliwość zredukowania ich przez mikroflorę jelitową do azotanów(III), z udziałem których mogą się tworzyć rakotwórcze nitrozaminy. Z drugiej strony, azotany(V) i azotany(III) w przewodzie pokarmowym hamują rozwój patogenów [74]. Bulwy ziemniaka w warunkach Europy Środkowej zawierają

10–74 mg NaNO_3 /100 g, przeciętnie 15–30 mg/100 g [16, 42], a więc wielokrotnie mniej niż warzywa liściaste, czy buraki ćwikłowe. W czasie przechowywania zawartość azotanów(V) ulega obniżeniu do 50% początkowego poziomu [28]. Największe ich stężenie znajduje się w skórce i bezpośrednio pod nią. Tak więc podczas obierania bulw, a także podczas gotowania zawartość azotanów ulega znaczącemu zmniejszeniu [71].

W bulwach ziemniaka mogą występować szkodliwe metale ciężkie, pochodzące głównie z zanieczyszczonego środowiska. Zawarte są one na ogół w ilościach śladowych, nie przekraczających setnych części miligrama na 100 g. Ołów występuje w ilościach rzędu od 0,2–1,6 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ [9], 10–11 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ [104] do 100 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ z terenu skażonego metalami ciężkimi [62], kadm w ilościach 0,2–23 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ [76], przy czym rzadko przekracza poziom 1 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ [75]. O ile kadm rozmieszczony jest równomiernie w całej bulwie, to ołów w przeważającej części znajduje się w skórce i wraz z nią jest usuwany w trakcie obróbki kulinarnej. Rtęć w bulwach występuje w ilościach będących na granicy wykrywalności, rzędu 2,5 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ suchej masy. Tego samego rzędu jest zawartość arsenu w bulwach [101].

Radioaktywny stront dostaje się do bulw ziemniaka w minimalnych ilościach nawet przy stosunkowo dużym skażeniu nim gleby oraz łątów. Zawartości pierwiastków promieniotwórczych w bulwach ziemniaka, po awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu, były znacznie mniejsze niż w paszach, owocach, warzywach, ziarnie zbóż i w mleku, a ich aktywność mieściła się w granicach normalnego poziomu „tła”. Przeważająca ilość tych śladowych radionuklidów zostaje usunięta podczas obierania i przetwarzania ziemniaka [62].

Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin stwarza zagrożenie występowania w płodach rolnych pozostałości toksycznych substancji. Współcześnie stosowane pestycydy, w przeważającej ilości, są praktycznie nierozpuszczalne w wodzie, rozpuszczając się w rozpuszczalnikach organicznych i w tłuszczach. Ziemniak zawierający bardzo mało związków lipidowych nie kumuluje pestycydów, których pozostałości są w bulwach znacznie mniejsze niż w innych roślinach uprawnych. Pozostałości insektycydów w bulwach ziemniaka są zazwyczaj śladowe rzędu mikrograma w 100 g [5], a obróbka kulinarna powoduje znaczące zmniejszenie się ich zawartości. Pozostałości fungicydów, stosowanych po spręczeniu w celu zapobieżenia chorobom w przechowalni, a także do hamowania kiełkowania bulw (co w Polsce jest niedozwolone), są na ogół bardzo małe (rzędu 0,1 mg/100 g) i występują głównie (ponad 95%) w obierzynach [12], tak że w trakcie obróbki kulinarnej zostają usunięte niemal całkowicie. W przypadku stosowania w przechowalni, w celu zapobieżenia kiełkowania bulw, preparatów typu herbicydów z grupy karbaminianów (co w Polsce nie jest dozwolone), ich pozostałości wynoszą kilka do kilkunastu miligramów w 100 g (kilkakrotnie poni-

żej dopuszczalnej zawartości), z czego 90–97% znajduje się w skórce, a w miąższu ilości rzędu mikrogramów w 100 g [55].

Pozostałości herbicydów, stosowanych do zwalczania chwastów w uprawie występują w bulwach ziemniaka w ilościach śladowych lub są niewykrywalne. W przedwcześnie zebranych bulwach ilości te są rzędu kilku miligramów w 100 g [126]. W ziemniaku transgenicznym herbicydy mogą być szybciej metabolizowane, co powoduje obniżenie ich pozostałości [51].

W wyniku infekcji tkanki bulwy patogenami ziemniaka następuje w niej zmniejszenie zawartości akumulowanych wolnych steroli i glikoalkaloidów oraz syntetyzowanie fitoaleksyn [78] w ilościach zwykle ok. 10 mg/100 g, a dochodzących nawet do 90 mg/100 g [48]. W zakażonych bulwach ziemniaka może występować do 20 różnych fitoaleksyn (spośród ponad 100 wykrytych w roślinach dwuliściennych), związków należących do seskwiterpenów. Wśród nich, ok. 85 % ilości stanowią rzytyna, lubimina i solawetiwon. Nagromadzające się w miejscu zakażenia fitoaleksyny wykazują toksyczne działanie w stosunku do patogenicznych grzybów i niektórych bakterii, hamując ich rozwój przez blokowanie aparatu enzymatycznego, a przypuszczalnie także przez hamowanie transportu protonów przez błony komórkowe [37]. Zawartość fitoaleksyn skorelowana z odpornością ziemniaka na moką zgniliznę [48], lecz nie związana z odpornością na suchą zgniliznę, jest związana z występowaniem genu odporności ziemniaka na mątwika [21]. Fitoaleksyny nie są toksyczne dla człowieka i zwierząt.

Bulwy ziemniaka przeznaczone do spożycia nie mogą być porażone chorobami. Choroby wirusowe powodują deformacje i pękanie bulw oraz przebarwienia i plamistość miąższu. Ziemniak nimi porażony może ulegać zakażeniu innymi patogenami. Choroby bakteryjne i grzybowe wywołują różne zmiany w bulwach, od przebarwień miąższu i deformacji powierzchni bulwy aż do całkowitego jej zaschnięcia lub zgnicia, w zależności od rodzaju patogenu. Choroby ziemniaka powodują duże straty, zwiększając liczbę odpadów. Porażone nimi bulwy mają zmienione procesy metaboliczne, obniżające ich jakość oraz mogą zawierać toksyczne produkty wydzielane przez patogeny. Uszkodzenie bulw przez szkodniki oraz uszkodzenie mechaniczne powstałe podczas sprzętu i czynności przygotowywania ziemniaka do przechowywania i obrotu, stanowiąc wadę jakościową równocześnie ułatwiają zakażenie chorobami [61].

Bulwy ziemniaka nie powinny mieć wad jakościowych takich, jak: zazielenienie, plamistość miąższu, puste komory oraz wspomniane uszkodzenia.

Zazielenienie bulw spowodowane jest poddaniem ich działaniu światła wskutek niewłaściwie wykonanego zabiegu obsypania w polu oraz w czasie składowania i przechowywania w nieodpowiednich warunkach. W skórce i w komórkach zewnętrznych warstw bulw pod wpływem promieni świetlnych, zwłaszcza fal krótkich, tworzy się chlorofil i (fizjologicznie niezależnie) syntetyzowane są polifenole i toksyczne glikoalkaloidy. Glikoalkaloidy tworzą się szybciej niż chlorofil, ich wzrost zawartości

w bulwach jest znaczący już po 30 minutach działania światła [56]. W wyniku działania światła zawartość polifenoli w bulwach wzrasta dwukrotnie, a glikoalkaloidów trzykrotnie, przy czym w skórcie ich ilości wzrastają 7–8 krotnie [20]. Temperatura w jakiej ziemniaki wystawione są na działanie światła wbrew wcześniejszym doniesieniom nie ma większego wpływu na kumulację glikoalkaloidów [95], przebiegającą w różnym stopniu u różnych odmian ziemniaka [94]. Intensywniej nagromadzane są glikoalkaloidy w bulwach poddanych działaniu światła w początkowym okresie przechowywania niż w późniejszym [25]. Wzrost zawartości chakoniny i solaniny przebiega niejednakowo. W wyniku działania światła ich stosunek ilościowy ulega zmianie [91], a ich suma może przekroczyć dopuszczalne dla ziemniaka spożywczego granice 20 mg/100 g [93]. Zazielenienie bulwy jest zewnętrzną oznaką niekorzystnych zmian jakościowych, jakie w niej zaszły pod wpływem działania światła. Bulwy takie mają nieprzyjemny smak i mogą być szkodliwe dla konsumenta.

Ciemne plamy wewnątrz miąższu surowych bulw mogą być wynikiem zaburzeń w gospodarce wodnej rośliny w okresie wegetacji lub zbyt wysokiej temperatury w okresie sprzętu i transportu ziemniaka. Bardzo często, w zewnętrznej warstwie miąższu występują szare plamki, czerniejące po ugotowaniu. Jest to tzw. ciemna plamistość pouszkodzeniowa wywołana mechanicznymi uszkodzeniami (stłuczeniem) bulw w czasie sprzętu, transportu oraz czynności wykonywanych w trakcie przygotowywania ziemniaka do przechowywania i obrotu. W wyniku stłuczenia, następuje uszkodzenie komórek i zmiany ich struktur cytoplazmatycznych [24]. W komórkach takich zachodzi destrukcja błon półprzepuszczalnych, rozkład lipidów i utlenianie uwolnionych kwasów tłuszczowych. Następuje także obniżenie zawartości jonów wapnia w ścianach komórkowych i blaszce środkowej. W uszkodzonej tkance utlenieniu ulega kwas askorbinowy, wskutek czego mechanicznie uszkodzone bulwy mają obniżoną zawartość witaminy C. Równocześnie w stłuczonych bulwach (ale nie wszystkich odmian) wzrasta zawartość fenoli [18]. Przypuszczalnie w uszkodzonych bulwach wzrasta aktywność oksydazy polifenolowej, podobnie jak ma to miejsce w uszkodzonych liściach ziemniaka [116]. W wyniku utlenienia związków fenolowych przez oksydazę polifenolową oraz dalszych przekształceń i reakcji chemicznych, powstają substancje barwne tworzące ciemne plamki w tkance. Substancje te są produktem reakcji między chinonami będącymi produktami utlenienia substratów oksydazy polifenolowej, a aminokwasami białek [112], m.in. tyrozyny i cysteiny [113]. Skłonność do powstawania ciemnej plamistości pouszkodzeniowej jest cechą odmianową. Odmiany podatne na tę wadę syntetyzują więcej tyrozyny, a po stłuczeniu wykazują większą intensywność oddychania bulw i większe straty skrobi, niż odmiany odporne.

Puste komory wewnątrz bulw powstają wskutek zaburzeń fizjologicznych w czasie ich wzrostu. Zaburzenia te wywołane są nadmiarem wilgoci, temperaturą gleby w granicach 10–15°C i przenawożeniem azotem. Efektem tych zaburzeń jest obumie-

ranie i rozpad komórek, głównie w rdzeniowej części bulwy, w wyniku czego tworzy się pusta przestrzeń odizolowana od miąższu warstwą tkanki korkowej [62]. Bulwy z pustymi komorami („pustowatość serc”) wizualnie nie różnią się od normalnych, stąd występują trudności z ich wyeliminowaniem. Do tego celu proponowane jest zastosowanie sondy ultradźwięków [15].

Ziemniak spożywczy musi być jednolity odmianowo, o bulwach regularnego kształtu bez wyrostków zwanych dzieciuchami. Dzieciuchy tworzą się na młodych bulwach, wzrost których został zahamowany suszą i wznowiony w wyniku obfitych opadów. Zarówno bulwy pierwotne, jak i dzieciuchy, odznaczają się obniżoną zawartością skrobi i podatnością na zakażenie patogenami. Dzieciuchy łatwo się obłamują, powiększając straty.

Bulwy ziemniaka mogą mieć różny kształt, określany na podstawie stosunku ich szerokości do długości (mierzonej od pępka do wierzchołka) – od podłużnego (stosunek $< 0,5$), poprzez owalny, okrągły do poprzecznie owalnego (stosunek $> 1,1$). Regularność kształtu bulw określa się na podstawie jej przekroju w różnych płaszczyznach. Im bardziej kształt przekroju bulwy różni się od koła lub elipsy i ma więcej wklęśnięć tym większe ilości odpadów powstają przy obieraniu, co ogranicza przydatność ziemniaka do celów spożywczych.

Na powierzchni bulwy znajdują się, spiralnie rozmieszczone wzdłuż osi od pępka po wierzchołek, wgłębienia zwane oczkami, w których osadzone są zawiązki pędów. Dzięki tym wgłębieniom, zawiązki pędów zabezpieczone są przed uszkodzeniem, spowodowanym np. ruchami gleby itp. Oczka mają różną głębokość, od „powierzchniowych”, niewyczuwalnych palcem, do „bardzo głębokich”, wgłębionych więcej niż 5 mm [64]. Głębokość i liczba oczek, podobnie jak regularność kształtu bulwy są ważnymi cechami jakościowymi ziemniaka. Od nich zależy możliwość właściwego umycia bulw oraz wielkość strat powstających podczas obierania, szczególnie w obieraczkach mechanicznych.

Bulwy ziemniaka spożywczego powinny być większe od 40 mm. Małe bulwy na ogół zawierają mniejszą ilość skrobi, i większą glikoalkaloidów niż duże. Ze stosunku ich powierzchni do objętości wynika procentowo wysoki udział odpadów w stosunku do masy bulwy. Bulwy małe o nieregularnym kształcie i oczkach głębszych od 3,5 mm, ze względu na zbyt duże ilości powstających odpadów, nie nadają się do celów spożywczych.

Ziemniak przeznaczony do celów spożywczych w większości jest przechowywany po sprzęcie przez okres nawet kilku miesięcy. Do długotrwałego przechowywania nadają się odmiany o długim okresie spoczynku, możliwie późno kielkujące, zebrane w stanie pełnej dojrzałości, nie uszkodzone, ani porażone przez patogeny. W czasie przechowywania zachodzą w bulwach procesy fizyczne i biologiczne – parowanie, oddychanie, kielkowanie. Ich efektem są przechowalnicze straty ilościowe wynikające

z ubytków naturalnych (parowanie i oddychanie), kiełkowania i strat odpadowych oraz obniżenie jakości, będące wynikiem zmian składu chemicznego bulw. W celu zapobieżenia kiełkowaniu i rozwojowi chorób utrzymuje się w przechowalniach odpowiednie warunki termiczno-wilgotnościowe, a zaleca się także odpowiedni skład gazów [17]. Dodatkowo, w wielu krajach stosuje się chemiczne środki hamujące kiełkowanie głównie karbaminiany, a także fungicydy. W Polsce ich stosowanie nie jest dozwolone, a w tych krajach gdzie są stosowane, odnosi się do nich coraz krytyczniej i mają być zabronione. Prowadzone są więc badania nad ich zastąpieniem naturalnymi inhibitorami kiełkowania i rozwoju patogenów. Takimi substancjami mogą być olejki eteryczne [7] różnych roślin lekarskich i przyprawowych [124], a także inne naturalne substancje o małej toksyczności [127]. Jeden z nich, olejek z kminku – S(+) karwon okazał się być efektywnym inhibitorem kiełkowania, a jednocześnie fungistatykiem i bakteriostatykiem [87]. Jest on metabolizowany w kiełkach bulw [86], bez obniżania ich żywotności [109]. W handlu występuje pod nazwą Talent i daje lepsze efekty niż inhibitory karbaminianowe [45]. Podobne do niego wyniki uzyskano stosując olejek eteryczny kopru [98].

Celem ograniczenia strat przechowalniczych, ziemniak traktowany jest w uprawie preparatami zawierającymi hydrazyd maleinowy [36], którego pozostałości w bulwach są rzędu 1mg/100 g [22]. Ponadto hamowanie kiełkowania bulw uzyskuje się przez stosowanie etylenu [100], ozonu [19] i preparatu nadtlenu wodoru [1]. Dozwolone jest również hamowanie kiełkowania przez poddawanie bulw działaniu promieniowania gamma w dawkach 50–150 Gy.

W kiełkujących bulwach procesy życiowe przebiegają intensywniej, co powoduje straty suchej masy i zmiany składu chemicznego ziemniaka. Podwyższenie temperatury przechowalni wywołuje podobny skutek. Najmniej intensywnie przebiegają procesy biochemiczne i fizjologiczne bulwy w temperaturze 2–4°C. W takich temperaturach następuje też redukcja liczby nicieni w bulwach [85], jednakże w tych warunkach następuje niekorzystne nagromadzanie się cukrów redukujących i sacharozy. W bulwie ziemniaka trwa stały proces depolimeryzacji skrobi z wytworzeniem cukrów niezbędnych do oddychania, koniecznego dla utrzymania procesów życiowych. Proces ten jest odwracalny i prowadzony głównie z udziałem fosforylasy. W wyniku obniżenia temperatury, enzymatyczne procesy depolimeryzacji i resyntezy skrobi oraz oddychania ulegają znaczącemu spowolnieniu, przy czym tempo tworzenia cukrów jest większe niż ich wbudowywanie w cząsteczki skrobi i zużywanie do oddychania [64]. Jednocześnie, obniżenie temperatury powoduje zmiany w strukturze błon amyloplastów, m.in. w składzie zawartych w nich nienasyconych kwasów tłuszczowych [82]. W wyniku tych zmian następuje wzrost aktywności amylazy, w normalnych warunkach bardzo niskiej oraz syntazy fosforanu sacharozy, powodującej nagromadzanie się sacharozy

[129]. Indukowana jest też kwaśna inwertaza i izoformy inwertazy, przekształcające sacharozę w cukry redukujące [130].

Podwyższenie zawartości cukrów w bulwach niekorzystnie odbija się na właściwościach sensorycznych i przerobowych ziemniaka. Akumulacja cukrów, w bulwach przetrzymywanych w niskiej temperaturze, w znacznym stopniu zależy od ich stanu fizjologicznego – stopnia dojrzałości w momencie sprzętu [47]. Wzrost zawartości cukrów w czasie przechowywania może też być spowodowany obtłuczeniem bulw w czasie sprzętu, sortowania itp., co prowadzi do uszkodzenia błon amyloplastów i przyspiesza przemianę skrobi w cukry. Do uprawy wprowadza się nowo wyhodowane odmiany, których bulwy w niskich temperaturach nie gromadzą cukrów [96], co związane jest ze strukturą błon amyloplastów [82] i izoformami enzymów [111].

Na podstawie przedstawionych danych można stwierdzić, że jeżeli ziemniak spełnia stawiane mu wymagania jakościowe, to stanowi wartościowy produkt spożywczy o wysokich walorach żywieniowych. Jest on stosunkowo niskokaloryczny, zawiera pełnowartościowe białko oraz znaczną zawartość niezbędnych witamin i składników mineralnych, a także potrzebny błonnik pokarmowy. W przeciwieństwie do wielu innych organizmów nie kumuluje związków szkodliwych dla zdrowia, obecnych w zanieczyszczonym środowisku. Zawarte w bulwach, w bardzo niewielkich ilościach substancje antyżywniowe, zarówno będące normalnymi składnikami bulw, jak i stanowiące ich zanieczyszczenie, zlokalizowane są na ogół w skórce i bezpośrednio pod nią. Dzięki temu, w przeważającej ilości są usuwane podczas obróbki kulinarnej. Na tej podstawie ziemniak może być zaliczany do żywności o pożądanej jakości zdrowotnej. Odpowiednio przygotowany do spożycia jest on smaczny, łatwo strawny i pożywny.

LITERATURA

- [1] Afek U., Orenstein J., Nuriel E.: Using HPP (Hydrogen Peroxide Plus) to inhibit potato sprouting during storage. *Amer. J. Potato Res.*, **77**, 2000, 63.
- [2] Al-Khalifa A.A., Mahmoud R.M.: Polyphenol oxidase activities and properties in some potato (*Solanum tuberosum*) varieties produced in Saudi Arabia. *Arab Gulf J. Scient. Res.*, **11**, 1993, 377.
- [3] Al-Saikhan M.S., Howard L.R., Miller Jr. J.C.: Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum* L.). *J. Food Sci.*, **60**, 1995, 341, 347.
- [4] Andreu A., Daleo G.: Properties of potato lectin fractions isolated from different parts of the tuber and their effect on the growth of *Phytophthora infestans*. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.*, **32**, 1988, 323.
- [5] Aplada-Sarlis P., Liapis K.S., Miliadis G.E.: Contamination of potato tubers and carrots in Greece with lindane residues, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **52**, 1994, 135.
- [6] Bachem C.W.B., Speckman G.J., Linde P.C.G. van der, Verheggen F.T.M., Hunt D.H., Steffens J.C., Zabeau M.: Antisense expression of polyphenol oxidase genes inhibits enzymatic browning in potato tubers. *Bio/Technology*, **12**, 1994, 1101.

- [7] Bang U.: Essential oils as fungicides and sprout inhibitors in potatoes. w: *Phytophthora infestans* 150 (L.J. Dowley, E. Bannon, L.R. Cooke, T. Keane, E.V. Sullivan – eds.) Boole Press Ltd., Dublin 1995, 318.
- [8] Bergenstrahle A., Borga P., Jonsson L.M.V.: Sterol composition and synthesis in potato tuber discs in relation to glycoalkaloid synthesis. *Phytochemistry*, **41**, 1996, 155.
- [9] Bibak A., Stürup S., Haahr V., Gundersen P., Gundersen V.: Concentrations of 50 major and trace elements in danish agricultural crops measured by inductively coupled plasma mass spectrometry. 3 Potato (*Solanum tuberosum* Folva). *J. Agric. Food Chem.*, **47**, 1999, 2678.
- [10] Binner S., Jardine W.G., Renard C.M.C.G., Jarvis M.C.: Cell wall modifications during cooking of potatoes and sweet potatoes. *J.Sci. Food Agric.*, **80**, 2000, 216.
- [11] Brown C.R., Edwards C.G., Yang C.P., Dean B.B.: Orange flesh trait in potato: Inheritance and carotenoid content. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **118**, 1993, 145.
- [12] Buckley D.C., Hill A.R.C., Sivyer V.L., Wilkins J.P.G.: Residues of tecnazene and its metabolites in potatoes in commercial stores. *Crop. Protect.*, **13**, 1994, 87.
- [13] Burg P., Fraile P.: Vitamin C destruction during the cooking of a potato dish. *Lebensm. – Wiss.Technol.*, **28**, 1995, 506.
- [14] Camire M.E., Zhao J., Violette D.J.: In vitro binding of bile acids by extruded potato peels. *J. Agric. Food Chem.*, **41**, 1993, 2391.
- [15] Cheng Y., Haugh C.G.: Detecting hollow heart using ultrasound. *Transact. ASAE* 37, 1994, 217.
- [16] Cieślak E.: Zawartość związków azotowych w bulwach ziemniaka w aspekcie żywieniowym i toksykologicznym. *Zesz. Nauk. AR Kraków Rozpr.* 203, 1995.
- [17] Coleman W.K., McInerney J.: Enhanced dormancy release and emergence from potato tubers after exposure to controlled atmosphere. *Am. Potato J.*, **74**, 1997, 173.
- [18] Dale M.F.B., Griffiths D.W., Bain H.: Effect of bruising on the total glycoalkaloid and chlorogenic acid content of potato (*Solanum tuberosum*) tubers of five cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, **77**, 1998, 499.
- [19] Daniels-Lake B.J., Prange R.K., Kalt W., Liew C.L., Walsh J., Dean P., Coffin R.: The effect of ozone and 1,8-cineole on sprouting, fry color and sugars of stored Russet Burbank potatoes. *Am. Potato J.*, **73**, 1996, 469.
- [20] Dao L., Friedman M.: Chlorophyll, chlorogenic acid, glycoalkaloid and protease inhibitor content of fresh and green potatoes. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1994, 633.
- [21] Desjardins A.E., McCormick S.P., Corsini D.L.: Diversity of sesquiterpenes in 46 potato cultivars and breeding selections. *J.Agric. Food Chem.*, **43**, 1995, 2267.
- [22] Dias A.I., Duncan H.J.: Residues free and bound maleic hydrazide in potato tubers. *Potato Res.*, **42**, 1999, 89.
- [23] Dimenstein L., Lisker N., Kedar N., Levy D.: Changes in the content of steroidal glycoalkaloids in potato tubers grown in the field and in the greenhouse under different conditions of light, temperature and daylength. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, **50**, 1997, 391.
- [24] Edgell T., Brierley E.R., Coob A.H.: An ultrastructural study bruising in stored potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *Ann. Appl. Biol.*, **132**, 1998, 143-150.
- [25] Edward E.J., Coob A.H.: The effect of prior storage on the potential of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) to accumulate glycoalkaloids and chlorophylls during light exposure, including artificial neural network modelling. *J. Sci. Food Agric.*, **79**, 1999, 1289.
- [26] Engel K.H., Blaas W.K., Gabriel B., Beckman M.: Modern biotechnology in plant breeding: analysis of glycoalkaloids in transgenic potatoes. in: ACS symposium 637. Biotechnology for improved foods and flavors (G.R. Takeoka, R. Teranishi, P.J. Williams, A. Kobayashi – eds.), Am. Chemical Soc. Washington 1996, 249.

- [27] Fahloul D., Scanlon M.G.: A fracture mechanics analysis of the texture of potatoes. *J. Texture Stud.*, **27**, 1996, 545.
- [28] Fargasova A.: The effect of the environment and storage on nitrate content in various potato cultivars from two localities. *Biologia (Bratislava)*, **49**, 1994, 917.
- [29] Friedman M.: Chemistry, biochemistry and dietary role of potato polyphenols. A review. *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 1997, 1523.
- [30] Friedman M., Henika P.R., Mackey B.E.: Feeding of potato, tomato and eggplant alkaloids affects food consumption and body and liver weights in mice. *J. Nutr.*, **126**, 1996, 989.
- [31] Friedman M., McDonald G.M.: Potato glycoalkaloids: chemistry, analysis, safety and plant physiology. *Crit. Rev. Plant Sci.*, **16** (1), 1997, 55.
- [32] Friedman M., Molnar-Perl I., Knighton D.R.: Browning prevention in fresh and dehydrated potatoes by SH-containing amino acids. *Food Add. Contam.*, **9**, 1992, 499.
- [33] Friedman M.: Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 1996, 6.
- [34] Friedman M.: Prevention of adverse effects of food browning. w: *Nutritional and Toxicological Consequences of Food Processing* (M. Friedman – ed.), Plenum Press, New York, 1991, 171.
- [35] Garcia-Alonso A., Goni I.: Effect of processing on potato starch: In vitro availability and glycaemic index. *Starch*, **52**, 2000, 81.
- [36] Gąsiorowska B., Ceglarek F., Zarzecka K.: Wpływ preparatu Fazor 80SG na ograniczenie strat podczas przechowywania bulw ziemniaka jadalnego. *Mat. Konf. Nauk. IHAR, Jadwisin 1999*, 195.
- [37] Giannini J.L., Nelson M., Spessard G.O.: The effect of rishitin on potato tonoplast vesicle and vacuole proton transport. *Phytochemistry*, **40**, 1995, 1655.
- [38] Gormley R., Walshe T.: Effect of boiling, warm – holding, mashing and cooling on the levels of enzyme – resistant potato starch. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **34**, 1999, 281.
- [39] Gozia O., Ciopraga J., Bentia T., Lunga M., Zamfirescu I., Tudor R., Roseanu A., Nitu F.: Antifungal properties of lectin and new chitinases from potato tubers. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie*, **316**, 1993, 788.
- [40] Griffiths D.W., Bain H., Dale M.F.B.: Photo induced changes in the total chlorogenic acid content of potato (*Solanum tuberosum*) tubers. *J.Sci. Food Agric.*, **68**, 1995, 105.
- [41] Griffiths D.W., Bain H.: Photo-induced changes in the concentrations of individual chlorogenic acid isomers in potato (*Solanum tuberosum*) tubers and their complexation with ferric ions. *Potato Res.*, **40**, 1997, 307.
- [42] Grzesińska W.Z., Kierebiński C.: Ocena przydatności wybranych odmian w przetwórstwie ziemniaków z uwagi na wartość technologiczną i kulinarną. *Przem. Spoż.*, **44**, 1990, 196.
- [43] Hamouz K., Cepl J., Vokal B., Lachman J.: Influence of locality and way of cultivation on the nitrate and glycoalkaloid content in potato tubers. *Rostl. Vyroba*, **45**, 1999, 495.
- [44] Hamouz K., Lachman J., Vokal B., Pivec V.: Influence of environmental conditions and way of cultivation on the polyphenol and ascorbic acid content in potato tubers. *Rostl. Vyroba*, **45**, 1999, 293.
- [45] Hartmans K.J., Diepenhorst P., Bakker W., Gorris L.G.M.: The use of carvone in agriculture: sprout suppression of potatoes and antifungal activity against potato tubers and other plant diseases. *Ind. Crops Prod.*, **4**, 1995, 3.
- [46] Hellenäs K.E., Branzell C., Johnsson H., Slanina P.: Glycoalkaloid content of early potato varieties. *J. Sci. Food Agric.*, **67**, 1995, 125.
- [47] Hertog M.L.A.T.M., Tijskens L.M.M., Hak P.S.: The effects of temperature and senescence on the accumulation of reducing sugars during storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: A mathematical model. *Postharvest Biol. Technol.*, **10**, 1997, 67.

- [48] Hildenbrand S., Ninnemann H.: Kinetics of phytoalexin accumulation in potato tubers of different genotypes infected with *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, **44**, 1994, 335.
- [49] Hill J.M.: Nitrate toxicity: myth or reality. *Brit. J. Nutr.*, **81**, 1999, 343.
- [50] Hlywka J.J., Stephenson G.R., Sears M.K., Yada R.Y.: Effect of insect damage on glycoalkaloid content in potatoes (*Solanum tuberosum*) J. *Agric. Food Chem.*, **42**, 1994, 2545.
- [51] Inui H., Ueyama Y., Shiota N., Ohkawa Y., Ohkawa H.: Herbicide metabolism and cross-tolerance in transgenic potato plants expressing human CYP 1A1. *Pesticide Bioch. Physiol.*, **64**, 1999, 33.
- [52] Jensen K., Petersen M.A., Poll L., Brockhoff P.B.: Influence of variety and growing location on the development of off-flavor in precooked vacuum – packed potatoes. *J. Agric. Food Chem.*, **47**, 1999, 1145.
- [53] Jonasson T., Olsson K.: The influence of glycoalkaloids, chlorogenic acid and sugars on the susceptibility of potato tubers to wireworm. *Potato Res.*, **37**, 1994, 205.
- [54] Kingman S., Englyst H.N.: The influence of food preparation methods on the in-vitro digestability of starch in potatoes. *Food Chem.*, **49**, 1994, 181.
- [55] Königer M., Wallnöfer P.R.: Verhalten der Keimhemmungsmittel Propham (IPC) und Chlorpropham (CIPC) in Kartoffeln bei verschiedenen küchentechnischen Massnahmen. *Dtsch. Lebensm. Rdsch.*, **94**, 1998, 229.
- [56] Kozukue N., Tsuchida H., Mizuno S.: Effect of light intensity, duration and photoperiod on chlorophyll and glycoalkaloid production by potato tubers. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, **62**, 1993, 669.
- [57] Kregar I., Strukelj B.: Proteinase inhibitors offer the possibility of producing disease resistant transgenic potatoes. *Food Technol. Biotechnol.*, **37**, 1999, 39.
- [58] Labuza T.P., Lillemo J.H., Taoukis P.S.: Die Hemmung von Polyphenol-oxidasen durch proteolytische Enzyme. *Flussiges Obst*, **59**, 1992, 15.
- [59] Lapiere C., Pollet B., Negrel J.: The phenolic domain of potato suberin: structural comparison with lignins. *Phytochemistry*, **42**, 1996, 949.
- [60] Leszczyński W., Lisińska G.: Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of potato tubers. *Food Chem.*, **28**, 1988, 45.
- [61] Leszczyński W.: Wpływ czynników działających w okresie wegetacji ziemniaka na jego jakość. *Post. Nauk Rol.*, **41** (6), 1994, 55.
- [62] Leszczyński W.: Ziemniak jako produkt spożywczy. *Post. Nauk Rol.*, **41** (1), 1994, 15.
- [63] Lewis C.E., Walker J.R.L., Lancaster J.E., Sutton K.H.: Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acids in potatoes. I: Coloured cultivars of *Solanum tuberosum* L. *J. Sci. Food Agric.* **77**, 1998, 45.
- [64] Lisińska G., Leszczyński W.: *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science, London and New York, 1989.
- [65] Lugasi A., Almeida D.P., Dworschak E.: Antioxidant and free radical scavenging activity of potato tubers, w: COST 916 – Polyphenol in Food (R. Armado, H. Andersson, S. Bardocz, F. Serra – edits) Luxembourg 1998, 233.
- [66] Lugasi A., Almeida D.P.F., Dworschak E.: Chlorogenic acid content and antioxidant properties of potato tubers as related to nitrogen fertilization. *Acta Alimentaria*, **28**, 1999, 183.
- [67] Lulai E.C., Corsini D.L.: Differential deposition of suberin phenolic and aliphatic domains and their roles in resistance to infection during potato tuber (*Solanum tuberosum* L.) wound-healing. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, **53**, 1998, 209-222.
- [68] Lulai E.C., Morgan W.C.: Histochemical probing of potato periderm with neutral red: a sensitive cytofluorochrome for the hydrophobic domain of suberin. *Biotechnic, Histochemistry*, **67**, 1992, 185.

- [69] Maga J.A.: Potato Flavor. *Food Rev. Int.*, **10**, 1994, 1.
- [70] Mandin O., Duckham S.C., Ames J.M.: Volatile compounds from potato-like model systems. *J. Agric. Food Chem.*, **47**, 1999, 2355.
- [71] Marin J., Zee J.A., Levallois P., Desrosiers T., Ayotte P., Poirier Y., Pratte L.: Consommation de pommes de terre et leur contribution aux apports alimentaires en nitrates et nitrites. *Sci. Aliments*, **18**, 1998, 163.
- [72] Marle J.T. van, Dijk C. van, Voragen A.G.J., Biekman E.S.A.: Comparison of the cooking behaviour of the potato cultivars Nicola and Irene with respect to pectin breakdown and the transfer of ions. *Potato Res.*, **37**, 1994, 183.
- [73] Marle J.T. van, Stolle-Smits T., Donkers J., Dijk C. van, Voragen A.G.J., Recourt K.: Chemical and microscopic characterization of potato (*Solanum tuberosum* L.) cell walls during cooking. *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 1997, 50.
- [74] McKnight G.M., Duncan C.W., Leifert C., Golden M.H.: Dietary nitrate in man: friend or foe. *Brit. J. Nutr.*, **81**, 1999, 349.
- [75] McLaughlin M.J., Maier N.A., Correl R.L., Smart M.K., Sparrow L.A., McKay A.: Prediction of cadmium concentrations in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) by pre-plant soil and irrigation water analyses. *Aust. J. Soil Res.*, **37**, 1999, 191.
- [76] McLaughlin M.J., Maier N.A., Rayment G.E., Sparrow L.A., Berg G., McKay A., Milham P., Merry R.H., Smart M.K.: Cadmium in Australian potato tubers and soils. *J. Environ. Qual.*, **26**, 1997, 1644.
- [77] McMillan G.P., Hedley D., Fyffe L., Perombelon M.C.M.: Potato resistance to soft-rot erwinias in related to cell wall pectin esterification. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, **42**, 1993, 279.
- [78] Mucharromah L., Burton H.R., Kuć J.: The effect of sterols on phytoalexin, steroid glycoalkaloid, and sterol accumulation in potato tuber disc inoculated with *Phytophthora infestans* or treated with arachidonic acid. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.*, **47**, 1995, 13.
- [79] Mutti B., Grosch W.: Potent odorants of boiled potatoes. *Nahrung*, **43**, 1999, 302.
- [80] Nicholson J.W.G., Allen J.G.: The distribution of trypsin and chymotrypsin inhibitors in potato tubers. *Can. J. Anim.*, **69**, 1989, 513.
- [81] Nitithamyong A., Vonelbe J.H., Wheeler R.M., Tibbitts T.: Glycoalkaloids in potato tubers grown under controlled environments. *Amer. J. Potato Res.*, **76**, 1999, 337.
- [82] O'Donoghue E.P., Yada R.Y., Marangoni A.G.: Low temperature sweetening in potato tubers: the role of the amyloplast membrane. *J. Plant. Physiol.*, **145**, 1995, 335.
- [83] Okazaki T., Suzuki K., Maeshige S., Kubota K.: Kinetic studies on softening phenomena of potato during thermal processing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **38**, 1991, 784.
- [84] Okazaki T., Suzuki K., Maeshige S., Kubota K.: Simulation of potato softening during non-isothermal and isothermal processes. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **39**, 1992, 295.
- [85] Olthof T.H.A., Yu Q.: Reduction of root-lesion nematodes (*Pratylenchus penetrans*) in tuber of potato (*Solanum tuberosum*) during cold storage. *Can. J. Plant Pathol.*, **21**, 1999, 154.
- [86] Oosterhaven K., Hartmans K.J., Scheffer J.J.C.: Inhibition of potato sprout growth by carvone enantiomers and their bioconversion in sprouts. *Potato Res.*, **38**, 1995, 219.
- [87] Oosterhaven K., Poolman B., Smid E.J.: S-carvone as natural potato sprout inhibiting, fungistatic and bacteriostatic compound. *Ind. Crops Prod.*, **4**, 1995, 23.
- [88] Orr G.L., Strickland J.A., Walsh T.A.: Inhibition of *Diabrotica* larval growth by a multicystatin from potato tubers. *J. Insect. Physiol.*, **40**, 1994, 893.
- [89] Papathanasiou F., Mitchell S.H., Harvey B.M.R.: Variation in glycoalkaloid concentration of potato tubers harvested from mature plants. *J. Sci. Food Agric.*, **79**, 1999, 32.

- [90] Papathanasiou F., Mitchell S.H., Watson S., Harvey B.M.R.: Effect of environmental stress during tuber development on accumulation of glycoalkaloids in potato (*Solanum tuberosum* L.) J. Sci. Food Agric., **79**, 1999, 1183.
- [91] Percival G., Dixon G.: Glycoalkaloid concentration of potato tubers following continuous illumination. J. Sci. Food Agric., **66**, 1994, 139.
- [92] Percival G., Dixon G.R.: Glycoalkaloid concentration in aerial tubers of potato. J. Sci. Food Agric., **70**, 1996, 439.
- [93] Percival G., Dixon G.R., Sword A.: Glycoalkaloid concentration of potato tubers following exposure to daylight. J. Sci. Food Agric., **71**, 1996, 59.
- [94] Percival G.: Light – induced glycoalkaloid accumulation of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). J. Sci. Food Agric., **79**, 1999, 1305-1310 .
- [95] Percival G.C., Harrison J.A.C., Dixon G.R.: The influence of temperature on light enhanced glycoalkaloid synthesis in potato. Ann. Appl. Biol., **123**, 1993, 141.
- [96] Pereira A. da S., Tai G.L.L., Yada R.Y., Coffin R.H., Souza-Machado V.: Potential for improvement by selection for reducing sugar content after cold storage for three potato populations. Theor. Appl. Genet., **88**, 1994, 678.
- [97] Petersen M.A., Poll L., Larsen L.M.: Identification of compounds contributing to boiled potato off-flavor ("POF"). Lebensm-Wiss. Technol., **32**, 1999, 32.
- [98] Piasecki M., Gumienna M., Gruchała L.: Wpływ naturalnych inhibitorów kiełkowania na jakość i przydatność technologiczną ziemniaków. Mat. Konf. Nauk. IHAR, Jadwisin 1999, 199.
- [99] Poggi V., Pifferi P.G., Bordon A., Biagi P.: Alimenti vegetali arricchiti con selenio: il caso della patata. Industrie Alimentari, **38**, 1999, 1107.
- [100] Prange R.K., Kalt W., Daniels-Lake B.J., Liew C.L., Page R.T., Walsh J.R., Dean P., Coffin R.: Using ethylene as a sprout control agent in stored "Russet Burbank" potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci., **123**, 1998, 463.
- [101] Prośba-Białczyk U., Mydlarski M.: Zmiany zawartości pierwiastków śladowych w bulwach ziemniaka pod wpływem nawożenia organicznego i mineralnego. Mat. Konf. Nauk. IHAR, Jadwisin 1999, 35.
- [102] Rayburn J.R., Bantle J.A., Friedman M.: Role of carbohydrate side chains of potato glycoalkaloids in developmental toxicity. J. Agric. Food Chem., **42**, 1994, 1511.
- [103] Rayburn J.R., Friedman M., Bantle J.A.: Synergistic interaction of glycoalkaloids α -chaconine and α -solanine on developmental toxicity in *Xenopus embryos*. Food Chem. Toxic., **33**, 1995, 1013.
- [104] Rembiałkowska E.: Comparison of the contents of nitrates, nitrites, lead, cadmium and vitamin C in potatoes from conventional and ecological farms. Pol. J. Food Nutr. Sci., **8/49** (4), 1999, 17.
- [105] Rodriguez-Saona L.E., Giusti M.M., Wrolstad R.E.: Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes. J. Food Sci., **63**, 1998, 458.
- [106] Sapers G.M., Miller R.: Heated ascorbic/citric acid solution as browning inhibitor for pre-peeled potatoes. J. Food Sci., **60**, 1995, 762.
- [107] Sikora E., Cieślak E.: Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of iron, copper and manganese in potato tubers. Food Chem., **67**, 1999, 301.
- [108] Smith D.B., Roddick J.G., Jones J.L.: Potato glycoalkaloids: some unanswered questions. Trends Food Sci. Technol., **7**, 1996, 126.
- [109] Sorce C., Lorenzi R., Ranalli P.: The effects of S-(+)-carvone treatments on seed potato tuber dormancy and sprouting. Potato Res., **40**, 1997, 155.
- [110] Sotillo D.R. de, Hadley M., Wolf-Hall C.: Potato peel extract a nonmutagenic antioxidant with potential antimicrobial activity. J. Food Sci., **63**, 1998, 907.

- [111] Sowokinos J.R., Thomas C., Burrell M.M.: Pyrophosphorylases in potato. V. Allelic polymorphism of UDP-glucose pyrophosphorylase in potato cultivars and its association with tuber resistance to sweetening in the cold. *Plant Physiol.*, **113**, 1997, 511.
- [112] Stevens L.H., Davelaar E.: Isolation and characterization of blackspot pigments from potato tubers. *Phytochemistry*, **42**, 1996, 941.
- [113] Stevens L.H., Davelaar E., Kolb R.M., Pennings E.J.M., Smit N.P.M.: Tyrosine and cysteine are substrates for blackspot synthesis in potato. *Phytochemistry*, **49**, 1998, 703.
- [114] Strickland J.A., Orr G.L., Walsh T.A.: Inhibition of *Diabrotica* larval growth by patatin, the lipid acyl hydrolase from potato tubers. *Plant Physiol.*, **109**, 1995, 667.
- [115] Tajner-Czopek A., Lisińska G., Kita A., Rytel E.: Zawartość błonnika w ziemniakach a konsystencja frytek. *Mat. Konf. Nauk. IHAR, Jadwisin 1999*, 202.
- [116] Thipyapong P., Hunt M.D., Steffens J.C.: Systemic wound induction of potato (*Solanum tuberosum*) polyphenol oxidase. *Phytochemistry*, **40**, 1995, 673.
- [117] Thybo A.K., Martens M.: Development of sensory texture properties profile of cooked potatoes by multivariate data analysis. *J. Texture Stud.*, **29**, 1998, 453.
- [118] Thybo A.K., Martens M., Lyshede O.B.: Texture and microstructure of steam, cooked, vacuum packed potatoes. *J. Food Sci.*, **63**, 1998, 692.
- [119] Thygesen P.W., Dry I.B., Robinson S.P.: Phenol oxidase in potato. *Plant Physiol.*, **109**, 1995, 525.
- [120] Ulrich D., Hoberg E., Neugebauer W., Tiemann H., Darsow U.: Investigation of the boiled potato flavor by human sensory and instrumental methods. *Amer. J. Potato Res.*, **77**, 2000, 111.
- [121] Ulrich D., Hoberg E., Tiemann H.: The aroma of cooked potatoes. *Beitr. Zuchtungsforchung*, **4** (2), 1998, 204.
- [122] Valkonen J.P.T., Kesitalo M., Vasara T., Pietila L.: Potato glycoalkaloids: a burden or a blessing? *Crit. Rev. Plant Sci.*, **15** (1), 1996, 1.
- [123] Verlingen B.E., Nicolai B.M., Baerdemaeker J. de: The starch gelatinization in potatoes during cooking in relation to the modeling of texture kinetics. *J. Food Engn.*, **24**, 1995, 165.
- [124] Vokou D., Varelzidou S., Katinakis P.: Effect of aromatic plants on potato storage: sprout suppression and antimicrobial activity. *Agricult. Ecosyst., Environ.*, **47**, 1993, 223.
- [125] Wünsch A., Munzert M.: Einfluss von Lagerung und Sorte auf die Verteilung der Glykoalkaloide in Kartoffelknolle. *Potato Res.*, **37**, 1994, 3.
- [126] Yaduraju N.T., Kulshreshtha G., Sharma R.P., Ahuja K.N.: Isoproturon for weed control in potato (*Solanum tuberosum*), and its residue in soil and tubers. *Indian J. Agric. Sci.*, **63**, 1993, 731.
- [127] Yang J., Powers J.R., Boylston T.D., Weller K.M.: Sugars and free amino acids in stored Russet Burbank potatoes treated with CIPC and alternative sprout inhibitors. *J. Food Sci.*, **64**, 1999, 592.
- [128] Zhao J., Camire M.E.: Destruction of potato peel trypsin inhibitor by peeling and extrusion cooking. *J. Food Qual.*, **18**, 1995, 61.
- [129] Zhou D., Solomos T.: Effect of hypoxia on sugar accumulation, respiration, activities of amylase and starch phosphorylase and induction of alternative oxidase and acid invertase during storage of potato tubers (*Solanum tuberosum* c.v. Russet Burbank) at 1°C. *Physiol. Plant*, **104**, 1998, 255.
- [130] Zhou D., Solomos T., Imaseki H., Mattoo A. K.: Low temperature storage induces acid invertase in potato tubers (*Solanum tuberosum*). *J. Plant Physiol.*, **154**, 1999, 346.

THE QUALITY OF TABLE POTATO

S u m m a r y

The table potato shall respond definite quality requirements. It must have suitable sensory properties, like taste, flavour, colour and consistence with the low tendency to enzymatic and chemical discoloration. It shall have suitable nutrition value (vitamin C, protein, mineral compounds, not too high energy value) and not contain or contain very little toxic and injurious substances (glycoalkaloids, nitrates, heavy metals, pesticides). It can't be struck by diseases and have quality defects (hollow hearts, black spots et.). It shall have regular shape with not deep eyes. It shall be suitable for long storage without high quantity losses and quality changes. ☒

KRYSTYNA ZARZECKA, BARBARA GĄSIOROWSKA

ODDZIAŁYWANIE HERBICYDÓW NA WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE BULW ZIEMNIAKA JADALNEGO

Streszczenie

W ścisłym doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 1995-1997 badano wpływ herbicydów na wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka. Herbicydy spowodowały obniżenie zawartości suchej masy i skrobi oraz podwyższenie witaminy C i azotu ogólnego w bulwach. Stwierdzono także wpływ herbicydów na wzrost plonu suchej masy, skrobi i białka ogólnego.

Wstęp

Zastosowanie herbicydów na plantacjach ziemniaka ogranicza szkodliwe działanie chwastów i wywiera korzystny wpływ na wielkość plonu bulw [2, 3, 5, 16, 18]. Skład chemiczny bulw ziemniaka jest cechą odmianową, ale zawartość poszczególnych składników modyfikują warunki pogodowe w czasie wegetacji oraz czynniki agrotechniczne [11, 12, 13, 14, 19, 21]. Zdania autorów co do wpływu herbicydów na jakość plonu są podzielone. Wielu badaczy [4, 5, 9] uważa, że preparaty stosowane w odpowiednich dawkach i terminach nie powodują istotnych zmian w składzie chemicznym bulw, a inni [6, 8, 10, 15, 18] stwierdzają zmiany w zawartości niektórych składników wywołane działaniem środków chwastobójczych.

Celem badań było określenie wpływu zabiegów pielęgnacyjnych, z zastosowaniem herbicydów, na cechy jakościowe bulw ziemniaka jadalnego.

Materiał i metody badań

Materiałem do badań były bulwy czterech odmian ziemniaka jadalnego pochodzące z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 1995–1997 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Zawady należącym do Akademii Podlaskiej w Sie-

dlcach. Ziemniaki uprawiano na glebie brunatnej, o odczynie pH 5,5–6,7, wysokiej zasobności w fosfor, bardzo wysokiej w potas i niskiej w magnez. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków w trzech powtórzeniach. Podblokami I rzędu były sposoby pielęgnacji:

- A. Pielęgnacja mechaniczna do i po wschodach ziemniaka (obiekt kontrolny).
- B. Pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a po wschodach herbicyd Basagran 600 SL (bentazon) 2,5 l/ha.
- C. Pielęgnacja mechaniczna do wschodów, po wschodach mieszanka herbicydów Basagran 600 SL (bentazon) 1 l/ha + Sencor 70 WP (metrybuzyna) 0,25 kg/ha.
- D. Pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a tuż przed wschodami mieszanka herbicydów Bladex 50 WP (cyanazyna) 1,5 kg/ha + Afalon 50 WP (linuron) 1,5 kg/ha.
- E. Pielęgnacja mechaniczna do wschodów, tuż przed wschodami Sencor 70 WP (metrybuzyna) 0,5 kg/ha, a po wschodach Titus 25 DF (rimsulfuron) 50 g/ha + adiuwant Atpol 1,5 l/ha.
- F. Pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a po wschodach opryskiwanie herbicydem Basagran 600 SL (bentazon) 1 l/ha, a następnie Nabu 20 EC (setoksydim) 2 l/ha.

Podblokami II rzędu były odmiany ziemniaka: Arkadia, Ibis, Mila, Irga.

Przedplonem ziemniaka były zboża (pszenica ozima, pszenżyto ozime). Jesienią stosowano obornik w dawce 25 t/ha oraz nawozy fosforowe i potasowe w ilościach 90 kg P_2O_5 i 120 kg K_2O /ha, a wiosną nawozy azotowe 90 kg N/ha.

Podczas zbioru określono wielkość plonu ziemniaków oraz pobrano z każdego poletka próby w celu określenia składu chemicznego. W świeżej masie bulw oznaczano zawartość skrobi – metodą polarymetryczną Ewersa, witaminy C – metodą Tillmanna, cukrów redukujących i sacharozy – metodą Luffa-Schoorla. Suchą masę bulw określano metodą suszarkową przez dwustopniowe suszenie w 60–70°C i 105°C do stałej masy. W suchej masie bulw oznaczano zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla. Wyniki badań opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji dla układów dwuczynnikowych. Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczono stosując test Tukeya.

Rozkład opadów i temperatur powietrza w latach prowadzenia doświadczenia był dość zróżnicowany (tab. 1). Rok 1995 był ciepły, ale odznaczał się znacznym niedoborem opadów od maja do sierpnia, wynoszącym 98,3 mm w porównaniu do wielolecia. Wpłynęło to niekorzystnie na wzrost i rozwój roślin oraz na plonowanie ziemniaka, sprzyjało natomiast gromadzeniu skrobi i suchej masy w bulwach. Sezon wegetacyjny 1997 roku był również ciepły, ale rozkład opadów był zróżnicowany i nierównomierny. We wszystkich miesiącach wegetacji, z wyjątkiem lipca, występowały dekadowe przerwy w opadach, natomiast lipiec był bardzo wilgotny (1991,3 mm). Najkorzystniejsze warunki pogodowe dla wzrostu i plonowania ziemniaka panowały w 1996 ro-

ku, przy czym chłodny i mokry wrzesień w dużym stopniu wpłynął na gromadzenie składników w bulwach.

Tabela 1

Warunki termiczne i opadowe w okresie wegetacji ziemniaka według Stacji Meteorologicznej Zawady w latach 1995-1997.

Temperature and rainfall in the period of potato vegetation according at the Zawady Meteorological Station in the years 1995-1997.

Rok, miesiąc Year, month	Temperatura powietrza / Air temperature (°C)					Suma opadów – Rainfalls (mm)				
	dekada – per decade			średnia miesiąca mean for month	odchylenie od średniej z wielolecia deviation in multiyear mean	dekada – per decade			suma miesiąca sum for month	odchylenie od średniej z wielolecia deviation in multiyear mean
	I	II	III			I	II	III		
1995										
IV	4,4	7,3	13,7	8,5	+1,4	23,7	10,8	4,3	38,8	+5,8
V	10,4	12,5	16,6	13,2	+0,6	0,0	9,2	13,3	22,5	-27,5
VI	19,4	18,1	16,7	18,1	+1,5	0,8	31,7	31,2	63,7	-11,3
VII	21,2	22,7	22,0	22,0	+4,3	5,4	25,0	2,8	33,2	-46,8
VIII	18,8	20,3	19,0	19,4	+2,5	4,7	5,8	44,8	55,3	-12,7
IX	14,3	14,9	11,2	13,5	+0,8	62,7	4,8	24,9	92,4	+45,1
1996										
IV	3,7	6,2	14,6	8,2	+1,1	0,0	3,8	6,9	10,7	-22,3
V	15,4	19,8	13,7	16,3	+3,7	11,9	39,7	24,4	76,0	+26,0
VI	21,0	16,0	15,5	17,5	+0,9	0,0	10,0	22,5	32,5	-42,5
VII	19,4	15,8	18,6	17,9	+0,2	46,4	22,1	27,9	96,4	+16,4
VIII	17,6	20,2	20,2	19,3	+2,4	27,9	30,9	1,5	60,3	-7,7
IX	13,2	8,8	8,0	10,0	-2,7	45,0	39,0	7,8	91,8	+44,5
1997										
IV	3,8	2,2	9,4	5,1	-2,0	0,2	21,3	0,0	21,5	-1,5
V	15,0	18,6	11,2	14,9	+2,3	11,3	0,0	13,2	24,5	-25,5
VI	16,9	18,4	17,9	17,7	+1,1	22,1	0,0	29,0	51,5	-23,5
VII	20,1	17,8	21,1	19,9	+2,2	82,4	39,0	69,9	191,3	+111,3
VIII	19,9	21,0	20,2	20,4	+3,5	5,7	0,0	0,0	5,7	-62,3
IX	16,6	14,3	10,7	13,9	+1,2	6,8	0,0	4,7	11,5	-35,8

Wyniki i dyskusja

Analiza składu chemicznego bulw wykazała istotny wpływ sposobów pielęgnacji z zastosowaniem chemicznych środków chwastobójczych na zawartość suchej masy, skrobi, witaminy C i azotu ogólnego w bulwach (tab. 2). Herbicydy spowodowały

obniżenie zawartości suchej masy i skrobi, a wzrost zawartości witaminy C i azotu ogólnego w ziemniakach, w porównaniu z bulwami zebranymi z obiektu kontrolnego pielęgnowanego mechanicznie. Podobne zmiany w zawartości suchej masy przedstawili Leszczyński i Lisińska [6], w skrobi i zawartości witaminy C Zarzecka i wsp. [18], witaminy C Lisińska [8], azotu ogólnego Mężykowska i Mazurczyk [10] oraz Woda-Leśniewska [15]. Natomiast w badaniach Kłosińskiej-Rycerskiej [4] żaden z zastosowanych herbicydów nie powodował w bulwie istotnych zmian w zawartości suchej masy, cukrów redukujących, sacharozy i kwasu askorbinowego. Wszystkie ze stosowanych, w badaniach własnych, herbicydów podwyższały zawartość cukrów redukujących i sacharozy, lecz różnice te nie były statystycznie udowodnione. Analogiczne kierunki zmian w zawartości tych składników zaobserwowali Leszczyński i Lisińska [6] oraz Lisińska [8]. Nie stwierdzono współdziałania sposobów pielęgnacji z odmianami i latami uprawy.

Tabela 2

Wpływ sposobów pielęgnacji na zawartość wybranych składników w bulwach ziemniaka (średnio z 1995-1997).

Influence of weed control methods on content of selected components in potato tubers (means for 1995-1997).

Sposoby pielęgnacji*	Sucha masa w %	Skrobia w %	Cukry redukujące w %	Sacharoza w %	Witamina C w mg %	Azot ogólny w %
Weed control methods	Dry matter in %	Starch in %	Reducing sugars in %	Sucrose in %	Vitamin C in mg %	Total nitrogen in %
A	22,7	15,3	0,316	0,347	20,66	1,47
B	22,5	15,2	0,324	0,365	20,54	1,51
C	22,5	15,1	0,339	0,363	20,86	1,68
D	22,5	15,1	0,341	0,361	21,05	1,62
E	22,6	15,1	0,334	0,355	21,08	1,53
F	22,6	15,1	0,337	0,375	21,10	1,65
NIR _{0,05}	0,2	0,1	r.n.	r.n.	0,17	0,05
LSD _{0,05}			n.s.	n.s.		

*Oznaczenia jak w metodyce / Description as in method.

W tab. 3. przedstawiono zawartość wybranych składników w bulwach czterech odmian ziemniaka. Zawartość suchej masy i skrobi zależała istotnie od odmian i lat uprawy. Najwyższą zawartością tych składników odznaczały się odmiany Arkadia i Mila, a najwyższą Irga. O wpływie czynnika odmianowego na skład chemiczny bulw donosi wielu autorów [7, 8, 9, 11, 12, 18, 19, 20]. Warunki pogodowe w latach prowadzenia doświadczenia także istotnie decydowały o nagromadzeniu suchej masy i skrobi w bulwach badanych odmian. Najwięcej suchej masy i skrobi zawierały bulwy z 1995

roku, który był suchy i ciepły, a najmniej z 1997, o nierównomiernie rozłożonych opadach. Również w 1996 roku zawartość omawianych składników była niska, mimo że warunki pogodowe były najkorzystniejsze. Związane to było ze znaczną ilością opadów i niską temperaturą w końcowym okresie wegetacji, tj. w miesiącu wrześniu (91,8 mm i 10°C) (tab. 1). Nastąpiło obniżenie zawartości suchej masy i skrobi oraz zwiększenie zawartości cukrów redukujących i sacharozy w porównaniu z rokiem 1995, a

Tabela 3

Zawartość wybranych składników w bulwach czterech odmian ziemniaka.

Content of selected components in tubers of four potato cultivars.

Wyszczególnienie Specification	Lata Years	Odmiany – Cultivars				NIR _{0,05} LSD _{0,05}	
		Arkadia	Ibis	Mila	Irga		
Sucha masa w % Dry matter in %	1995	26,0	25,1	25,3	22,0	pomiędzy latami / between years	2,07
	1996	22,9	21,9	22,1	19,7	pomiędzy odmianami / between cultivars	0,22
	1997	22,5	21,3	21,7	20,3	we współdziałaniu: odmiany x lata in interaction: cultivars x years	0,31
Średnio – Mean		23,8	22,8	23,0	20,6		
Skrobia w % Starch in %	1995	19,5	18,5	18,7	16,3	pomiędzy latami / between years	0,83
	1996	15,1	12,9	15,0	12,9	pomiędzy odmianami / between cultivars	1,62
	1997	14,0	12,2	14,7	11,9	we współdziałaniu: odmiany x lata in interaction: cultivars x years	0,23
Średnio – Mean		16,2	14,5	16,1	13,7		
Cukry redukujące Reducing sugars in %	1995	0,456	0,323	0,280	0,321	pomiędzy latami / between years	n.s.
	1996	0,442	0,423	0,418	0,424	pomiędzy odmianami / between cultivars	n.s.
	1997	0,246	0,215	0,206	0,187	we współdziałaniu: odmiany x lata in interaction: cultivars x years	n.s.
Średnio – Mean		0,381	0,320	0,301	0,311		
Sacharoza w % Sucrose in %	1995	0,327	0,454	0,599	0,410	pomiędzy latami – between years	n.s.
	1996	0,472	0,447	0,491	0,407	pomiędzy odmianami – between cultivars	n.s.
	1997	0,080	0,224	0,273	0,200	we współdziałaniu: odmiany x lata in interaction: cultivars x years	n.s.
Średnio – Mean		0,293	0,375	0,454	0,339		
Witamina C w mg % Vitamin C in mg %	1995	22,80	22,70	23,00	21,90	pomiędzy latami – between years	1,29
	1996	19,19	20,28	20,58	20,40	pomiędzy odmianami – between cultivars	0,59
	1997	19,83	19,84	20,50	20,17	we współdziałaniu: odmiany x lata in interaction: cultivars x years	0,92
Średnio – Mean		20,61	20,94	21,36	20,82		
Azot ogólny w % Total nitrogen in %	1995	1,82	1,66	1,75	1,59	pomiędzy latami – between years	0,06
	1996	1,68	1,51	1,63	1,47	pomiędzy odmianami – between cultivars	0,04
	1997	1,53	1,44	1,51	1,36	we współdziałaniu: odmiany x lata in interaction: cultivars x years	n.s.
Średnio – Mean		1,68	1,54	1,63	1,47		

cukrów redukujących także w odniesieniu do roku 1996. Zgórska i Frydecka-Mazurczyk [21] udowodniły istotną zależność między ilością opadów i temperaturą powietrza w końcowym etapie wegetacji na zawartość suchej masy, skrobi i cukrów redukujących. Według badań Cottrella i wsp. [1] oraz Shock i wsp. [14] po suszy w obniżonej temperaturze występują zakłócenia w przemianach cukrów, a bulwy mają więcej suchej masy, mniej skrobi, a więcej cukrów redukujących. Skrobia jest zamieniana na cukry proste potrzebne roślinie do zintensyfikowania wzrostu. Następuje więc pogorszenie wartości technologicznej bulw. W prowadzonych badaniach stwierdzono współdziałanie lat z odmianami, co oznacza że zmiany suchej masy i skrobi wywołane warunkami pogodowymi nie u wszystkich odmian były jednakowe.

Analiza chemiczna bulw wykazała, że na zawartość cukrów redukujących i sacharozy nie miały istotnego wpływu uprawiane odmiany i warunki meteorologiczne panujące w okresie wegetacji (tab. 3).

O zawartości witaminy C w bulwach w sposób istotny decydowały: czynnik odmianowy, rozkład temperatur i opadów podczas wegetacji oraz współdziałanie odmian z latami. Najwięcej witaminy C zawierała średnio odmiana Mila, a najmniej Arkadia, przy czym w roku 1995 (ciepłym i suchym) najmniej tego składnika gromadziła Irga, co wskazuje na zróżnicowaną reakcję odmian na czynnik pogodowy. W warunkach ciepłego i suchego roku bulwy kumulowały najwięcej witaminy C.

Tabela 4

Wpływ sposobów pielęgnacji na plon suchej masy, skrobi i białka ogólnego bulw ziemniaka (średnio z 1995-1997).

Influence of weed control methods on the yield of the dry matter, starch and total protein of potato tubers (means for 1995-1997).

Sposoby pielęgnacji* Weed control methods	Plony – Yields t/ha		
	suchej masy dry matter	skrobi starch	białka ogólnego total protein
A	4,84	3,14	2,01
B	5,29	3,47	2,28
C	5,57	3,66	2,65
D	6,08	4,00	2,78
E	6,32	4,18	2,73
F	5,74	3,79	2,69
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	1,37	0,33	0,17

*Oznaczenia jak w metodyce / Description as in method.

Zawartość azotu ogólnego zależała istotnie od uprawianych odmian i lat badań (tab. 3). Z porównywanych odmian najwyższą koncentracją tego składnika odznaczała się Arkadia, a najmniejszą Irga i zależność ta wystąpiła we wszystkich latach badań. Powyższe wskazuje na brak interakcji odmian z latami uprawy, co potwierdziły obliczenia statystyczne. Również lata, w których prowadzono badania, różnicowały omawianą cechę – w roku ciepłym i suchym (1995) zawartość azotu była najwyższa. Wpływ czynników pogodowych i odmianowych na zawartość witaminy C i azotu ogólnego obserwowało wielu autorów [5, 7, 9, 10, 12, 17].

Przeprowadzono także obliczenia dotyczące wpływu sposobów pielęgnacji na plon suchej masy, skrobi i białka ogólnego (tab. 4). Plony wymienionych składników na obiektach z zastosowaniem herbicydów (B, C, D, E, F) były istotnie wyższe w porównaniu do obiektu kontrolnego pielęgowanego mechanicznie. Najwyższe plony suchej masy, skrobi i białka zebrano z obiektów D i F, na których stosowano mieszanek herbicydów Bladex 50 WP + Afalon 50 WP oraz dwukrotne opryskiwanie herbicydami – Sencor 70 WP, a następnie Titus 25 DF z adiuwantem Atpol. Podobny, korzystny wpływ niektórych herbicydów (Igran, Afalon, Patoran) na plon białka i skrobi stwierdzili Mężykowska i Mazurczyk [10], a na plon suchej masy i skrobi Kołpak i wsp. [5].

Wnioski

1. W wyniku stosowania preparatów chwastobójczych wystąpiło istotne obniżenie suchej masy i skrobi oraz istotny wzrost zawartości witaminy C i azotu ogólnego w bulwach ziemniaka, natomiast cukry redukujące i sacharoza wykazywały tendencje do wzrostu zawartości.
2. Stwierdzono istotny wpływ odmian i warunków pogodowych na zawartość suchej masy, skrobi, witaminy C i azotu ogólnego w bulwach.
3. Plon suchej masy bulw, skrobi i białka ogólnego były istotnie wyższe na obiektach opryskiwanych herbicydami niż w wariancie kontrolnym, gdzie zastosowano pielęgnację mechaniczną.

LITERATURA

- [1] Cottrell J.E., Duffus C.M., Paterson L., Mackay G.R., Allison M.J., Bain H.: The effect of storage temperature on reducing sugar concentration and the activities of three amylolytic enzymes in tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L. Potato Res., 35, 1993, 107.
- [2] Gruczek T.: Ograniczenie zabiegów mechanicznych w pielęgnowaniu ziemniaka jako czynnik polepszający jakość produkowanych bulw. Konf. Nauk. nt. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Polanica Zdrój, 8-11 maja, 2000, 136.

- [3] Gruczek T., Pastusiak A.: Efektywne sposoby walki z chwastami i ich wpływ na jakość produkowanych bulw. *Konf. Nauk. nt. Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość. Radzików, 23-25 lutego, 1999*, 72.
- [4] Kłosińska-Rycerska B.: Chemiczne odchwaszczanie plantacji ziemniaków a jakość otrzymywanego plonu. *Cz. I. Wpływ herbicydów systemicznych na niektóre składniki bulwy. Ziemniak, 1971*, 187.
- [5] Kołpak R., Byszewska-Wzorek A., Płodowska A.: Wpływ herbicydów na wysokość i jakość plonu ziemniaków. *Rocz. Nauk Rol.*, **106-A-4**, 1987, 171.
- [6] Leszczyński W., Lisińska G.: Effect of herbicides on chemical composition of potato tubers and quality of the subsequent chips and starch. *Starch/Stärke*, **37**, 1985, 329.
- [7] Leszczyński W.: Wpływ czynników działających w okresie wegetacji ziemniaka na jego jakość. *Post. Nauk. Rol.*, **6**, 1994, 55.
- [8] Lisińska G.: Wpływ różnych czynników na skład chemiczny bulw ziemniaka i jakość otrzymanych z nich czipsów. *Zesz. Nauk., AR Wrocław, Rozpr. 31*, 1981, 1.
- [9] Lisińska G., Leszczyński W.: *Potato Science and Technology. Elsevier Applied Science. London-New York*, 1989.
- [10] Mężykowska B., Mazurczyk W.: Wpływ różnych dawek niektórych herbicydów pochodnych triazyny i mocznika na wybrane cechy jakości bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.*, **23**, 1979, 133.
- [11] Pritchard M. K., Scanlon M.G.: Mapping dry matter and sugars and potato tubers for prediction of whole tuber processing quality. *Con. J. Plant Sci.*, 1997, 461.
- [12] Roztropowicz S.: Środowiskowe, odmianowe i nawożeniowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agronom.*, **1**, (21), 1989, 33.
- [13] Sawicka B.: The response of 44 varieties of potato on metribuzyn. *Rocz. Nauk Rol.*, **23-E-1/2**, 1993, 103.
- [14] Shock C., Holmes Z., Stieber T., Eldredge E., Zhang P.: The effect of timed water stress on quality, total solids and reducing sugar content of potatoes. *Am. Potato J.*, **70**, 1993, 227.
- [15] Woda-Leśniewska M.: Wpływ karbofuranu i i metribuzinu na wartość biologiczną i odżywczą białka bulw ziemniaka. *Prace Nauk. Inst. Ochr. Rośl. XXXV*, 1/2, 1993, 85.
- [16] Zarzecka K., Ceglarek F., Gąsiorowska B., Gruzewska A.: Impact of weed control on potato infestation and yielding. *Electronic Journal of Polish Agric. Universities. Agronomy. Vol. 2, Issue 2*, 1999, 1.
- [17] Zarzecka K., Gąsiorowska B.: Efekty zwalczania chwastów w uprawie ziemniaka i ich wpływ na wybrane cechy jakości bulw. *Biul. IHAR*, **213**, 2000, 201.
- [18] Zarzecka K., Gąsiorowska B., Ceglarek F.: Płonowanie i cechy jakościowe ziemniaka jadalnego w zależności od zastosowanych herbicydów. *Bibl. Fragn. Agronom.*, **3**, 1997, 207.
- [19] Zgórska K.: Czynniki warunkujące cechy jakości ziemniaka jadalnego. *Ziemniak, 1979*, 183.
- [20] Zgórska K.: Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.*, **33**, 1985, 109.
- [21] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR*, **213**, 2000, 239.

AFFECTING OF HERBICIDES ON SELECTED QUALITY CHARACTERS OF TABLE POTATO TUBERS

S u m m a r y

The effect of herbicides on selected quality characters of potato tubers was investigated in field trial of 1995–1997. The applied herbicides caused the significant decrease of the content of dry matter and starch as well as the significant increase of the content of vitamin C and total nitrogen in tubers. Herbicides increased significant yield of dry matter, yield of starch and total protein as well. ☒

BARBARA GĄSIOROWSKA, KRYSTYNA ZARZECKA

WPLYW PREPARATU FAZOR 80SG NA WYBRANE CECHY JAKOŚCI BULW ZIEMNIAKA W OKRESIE PRZECHOWYWANIA

Streszczenie

W badaniach prowadzonych w latach 1995–1996 oceniano skuteczność działania inhibitora kiełkowania Fazor 80SG na ograniczenie spadku zawartości skrobi i witaminy C oraz wzrostu zawartości cukrów redukujących i sumy cukrów, a także jego wpływ na ciemnienie mięszu surowego i ugotowanego w bulwach przechowywanych przez okres siedmiu miesięcy, w warunkach piwnicy i kopca. Analizując działanie różnych dawek preparatu ustalono dawkę optymalną – 5 kg/ha. Preparat, poprzez ograniczanie procesów kiełkowania, miał korzystny wpływ na zawartość badanych składników.

Wstęp

Ziemniak konsumpcyjny stanowi jeden z głównych składników pożywienia ludzi. W ostatnich latach zmieniała się jednak struktura spożycia ziemniaków. Preferowane są produkty w wysokim stopniu przetworzone, a te wymagają surowca dobrej jakości. Składniki chemiczne bulw wpływające na jakość ziemniaków kształtowane są przez czynnik odmianowy i środowisko zarówno w czasie wegetacji, jak i przechowywania [7, 12, 19]. W czasie przechowywania w bulwach zachodzą procesy życiowe prowadzące do zmian biochemicznych. Dotyczą one głównie węglowodanów – skrobi, cukrów redukujących, sumy cukrów, ale również witaminy C. Jednocześnie następują zmiany w ciemnieniu mięszu bulw surowych i po ugotowaniu [10, 19, 21]. Ubytki skrobi związane są głównie z procesem oddychania i kiełkowania. Intensywność oddychania bulw zależy od okresu i temperatury przechowywania, która decyduje też o akumulacji cukrów i ma niewielki wpływ na zmiany witaminy C w bulwach. Z chwilą rozpoczęcia procesów wzrostowych związanych z kiełkowaniem następują ubytki skrobi, a wzrost zawartości cukrów. Zmiany te można ograniczyć poprzez stosowanie środków hamujących kiełkowanie [2, 17]. Dlatego też podjęto badania, któ-

rych celem było określenie wpływu inhibitora kiełkowania Fazor 80SG na zmiany wybranych składników w bulwach, po siedmiu miesiącach przechowywania.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły bulwy ziemniaka pochodzące z doświadczenia polowego prowadzonego w latach 1995-1996 w RZD Zawady, należącym do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Schemat doświadczenia uwzględniał dwa czynniki:

I. Dawki preparatu Fazor 80SG:

- obiekt kontrolny bez stosowania preparatu,
- dawka 2,5 kg/ha,
- dawka 5,0 kg/ha,
- dawka 7,5 kg/ha,

II. Odmiany jadalne średnio późne: Atol, Ania, Arkadia.

Preparat Fazor 80SG rozpuszczano w 400 l wody i opryskiwano rośliny ziemniaka cztery tygodnie przed zbiorem bulw. Bulwy badanych odmian bezpośrednio po zbiorach umieszczono w warunkach o temperaturze 14–16°C i wilgotności względnej powietrza 90–95%, a po upływie dwóch tygodni (dojrzewanie i gojenie ran) pobrano próby o wadze 5kg każda i przeniesiono je do piwnicy (z wentylacją) o temperaturze 8–10°C i do kopca. Po zbiorze i po 7 miesiącach przechowywania, w świeżej masie bulw oznaczano zawartość: skrobi metodą polarymetryczną Eversa, witaminy C metodą Tillmansa, cukrów redukujących i sumę cukrów metodą Luffa-Schoorla. Ciemnienie miąższu surowego i ugotowanego bulw oceniono według barwnych tablic w odwróconej 9-stopniowej skali duńskiej: liczbą 9 oznaczono miąższ nie zmieniony, a liczbą 1-miąższ czarny. Zmiany barwy miąższu surowego bulw oceniono po 4 godzinach od chwili pokrojenia ziemniaków, a bulw ugotowanych po 24 godzinach. Wyniki badań poddano analizie statystycznej oceniając istotność różnic testem Tukeya.

Pozostałość środków chemicznych oznaczono w próbach ziemniaków techniką chromatografii gazowo-cieczowej w Zakładzie Badania Pozostałości Środków Ochrony Roślin Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu. Pozostałości hydrazynu kwasu maleinowego mieściły się poniżej granicy oznaczalności (pgo).

Warunki pogodowe w okresie badań były zróżnicowane. Rok 1995 był wilgotny i ciepły. Jednak rozkład opadów był niekorzystny – w trzeciej dekadzie lipca oraz w pierwszej i drugiej dekadzie sierpnia wystąpiła susza, a temperatura wahała się od 19,4 do 22,0°C. Takie warunki hamowały rozwój roślin i wzrost bulw. Rok 1996 wyróżnił się korzystniejszymi warunkami. Od trzeciej dekady czerwca do trzeciej dekady sierpnia była dostateczna ilość opadów, a temperatura w tych miesiącach wynosiła od 17,5 do 19,3°C.

Wyniki i dyskusja

Prowadzone badania wykazały, że zmiany zawartości wybranych składników w przechowywanych bulwach zależały od warunków przechowywania, dawek preparatu Fazor 80SG i reakcji indywidualnej odmian.

W wyniku przechowywania bulw nastąpił spadek zawartości skrobi (tab. 1). W kopcu ubytki skrobi były większe i po 7 miesiącach przechowywania wynosiły średnio 1,9%. Dane te potwierdziły wyniki publikowane przez Rogozińską [14] oraz Zgórską i Frydecką-Mazurczyk [18, 19]. Odwrotny kierunek zmian w zawartości skrobi w bulwach przechowywanych przez okres 6 miesięcy w temperaturze 7°C i 13°C spostrzegły Lisińska [7] i Pęksa [11]. W omawianych badaniach następowało ograniczenie ubytków skrobi w wyniku zastosowania preparatu Fazor, a najmniejsze straty wystąpiły na obiektach, gdzie preparat stosowano w dawce 7,5 kg/ha. Tym samym autorka potwierdziła swoje wyniki publikowane wcześniej [4]. Jest to zgodne z poglądem Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [21], że poprzez zastosowanie środków hamujących kiełkowanie następuje ograniczenie intensywności oddychania, co wiąże się ze zmniejszeniem ubytków skrobi. Zróżnicowane ubytki skrobi dla analizowanych odmian potwierdziły poglądy Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [18, 19] i Rogozińskiej [13].

Badania własne, a także prowadzone przez Rogozińską [13, 14] oraz Zgórską i Frydecką-Mazurczyk [19] wykazały, że na kształtowanie się poziomu witaminy C w przechowywanych bulwach istotny wpływ mają m.in. warunki i indywidualna reakcja odmian. W omawianych badaniach straty witaminy C po 7 miesiącach przechowywania w piwnicy wynosiły 45,3%, a w kopcu 51,0%. W badaniach Rogozińskiej [14] straty w kopcu były na poziomie 60,8%, zaś u Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [18] straty te wynosiły 46,5% w temperaturze 8°C i 52,5% w kopcu. Preparat Fazor ograniczył straty witaminy C w przechowywanych bulwach, co jest potwierdzeniem badań innych autorów [4, 5]. Poziom strat tego składnika zależał też od odmiany i był najwyższy u odmiany Atol – w piwnicy 51,7% i w kopcu 57,6%. W badaniach Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [19] średnio dla odmian straty wynosiły 50,0%.

Efektem siedniomiesięcznego przechowywania bulw w warunkach piwnicy i kopca był wzrost zawartości w nich cukrów redukujących i sumy cukrów. W temperaturze 8–10°C wzrost tych składników był ograniczony, natomiast w warunkach kopca zawartość ich była około trzykrotnie wyższa w porównaniu z zawartością po zbiorze – dlatego bulwy przechowywane w piwnicy miały lepszy smak. Wyniki badań potwierdziły dane z prac wielu autorów, według których przechowywanie bulw w niskiej temperaturze, poniżej 4°C, powoduje zwiększoną akumulację cukrów [1, 3, 6, 9].

Tabela 1

Zawartość skrobi i witaminy C w bulwach, po zbiorze i po 7 miesiącach przechowywania w piwnicy i kopcu (średnie z sezonów przechowywanych 1995/1996 – 1996/1997).

Content of starch and vitamin C in potato tuber after harvest and seven months of storage in cellar and clamp (means from storage seasons 1995/1996 – 1996/1997).

Składnik Component	Dawka preparatu Doses of Fazor preparation in kg/ha	Po zbiorze bulw After harvest of tuber					Po przechowywaniu bulw After storage of tuber									
							w piwnicy in cellar					w kopcu in clamp				
		Atol	Ania	Arkadia	x		Atol	Ania	Arkadia	x	Atol	Ania	Arkadia	x		
Skrobia Starch %	Obiekt kontrolny Object of control	14,3	15,1	16,2	15,2		12,2	13,5	14,3	13,0	11,9	13,2	14,1	13,1		
	2,5	14,1	15,1	16,3	15,2		12,2	13,6	14,4	13,4	12,0	13,4	14,3	13,2		
	5,0	14,2	15,3	16,3	15,3		12,3	13,9	14,4	13,6	12,2	13,5	14,6	13,4		
	7,5	14,3	15,3	16,4	15,3		12,5	14,0	15,1	13,9	12,4	13,7	14,8	13,6		
	x	14,2	15,2	16,3	15,2	n.i.	12,3	13,8	14,6	13,5	12,1	13,4	14,5	13,3		
NIR _{0,05} : dawki – doses												0,2				
LSD _{0,05} : odmiany – varieties												0,4				
Witamina C Vitamin C mg %	Obiekt kontrolny Object of control	23,5	21,8	19,7	21,7		11,0	12,8	9,5	11,1	9,8	12,3	9,2	10,4		
	2,5	23,5	22,0	19,6	21,7		11,3	13,0	10,1	11,5	10,0	12,3	9,3	10,5		
	5,0	23,6	22,0	19,9	21,8		11,4	13,1	10,4	11,6	10,1	12,5	9,8	10,8		
	7,5	23,7	22,3	19,9	22,0		11,8	13,4	10,8	12,0	10,7	12,6	10,1	11,1		
	x	23,6	22,0	19,8	21,8		11,4	13,1	10,2	11,6	10,2	12,4	9,6	10,7		
NIR _{0,05} : dawki – doses												0,6				
LSD _{0,05} : odmiany – varieties												0,7				

Zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów w bulwach, po zbiorze i po 7 miesiącach przechowywania w piwnicy i kopcu (średnie z sezonów przechowalniczych 1995/1996 – 1996/1997).

Content of reducing sugars and sugars total in potato tuber after harvest and seven months of storage in cellar and clamp (means from storage seasons 1995/1996 – 1996/1997).

Składnik Component	Dawka preparatu Doses of fazor preparation in kg/ha	Po zbiorze bulw After harvest of tuber				Po przechowywaniu bulw After storage of tuber							
						w piwnicy in cellar				w kopcu in clamp			
		Atol	Ania	Arkadia	x	Atol	Ania	Arkadia	x	Atol	Ania	Arkadia	x
Cukry redukujące Reducing sugars %	Objekt kontrolny Object of control	0,19	0,11	0,24	0,18	0,42	0,21	0,40	0,34	0,90	0,38	0,62	0,63
	2,5	0,20	0,11	0,23	0,18	0,40	0,21	0,37	0,33	0,84	0,35	0,61	0,60
	5,0	0,18	0,09	0,22	0,16	0,35	0,18	0,34	0,29	0,80	0,34	0,58	0,57
	7,5	0,20	0,08	0,22	0,17	0,33	0,17	0,32	0,27	0,74	0,30	0,55	0,53
	x	0,19	0,10	0,23	0,17	0,38	0,19	0,36	0,31	0,82	0,34	0,59	0,58
NIR _{0,05} : dawki – doses		n.i.				0,03				0,05			
LSD _{0,05} : odmiany – varieties		0,04				0,06				0,12			
Suma cukrów Sugars total %	Objekt kontrolny Object of control	0,42	0,24	0,50	0,39	0,66	0,42	0,62	0,57	1,19	0,76	1,02	0,99
	2,5	0,45	0,23	0,48	0,39	0,65	0,39	0,60	0,55	1,16	0,75	0,98	0,96
	5,0	0,41	0,23	0,47	0,37	0,60	0,39	0,56	0,52	1,10	0,70	0,92	0,91
	7,5	0,40	0,21	0,47	0,36	0,53	0,36	0,54	0,48	1,02	0,70	0,85	0,86
	x	0,42	0,23	0,48	0,38	0,61	0,39	0,58	0,53	1,11	0,73	0,94	0,93
NIR _{0,05} : dawki – doses		n.i.				0,04				0,07			
LSD _{0,05} : odmiany – varieties		0,08				0,10				0,13			

Ciemiennienie mięszu bulw surowych i ugotowanych, po zbiorze i po 7 miesiącach przechowywania w piwnicy i kopcu (średnie z sezonów przechowalniczych 1995/1996 – 1996/1997) – wyrażone w skali duńskiej.

Blackening of raw and cooked tubers after harvest and seven months of storage in cellar and clamp (means from storage seasons 1995/1996 – 1996/1997).

Ciemnienie bulw Blackening of tubers	Dawka preparatu Doses of Fazor preparation kg/ha	Po zbiorze bulw After harvest of tuber					Po przechowywaniu bulw After storage of tuber							
							w piwnicy in cellar			w kopcu in clamp				
		Atol	Ania	Arkadia	x		Atol	Ania	Arkadia	x				
surowych raw	Objekt kontrolny Object of control	7,6	7,5	7,4	7,5		7,3	7,2	7,0	7,2	7,1	7,0	6,7	6,9
	2,5	7,7	7,5	7,2	7,5		7,1	7,2	6,9	7,1	6,8	6,9	6,7	6,8
	5,0	7,5	7,4	7,2	7,4		7,0	7,0	6,7	6,9	6,7	6,8	6,5	6,7
	7,5	7,6	7,3	7,1	7,3		6,9	6,8	6,5	6,7	6,5	6,5	6,4	6,5
NIR _{0,05} : dawki – doses LSD _{0,05} : odmiany – varieties	x	7,6	7,4	7,2	7,4		7,1	7,1	6,8	7,0	6,8	6,8	6,6	6,7
					n.i.					0,2				0,2
					0,2					0,2				0,2
ugotowanych cooked	Objekt kontrolny Object of control	8,2	8,3	8,1	8,2		7,9	8,2	7,9	8,0	7,6	8,0	7,7	7,8
	2,5	8,0	8,1	8,1	8,1		7,8	8,0	7,8	7,9	7,5	7,8	7,4	7,6
	5,0	7,9	8,1	8,0	8,0		7,6	7,8	7,6	7,7	7,2	7,7	7,2	7,4
	7,5	7,9	8,0	7,9	7,9		7,5	7,8	7,6	7,6	7,0	7,5	7,0	7,2
NIR _{0,05} : dawki – doses LSD _{0,05} : odmiany - varieties	x	8,0	8,1	8,0	8,0		7,7	8,0	7,7	7,8	7,3	7,8	7,3	7,5
					n.i.					0,2				0,3
					n.i.					0,1				0,2

Badania własne wykazały, że preparat Fazor, ograniczając proces kiełkowania, działał hamująco na akumulację cukrów. Spostrzeżenie to jest zgodne z poglądami Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [21], które wzrost zawartości cukrów tłumaczyły intensywnym kiełkowaniem, bowiem w bulwach potraktowanych środkami hamującymi kiełkowanie nie zauważyły tego zjawiska. Zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów jest cechą odmianową, co podkreśla wielu autorów [13, 20, 23]. W badaniach własnych najniższą zawartością cukrów, zarówno po zbiorze jak i po przechowywaniu, charakteryzowała się odmiana Ania.

Z danych literaturowych wynika, że zarówno niskie, jak i wysokie temperatury przechowywania wzmagają proces ciemnienia bulw [8, 15]. W niniejszych badaniach intensywność procesu ciemnienia bulw surowych i ugotowanych była wysoka – wyższa w warunkach kopca. Zgórska i Frydecka-Mazurczyk [19] stwierdziły, że temperatura przechowywania 6°C miała mniejszy wpływ na intensywność procesu ciemnienia, niż temperatura 2–4°C i 8°C. Wzrost dawki preparatu również miał niekorzystny wpływ na ciemnienie miąższu bulw. Właściwości odmianowe w istotny sposób różnicowały stopień ciemnienia bulw surowych i ugotowanych. Mniejszą skłonnością do ciemnienia miąższu bulw, zarówno surowych jak i ugotowanych, odznaczała się odmiana Ania. Wpływ właściwości odmianowych na ciemnienie miąższu bulw potwierdzają badania Wojdyły [16] oraz Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [19, 22].

Wnioski

1. Analizowane w badaniach warunki przechowywania, dawki preparatu Fazor 80SG i odmiany miały istotny wpływ na zawartość wybranych składników chemicznych w bulwach przechowywanych przez okres siedmiu miesięcy.
2. Bulwy przechowywane w kopcu cechowały się większymi ubytkami skrobi i stratami witaminy C, a także większą akumulacją cukrów redukujących i sumy cukrów w porównaniu z warunkami piwnicy.
3. Zastosowane w badaniach dawki preparatu Fazor 80SG ograniczały ubytki skrobi i straty witaminy C oraz zmniejszały gromadzenie cukrów redukujących i sumy cukrów w bulwach.
4. Stopień ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych był wyższy dla bulw przechowywanych w kopcu. Również preparat Fazor 80SG wpływał niekorzystnie na ciemnienie bulw.
5. Z badanych odmian najmniejszym spadkiem skrobi i witaminy C oraz najmniejszą akumulacją cukrów charakteryzowały się bulwy odmiany Ania, stąd wartość przetwórcza tej odmiany była najwyższa.

LITERATURA

- [1] Comleman W.K., Le Blanc J., Morishita T.: Rapid test for chemical maturity monitoring of tubers. *Am. Potato J.*, **73**, 1996, 501.
- [2] Frydecka-Mazurczyk A.: Oddychanie bulw ziemniaka w czasie wzrostu i przechowywania. *Ziemiak*, 1981/82, 125.
- [3] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Changes in carbohydrate metabolism during storage and the reconditioning of potato tubers. *Physiol. Section Conf., EAPR and IHAR*, Pułtusk, 29.06.-03.07., 1998, 12.
- [4] Gąsiorowska B.: Wpływ preparatu Fazor 80SG na zmniejszenie strat podczas przechowywania bulw ziemniaka jadalnego. *Fragm. Agron., Konf. PTNA „Optymalizacja polowej produkcji roślinnej w zmienionych warunkach ekonomicznych, Rzeszów*, 15-16.09., **3**, 1997, 201.
- [5] Gąsiorowska B., Zarzecka K.: Zastosowanie Fazoru 80 SG w ograniczaniu strat przechowalniczych bulw ziemniaka jadalnego. *Biul. Inst. Ziemn.*, **213**, 2000, 233.
- [6] Hertog M.L.A., Putz B., Tijskens L.M.M.: The effect of harvest time on the accumulation of reducing sugar during storage of potato tubers. *Potato Res.*, **40**, 1997, 69.
- [7] Lisińska G.: Wpływ różnych czynników na skład chemiczny bulw ziemniaka i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozprawy* 31, 1981.
- [8] Lisińska G., Leszczyński W.: *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science, London and New York, 1989.
- [9] Lisińska G., Pęksa A., Leszczyński W.: Wpływ warunków przechowywania na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Cz.II. Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 244, *Techn. Żywności VII*, 1991, 9.
- [10] Muller K.: Zur Frage der qualitäts erhaltenden Lagerung von Kartoffeln *Der Kartoffelbau*, **34**, 1983, 376.
- [11] Pęksa A.: Wpływ czynników uprawowych i warunków przechowywania na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Cz. II. Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 244, *Techn. Żywności VII*, 1994, 9.
- [12] Pritchard M. K., Scanlon M. G.: Mapping dry matter and sugars and potato tubers for prediction of whole tuber processing quality. *Can. J. Plant Sci.*, 1997, 461.
- [13] Rogozińska I.: Wpływ nawożenia azotowego i warunków przechowywania na skład chemiczny oraz wartość konsumpcyjną i użytkową bulw różnych odmian ziemniaków. *ATR Bydgoszcz, Rozprawy* 23, 1987.
- [14] Rogozińska I.: Problemy przechwalnictwa i przetwórstwa ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, **380**, 1989, 225.
- [15] Talburt W. F., Smith O.: *Potato Processing*. The AVI Publishing Comp. INC., Westport Connection, 1989.
- [16] Wojdyła T.: Smakowitość bulw ziemniaka w zależności od zastosowanych fungicydów i nawożenia azotem. *Fragm. Agronom.*, **4**, 1997, 4.
- [17] Zgórska K.: Zmiany cech jakości ziemniaka podczas przechowywania. Wdrożenie nowych odmian oraz nowych elementów technologii produkcji nasiennej, ochrony i przechwalnictwa ziemniaków. *Inst. Ziemn., Bonin*, 1994, 30-33.
- [18] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe ziemniaka. *XVI Sesja Nauk. „Agrotechnika ziemniaka i wybrane zagadnienia z przechwalnictwa”*, *Jadwisin* 24-25.03., 1983, 95.

- [19] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.*, **33**, 1985, 109.
- [20] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Przydatność odmian do przetwórstwa spożywczego oraz ocena jakości. *Konf. Nauk. „Przechowalnictwo i przetwórstwo ziemniaka”*, Inst. Ziemn., Bonin, 22.02., 1994, 1.
- [21] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Wpływ warunków przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych na różne kierunki użytkowania. *Konf. Nauk. „Technika i technologia przechowywania ziemniaków”*, Jadwisin, 8-9.12., 1997, 1.
- [22] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Wpływ warunków uprawy i przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Konf. Nauk. „Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość”*, IHAR, Radzików, 23-25.02., 1999, 85.
- [23] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. Inst. Ziemn.*, **213**, 2000, 239.

EFFECT OF FAZOR 80SG ON SELECTED QUALITY CHARACTERS OF POTATO TUBERS DURING STORAGE

S u m m a r y

The experiment embraced two factors: applied doses of Fazor 80 SG and potato varieties. The potato tubers were stored in a cellar and in a clamp. Fazor 80 SG was applied four weeks before harvest of tubers. The applied inhibitor reduced losses of starch and vitamin C and accumulation of reducing sugars and sugars total. ☒

ANNA FRYDECKA–MAZURCZYK, KAZIMIERA ZGÓRSKA

ZAWARTOŚĆ AZOTANÓW(V) W BULWACH ZIEMNIAKA W ZALEŻNOŚCI OD ODMIANY, MIEJSCA UPRAWY I TERMINU ZBIORU

Streszczenie

Przeprowadzone w latach 1995-1999 badania wykazały duży wpływ genotypu na zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka oraz na fluktuacje tych związków pod wpływem pogody podczas wegetacji. Suchy i gorący okres wegetacji sprzyjał akumulacji azotanów(V) w bulwach ziemniaka. Stwierdzono istotny statystycznie wpływ miejsca uprawy na poziom tych związków w bulwach – niższą zawartością azotanów(V) w obu latach badań charakteryzowały się bulwy uprawiane na glebach żyzniejszych. Bulwy zebrane w stanie niedojrzałym miały wyższą zawartość tych związków niż zebrane w stanie pełnej dojrzałości.

Wstęp

Azotany(V) są naturalnymi składnikami występującymi w bulwach ziemniaka. Obecność ich w roślinach związana jest z przemianą azotu w aminokwasy i białko. Toksyczność tych związków dla człowieka jest niewielka, ale pod wpływem flory bakteryjnej żołądka mogą one ulegać redukcji do azotanów(III), przy udziale których mogą powstać rakotwórcze nitrozoaminy. Azotany(III) powodują również przemianę hemoglobiny w methemoglobinę, czego następstwem jest zmniejszenie zaopatrzenia tkanek w tlen; jest to szczególnie groźne dla małych dzieci. Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej rozporządzeniem z dnia 8.10.1993 r. ustaliło graniczną dopuszczalną zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka na 250 mg NaNO_3/kg świeżej masy czyli ok. 182 mg NO_3^- , kg świeżej masy bulw. Wiadomo, że wysokie nawożenie azotowe powoduje wzrost poziomu tych związków w bulwach [3, 4], ale nawet przy prawidłowo przeprowadzonej agrotechnice stwierdza się zmienne ich stężenie w zależności od warunków glebowo-klimatycznych podczas wegetacji [1, 2, 7].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu genotypu, terminu zbioru oraz warunków glebowo klimatycznych na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka.

Materiał i metody badań

Seria I

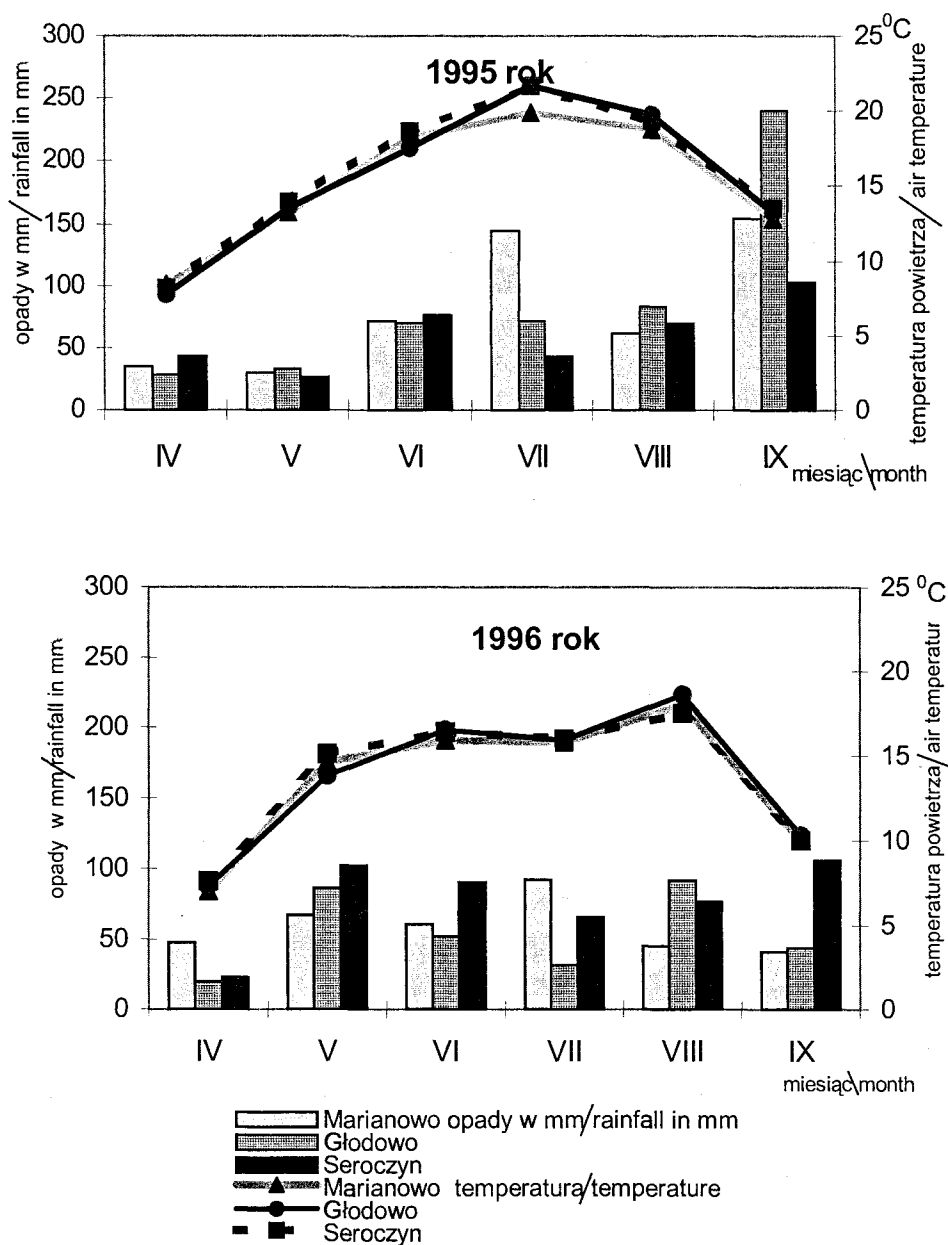
W latach 1995–1999 przeprowadzono badania nad wpływem miejsca uprawy na zawartość azotanów(V), w bulwach siedmiu odmian ziemniaka: Fresco, Karlena, Timate, Ajiba, Felsina, Sante, Saturna. Doświadczenie przeprowadzono przy zastosowaniu nawożenia azotem w dawce ok. 100 kg/ha. Ziemniaki uprawiano w trzech miejscowościach: Marianowie, Głodowie i Seroczynie. Charakterystyka gleby w poszczególnych miejscowościach przedstawiała się następująco:

MARIANOWO (woj. podlaskie)	– kompleks żytni bardzo dobry, gleba brunatna właściwa wytworzona z pyłu zwykłego niecałkowita na glinie lekkiej pylastej.
GŁODOWO (woj. kujawsko-pomorskie)	– kompleks żytni dobry, gleba bielicowa wytworzona z piasku gliniastego lekkiego na glinie lekkiej.
SEROCZYN (woj. mazowieckie)	– kompleks żytni dobry, gleby bielicowe i pseudo bielicowe, piaski słabo gliniaste i gliny lekkie.

Rozkład opadów i temperatur podczas wegetacji w tych trzech miejscowościach przedstawiono na rys. 1.

Seria II

W latach 1996–1990 prowadzono na 7 odmianach ziemniaka (Aster, Agria, Panda, Mila, Muza, Kolia, Ania) badania nad wpływem terminu zbioru na zawartość azotanów(V) w bulwach. Ziemniaki uprawiane na polu doświadczalnym IHAR w Jadwisinie zbierano w dwóch terminach: w połowie sierpnia (niedojrzałe) i w połowie września (dojrzałe). Zawartość azotanów(V) w bulwach oznaczano metodą jonoselektywną [6] za pomocą wielofunkcyjnego przyrządu komputerowego CX-721 firmy Elmetron. Wyniki podano w mg NO_3^- /kg świeżej masy bulw. Istotność różnicowania wpływu badanych czynników na analizowane cechy określono, przy zastosowaniu trzy czynnikowej analizy wariancji stosując test F „Snedecora” dla modelu stałego w układzie niezależnym. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy (NIR) stosowano test t-Studenta.



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w latach badań (miesiące IV – IX).

Fig. 1. Rainfall and air temperature in the years of study (months IV – IX).

Wyniki i dyskusja

Badania przeprowadzone w obu seriach doświadczenia wykazały duży wpływ genotypu na zawartość azotanów(V) w bulwach oraz na ich fluktuację pod wpływem zmiennych warunków podczas wegetacji. Najwyższy poziom tych związków stwierdzono w bulwach ziemniaka odmian wczesnych Aster, Fresco i Karlena, najniższy w bulwach odmian o dłuższym okresie wegetacji tj. Saturna i Ania. (tab. 1 i 2).

Tabela 1

Wpływ odmiany, miejsca i roku uprawy na zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka.
The influence of cultivar, place and year of vegetation on nitrate content in potato tubers.

1995				max-min	1996			max-min
Odmiany Cultivars	Marianowo	Głódowo	Seroczyn		Marianowo	Głódowo	Seroczyn	
Fresco	235	170	95	140	136	60	52	84
Karlana	187	88	61	126	130	98	90	40
Timate	165	92	53	112	88	68	55	33
Ajiba	116	107	81	35	65	48	42	23
Felsina	110	80	40	70	58	40	32	26
Sante	95	56	43	52	60	50	45	15
Saturna	69	53	24	45	57	30	22	35
x	140	92	61	83	85	56	45	39

NIR _{p0,05} LSD _{p0,05} - 18

Najniższą zawartością azotanów(V) w bulwach odznaczały się odmiany uprawiane na glebie żyzniejszej w Marianowie, najwyższą na glebie najslabszej w Seroczynie, niezależnie od roku uprawy. W roku 1995, który charakteryzował się wysoką temperaturą powietrza i nierównomiernym rozłożeniem opadów podczas wegetacji, stwierdzono znacznie wyższą zawartość azotanów podczas wegetacji niż w 1996 (rys. 1, tab. 1). W roku tym występowało znacznie większe zróżnicowanie zawartości tych związków w bulwach badanych odmian, w poszczególnych miejscowościach (średnia różnica max-min w 1995 roku wynosiła – 83, a w 1996 – 39). Podobne obserwacje nad wpływem pogody podczas wegetacji ziemniaków na zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka podali Korschunov [5], Cieślík [1] i Fargasowa [2]. Międzobrodzka i wsp. [7] stwierdzili niższą zawartość azotanów(V) w ziemniakach uprawianych na glebach żyzniejszych oraz dużą zmienność tych związków w zależności od miejsca uprawy.

Tabela 2

Wpływ terminu zbioru i pogody podczas wegetacji na zawartość azotanów(V) w bulwach badanych odmian.

The influence of harvest date and the weather during vegetation on nitrate content in potato tubers.

Odmiany Cultivars	Lata badań / Years of experiment											
	1996			1997			1998			1999		
	Terminy zbioru / Harvest term											
	I	II	<i>I-II</i>	I	II	<i>I-II</i>	I	II	<i>I-II</i>	I	II	<i>I-II</i>
Aster	142	82	60	180	142	38	142	92	50	362	184	178
Agria	87	31	56	58	49	9	58	43	15	90	40	50
Panda	80	39	41	38	30	8	26	20	6	60	30	30
Mila	76	34	42	67	56	11	51	43	8	80	40	40
Muza	63	29	34	70	60	10	48	39	9	112	76	36
Kolia	62	30	32	51	43	8	38	30	8	97	47	50
Ania	44	31	13	26	20	6	50	30	20	85	55	30
x	79	39	40	70	57	13	59	42	17	127	67	59
NIR _{p0,05} LSD _{p0,05} - 19												

Tabela 3

Rozkład opadów i temperatur podczas wegetacji w Jadwisinie w latach 1996-1999.

Rainfall and air temperature during vegetation period in Jadwisin in years 1996-1999.

Miesiące Months	Opady w mm, w latach: Rainfall in mm, in years:					Temperatura w °C, w latach Temperature in °C, in years:				
	1996	1997	1998	1999	Norma	1996	1997	1998	1999	Norma
V	54,6	41,3	54,9	58,4	52	15,1	13,6	14,8	12,9	13,6
VI	67	38,6	195,3	170,9	83	16,6	18,1	17,8	18,6	16,7
VII	76,2	229	64,2	29,6	75	16,6	18,4	17,8	21,2	18,2
VIII	31,5	16,9	58,8	8,8	64	19,3	19,8	16,5	18,1	17,7
IX	65,5	31,7	3,8	18,9	53	10,5	13,1	13,2	16,1	13,1
Σ	293,8	357,5	377	286,6	327	15,9	15,6	16,6	16,0	15,6

Badania przeprowadzone w latach 1996–1999 na polu doświadczalnym IHAR w Jadwisinie, nad wpływem terminu zbioru i pogody podczas wegetacji ziemniaków na zawartość azotanów(V) w bulwach wykazały, że bulwy niedojrzałe miały wyższy poziom tych związków po zbiorze niż bulwy zebrane w stanie dojrzałym we wrześniu (tab. 2). Najwyższy poziom azotanów(V) stwierdzono w bulwach w 1999 roku. Rok ten charakteryzował się dużymi opadami w czerwcu, po którym nastąpił okres bardzo wysokiej temperatury i suszy (tab. 3). W tym właśnie roku oraz w 1996, który cecho-

wał się wysoką temperaturą i niedoborem opadów w sierpniu, wystąpiły największe różnice w poziomie azotanów(V) między bulwami dojrzałymi i niedojrzalymi. Natomiast w 1997 i 1998 roku różnice między zawartością azotanów(V) w bulwach zebranych w sierpniu i we wrześniu były nieznaczne.

Wnioski

1. Badania wykazały duży wpływ genotypu na zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka oraz na fluktuacje tych związków pod wpływem zmiennych warunków pogodowych podczas wegetacji. Suchy i gorący okres wegetacji sprzyjał akumulacji tych związków w bulwach badanych odmian.
2. Stwierdzono istotny statystycznie wpływ miejsca uprawy na poziom tych związków w bulwach – niższą zawartość azotanów(V) miały bulwy uprawiane na glebach żyzniejszych, niezależnie od miejsca uprawy.
3. Bulwy zebrane w stanie niedojrzałym odznaczały się wyższą zawartością tych związków niż zebrane w stanie pełnej dojrzałości, niezależnie od roku uprawy

LITERATURA

- [1] Cieślik E.: The effect of weather conditions in the level of nitrates in tuber of some potato varieties. Polish J. Food Nutr. Sci., **45**, 1994, 11.
- [2] Fargasowa A.: The effect of the environment storage on nitrate content in various potato cultivars from two localities. Biologia **49**, 1994, 917.
- [3] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Czynniki wpływające na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Biul. Ziemn., **47**, 1996, 111.
- [4] Gislason J., Dale H.K., Raerug R., Roer L., Rosen K.: Nitrate in potatoes. The effect of fertilization and storage on the nitrate content in 5 genotypes grown in widely separated localities. Potato Res., **27**, 1984, 331.
- [5] Korsunov A.: Verfahren zur Regulierung des Nitrathaltes in Knollen und Lagereignung der Kartoffeln unter Bedingungen des europäischen Teils der UdSSR. Symposium der D.A.W. in Halle 2-4X1 1988: Heft I, 1988, 43.
- [6] Kunsch U., Schorer H., Temperli A.: Eine Schnellmethode zur Bestimmung von Nitrat in Frischgemüsen mit Hilfe der ionensensitiven Electrode. (In:) Mitt. der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Obst-Wein und Gartenbau Wädenswil Schweiz. Flugschrift, 1981, 106.
- [7] Międzobrodzka A., Cieślik E., Sikora E., Leszczyńska T.: The effect of environment conditions on the level of nitrates and nitrites in various varieties potato. Polish J. Food Nutr. Sci. **4**, 1992, 45.

CONTENT OF NITRATES IN POTATO TUBERS DEPENDENT ON GENOTYPE, PLACE OF CULTIVATION AND HARVEST DATE

S u m m a r y

The influence of genotype, place and year of cultivation on the nitrates content in potato tubers is presented. The first experiment was carried out with 7 varieties in the years 1995 and 1996 originating from 3 different sites in Poland: Marianowo – brown soil, Głodowo and Seroczyn – podsolic and pseudopodsolic soil. The investigation showed the significant differences in nitrate content between soil types and seriously the influence of genotype and climatic factors during vegetation on nitrate level. Tubers grown up on the better soils in Marianowo had lower level of nitrates. During hot and dry vegetation weather the potato tubers accumulated more nitrate. The second experiment carried out in the years 1996-1999 in experimental field in Jadwisin has been found that date of harvest had affect on nitrate content. The tubers harvested in August (immature) had higher level of nitrate than mature ones. ☒

ANNA FRYDECKA-MAZURCZYK, KAZIMIERA ZGÓRSKA

PRZYDATNOŚĆ ODMIAN ZIEMNIAKA DO PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO PO PRZECHOWYWANIU W NISKIEJ TEMPERATURZE

Streszczenie

Porównano zawartości cukrów w bulwach 22 odmian ziemniaka przechowywanych przez okres 3 i 7 miesięcy w temperaturze 10°C, z poziomem cukrów występujących w bulwach składowanych w temperaturze 4°C i następnie poddanych zabiegowi rekondycjonowania. Stwierdzono, że zabieg rekondycjonowania powodował istotne zmniejszenie zawartości cukrów w bulwach wszystkich badanych odmian. Jednak po 3 miesiącach przechowywania niższa zawartość cukrów występowała w bulwach większości badanych odmian magazynowanych w wysokiej temperaturze 10°C. Natomiast po 7 miesiącach składowania różnice w zawartości cukrów pomiędzy bulwami przechowywanymi w 10°C, a magazynowanymi w 4°C i poddanymi zabiegowi rekondycjonowania były nieistotne statystycznie (z wyjątkiem odmian Desiree, Saturna i Agria).

Wstęp

Ziemniaki przeznaczone do przetwórstwa na produkty smażone powinny charakteryzować się bardzo niską zawartością cukrów redukujących (poniżej 0,3%). Odpowiedni poziom cukrów w bulwach można osiągnąć przez ich przechowywanie w wysokich temperaturach ($\geq 8^{\circ}\text{C}$). Jednak po kilku miesiącach składowania w wysokiej temperaturze, oprócz intensywnego kiełkowania i transpiracji, które prowadzą do utraty turgoru, zachodzi zjawisko określane w literaturze jako "senescent sweetening" [20]. Polega ono na zmianie przepuszczalności błon komórkowych oraz zmianie w błonach amyloplastów, które prowadzą do zwiększenia zawartości cukrów w bulwach. Ponadto utrata turgoru powoduje powstawanie tzw. ciemnej plamistości fizjologicznej, dyskwalifikującej ziemniaki przeznaczone do bezpośredniej konsumpcji i do przetwórstwa. Alternatywą jest zastosowanie środków hamujących kiełkowanie albo przecho-

wywanie bulw w niskich temperaturach i zastosowanie zabiegu rekondycjonowania (tzn. składowania przez okres kilku tygodni w wysokiej temperaturze). Na temat przemian węglowodanowych, zachodzących w bulwach ziemniaka przechowywanych w niskich temperaturach i poddawanych następnie zabiegowi rekondycjonowania, prowadzono liczne badania u nas w kraju i na świecie w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych [4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16]. Obecnie dąży się do zmniejszenia zużycia chemicznych inhibitorów wzrostu kiełków lub ich całkowitego wyeliminowania. Z tego względu zintensyfikowano badania dotyczące możliwości przechowywania bulw w niskich temperaturach [2, 3, 10, 11, 12, 17, 18, 21].

Wcześniejsze nasze badania przeprowadzone na kilku odmianach w ramach grantu PO6 G 01408 [1] wykazały, że ziemniaki przeznaczone do krótkiego przechowywania korzystniej jest składować w wysokiej temperaturze, natomiast bulwy przeznaczone do długotrwałego przechowywania mogą być przetrzymywane w niższej temperaturze, a następnie poddane zabiegowi rekondycjonowania. Prezentowane w niniejszej pracy wyniki miały na celu rozszerzenie tych badań i sprawdzenie czy zależności te potwierdzą się na większej ilości odmian przydatnych do przetwórstwa.

Material i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1998–1999 na 12 odmianach zagranicznych (Panda, Marijke, Agria, Karlana, Morene, Asterix, Bintje, Saturna, Ponto, Desiree, Van Gogh, Russet Burbank) i 10 polskich (Orlik, Arkadia, Triada, Mila, Vistula, Baszta, Aster, Bzura, Kolia, Oda). Ziemniaki uprawiano na polu doświadczalnym IHAR Oddział Jadwisin (piasek gliniasty lekki). Stosowano nawożenie obornikiem (22 t/ha) oraz mineralne N:P:K w ilości 90:90:140 kg/ha. Bulwy zbierano w stanie pełnej dojrzałości i przechowywano przez okres 7 miesięcy w przechowalni doświadczalnej, w temperaturze 4° i 10°C. Bulwy ziemniaków przechowywanych w 4°C poddano następnie zabiegowi rekondycjonowania (2 tygodnie w temperaturze 18°C). Zawartość cukrów redukujących w bulwach badanych odmian oznaczano po zbiorze, po 3 i po 7 miesiącach przechowywania. Zawartość cukrów redukujących oznaczano metodą dwunitrofenolową [19]. Istotność zróżnicowania wpływu badanych czynników na analizowane cechy określono, przy zastosowaniu trzy czynnikowej analizy wariancji stosując test F „Snedecora” dla modelu stałego w układzie niezależnym. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy (NIR) stosowano test t-Studenta.

Wyniki

Stwierdzono, że zawartość cukrów redukujących w bulwach przechowywanych w temperaturze 4°C zwiększała się kilkakrotnie w stosunku do zawartości po zbiorze i

była zależna od odmiany ziemniaka. Największy wzrost zaobserwowano u odmian Van Gogh, Russet Burbank, Asterix, Desiree, Ponto, Kolia, Oda (tab. 1, 2).

Tabela 1

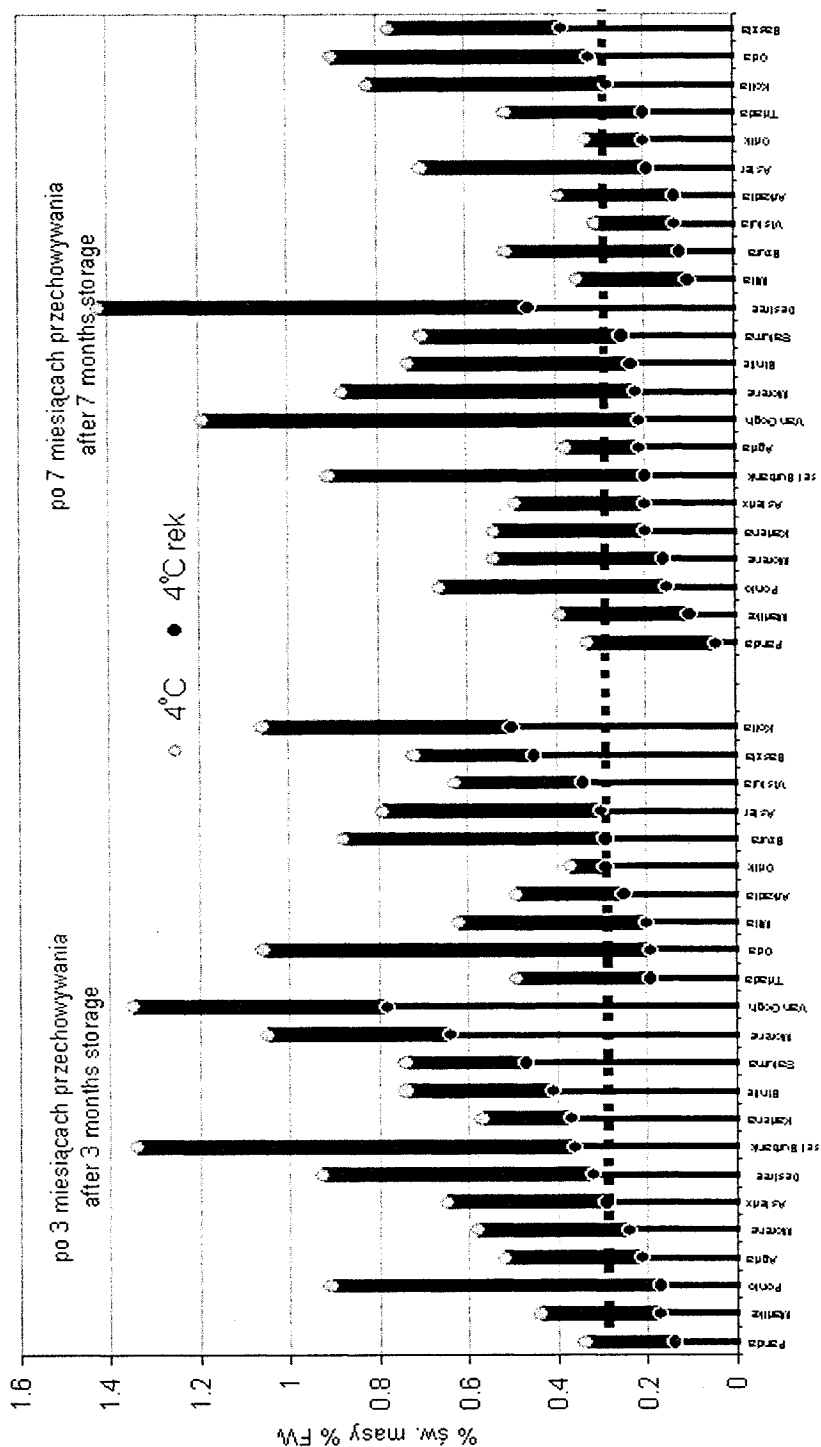
Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaków, po zbiorze oraz podczas przechowywania (w % świeżej masy) – odmiany zagraniczne.

Content of reducing sugars in potato tubers at harvest and during storage (% of raw mass) – West European cultivars.

Odmiany Cultivars	Po zbiorze At harvest	Po 3 miesiącach przechowywania After 3 months of storage			Po 7 miesiącach przechowywania After 7 months of storage		
		4 ⁰	4 ⁰ rek	10 ⁰	4 ⁰	4 ⁰ rek	10 ⁰
Van Gogh	0,07	1,35	0,78	0,30	1,19	0,21	0,28
Russet Burbank	0,12	1,34	0,36	0,30	0,91	0,20	0,23
Asterix	0,07	1,20	0,35	0,34	1,19	0,24	0,28
Desiree	0,18	0,93	0,32	0,14	1,42	0,46	0,21
Ponto	0,02	0,91	0,17	0,09	0,66	0,15	0,21
Saturna	0,06	0,74	0,47	0,30	0,7	0,25	0,19
Bintje	0,24	0,74	0,41	0,36	0,73	0,23	0,24
Morene	0,17	0,58	0,24	0,18	0,54	0,16	0,15
Karlana	0,02	0,57	0,37	0,07	0,54	0,20	0,19
Agria	0,07	0,52	0,21	0,17	0,38	0,21	0,15
Marijke	0,12	0,44	0,17	0,07	0,39	0,10	0,08
Panda	0,06	0,34	0,14	0,13	0,33	0,04	0,07
x	0,10	0,81	0,33	0,20	0,75	0,20	0,19
NIR _{p0,05} LSD _{p0,05} – 0,09							

Zabieg rekondycjonowania znacznie obniżał poziom cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka (od 21% do 87%) – rys. 1. Po trzech miesiącach przechowywania bulw odpowiedni poziom cukrów redukujących w surowcu kierowanym do wyrobu przetworów smażonych uzyskało 9 odmian: Ponto, Marajke, Agria, Morene, Triada, Oda, Mila Arkadia i Orlik. Natomiast po 7 miesiącach składowania dziewiętnaście spośród dwudziestu dwóch badanych odmian wykazywało zawartość cukrów redukujących w bulwach poniżej 0,3% (wyjątek: Desiree, Oda i Baszta).

Porównując zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaków przechowywanych w temperaturze wysokiej (10°C) i niskiej (4°C), z zastosowaniem zabiegu rekondycjonowania, stwierdzono po trzech miesiącach składowania niższy poziom cukrów w bulwach przechowywanych w 10°C (z wyjątkiem odmian Panda i Vistula) – tabela 1 i 2. Natomiast po 7 miesiącach przechowywania różnice w zawartości tych związków były nieistotne statystycznie (z wyjątkiem odmian Desiree, Saturna, Agria).



Rys. 1. Wpływ zabiegu rekondycjonowania na zawartość cukrów redukujących po 3 i 7 miesiącach przechowywania.

Fig 1. The influence of reconditioning on content of reducing sugar after 3 and 7 months of storage.

Tabela 2

Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaków, po zbiorze oraz podczas przechowywania (w % świeżej masy) – odmiany polskie.

Content of reducing sugars in potato tubers at harvest and during storage (% of raw mass) – Polish cultivars.

Odmiany Cultivars	Po zbiorze At harvest	Po 3 miesiącach przechowywania After 3 months of storage			Po 7 miesiącach przechowywania After 7 months of storage		
		4 ^o	4 ^o rek	10 ^o	4 ^o	4 ^o rek	10 ^o
Kolia	0,12	1,06	0,50	0,25	0,82	0,28	0,26
Oda	0,14	1,06	0,19	0,19	0,15	0,32	0,35
Bzura	0,11	0,88	0,29	0,22	0,51	0,12	0,08
Aster	0,15	0,79	0,30	0,10	0,70	0,19	0,20
Baszta	0,32	0,72	0,45	0,35	0,77	0,38	0,41
Vistula	0,09	0,63	0,34	0,24	0,31	0,13	0,20
Mila	0,04	0,62	0,20	0,14	0,35	0,10	0,12
Triada	0,21	0,49	0,19	0,18	0,51	0,20	0,22
Arkadia	0,16	0,49	0,25	0,19	0,39	0,21	0,18
Orlik	0,15	0,37	0,29	0,15	0,33	0,20	0,16
x	0,15	0,71	0,30	0,20	0,56	0,21	0,22
NIR _{p0,05} LSD _{p0,05} - 10							

Podsumowanie

Badania przeprowadzone na 22 odmianach ziemniaków przydatnych na produkty smażone wykazały, że bulwy przeznaczone do krótkiego przechowywania korzystniej jest składować w wysokiej temperaturze (np. 10°C), natomiast przeznaczone do długotrwałego przechowywania mogą być składowane w niższej temperaturze (np. 4°C), a następnie poddane zabiegowi rekondycjonowania.

LITERATURA

- [1] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Wpływ zabiegu rekondycjonowania na jakość bulw przeznaczonych do przetwórstwa, Biul. IHAR, **214**, 2000, 213.
- [2] Grassert V., Papenhagen F., Pfeffer Ch.: Kaltlagerfähigkeit ein aktuelles Zuchtziel für Veredlungskartoffeln. Kartoffellbau, **41**, 1990, 262.
- [3] Hak P.S: Niedrige Lagertemperatur für Chipskartoffeln. Kartoffellbau, **41**, 1990, 388.
- [4] Isherwood F.A.: Sugar-starch interconversion in *Solanum tuberosum*. Phytochemistry, **12**, 1973, 2579.

- [5] Iritani W.M., Weller L.D.: Changes in sucrose and reducing sugar contents of Kennebec and Russet Burbank tubers during growth and post harvest holding temperatures. *Am. Potato J.*, **54**, 1977, 395.
- [6] Kamienobrodzki W., Lisińska G.: Przemiana skrobia - cukry w bulwach ziemniaka przy suszeniu i chłodzeniu. *Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu*, **66**, 1967, 84.
- [7] Kamienobrodzki W., Lisińska G.: Wpływ środków chemicznych wstrzymujących kiełkowanie na zdolność przemian ich skrobi w cukry przy zimnym składowaniu i suszeniu. *Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu*, **77**, 1968a, 43.
- [8] Kamienobrodzki W., Lisińska G.: Przemiany skrobia cukry podczas suszenia bulw ziemniaczanych w różnych temperaturach. *Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu*, **77**, 1968b, 53.
- [9] Lisińska G.: Przemiana cukry skrobia w bulwach ziemniaczanych składowanych w różnych gazach. *Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu*, **103**, 1973, 61.
- [10] Maag W., Reust W.: Lagerung und rekonditionierung von Chipkartoffeln. *Kartoffelbau*, **10**, 1992, 443.
- [11] MacKay G.R., Brown J., Torrence C.J.W.: The processing potential of tuber of the cultivated potato, after storage at low temperature. *Potato Res.*, **33**, 1990, 211.
- [12] Pereira A. da S., Coffin R.H., Yada R.Y., Souza Machado V.: Inheritance patterns of reducing sugars in potato tubers after storage at 12°C and 4°C followed by reconditioning. *Am. Potato J.*, **70**, 1993, 71.
- [13] Ronsen K., Frogner S.: The influence of storage and conditioning on the content of reducing sugars in potatoes grown in Norway. *Eur. Potato J.*, **12**, 1969, 122.
- [14] Samotus B., Niedźwiedz M., Kołodziej Z., Leja M., Czajkowska B.: Storage and reconditioning of tubers of Polish potato varieties and strains. 1. Influence of storage temperature on sugar level in potato tubers of different varieties and strains. *Eur. Potato J.*, **17**, 1974a, 64.
- [15] Samotus B., Niedźwiedz M., Kołodziej Z., Leja M., Czajkowska B.: Storage and reconditioning of tubers of Polish potato varieties and strains. 2. Changes in sugar level in potato tubers of different varieties and strains during reconditioning of cold-stored potatoes. *Eur. Potato J.*, **17**, 1974b, 82.
- [16] Samotus B., Pałasiński M.: Przemiany węglowodanów w bulwach przeniesionych z niskich temperatur do wysokich. *Zesz. Nauk. WSR w Krakowie*, **20**, 1964, 81-97
- [17] Storey R. M.J., Briddon A.: Reconditioning of varieties to improve to processing quality. [In:] Abstracts of Conference Papers, 12-th Triennial Conference of the EAPR, Paris – France, 1993, 38.
- [18] Szebioto K., Piskorz B., Piasecki M.: Warunki przechowywania ziemniaków chłodni a jakość użytych frytek. *Przem. Spożyw.*, **10**, 1993, 283.
- [19] Talburt W.F., Smith O.: Potato Processing, Publ. Westport. 1959.
- [20] Van Es A., Hartmans K.J.: Sugars and starch during tuberization, storage and sprouting. In: Rastovski et al. Storage of Potato. Wageningen., 1981, 82.
- [21] Williams R.O., Cobb A.H.: Changes in respiration and carbohydrate metabolism during the storage and reconditioning of potato tubers. [In:] Abstracts of Conference Papers, 12th Triennial Conference of the EAPR, Paris – France, 1993, 73.

UTILITY OF POTATO CULTIVARS TO PROCESSING AFTER STORAGE IN COLD TEMPERATURE

S u m m a r y

The experiment was carried out with 22 cultivars in the years 1998-1999. The mature tubers were harvested in October and stored at 4°C and 10°C in store-house. Content of reducing sugar was determined after harvest, for 3 and 7 months of storage. Tubers stored at 4°C were reconditioned at 18°C for 2 weeks. It was found that cold storage results cold-induced sweetening. The sugar content in tubers stored at 4°C increased several times in relation to their level at harvest time (tab. 1 and 2). During potato reconditioning diminishing of the sugar content was twice or threefold depending on cultivar – (fig. 1). Sugar content in tubers after 3 months of storage at 4°C followed by reconditioning was higher in majority varieties than in tubers stored at 10°C (without varieties Panda and Vistula). After 7 months of storage all varieties (without Dessiree, Saturna, Agria) had smaller differences. This study showed that the best processing quality of potato tubers was obtained by storing them at relatively high temperature (10°C) for short periods. However, tubers stored for prolonged periods should be kept at low temperature (about 4°C) and reconditioned before being used. ☒

AGNIESZKA KITA, ELŻBIETA RYTEL, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK,
GRAŻYNA LISIŃSKA

KONSYSTENCJA CZIPSÓW W ZALEŻNOŚCI OD TERMINU ZBIORU ZIEMNIAKÓW

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu terminu zbioru ziemniaków na skład chemiczny bulw oraz na konsystencję wyprodukowanych z nich czipsów. Materiałem do badań były bulwy sześciu odmian ziemniaka (Aster, Orlik, Mila, Irga, Bryza i Arkadia) pobierane z pola w trzech terminach sprzętu: na sześć, na trzy tygodnie przed planowanym sprzętem i w pełni dojrzałości fizjologicznej. Z bulw ziemniaka sporządzono czipsy. Stwierdzono, że wraz z dojrzewaniem bulw ziemniaka zmieniał się ich skład chemiczny. W ziemniakach wszystkich analizowanych odmian, w kolejnych terminach zbioru zwiększała się zawartość skrobi i NSP. Największe zmiany zawartości skrobi w zależności od terminu zbioru stwierdzono w bulwach ziemniaka odmiany Arkadia, natomiast najmniejsze w ziemniakach odmian Mila i Bryza. Wraz z dojrzewaniem bulw wzrastała twardość sporządzonych z nich czipsów. Większe zróżnicowanie twardości czipsów stwierdzono pomiędzy próbkami pochodzącymi z I i II zbioru aniżeli pomiędzy próbkami z II i III zbioru. Czipsy sporządzone z bulw ziemniaka Mila i Bryza charakteryzowały się najbardziej stabilną twardością niezależnie od terminu zbioru surowca. W ocenie sensorycznej konsystencji czipsów najwyższe noty 5 punktów otrzymały czipsy wyprodukowane z ziemniaków pochodzących z trzeciego zbioru. Czipsy sporządzone z ziemniaków pochodzących z wcześniejszych zbiorów charakteryzowały się maziastą, oleistą konsystencją, natomiast z ziemniaków zebranych w pełni dojrzałości fizjologicznej były chrupkie i delikatne.

Wstęp

Czipsy ziemniaczane od kilku lat wiodą prym na polskim rynku produktów przekąskowych. Niezależnie od formy, rodzaju dodanych przypraw, smaku, wszystkie powinny charakteryzować się kruchą, chrupką konsystencją.

Konsystencja czipsów stała się obecnie najważniejszą cechą ich jakości [2, 3]. Wiadomo, iż tekstura gotowego produktu uzależniona jest zarówno od jakości surow-

ca, parametrów technologicznych stosowanych podczas produkcji oraz przechowywania ziemniaka. Rozpatrując wpływ surowca na kształtowanie konsystencji czipsów stwierdzono, że tekstura czipsów uzależniona jest przede wszystkim od zawartości suchej masy w ziemniaku. Czipsy produkowane z ziemniaka o wysokiej zawartości suchej masy (powyżej 25%) mogą mieć twardą konsystencję, natomiast czipsy z ziemniaka o zbyt niskim ciężarze właściwym (o niskiej zawartości suchej masy) zawierają dużo tłuszczu, charakteryzują się mazistą, mało chrupką konsystencją [3, 8]. Głównym składnikiem suchej masy jest skrobia i to ona odgrywa decydującą rolę w kształtowaniu konsystencji czipsów. Najnowsze badania donoszą, że również inne składniki suchej masy tj. azot białkowy oraz związki zaliczane do polisacharydów nieskrobiowych i ligniny wpływają na tworzenie konsystencji gotowego produktu. Wśród polisacharydów nieskrobiowych i ligniny największą rolę w kształtowaniu konsystencji czipsów odgrywają związki pektynowe, a szczególnie frakcja protopektyn [7].

Wiadomo, iż podczas dojrzewania bulw ziemniaka zmienia się ich skład chemiczny [1]. Czipsy wytwarzane z bulw zbieranych z pola po osiągnięciu przez ziemniak dojrzałości fizjologicznej i w terminach wcześniejszych mogą charakteryzować się zróżnicowaną konsystencją. Istotnym wydaje się określenie, w którym momencie dojrzewania bulw, w zależności od odmiany ziemniaka, ich skład chemiczny pozwoli na wyprodukowanie czipsów o właściwej konsystencji.

Celem pracy było określenie wpływu terminu zbioru ziemniaków na skład chemiczny bulw oraz na konsystencję wyprodukowanych z nich czipsów.

Materiał i metody badań

Materiałem do badań były bulwy sześciu polskich odmian ziemniaka: bardzo wczesnych Aster i Orlik, średnio wczesnych Mila i Irga, średnio późnych Bryza i Arkadia, pochodzące z dwóch sezonów wegetacyjnych (1998, 1999). Próby ziemniaków każdej z odmian pobierane były losowo z pola w trzech terminach: na sześć, na trzy tygodnie przed planowanym sprzętem i w pełnej dojrzałości. Produkcję czipsów prowadzono w warunkach laboratoryjnych według następującego schematu: bulwy po umyciu i obraniu krojono na plasterki o grubości 1,2 mm. Po opłukaniu w zimnej wodzie, a następnie osączeniu plasterki smażyono w oleju palmowym o temperaturze 190°C.

W bulwach ziemniaka oznaczono zawartość: suchej substancji, skrobi, polisacharydów nieskrobiowych i ligniny (NSP) [4, 6, 10]. Analizy czipsów obejmowały oznaczanie wilgotności, zawartości tłuszczu, konsystencji instrumentalnie przy użyciu aparatu typu Stevens QTS-25 i przeprowadzenie oceny sensorycznej w 5-punktowej skali ocen [9]. W badaniu instrumentalnym konsystencji określano maksymalną siłę potrzebną do złamania czipsa.

W celu sprawdzenia, czy różnice w zawartości poszczególnych składników chemicznych w bulwach badanych odmian ziemniaka zbieranych z pola w różnych terminach są istotne statystycznie, zastosowano metodę dwukierunkowej analizy wariancji. Natomiast, w celu porównania jakości czipsów zastosowano jednokierunkową analizę wariancji. W przypadku stwierdzenia istotnych statystycznie różnic wyznaczano grupy homogeniczne za pomocą testu porównań wielokrotnych Tuckey'a (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$).

Omówienie wyników

Bulwy analizowanych ziemniaków charakteryzowały się, w zależności od odmiany i terminu zbioru, zróżnicowanym składem chemicznym (tab. 1). Niezależnie od terminu zbioru, ziemniaki odmian wczesnych zawierały mniej skrobi i NSP niż ziemniaki odmian średnio wczesnych i średnio późnych. Zawartość poszczególnych składników suchej masy wzrastała wraz z kolejnym terminem sprzętu z pola. Istotne różnice w zawartości suchej masy i skrobi stwierdzono pomiędzy bulwami zebranymi z pola w I i II terminie sprzętu (rysunek 1). Największe zmiany zawartości skrobi w zależności od terminu zbioru stwierdzono w bulwach ziemniaka odmiany Arkadia, natomiast najmniejsze w ziemniakach odmian Mila i Bryza.

Tabela 1

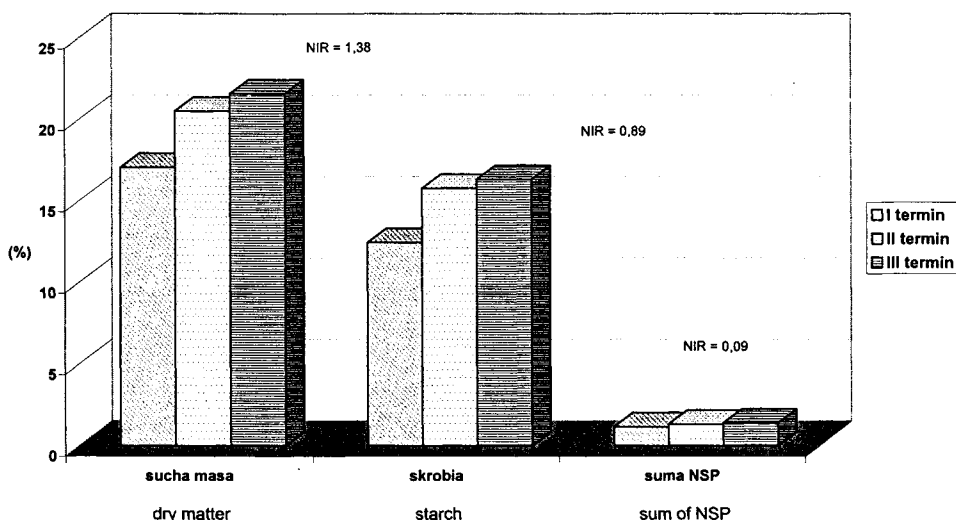
Zawartość suchej masy, skrobi, sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny (NSP) w bulwach sześciu odmian ziemniaka zebranych z pola w trzech terminach sprzętu.

The content of dry matter, starch, non-starch polysaccharides and lignin (NSP) in potato tubers of six potato varieties harvested in three terms.

Odmiana ziemniaka	Sucha masa (%) Dry matter (%)			Skrobia (%) Starch (%)			NSP (%)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Potato variety									
ASTER	16,71	20,52	21,43	11,75	15,63	16,13	0,91	1,14	1,26
ORLIK	15,54	20,14	19,66	10,84	15,61	15,37	1,16	1,28	1,37
MILA	17,91	19,83	20,61	11,65	16,26	14,15	1,18	1,30	1,39
IRGA	15,68	19,34	20,32	13,21	14,74	15,63	1,29	1,46	1,44
BRYZA	19,46	21,11	22,16	15,00	15,80	16,53	1,17	1,31	1,47
ARKADIA	17,20	22,33	25,54	12,83	16,77	20,26	1,30	1,42	1,48
NIR	1,38			0,89			0,09		

Zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w analizowanych bulwach ziemniaka zwiększała się wraz z ich dojrzewaniem (rys. 1). Związki zaliczane do tej grupy: pektyny, hemicelulozy, celulozy i ligniny stanowią około 10% suchej masy

bulw. Najmniejszą zawartością NSP charakteryzowały się ziemniaki pochodzące z I terminu zbioru (1,15%), a największą z III terminu (1,41%). Polisacharydy są podstawowym materiałem budulcowym ścian komórkowych, a w bulwach ziemniaka gromadzone są w dużej mierze w warstwie korkowej, stąd ich zawartość była wyższa w bulwach odmian późnych, w porównaniu z odmianami wczesnymi. Wśród poszczególnych frakcji wchodzących w skład NSP najliczniejszą była frakcja celulozy (0,49%), a najmniej liczne były frakcje ligniny (0,15%) i pektyn rozpuszczalnych (0,09%) (rys. 2). Wraz z kolejnym terminem zbioru wzrastała zawartość protopektyn, celulozy i hemicelulozy, natomiast w nieznacznym stopniu zmieniała się zawartość pektyn rozpuszczalnych.



Rys. 1. Zmiany składu chemicznego bulw ziemniaka w zależności od terminu zbioru – średnie z 6 odmian.

Fig. 1. The changes in chemical content of potato tubers in relation to harvest time – average data for six varieties.

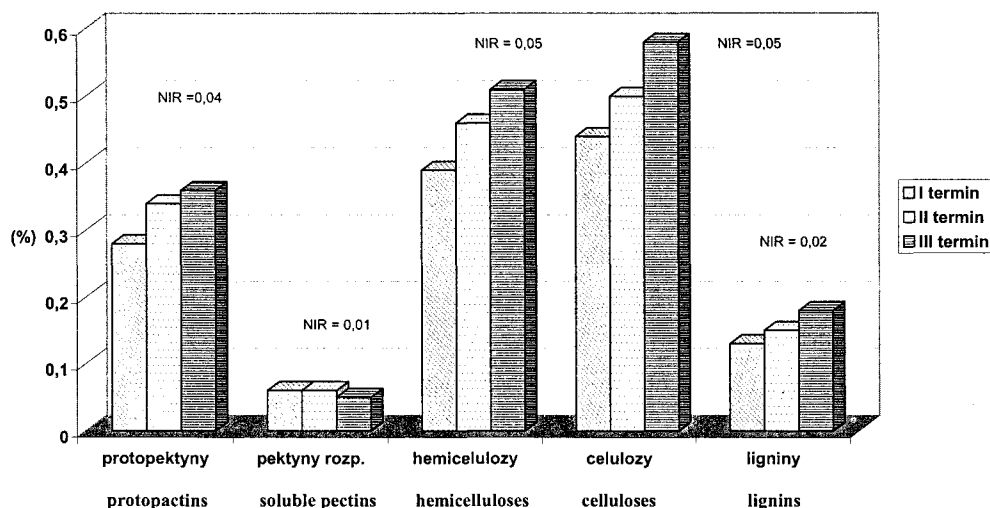
Z analizowanego surowca w warunkach laboratoryjnych sporządzono czipsy ziemniaczane. Wyprodukowane czipsy były wysmażone do wilgotności poniżej 2% i miały zróżnicowaną zawartość tłuszczu (tab. 2). Najwyższą zawartością tłuszczu charakteryzowały się czipsy sporządzone z ziemniaków zebranych z pola w I terminie sprzętu. Czipsy zawierały tym więcej tłuszczu im niższa była zawartość suchej masy i skrobi w surowcu. Czipsy wyprodukowane z ziemniaków zebranych w kolejnych terminach sprzętu charakteryzowały się niższą zawartością tłuszczu. Jedynie w czipsach wyprodukowanych z odmian wczesnych ziemniaków zebranych w pełni dojrzało-

Tabela 2

Jakość czipsów ziemniaczanych wyprodukowanych z sześciu odmian ziemniaka, zebranych z pola w trzech terminach sprzętu.
Quality of potatoes chips produced of six potato varieties harvested in three terms.

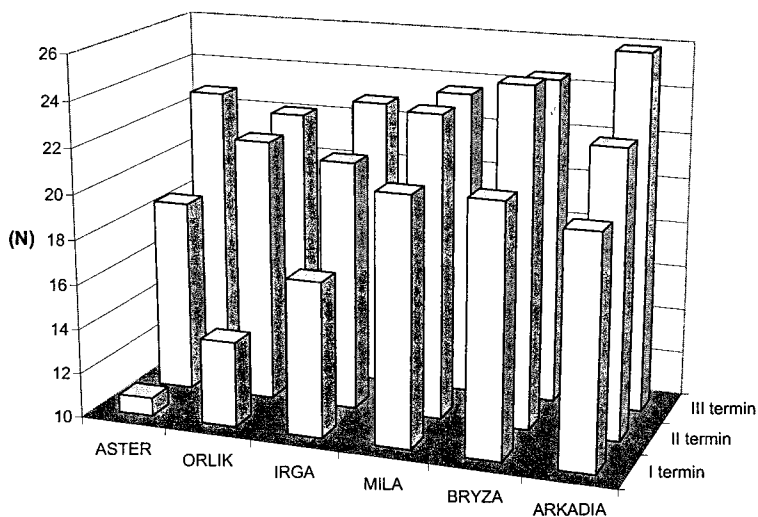
Odmiana ziemniaka Potato variety	Wilgotność (%) Moisture (%)			Zawartość tłuszczu (%) Fat content (%)			Konsystencja / Texture						Ogólna ocena sensoryczna (punkty 1-5) Sensoryic evaluation (points 1-5)		
	I II III			I II III			Stevens (N)						Sensorycznie (punkty 1-5) Sensoric (points 1-5)		
ASTER	1,54	1,24	1,80	48,76 ^d	42,40 ^c	40,45 ^d	10,8 ^a	18,6 ^a	22,8 ^b	3,06 ^a	4,23 ^a	4,56 ^a	3,41 ^b	4,21 ^a	4,50 ^a
ORLIK	1,98	1,56	1,28	46,34 ^c	40,57 ^b	38,87 ^c	13,8 ^b	21,7 ^b	22,1 ^a	3,35 ^b	4,38 ^b	4,64 ^a	3,03 ^a	4,76 ^c	4,87 ^b
MILA	1,96	1,80	1,83	40,21 ^b	38,72 ^a	38,57 ^c	21,0 ^c	23,5 ^d	23,6 ^c	3,89 ^c	4,25 ^a	4,59 ^a	4,16 ^c	4,62 ^b	4,81 ^b
IRGA	1,97	1,17	1,05	39,74 ^a	37,89 ^a	37,21 ^b	16,9 ^c	21,1 ^b	22,9 ^b	3,76 ^c	4,37 ^b	4,78 ^b	4,25 ^d	4,64 ^b	4,92 ^b
BRYZA	1,98	1,87	1,73	40,52 ^b	38,33 ^a	35,63 ^a	21,1 ^c	25,0 ^c	24,5 ^d	4,12 ^d	4,41 ^b	4,85 ^b	4,16 ^c	4,58 ^b	4,91 ^b
ARKADIA	1,83	1,65	1,21	38,93 ^a	38,07 ^a	37,29 ^b	20,2 ^d	22,7 ^c	25,9 ^c	4,28 ^d	4,51 ^c	4,81 ^b	4,32 ^d	4,62 ^b	4,87 ^b

ści fizjologicznej stwierdzono nieco wyższą zawartość tłuszczu (40,45% – Aster). Zależność taką potwierdzają inne badania [5], w których analizowano m.in. wpływ odmiany ziemniaków na zawartość tłuszczu w chipsach.



Rys. 2. Zmiany zawartości polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka w zależności od terminu zbioru – średnie z 6 odmian.

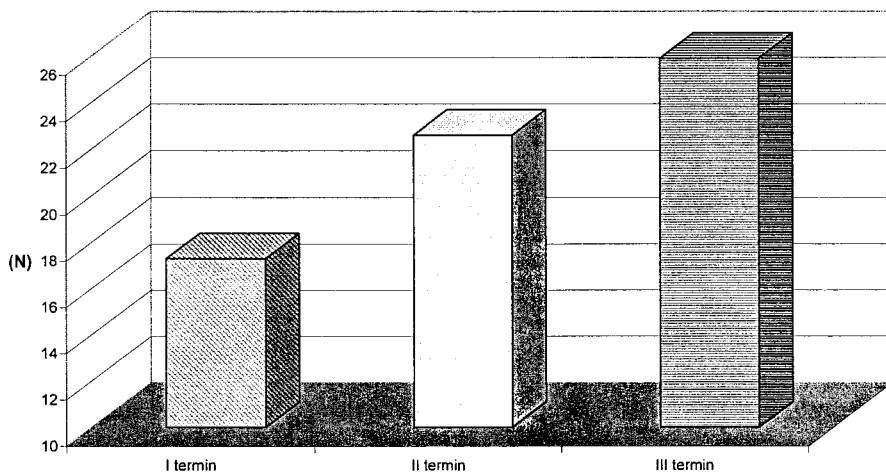
Fig. 2. Different content of non-starch polysaccharides and lignin in potato tubers in relation to harvest time – average data for six varieties.



Rys. 3. Zmiany konsystencji chipsów sporządzonych z bulw ziemniaka sprzątniętych z pola w różnych terminach - pomiar instrumentalny przy użyciu aparatu typu Stevens QTS-25.

Fig. 3. The changes in the texture of chips made of potato tubers of six varieties harvested in different terms - instrumental measurement with the use of Stevens QTS-25 device.

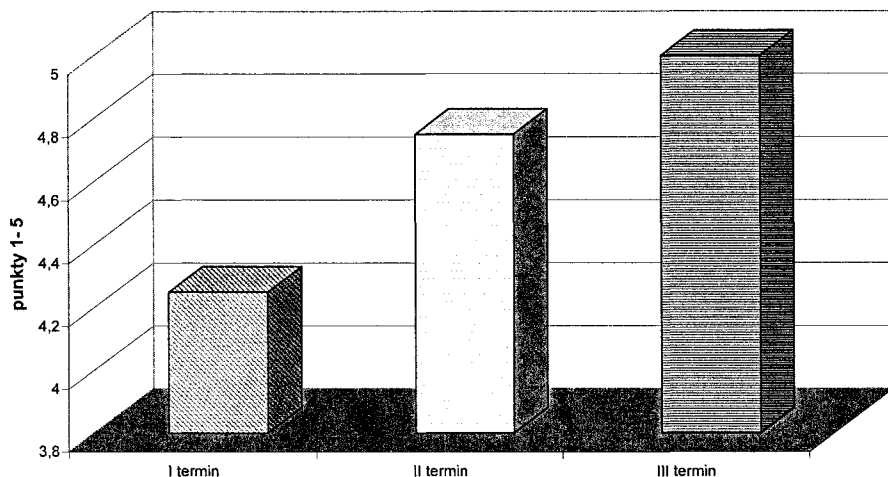
Twardość czipsów zmieniała się w zależności od jakości surowca, z którego zostały sporządzone (tab. 3). Najniższą twardością charakteryzowały się czipsy wyprodukowane z ziemniaków pochodzących z I terminu zbioru – 16,5 N (z ziemniaków o najmniejszej zawartości suchej masy i skrobi), a najwyższą z III terminu – 23,8N (rys. 4). Analizując wpływ odmiany ziemniaka na twardość czipsów największe zmiany zaobserwowano w przypadku odmiany Aster, a najbardziej wyrównaną twardością charakteryzowały się czipsy wyprodukowane z ziemniaków odmian Arkadia i Bryza.



Rys. 4. Zmiany konsystencji czipsów zebranych z ziemniaków sprzątniętych z pola w różnych terminach – pomiar instrumentalny przy użyciu aparatu typu Stevens QTS-25.

Fig. 4. The changes in the texture of chips made of potatoes tubers harvested in different terms – instrumental measurement with the use of Stevens QTS-25 device.

W ocenie sensorycznej konsystencji najniższe noty otrzymały czipsy wyprodukowane z ziemniaków odmian wczesnych, zebranych w pierwszym terminie sprzętu – 3,06 – Aster i 3,35 – Orlik. Czipsy te charakteryzowały się mazistą, oleistą konsystencją. Nieco wyższe noty otrzymały czipsy wyprodukowane z pozostałych odmian ziemniaka. Powyżej 4 punktów otrzymały wszystkie czipsy sporządzone z ziemniaków pochodzących z II i III zbioru, przy czym wszystkie czipsy wyprodukowane z ziemniaków w pełnej dojrzałości fizjologicznej posiadały właściwą chrupką konsystencję (rys. 5).



Rys. 5. Zmiany konsystencji czipsów sporządzonych z ziemniaków zebranych z pola w różnych terminach – ocena sensoryczna w skali punktowej 1–5.

Fig. 5. The changes in the texture of chips made of potatoes harvested in different terms – sensoric evaluation according to the scale 1–5 points.

W ogólnej ocenie sensorycznej najwyżej oceniono czipsy wyprodukowane z ziemniaków pochodzących z III zbioru – odmiany Irga, Bryza i Arkadia, natomiast najniżej z ziemniaków pochodzących z I zbioru – odmiany Aster i Orlik.

Podsumowanie

Stwierdzono, że wraz z dojrzewaniem bulw ziemniaka zmieniał się ich skład chemiczny. W ziemniakach wszystkich analizowanych odmian, w kolejnych terminach zbioru, zwiększała się zawartość skrobi i NSP. Największe zmiany zawartości skrobi w zależności od terminu zbioru stwierdzono w bulwach ziemniaka odmiany Arkadia, natomiast najmniejsze w ziemniakach odmian Mila i Bryza. W pomiarze instrumentalnym konsystencji czipsów wyprodukowanych z bulw zebranych w kolejnych terminach zbioru stwierdzono, że wraz z dojrzewaniem bulw wzrastała twardość sporządzonych z nich czipsów. Większe zróżnicowanie twardości czipsów stwierdzono pomiędzy próbkami pochodzącymi z I i II zbioru aniżeli pomiędzy próbkami z II i III zbioru. W przypadku odmian ziemniaka Mila i Bryza, których skład chemiczny kształtował się na podobnym poziomie we wszystkich trzech terminach zbioru, również twardość sporządzonych z nich czipsów charakteryzowała się podobnymi wartościami. W ocenie sensorycznej konsystencji czipsów najwyższe noty 5 punktów otrzymały czipsy wyprodukowane z ziemniaków pochodzących z trzeciego zbioru. Czipsy sporządzone z ziemniaków pochodzących z wcześniejszych zbiorów charakteryzowały się mazistą,

oleistą konsystencją, natomiast z ziemniaków zebranych w pełni dojrzałości fizjologicznej były chrupkie i delikatne.

LITERATURA

- [1] Ereifrej K.J., Shibi R.A., Ajlouni M.M., Hussen A.: Chemical composition variations of tissues and processing characteristic in ten potato cultivars grown in Jordan. *Am. Potato J.*, **74**, 1997, 23.
- [2] Fahloul D., Scanlon M.G.: A fracture mechanics analysis of the texture of potatoes. *J. Text. Studies*, **27**, 1996, 545.
- [3] Ilkner R., Szcześniak A.S.: Structural and chemical bases for texture of plant foodstuffs. *J. Text. Studies*, **21**, 1990, 1.
- [4] Jaswal A.S.: Texture of french fried potato: quantitative determinations of non starch polysaccharides. *Am. Potato J.*, **68**, 1991, 171.
- [5] Kita A., Lisińska G., Tajner-Czopek A., Rytel E.: The effects of potato variety and others factors on fat contents of chips. International Conference. Lithuanian Agricultural Academy. Kaunas, 1998, 231.
- [6] Kita A., Tajner-Czopek A., Lisińska G.: Oznaczanie pektyn i protopektyn w bulwach ziemniaka. *Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTiChŻ PAN*, nt.: „Postępy w Technologii i Chemii Żywności” Gdańsk, 1997, 282.
- [7] Kita A.: Wpływ składu chemicznego ziemniaka i rodzaju przypraw na konsystencję czipsów. Praca doktorska. Wrocław, 1999.
- [8] Lisińska G., Leszczyński W.: *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science. London. 1989.
- [9] PN-A-74780:1996. Przetwory ziemniaczane. Smażone przekąski ziemniaczane.
- [10] Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.: Oznaczanie polisacharydów nieskrobiowych w bulwach ziemniaka. *Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTiChŻ PAN*, nt.: „Postępy w Technologii i Chemii Żywności” Gdańsk, 1997, 270.

THE TEXTURE OF CHIPS RELATED TO THE HARVEST TIME OF POTATOES

S u m m a r y

The aim of the work was to determine the effect of potato harvest time on chemical composition of potato tubers and the texture of chips. Tuber samples of six potato varieties (Aster, Orlik, Mila, Irga, Bryza i Arkadia) harvested in three different terms: six weeks before proper harvest time, three weeks before and in their full physiological ripeness were the subject of investigation. Then chips were prepared of all varieties of harvested potatoes. It was possible to record that chemical composition of potatoes was changing with the degree of potato tubers ripeness. In all varieties of potatoes the content of starch and non-starch polysaccharides increased in proper harvest time. The biggest changes of starch content as related to harvest time were noted in potato tubers of Arkadia variety and the smallest ones were observed in Mila and Bryza variety. Hardness of produced chips increased with ripeness of tubers. More significant diversity in chips hardness was stated between the samples collected during the first and second harvest terms than between those harvested in the second and the third term. The chips prepared of potato tubers

of Mila and Bryza variety occurred to have the most permanent hardness, regardless their harvest time. In sensoric evaluation of chips texture the highest grades (5 points) obtained the chips made of potatoes harvested in the third term. The chips prepared of potatoes harvested earlier were characterized as showing oleic texture, while those made of potatoes harvested in their full physiological ripeness were satisfactorily crunchy. ☒

AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK

KONSYSTENCJA FRYTEK ZIEMNIACZANYCH W ZALEŻNOŚCI OD ZAWARTOŚCI I SKŁADU POLISACHARYDÓW W SUROWCU

Streszczenie

W ostatnich latach coraz większą wagę przywiązuje się do zawartości i składu polisacharydów nieskrobiowych i ligniny (błonnika pokarmowego) w bulwie ziemniaka oraz ich właściwości teksturotwórczych. W pracy badano zawartość oraz wpływ poszczególnych frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka na konsystencję frytek. Na kształtowanie się konsystencji gotowego produktu największy wpływ miała lignina, a następnie hemicelulozy, protopektyny i celuloza.

Wstęp

Konsystencja jest jedną z ważniejszych cech wpływających na konsumencką akceptację frytek ziemniaczanych, może być ona modyfikowana prawidłowo przeprowadzonym procesem technologicznym, ale przede wszystkim zależy od składu chemicznego surowca. Obok wyglądu zewnętrznego, podstawowymi wskaźnikami charakteryzującymi jakość frytek jest ich barwa, smak i zapach, zawartość oleju oraz tekstura [7]. Wszystkie wymienione cechy w istotny sposób wpływają na jakość gotowego produktu.

Jedną z ważnych cech sensorycznych smażonych produktów jest ich chrupka, delikatna tekstura [33]. W literaturze często spotykamy się z pojęciami: tekstura i konsystencja. Są to pojęcia szeroko rozumiane i nadal do końca nie zdefiniowane, jednak wielu autorów [2, 3, 17] stara się w swoich publikacjach podać jak najbardziej precyzyjną definicję. Horubała [9] podaje, że konsystencja określa właściwości reologiczne układów niejednorodnych, nienewtonowskich, natomiast tekstura, określa właściwości fizykomechaniczne produktów żywnościowych, które ocenia się za pomocą zmysłu dotyku (skóry i jamy ustnej). Wymieniony autor stwierdza, że dwa ostatnie pojęcia nie mają ścisłego rozgraniczenia oraz że w literaturze, jak i w potocznej mowie można

spotkać równoległe użycie terminu konsystencji i tekstury. Na podstawie definicji tekstury i konsystencji opracowano szereg metod ich oznaczania. Obecnie tekstura może być oznaczana sensorycznie i instrumentalnie [17].

Badając teksturę frytek należy zwrócić uwagę na to, że nie zależy ona tylko od suchej masy i zawartości skrobi w bulwach, ale także od składników budulcowych ścian komórkowych. Składniki te stanowią polisacharydy nieskrobiowe (NSP) i ligniny ogólnie nazwane „włóknem pokarmowym” (ang. „dietary fiber”). Wchodzą one w skład ścian komórkowych oraz znajdują się w przestrzeniach między komórkami jako substancja zlepiająca. Łączna zawartość tych substancji stanowi około połowy suchej masy nieskrobiowej [20]. Podstawowymi składnikami wchodzącymi w skład błonnika są następujące frakcje polisacharydów nieskrobiowych: celuloza, hemicelulozy, substancje pektynowe oraz frakcja ligniny.

Celuloza – stanowi 10–20% polisacharydów nieskrobiowych występujących w bulwach ziemniaka. Jej zawartość w zależności od odmiany waha się w granicach od 0,4–0,7% masy bulwy [19] lub 2,7–3,8% jej suchej masy [1].

Hemicelulozy – stanowią 15–30% suchej masy ściany komórkowej roślin [8]. Zalicza się do nich polisacharydy nierozpuszczalne w wodzie, towarzyszące celulozie w ścianach komórkowych i tkankach podporowych roślin lądowych [27].

Substancje pektynowe – występują w ścianach komórkowych i w przestrzeniach międzykomórkowych [18, 35], tworzą lepiszcze nie zdrewniałych ścian komórek roślinnych, dając tzw. blaszkę środkową [25]. Z grupy związków pektynowych wyróżniane są następujące frakcje: pektyny, protopektyny, kwasy poligalakturonowe – pektynowe i pektowe.

Pektyny są głównym składnikiem blaszki środkowej w tkance roślinnej oraz wchodzą w skład pierwotnej ściany komórkowej [23]. Zawartość ich wynosi 6–13% ściany komórkowej [20].

Protopektyny są nierozpuszczalnymi w wodzie, naturalnymi substancjami macierzystymi pektyn [27]. Stanowią one najliczniejszą grupę spośród substancji pektynowych, są ściśle związane ze strukturą ścian komórkowych i występują w większej ilości w niedojrzałych bulwach ziemniaka niż w dojrzałych [20].

Kwasy pektynowe – są to rozpuszczalne w wodzie kwasy poligalakturonowe, o bardzo niskim stopniu zestryfikowania metanolem, zdolne do tworzenia żeli w obecności jonów wapnia. Stanowią one 13–25% substancji pektynowych [20].

Kwasy pektowe – są kwasami poligalakturonowymi wolnymi od grup metoksyliowych [27].

Lignina – stanowi główny składnik blaszki środkowej tkanki roślinnej oraz ściany komórkowej wtórnej [28], odkłada się w ścianach komórkowych pod koniec wzrostu komórek wzmacniając ich konstrukcję, przez silne wiązanie z włóknami celulozowymi chroni je przed uszkodzeniem [8, 32].

Do niedawna w literaturze naukowej nie przywiązywano większej wagi do badań zawartości i składu polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka. Jednak związki te, jako budulec ścian komórkowych, mogą obok skrobi decydować o konsystencji wytwarzanych z ziemniaka produktów.

Celem pracy było określenie zawartości i składu polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka 7 odmian i w sporządzonych z tego surowca frytkach oraz badanie wpływu poszczególnych frakcji tych związków na konsystencję gotowego produktu.

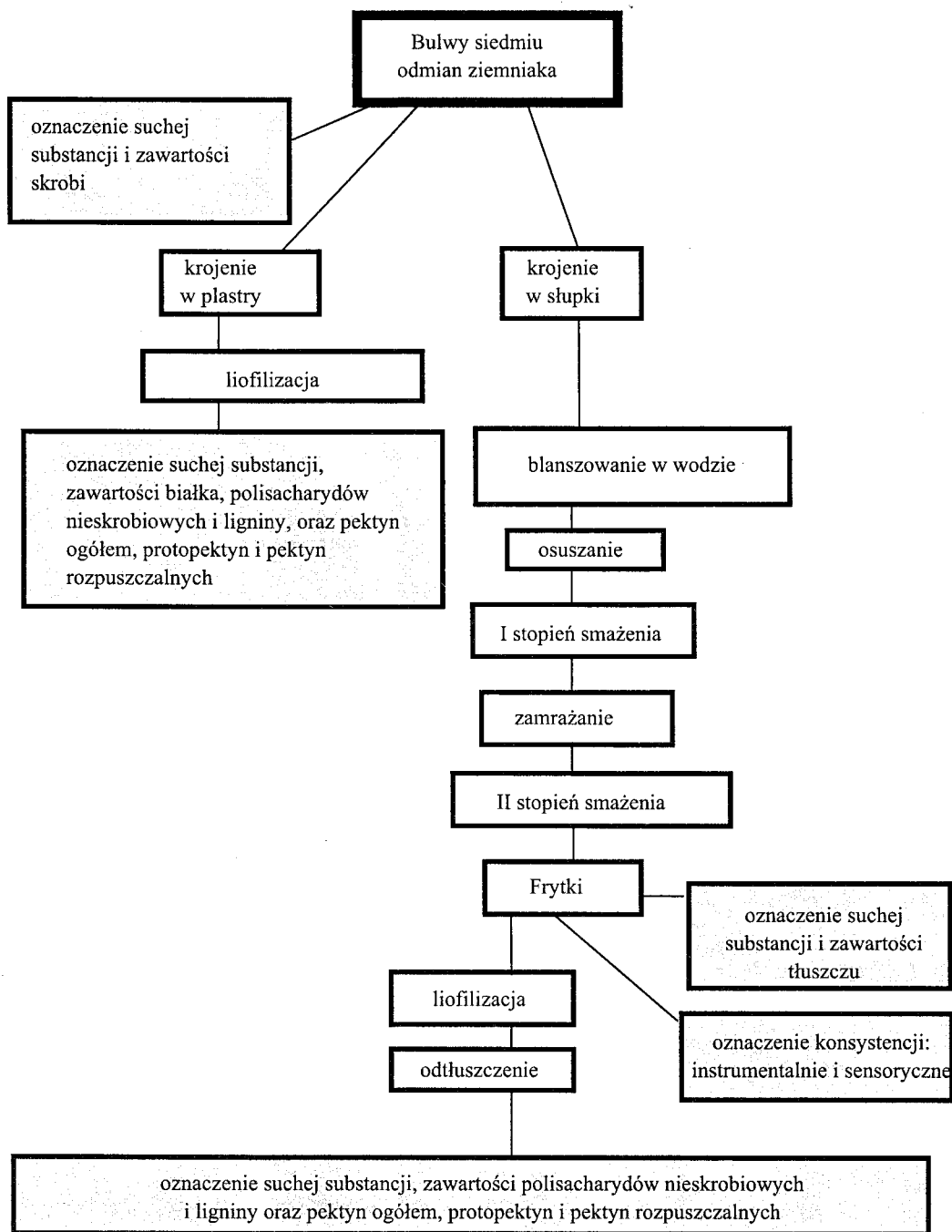
Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły bulwy następujących 7 odmian ziemniaka: 6 pochodzących z hodowli polskiej: Aster – bardzo wczesna, Ekra i Mila – średnio wczesne, Ania, Arkadia i Bryza – średnio późne [10,26] i jedna odmiana średnio późna – Saturna hodowli holenderskiej [4].

Do badań pobrano ziemniaki z poletek doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Akademii Rolniczej we Wrocławiu oraz z prywatnych gospodarstw rolnych z okolic Wrocławia. Surowiec do badań pochodził z trzech sezonów wegetacyjnych 1995, 1996, 1997 r.

Do badań laboratoryjnych pobierano próby bulw o masie 50 kg z każdej odmiany ziemniaka. Materiał po przywiezieniu do laboratorium przechowywano w temperaturze 10–15°C. Przebieg doświadczeń laboratoryjnych przedstawiono schematycznie na rysunku 1.

Każdą próbę bulw siedmiu odmian ziemniaka rozdzielono na trzy części z przeznaczeniem do analizy podstawowego składu chemicznego (suchej substancji, zawartości skrobi i białka ogółem), do sporządzenia suszu liofilizowanego – jako materiał do oznaczeń polisacharydów nieskrobiowych i ligniny oraz próbę bulw przeznaczonych do sporządzenia frytek. W zliofilizowanym suszu ziemniaczanym oraz w zliofilizowanym suszu z odtłuszczonych frytek oznaczono zawartość poszczególnych frakcji polisacharydów nieskrobiowych (pektyn, celulozy, hemiceluloz) i ligniny – metodą opracowaną przez Jaswala [11, 13, 14] i Devera i wsp. [5], a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu [30]. Zawartość pektyn ogółem, protopektyn i pektyn rozpuszczalnych w badanych próbach oznaczono metodą kolorymetryczną z karbazolem – opracowaną przez McComb'a i McCready [22] i Jaswala [12], a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu [16].



Rys. 1. Schemat badań laboratoryjnych.

Fig. 1. The plan of laboratory studies.

Frytki przygotowano stosując metodę dwustopniowego smażenia w oleju palmowym. Ziemniaki pokrojono w słupki o przekroju 1x1 cm i długości 6–7 cm, blanszowano w wodzie o temperaturze 75°C przez 5 min., następnie podsmażano przez 1 min. w oleju o temperaturze 180°C. Gotowy produkt uzyskiwano przez dosmażenie zamrożonych frytek, w oleju o temperaturze 180°C przez 5 min.. W gotowym produkcie oznaczono konsystencję metodą obiektywną z zastosowaniem urządzenia pomiarowego konsystometr Stevensa QTS 25 z przystawką QTS-25-SB o kształcie prostokątnym, współpracujący z komputerem. Pomiar wykonywano bezpośrednio po wystygnięciu świeżych frytek. Mierzono siłę potrzebną do przecięcia jednej frytki. Wykonano każdorazowo po 18 pomiarów konsystencji, dla każdej partii frytek. Ostateczne wyniki pomiaru przedstawiono jako średnie, wyrażone w [N]. Do badań każdorazowo pobierano po osiem frytek. Frytki poddano również ocenie sensorycznej, w 5-punktowej skali ocen [21].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu pakietu Statgraphics wersja 5,0, za pomocą którego wyznaczono: grupy homogeniczne stosując test porównań wielokrotnych Tuckey'a (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ i $\alpha = 0,01$), wyliczono współczynniki korelacji pomiędzy zawartością suchej masy, skrobi oraz polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka a konsystencją sporządzonych z tych prób frytek, a także zastosowano metody analizy regresji wielokrotnej dla modelu liniowego, w celu zbadania zależności konsystencji frytek od poszczególnych składników chemicznych ziemniaka.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1. zamieszczono wyniki zawartości suchej substancji, skrobi i białka w bulwach 7 odmian ziemniaka – Aster, Ekra, Mila, Ania, Arkadia, Bryza i Saturna. Bulwy ziemniaka badanych odmian charakteryzowały się zróżnicowaną, stosunkowo wysoką zawartością podstawowych składników chemicznych, w obrębie badanych składników można było wyróżnić grupy jednorodne. Wielu autorów [20, 31] podaje, że bulwy ziemniaków przeznaczonych do produkcji frytek powinny zawierać suchą masę w granicach 20–22% i 14–16% skrobi. Bulwy badanych odmian ziemniaków zawierały od 20,02% do 22,35% suchej masy (średnio 22,00%) i od 14,98% do 17,02% skrobi (średnio 16,86%). Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka jest ściśle związana z zawartością w nich suchej substancji, im wyższa sucha masa, tym więcej skrobi. Zawartość azotu ogółem, w badanych próbach bulw, kształtowała się na średnim poziomie (2,14%).

W tabeli 2. przedstawiono wyniki zawartości polisacharydów nieskrobiowych (NSP) i ligniny w bulwach badanych odmian ziemniaka. Wyniki zawartości badanych frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach różnych prób ziemniaka podzielono na grupy homogeniczne. Zawartość sumy polisacharydów nieskrobiowych

i ligniny w badanych próbach wynosiła średnio 1.46%. Najliczniej występującą frakcją NSP i ligniny w ziemniakach przed obraniem stanowiła celuloza, a następnie hemicelulozy, pektyny i lignina.

Tabela 1

Zawartość podstawowych składników chemicznych bulw 7 odmian ziemniaka.

The content of basic chemical compounds of seven varieties of potato.

Odmiana ziemniaka Potato variety	Sucha masa Dry matter	Skrobia Starch	Białko-Protein [N x 6.25]
	[%]		
Aster	20,93 ^b	16,08 ^b	2,00 ^a
Ekra	25,81 ^d	20,55 ^c	2,37 ^b
Mila	22,35 ^c	17,02 ^c	2,08 ^a
Ania	20,16 ^a	14,98 ^a	2,22 ^b
Arkadia	21,83 ^b	16,23 ^b	2,10 ^b
Bryza	20,02 ^a	15,16 ^a	2,21 ^b
Saturna	22,91 ^c	18,02 ^d	2,00 ^a
Średnia odmian Mean of variety	22,00	16,86	2,14

Tabela 2

Zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w świeżej masie bulw 7 odmian ziemniaka.

The content of non-starch polysaccharides and lignin in the raw potato tubers of seven varieties.

Odmiana ziemniaka Potato variety	Pektyny Pectins	Hemicelulozy Hemicelluloses	Celuloza Cellulose	Lignina Lignin	Suma Total
	[%]				
Aster	0,33 ^a	0,33 ^a	0,49 ^c	0,19 ^b	1,34 ^a
Ekra	0,42 ^c	0,50 ^c	0,55 ^d	0,25 ^c	1,72 ^d
Mila	0,38 ^b	0,51 ^c	0,52 ^d	0,17 ^a	1,58 ^c
Ania	0,33 ^a	0,42 ^b	0,41 ^a	0,16 ^a	1,32 ^a
Arkadia	0,36 ^b	0,35 ^a	0,46 ^b	0,17 ^a	1,34 ^a
Bryza	0,39 ^b	0,41 ^b	0,50 ^c	0,16 ^a	1,46 ^b
Saturna	0,34 ^a	0,43 ^b	0,47 ^b	0,22 ^b	1,46 ^b
Średnia odmian Mean of variety	0,36	0,42	0,48	0,18	1,46

Zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach jest zróżnicowana w zależności od odmiany ziemniaka, a także od czynników agrotechnicznych i glebowo-klimatycznych [20, 31]. Na wyniki zawartości NSP i ligniny w produktach roślinnych może mieć też wpływ rodzaj metody oznaczania tych składników. Wielu au-

torów [6, 34] zajęto się badaniem sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny, pomijając oznaczenia zawartości poszczególnych frakcji. Dlatego też, mało jest danych literaturowych dotyczących tego zagadnienia. Ilość błonnika pokarmowego w świeżej masie bulw ziemniaka oznaczonego przez Englysta [6], Varo i wsp. [34] wynosiła 1,2%. Natomiast Piekarska i Łoś-Kuczera [24] podają, że oznaczona przez nie suma NSP i ligniny w bulwach wynosiła 2,0%. W przeprowadzonym doświadczeniu uzyskano wyniki zawartości sumy NSP i ligniny w ziemniakach na poziomie 1,32% do 1,72%, w zależności od odmiany.

Zawartość substancji pektynowych wg Keijbetsa [15] wahała się od 0,2% do 0,4% w świeżej masie bulw. Uzyskane wyniki oznaczenia zawartości substancji pektynowych w ziemniakach badanych prób wynosiły: od 0,33% do 0,42% (średnio 0,36%) i były podobne jak u wymienionych autorów.

Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia stwierdzono, że bulwy badanych odmian ziemniaka zawierały od 0,33% do 0,51% hemiceluloz (średnio 0,42%), a celulozy od 0,41% do 0,55% (średnio 0,48%).

Zgórska i Frydecka-Mazurczyk [36] podają, że lignina w bulwach ziemniaka występuje w niewielkich ilościach – około 0,1% w świeżej masie. W przeprowadzonych badaniach wyniki zawartości ligniny kształtowały się na poziomie od 0,16% – do 0,25% (średnio 0,18%), a więc w zbliżonym zakresie.

Tabela 3

Zawartość związków pektynowych w świeżej masie bulw 7 odmian ziemniaka.
The content of pectic substances in the raw potato tubers of seven varieties.

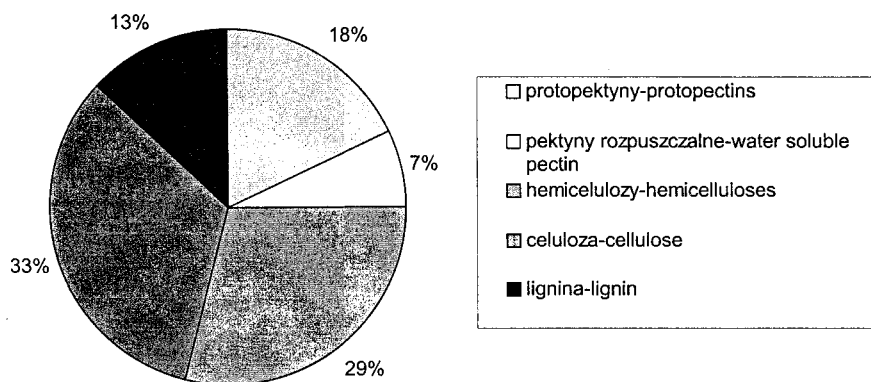
Odmiana ziemniaka Potato variety	Protopektyny Protopectins	Pektyny rozpuszczalne Water soluble pectins
	g kwasu galakturonowego/100 g g galacturonic acid/100 g	
Aster	0.288 ^b	0.113 ^c
Ekra	0.393 ^f	0.143 ^e
Mila	0.327 ^e	0.107 ^b
Ania	0.307 ^d	0.119 ^c
Arkadia	0.299 ^c	0.116 ^c
Bryza	0.277 ^a	0.083 ^a
Saturna	0.295 ^c	0.130 ^d
Średnia odmian Mean of variety	0.312	0.115

W tabeli 3. przedstawiono wyniki rozdziału związków pektynowych na frakcje pektyn rozpuszczalnych i protopektyn, wyrażone w g kwasu galakturonowego na 100 g świeżej masy bulw. Zawartość frakcji protopektyn w badanych próbach kształ-

towała się na poziomie od 0,277 g/100 g do 0,393 g/100 g, natomiast zawartość pektyn rozpuszczalnych występowała w ilości od 0,083 g/100 g do 0,143 g/100 g. Mało jest danych literaturowych dotyczących zawartości tych frakcji w bulwie ziemniaka. Zgórska i Frydecka-Mazurczyk [36] podają, że związki pektynowe występują w ścianach komórkowych w ilości 47–66% ich masy. Najliczniej występującą frakcją wg Lisińskiej i Leszczyńskiego [20] jest frakcja protopektyn, stanowi ona bowiem 69–77% całości substancji pektynowych w bulwach.

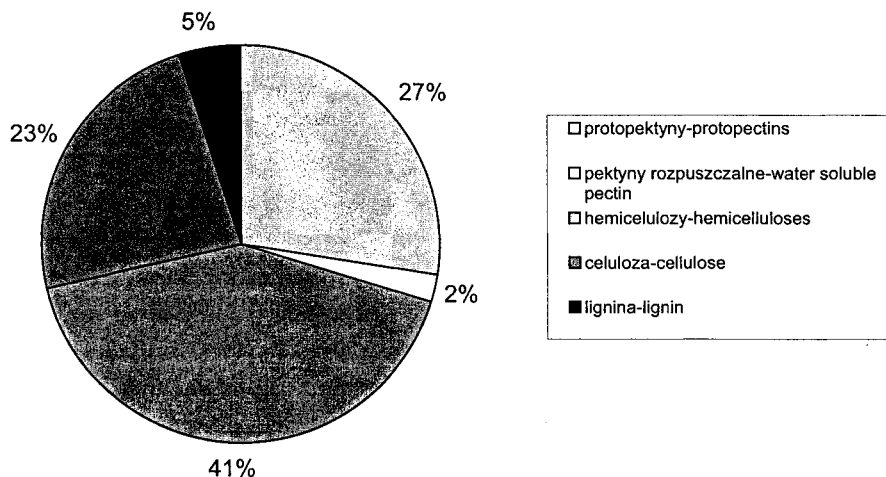
Zawartość związków pektynowych w bulwach ziemniaka wyrażona jest na ogół w procentach, brak jest danych literaturowych dotyczących przedstawienia ilości tych substancji w gramach kwasu galakturonowego w 100 g surowca. W przeprowadzonych badaniach zawartość protopektyn w bulwach wynosiła średnio 0,312 g kwasu galakturonowego/100 g. Bulwy zawierały znacznie mniej pektyn rozpuszczalnych, średnio 0,115 g kwasu galakturonowego/100 g, co odpowiadało około 1/3 zawartości protopektyn.

Na rys. 2. zamieszczono średnie wyniki zawartości frakcji protopektyn, pektyn rozpuszczalnych, hemiceluloz, celulozy i ligniny w bulwach 7 odmian (jako procentowy udział poszczególnych frakcji w sumie NSP i ligniny). Największy udział stanowiła celuloza – 33% w sumie NSP i ligniny. Kolejno udział poszczególnych frakcji przedstawiał się następująco: 29% – hemicelulozy, 18% – protopektyny, 13% – lignina, a najmniejszy udział stanowiły pektyny rozpuszczalne – 7%.



Rys. 2. Udział poszczególnych frakcji w sumie polisacharydów nieskrobiowych i ligniny zawartych w bulwach ziemniaka.

Fig. 2. The deviation of particular fractions in a total of non-starch polysaccharides and lignin founded in potato tubers.



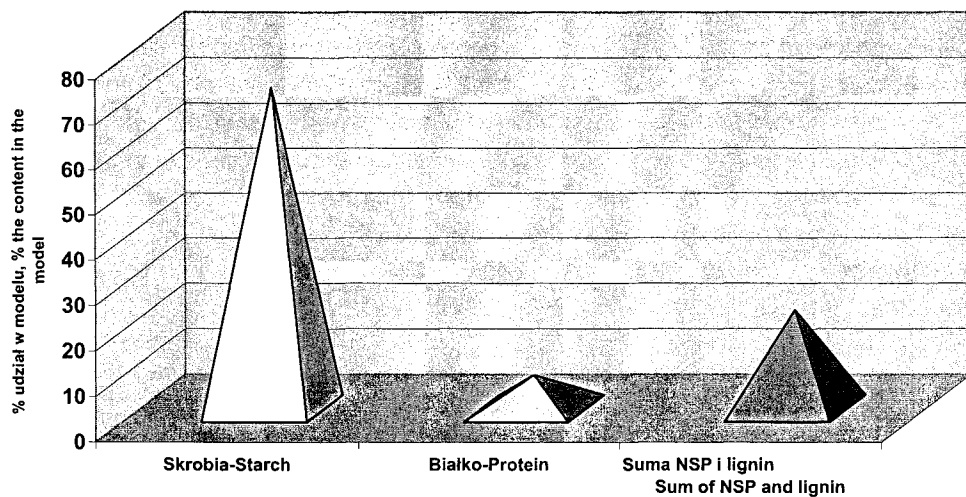
Rys. 3. Udział poszczególnych frakcji w sumie polisacharydów nieskrobiowych i ligniny zawartych w suchej masie beztłuszczowej frytek.

Fig. 3. The division of particular fractions in a total of non-starch polysaccharides and lignin in fatless dry matter of French fries.

Na rys. 3. przedstawiono udział poszczególnych frakcji w sumie polisacharydów nieskrobiowych i ligniny zawartych w suchej masie beztłuszczowej frytek (jako średnie badanych frytek). Największy udział w sumie NSP i ligniny w suchej masie beztłuszczowej frytek stanowiły: hemicelulozy – 41%, a następnie protopektyny – 27%, celuloza – 23%, lignina 5% oraz pektyny rozpuszczalne – 2%.

W tabeli 4. zamieszczono wyniki współczynników korelacji i poziomy istotności między zawartością poszczególnych polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach, a pomiarami konsystencji frytek mierzonej przy użyciu aparatu Stevensa QTS 25. Uzyskano dodatnie współczynniki korelacji między konsystencją a zawartością protopektyn, hemiceluloz i sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny – o wartościach powyżej 0,5. Zależność ta wykazała, że oznaczone frakcje protopektyn, hemiceluloz oraz sumy NSP i ligniny wpływały na konsystencję badanych prób. Wraz ze wzrostem zawartości tych frakcji wzrastała twardość frytek. Sharma i wsp. [29] podają, że twardość tkanek roślinnych oznaczona przy użyciu penetrometru wzrasta wraz z wyższą zawartością nierozpuszczalnych pektyn i hemiceluloz w komórkach.

Na rys. 4. przedstawiono procentowy udział wpływu zawartości badanych składników na konsystencję frytek przy zastosowaniu metody analizy regresji wielokrotnej. Stwierdzono, że największy wpływ na konsystencję gotowego produktu miała zawartość skrobi w bulwach – 70,9% i mniejszy wpływ zawartość sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny – 21,7%. Oddziaływanie białka w kształtowaniu tekstury frytek nie było istotne statystycznie.



Rys. 4. Wpływ składników chemicznych ziemniaka na konsystencję frytek.

Fig. 4. The influence of the chemical composition of raw potato tuber on the texture of French fries.

Tabela 4

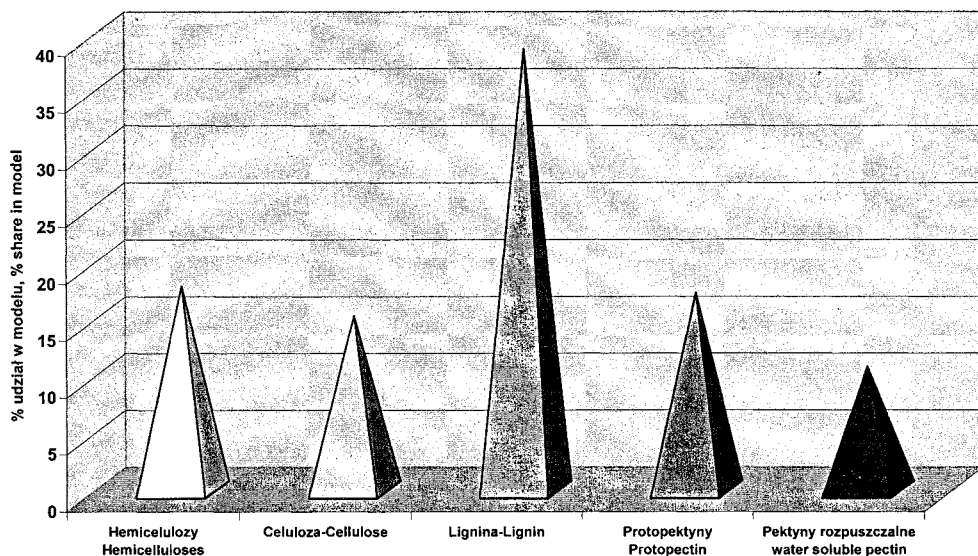
Współczynniki korelacji i poziomy istotności między zawartością polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach, a pomiarami konsystencji frytek mierzonej przy użyciu Stevensa QTS 25.

Correlations coefficient and significant levels between the contents of non-starch polysaccharides and lignin in potato tubers and the texture of French fries by Stevens QTS 25 measurements.

Składniki Components	Współczynniki korelacji między zawartością składników a konsystencją r Correlation coefficient between the contents of components and texture	Poziom istotności α Significant level
Pektyny / Pectins	0.3885	**
Hemicelulozy / Hemicelluloses	0.6275	***
Celuloza / Cellulose	0.0466	n.i.
Lignina / Lignin	0.3652	**
Suma polisacharydów nieskrobiowych i ligniny / Total of non-starch polysaccharides and lignin	0.5164	***
Protopektyny / Protopectins	0.7123	***
Pektyny rozpuszczalne / Water soluble pectins	0.4597	***

Na rys. 5. zamieszczono wyniki zależności konsystencji frytek mierzonej przy zastosowaniu aparatu typu Stevens QTS 25, od zawartości hemiceluloz, celulozy, ligniny, protopektyn i pektyn rozpuszczalnych w bulwach ziemniaka według metody analizy regresji wielokrotnej. Wykazano, że największy wpływ na kształtowanie konsystencji frytek miała zawartość ligniny (38%), a następnie hemiceluloz, protopektyn i celulozy w bulwach.

Na podstawie badań stwierdzono, że zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwie ziemniaka oraz we frytkach, a także ich skład może mieć wpływ na kształtowanie się konsystencji gotowego produktu.



Rys. 5. Wpływ frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka na konsystencję frytek.

Fig. 5. The influence of non-starch polysaccharides and lignin fractions in potato tuber on the texture of French fries.

Wnioski

1. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny była zróżnicowana w zależności od odmiany ziemniaka. W sumie oznaczonych polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka, największy udział stanowiły frakcje: celulozy (33%), hemiceluloz (29%) i protopektyn (18%).

2. Największy udział w sumie zawartości NSP i ligniny we frytkach sporządzonych z badanych prób ziemniaka stanowiły hemicelulozy (41%), protopektyny (27%) i celuloza (23%).
3. Zawartość skrobi oraz poszczególnych frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w ziemniaku związana była z konsystencją frytek – czym wyższa zawartość tych związków, tym bardziej twardy produkt. Na kształtowanie konsystencji frytek największy wpływ miała zawartość skrobi w ziemniaku – 70.9%, następnie suma NSP i ligniny – 21.7%.
4. Spośród frakcji NSP i ligniny pozostałych we frytkach po obróbce termicznej ziemniaka, największy wpływ na kształtowanie konsystencji wywierała lignina (39%), a następnie hemicelulozy (18%) i protopektyny (17%).

Fragment pracy doktorskiej

Promotor: prof.dr hab. Grażyna Lisińska, Akademia Rolnicza Wrocław.

Recenzenci: doc. dr hab. Kazimiera Zgórska, IHAR Oddział Jadwisin, prof. dr hab. Wacław Leszczyński, Akademia Rolnicza Wrocław

LITERATURA

- [1] Adler G.: Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse, Paul Parey, Berlin, Hamburg, 1971, 93.
- [2] Baryłko-Pikielna N., Janicki A.: Jakość sensoryczna a akceptacja żywności przez konsumentów. *Przem. Spoż.*, 1, 1997, 46.
- [3] Baryłko-Pikielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa 1975.
- [4] Beschreibende Sortenliste für Kartoffeln. Hamburg 1993.
- [5] Dever J.E., Bandurski R.S., Kiviliaan A.: Partial chemical characterization of corn root cell walls. *Plant Physiol.*, 43, 1968, 50.
- [6] Englyst H.: Classification and measurement of plant polysaccharides. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 23, 1989, 27.
- [7] Gould W.A.: Watch colour, flavour and texture when freezing French fried potatoes. *Food Packer*, 35, 1954, 52.
- [8] Hasik J., Dobrzańska A., Bartnikowska E.: Rola włókna roślinnego w żywieniu człowieka. SGGW, Warszawa 1997.
- [9] Horubała A.: Niektóre aspekty obiektywnej oceny tekstury żywności. *Przem. Spoż.*, 12, 1971, 477.
- [10] Insytut Ziemniaka. Charakterystyka zrejonizowanych odmian ziemniaka. Bonin, 1996.
- [11] Jaswal A.S.: Non-starch polysaccharides and the texture of french fried potato. *Am Potato J.*, 47, 1970, 311.
- [12] Jaswal A.S.: Pectic substances and the texture of french fried potato. *Am. Potato J.*, 46, 1969, 168.
- [13] Jaswal A.S.: Texture of french fried potato: Chemical composition of non-starch polysaccharides. *Am. Potato J.*, 66, 1989, 835.
- [14] Jaswal A.S.: Texture of french fries potato: Quantitive determinations of non-starch polysaccharides. *Am. Potato J.*, 68, 1991, 835.

- [15] Keijbets M.J.H.: Pectic substances in the cell wall and the intercellular cohesion of potato tuber tissue during cooking. Thesis Wageningen 1974.
- [16] Kita A., Tajner-Czopek A., Lisińska G.: Oznaczanie pektyn i protopektyn w bulwach ziemniaka. Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTChiŻ PAN nt.: „Postępy w Technologii i Chemii Żywności”. Gdańsk 1997, 282.
- [17] Kołożyn-Krajewska D.: Cechy sensoryczne-tekstura. (Na podstawie referatu A. Sumackiej-Szcześniak). *Przem. Spoż.*, **2**, 1995, 46.
- [18] Kowalczyk J., Żebrowska T.: Włókno w żywieniu przeżuwaczy. Materiały Konferencji Naukowej „Włókno pokarmowe-skład chemiczny i biologiczne działanie”, Radzików 1997, 119.
- [19] Lewosz J., Reda S., Ryś D., Jastrzębski K., Piątek I.: Skład chemiczny bulw ziemniaka, a ich odporność na uszkodzenia mechaniczne. *Biul. Inst. Ziemn.*, **18**, 1976, 31.
- [20] Lisińska G., Leszczyński W.: *Potato Science and Technology*, Elsevier Applied Science, London, New York, 1989.
- [21] Lisińska G., Pawłowska A.: Jakość ziemniaka smażonego. Cz. V. Obiektywna metoda oznaczania barwy frytek. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw.* IV, 1986, 113.
- [22] McComb E.A., McCready R.M.: Colorimetric determination of pectic substance. *Anal. Chem.*, **24**, 1952, 1630.
- [23] Müller K.: über Zellgerüst - und Strukturelemente in der Kartoffel und ihre Bedeutung für die Verwertungseignung der Knolle. 6. Kartoffel-Tagung, Detmold 1984, 57.
- [24] Piekarska J., Łoś-Kuczera M.: Skład i wartość odżywcza produktów spożywczych. PZWL, Warszawa 1983.
- [25] Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., Jarczyk A.: *Technologia produktów owocowych i warzywnych*. PWRiL, Warszawa 1973.
- [26] Praca zbiorowa pod red. Roztropowicz S.: *Charakterystyka zrejonizowanych odmian ziemniaka*. Bonin 1996.
- [27] Praca zbiorowa pod red. Sikorskiego Z.: *Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności*. WNT, Warszawa 1996.
- [28] Rogalski J., Jamroz J.: Potencjalne możliwości wykorzystania surowców ligninocelulozowych. *Post. Nauk. Rol.*, **1**, 1994, 3.
- [29] Sharma M.K., Isleib D.R., Dexter S.T.: The influence of specific gravity and chemical composition on hardness of potato tubers after cooking. *Am Potato J.*, **36**, 1959, 105.
- [30] Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.: Oznaczanie polisacharydów nieskrobiowych w bulwach ziemniaka. Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTChiŻ PAN nt.: „Postępy w Technologii i Chemii Żywności”. Gdańsk 1997, 270.
- [31] Talburt W.F., Smith O.: *Potato Processing*. (4 ed). AVI Van Nostrand Reinhold Comp. New York 1987.
- [32] van Buren J.P., Moyer J.C., Wilson D.E., Robinson W.B., Hand D.B.: Influence of blanching conditions on sloughing, splitting and firmness of canned snap beans. *J. Sci. Food Agric.*, **18**, 1967, 77.
- [33] Varela G., Bender A.E., Morton I.D.: *Frying of Food. Principles, Changes, New Approaches*. Ellis Horwood Ltd. Chichester, England 1988.
- [34] Varo P., Veijalainen K., Koivistoinen P.: Effects of heat treatment on the dietary fibre contents of potato and tomato. *J. Food Technol.*, **19**, 1984, 485.
- [35] Wojciechowicz M.: Enzymy drobnoustrojów zwaczowych katalizujące rozkład wielocząsteczkowych składników pokarmowych paszy w żwaczu. Cz.III. Pektyny. *Post. Nauk Roln.*, **3**, 1994, 61.
- [36] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Zellwandbestandteile verschiedener Kartoffelsorten. 7. Kartoffel-Tagung, Detmold 1985, 58.

THE TEXTURE OF THE FRENCH FRIES AS AN EFFECT OF THE CONTENT AND COMPOSITION OF POLYSACCHARIDES IN THE RAW POTATO

S u m m a r y

In the latest years we pay attention to the contents and composition of non-starch polysaccharides and lignin (dietary fiber) in a raw potato tuber. The content of particular fractions of non-starch polysaccharides and lignin (dietary fiber) in raw potato tubers and their influence on the texture of French fries were studied. The texture of ready product was created in the most degree by the influence of lignin and next by hemicelluloses, protopectins and cellulose effects. ☒

WACŁAW LESZCZYŃSKI, TOMASZ ZIĘBA, URSZULA PROŚBA-BIAŁCZYK,
MAREK MYDLARSKI

WPLYW SPOSOBU UPRAWY OGRANICZAJĄCEGO ROZWÓJ ZARAZY ZIEMNIAKA NA ZAWARTOŚĆ I WŁAŚCIWOŚCI SKROBI

Streszczenie

Cztery odmiany ziemniaka skrobiowego uprawiano przez dwa lata oddzielnie i w mieszance odmian ze stosowaniem fungicydów przeciw zarazie ziemniaka i bez zabiegów ochronnych. Efektem uprawy w mieszance odmian był większy plon bulw i skrobi oraz wyższa zawartość skrobi niż ich średnie z odmian uprawianych osobno. Uprawa w mieszance odmian nie wpływała na właściwości skrobi. Stosowanie fungicydów w uprawie ziemniaka powodowało zwiększenie plonów bulw i skrobi oraz podwyższenie zawartości skrobi w bulwach w stosunku do uprawy bez zabiegów ochronnych. Użycie fungicydów powodowało obniżenie lepkości kleików skrobiowych.

Wstęp

Zaraza ziemniaka wywoływana przez organizmy grzybowe z gatunku *Phytophthora infestans* jest jedną z najgroźniejszych jego chorób. W połowie XIX wieku zniszczyła uprawy do tego stopnia, że w wielu rejonach Europy, również w Polsce, wywołała klęskę głodu. Uważano wówczas, że należy zrezygnować z uprawy ziemniaka i zastąpić go inną rośliną uprawną. Rozwój hodowli roślin i wprowadzenie odmian odpornych umożliwiło dalszą uprawę ziemniaka. Nadal jednak zaraza ziemniaka jest jednym z najistotniejszych czynników ograniczających wielkość i jakość plonu. W ostatnich latach obserwuje się zróżnicowanie ras *Phytophthora infestans* i ich wzmożoną aktywność. Duże obszary nasadzeń ziemniaka i związana z tym jednolitość genetyczna tkanki rośliny żywiciela sprzyja rozwojowi epidemii zarazy.

W celu ograniczenia rozprzestrzeniania się choroby, obok uprawy odmian odpornych, stosuje się chemiczne środki ochrony roślin. Do zwalczania zarazy używanych

jest wiele różnych preparatów, spośród których w Polsce zarejestrowanych jest 58. W czasie uprawy przeprowadza się od 2 do 12 zabiegów opryskiwania tymi preparatami z grupy fungicydów. W wyniku tego, w plonie pozostają pewne pozostałości toksycznych substancji oraz następuje zanieczyszczenie nimi środowiska naturalnego poprzez odparowywanie ich do atmosfery i przenikanie do gleby i wód gruntowych [2].

Jednym ze sposobów ograniczenia rozwoju zarazy ziemniaka może być zastosowanie uprawy kilku zróżnicowanych genetycznie odmian ziemniaka w mieszance na jednym polu. Genetyczna odmienność tkanki żywiciela może spowolnić tempo infekcji zarazą oraz opóźnić i ograniczyć jej rozprzestrzenianie się w uprawach. W przypadku ziemniaka konsumpcyjnego względnie przeznaczonego do przerobu na przemysłowe produkty spożywcze, uprawa w mieszance odmian nie jest możliwa ze względu na wymóg jakościowy jednolitości odmianowej surowca. Kryterium to może nie być rygorystycznie przestrzegane w przypadku ziemniaka skrobiowego, przeznaczonego do przerobu w krochmalni czy gorzelnii. Nie jest jednak znana wartość technologiczna ziemniaka uprawianego w mieszance odmian.

Celem pracy było stwierdzenie czy plon skrobi i jej właściwości z ziemniaka uprawianego w mieszance odmian nie różni się niekorzystnie od ziemniaka uprawianego w odmianach oddzielnie.

Materiał i metody badań

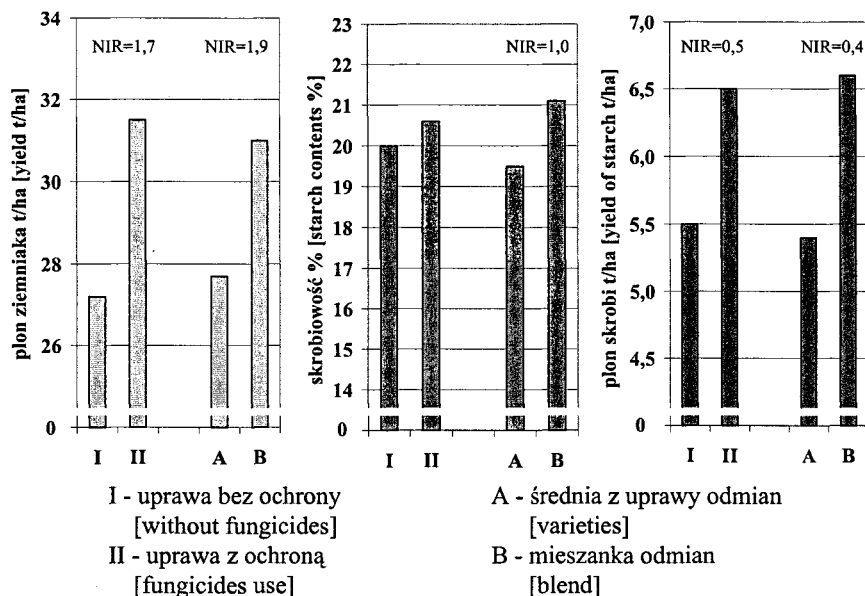
Doświadczenie polowe przeprowadzone było w Pawłowicach koło Wrocławia w latach 1998 i 1999 [6]. Uprawiano odmiany skrobiowe o zróżnicowanej odporności na zarazę ziemniaczaną (w 9 stopniowej skali): Karlana (3), Panda (4), Jantar (6) i Meduza (8). Sadzono je na poletkach osobno lub w mieszance (tzn. w kolejnych rzędach koło siebie posadzone były różne odmiany). Na połowie poletek przeprowadzone były zabiegi ochronne przeciwko zarazie ziemniaczanej, na drugiej połowie nie były one stosowane. W walce z zarazą, uprawy ziemniaka opryskano w okresie czerwiec-sierpień kolejno następującymi fungicydami: Tatoo C (chlorowodorek propawokarbu + mankozeb) – 2,5 l/ha, Curzate M (cymoksanilu i mankozeb) – 2 kg/ha, Bravo Plus (chlorotalonil + cynk) – 2 l/ha, Dithane M-45 (mankozeb) – 0,4 l/ha, Altima 500 (fluazinam) – 0,4 l/ha i Brestan (octan fentinu i maneb). Pozostałe zabiegi uprawowe wykonane były na wszystkich obiektach doświadczenia w sposób jednakowy. W jednakowym też terminie wykonywano sadzenie wszystkich odmian ziemniaka i dokonywano ich sprzętu.

Po oznaczeniu, w zebranych bulwach, zawartości suchej masy i skrobi wyodrębniano z nich skrobię sposobem laboratoryjnym, przy użyciu wody destylowanej [4]. W wysuszonej i przesianej skrobi, po okresie 3 miesięcy określono wybrane jej właściwości. Oznaczano ziarnistość skrobi przy użyciu laserowego analizatora firmy Ma-

Ivern oraz temperaturę kleikowania i lepkość 4% kleików skrobiowych na podstawie charakterystyki kleikowania wykonanej przy użyciu wiskografu Brabendera [1]. Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji dwuczynnikowej z wykorzystaniem testu Duncana dla porównania średnich na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Na tej podstawie określono istotność różnic badanych cech między uprawą ziemniaka w czystych odmianach i w mieszance odmian oraz stosowania lub nie stosowania zabiegów ochronnych przeciw zarazie ziemniaka.

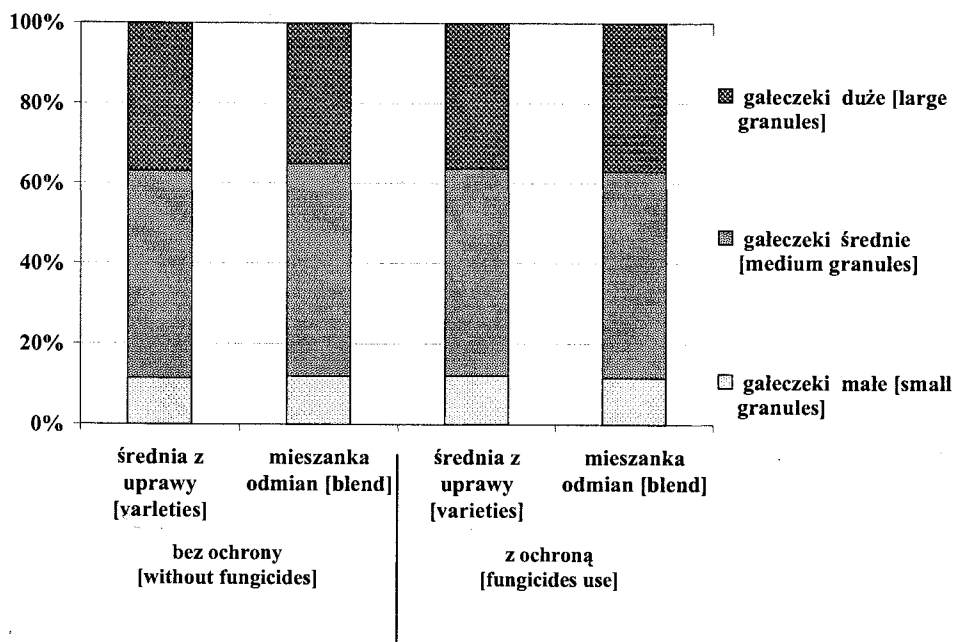
Omówienie i dyskusja wyników

Na rys. 1. przedstawiono średnie plony i skrobiowość ziemniaka oraz plon skrobi z obiektów ze stosowaniem zabiegów ochronnych przeciw zarazie i bez zabiegów oraz z uprawy w czystych odmianach i w mieszance odmian. Zarówno stosowanie fungicydów, jak i uprawa w mieszance odmian powodowały wyższe plony niż w porównywalnych obiektach. W uprawie odmian mieszanych uzyskano istotnie wyższe (o 3,3 t/ha) plony bulw (31 t/ha), w porównaniu z plonowaniem odmian w tradycyjnej rozdzielonej uprawie (27,7 t/ha). Podobne efekty zaobserwowano przy oznaczaniu skrobiowości bulw. Zawartość skrobi w bulwach z uprawy w mieszance odmian wynosiła średnio 21,1% i była wyższa o 1,6% w porównaniu ze średnią zawartością skrobi w odmianach



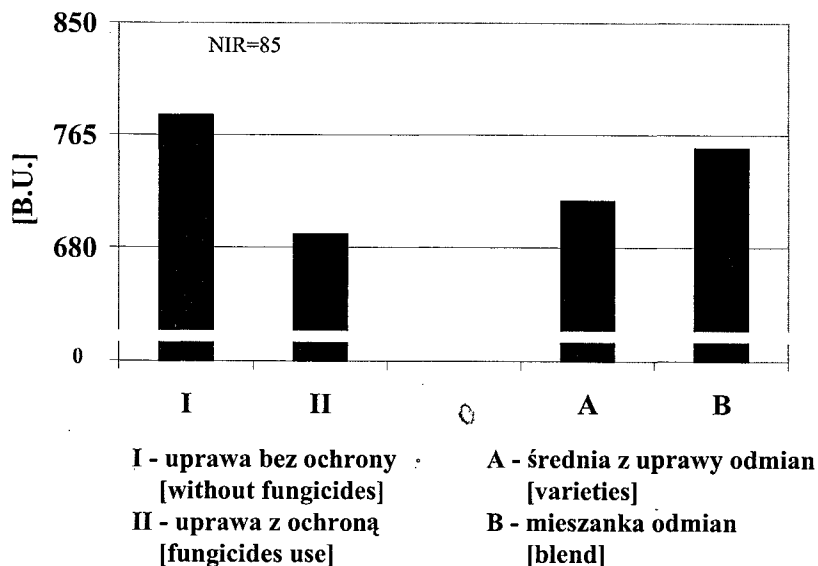
Rys. 1. Plon i skrobiowość ziemniaka oraz plon skrobi.

Fig. 1. Yield, starch contents and starch yield.



Rys. 2. Ziarnistość skrobi.

Fig. 2. Starch granularity.



Rys. 3. Lepkość 4 % kleików w temperaturze 94°C.

Fig. 3. Viscosity of 4% starch pastes at 94°C.

uprawianych osobno. Wyliczone na podstawie przedstawionych wyników średnie plony skrobi były istotnie wyższe przy zastosowaniu zabiegów ochronnych (o ok. 1 t/ha) i w uprawie mieszanki odmian (o 1,2 t/ha) niż z obiektów porównawczych.

Na rys. 2. przedstawiono udziały gałeczek dużych (powyżej 40 μm), średnich (20–40 μm) i małych (poniżej 20 μm). Skrobia ze wszystkich obiektów, tak chronionych jak i bez stosowania zabiegów oraz zarówno z uprawy w czystych odmianach, jak i w mieszance odmian charakteryzowała się prawie identycznym średnim udziałem poszczególnych frakcji gałeczek. W skrobi przeważały gałeczki średnie (51–52%) i duże (35–38%).

Prawie wszystkie badane próby skrobi wykazywały maksymalną lepkość kleików w temperaturze 94°C. Dlatego na rys. 3. przedstawiono średnią lepkość 4% kleików w 94°C, sporządzonych ze skrobi otrzymanej z ziemniaka uprawianego osobno w odmianach i w mieszance odmian, z zabiegami ochronnymi i bez nich. Uprawa ziemniaka w mieszance odmian nie wpływała na lepkość kleików skrobiowych. Stwierdzono natomiast istotnie niższą lepkość kleików w temperaturze 94°C, sporządzonych ze skrobi otrzymanej z ziemniaka, z obiektów ze stosowaniem fungicydów. Sposób uprawy i stosowanie zabiegów przeciw zarazie nie wpływało na temperaturę kleikowania i na lepkość kleików skrobiowych określaną w pozostałych punktach pomiarowych (tab. 1).

Zastosowane w doświadczeniu zabiegi ochronne przeciw zarazie ziemniaka okazały się skuteczne. Uzyskany plon bulw, zawartość w nich skrobi oraz plon skrobi z obiektów, na których stosowano fungicydy były istotnie wyższe. Jednakże jakość skrobi otrzymanej z ziemniaka z obiektów chronionych była nieco gorsza, lepkość maksymalna kleików z niej sporządzonych była średnio o 90 jednostek Brabendera mniejsza niż z obiektów nie chronionych. Przypuszczalnie jest to wynikiem działania zastosowanych chemicznych środków ochrony roślin na metabolizm rośliny ziemniaka w czasie wegetacji. W literaturze są dane dotyczące wpływu herbicydów [3, 4], insektycydów [4, 5], a także fungicydów [5] stosowanych w uprawie ziemniaka na właściwości skrobi. Ponadto w efekcie stosowania chemicznych środków ochrony roślin powoduje się zanieczyszczenie środowiska stosowanymi pestycydami, w czasie wykonywania oprysku i w wyniku ich przechodzenia z roślin do gleby i atmosfery.

Wprowadzenie w miejsce tradycyjnej uprawy ziemniaka w odmianach, uprawy w mieszance odmian wywoływało podobne skutki jak stosowanie fungicydów. Otrzymane plony ziemniaka, jego skrobiowość oraz plon skrobi z uprawy w mieszance odmian były istotnie wyższe niż średnie z uprawianych odmian. Na obiektach z uprawą odmian w mieszance zaobserwowano również wolniejsze zasychanie liści wywoływane przez zarazę ziemniaka [6]. Skrobia wyodrębniona z bulw ziemniaka uprawianego w mieszance odmian nie różniła się właściwościami od skrobi z odmian uprawianych osobno. Wydaje się, że jeśli w dalszych badaniach wyniki się powtórzą, to ziemniak

przeznaczony do przerobu w krochmalni lub gorzelni, względnie na susze paszowe, mógłby być uprawiany w mieszance odmian. Zaoszczędziłoby to środki potrzebne na fungicydy i na wykonanie zabiegów ochronnych oraz zmniejszyłoby zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego.

Tabela 1

Temperatura kleikowania i lepkość 4% kleików skrobiowych.
The gelatinization temperature and viscosity of 4% starch pastes.

Właściwości [Properties]	Sposób uprawy [Cultivation]	Stosowanie fungicydów [Use of fungicides]		Średnio [Mean]
		tak [yes]	nie [no]	
Temperatura kleikowania [°C] [gelatinization temperature]	odmiany [varieties]	67,0	67,4	67,2
	mieszanka [blend]	67,1	67,0	67,0
	średnio [mean]	67,0	67,2	
Lepkość w 94° C po 10 min. [Viscosity at 94°C after 10 min.]	odmiany [varieties]	730	710	720
	mieszanka [blend]	790	710	750
	średnio [mean]	760	710	
Lepkość w 30°C [Viscosity at 30°C]	odmiany [varieties]	1230	1170	1200
	mieszanka [blend]	1230	1230	1230
	średnio [mean]	1230	1200	
Lepkość w 30°C po 10 min. [Viscosity at 30°C after 10 min.]	odmiany [varieties]	1160	1100	1130
	mieszanka [blend]	1180	1160	1170
	średnio [mean]	1170	1130	

Wnioski

1. Rezultatem zastosowania uprawy ziemniaka w mieszance odmian były większe plony bulw i skrobi oraz wyższa zawartość skrobi w bulwach w stosunku do średnich z tych samych odmian ziemniaka uprawianych osobno.

2. Uprawa ziemniaka w mieszance odmian nie wpływała na badane właściwości skrobi.
3. W wyniku zastosowania chemicznej ochrony uprawy przed zarazą ziemniaka uzyskano większe plony bulw i skrobi oraz wyższą skrobiowość ziemniaka w porównaniu z odmianami nie chronionymi.
4. Skrobia z ziemniaka traktowanego w uprawie fungicydami, tworzyła kleiki o niższej lepkości niż z odmian nie chronionych.

LITERATURA

- [1] Golachowski A., Leszczyński W.: Właściwości mokrej skrobi ziemniaczanej poddanej procesom zamrażania i rozmrażania. Zesz. Nauk. AR Wroc. Techn. Żywn.VII, 1994, 123.
- [2] Hurej M.: Zwalczanie zarazy ziemniaka a ochrona środowiska. Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie” AR Wrocław 2000, 98.
- [3] Leszczyński W., Differences in the properties of potato starch as an effect of the application of herbicides in potato cultivation. Food Chem., **22**, 1986, 41.
- [4] Leszczyński W.: Wpływ różnych czynników działających w uprawie ziemniaka na niektóre właściwości fizyczne i skład chemiczny otrzymywanej skrobi. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozpr. 9, 1977, 1.
- [5] Leszczyński W.: Potato Starch Processing, w: Lisińska G., Leszczyński W.: Potato Science and Technology. Elsevier Applied Science, London and New York 1989, 281.
- [6] Prośba-Białczyk U., Matkowski K., Płaskowska E., Mydlarski M.: Plonowanie i zdrowotność odmian skrobiowych ziemniaka w warunkach ochrony i współrzędnej uprawy. Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie” AR Wrocław 2000, 100.

EFFECT OF CULTIVATION METHOD PREVENTING GROWTH OF POTATO BLIGHT ON CONTENT AND PROPERTIES OF STARCH

S u m m a r y

Four varieties of potatoes were cultivated for 2 years in a blend of varieties and also separately with and without application of fungicides against potato blight. The cultivation of varieties in a blend gave higher yield of tubers and starch as well as higher starch content in tubers than for separately cultivated varieties. The cultivation in a blend had no effect on starch properties. The use of fungicides increased tuber and starch yields and starch content in the tubers relative to cultivation without fungicides. The application of fungicides decreased viscosity of starch pastes. ☒

TERESA FORTUNA, LESŁAW JUSZCZAK, MIECZYŚLAW PAŁASIŃSKI

FOSFORYLACJA SKROBI ZIEMNIACZANEJ ROZSEGREGOWANEJ POD WZGLĘDEM WIELKOŚCI ZIAREN

Streszczenie

Skrobię ziemniaczaną rozsegregowano na frakcje dużych i małych ziaren. Skrobię wyjściową oraz uzyskane frakcje poddano fosforylacji trimetafosforanem sodu. Uzyskane preparaty przeanalizowano pod względem wybranych właściwości fizykochemicznych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że fosforylacja skrobi ziemniaczanej i jej frakcji spowodowała wbudowanie największej ilości fosforu do frakcji ziarenek małych w porównaniu do frakcji ziaren dużych i skrobi natywnej. Uzyskane fosforany skrobiowe charakteryzowały się mniejszą zawartością amylozy i większymi wartościami lepkości w stosunku do odpowiednich prób kontrolnych. Fosforan skrobiowy otrzymany z frakcji małych ziaren skrobi ziemniaczanej odznaczał się mniejszą zawartością amylozy i większą lepkością kleiku w odniesieniu do fosforanów uzyskanych ze skrobi natywnej i frakcji ziaren dużych.

Wstęp

Skrobie natywne zależnie od pochodzenia botanicznego różnią się między sobą wielkością ziaren, ich kształtem oraz strukturą powierzchniową [1, 19, 20].

Skrobia ziemniaczana wyróżnia się wielkością ziaren wśród innych rodzajów skrobi. O podatności skrobi na modyfikacje decyduje nie tylko wielkość ziaren, ale i ich budowa. Małe ziarenka w porównaniu z dużymi są bardziej odporne na działanie czynników zewnętrznych i mniej skłonne do przekształceń [2, 11]. O podatności skrobi ziemniaczanej na procesy modyfikacji decyduje również kwas o-fosforowy zawarty w jej cząsteczce, który jest związany estrowo z resztą glukozową [18]. Zasadniczy wpływ na przebieg modyfikacji skrobi ma również woda zawarta w ziarnie skrobiowym. Skrobia ziemniaczana, w stosunku do skrobi zbożowych, zawiera największą ilość wody związanej poprzez adsorpcję. Fakt ten oraz największa spośród wszystkich

skrobi entalpia hydratacji sugeruje, że penetracja odczynników chemicznych do ziarna skrobiowego jest najłatwiejsza w przypadku skrobi ziemniaczanej [11].

Skrobia ziemniaczana różni się od skrobi zbożowych zdolnością chłonięcia wody i właściwościami reologicznymi [3, 9]. Ponadto skrobia ziemniaczana w przeciwieństwie do skrobi zbożowych zawiera mniejsze ilości substancji lipidowo-białkowych [16].

Skrobia naturalna jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych zagęstników spożywczych. Jej stosowanie stwarza jednak szereg niedogodności związanych między innymi ze zjawiskami synerezy i retrogradacji, małą stabilnością i nieodpornością na zmiany pH oraz temperatury [10, 21]. Dlatego prowadzi się badania nad otrzymywaniem nowych preparatów skrobi modyfikowanych o różnorodnych właściwościach.

Wśród skrobi modyfikowanych szczególnie interesujące są fosforany skrobiowe, uzyskane w wyniku estryfikacji skrobi za pomocą kwasu fosforowego(V) lub soli fosforanowych [8, 10, 12]. W zależności od stopnia podstawienia fosforem otrzymuje się fosforany skrobiowe o różnych właściwościach fizykochemicznych [4, 5, 8, 10].

Prowadzone badania nad fosforylacją skrobi ograniczają się do modyfikacji skrobi jednorodnego pochodzenia, najczęściej ziemniaczanej, kukurydzianej lub pszennej w odniesieniu do skrobi wyjściowej, a nie do próby kontrolnej, która eliminuje wpływ czynników modyfikacji na uzyskany preparat. W związku z tym celem niniejszej pracy była próba określenia, w jaki sposób wielkość ziaren wpływa na fosforylację skrobi ziemniaczanej. Postanowiono rozsegregować skrobię natywną ziemniaczaną na duże i małe ziarenka, a następnie zmodyfikować przy użyciu trimetafosforanu sodu i przebadać właściwości uzyskanych preparatów w odniesieniu do odpowiednich prób kontrolnych.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym była skrobia ziemniaczana „Superior” wyprodukowana w Zakładach Przemysłu Ziemniaczanego w Pile.

Rozsegregowanie skrobi natywnej na dwie frakcje o różnej wielkości ziarenek przeprowadzono metodą sedymentacji w wodzie [14]. Frakcję ziaren dużych uzyskano po 5 minutach sedymentacji, natomiast frakcję ziaren małych po 90 minutach.

Otrzymywanie fosforanu skrobiowego:

fosforylację przeprowadzono zgodnie z metodyką Lima i Seiba [12] w zawieszynie wodnej, w środowisku alkalicznym (pH = 9,0). Jako czynnik modyfikujący stosowano trimetafosforan sodu. Dla skrobi natywnej i jej frakcji wykonano próby kontrolne w identyczny sposób, lecz bez dodatku czynnika modyfikującego.

W otrzymanych preparatach oraz w skrobi wyjściowej oznaczono:

1. Ziarnistość za pomocą laserowego analizatora wielkości cząstek „Analysette 22” firmy Fritsch.

2. Zawartość fosforu całkowitego metodą Marsh'a [13]. Pomiary absorbancji wykonano przy długości fali 310 nm, przy użyciu spektrofotometru VSU2-P. Próbkę skrobi mineralizowano na mokro w stężonych kwasach: azotowym(V) i siarkowym(VI).
3. Zawartość amylozy metodą spektrofotometryczną z jodem wg Morrisona i Laignelet'a [17]. Pomiary absorbancji wykonano przy długości fali $\lambda = 635$ nm, używając spektrofotometr Specord M 42 (Carl Zeiss).
4. Charakterystykę kleikowania wodnych dyspersji skrobiowych wykonano w viskozymetrze rotacyjnym Rheotest 2 [6] przy stężeniu 3,2 g/100 g. Próbkę ogrzewano przy ciągłym mieszaniu z szybkością 27 obr./min., od temperatury 50°C do 96°C, następnie przetrzymywano ją w tej temperaturze przez 20 min., z kolei chłodzono ją do 50°C i przetrzymywano w tej temperaturze przez 10 min. Programowany wzrost i spadek temperatury wynosił 1,5°C/min. Wartości lepkości i temperatury odczytywano w następujących punktach charakterystyki kleikowania: temperatura kleikowania (t_k) [°C], maksimum lepkości ($\eta_{\max}$) [j.u.], temperatura przy maksimum lepkości ($t_{\max}$) [°C], lepkość w temperaturze 96°C ($\eta_{96^\circ\text{C}}$) [j.u.], lepkość po 20 minutach ogrzewania w temperaturze 96°C ($\eta_{96^\circ\text{C}/20'}$) [j.u.], lepkość po ochłodzeniu w temperaturze 50°C ($\eta_{50^\circ\text{C}}$) [j.u.], lepkość po 10 minutach przetrzymywania w temperaturze 50°C ($\eta_{50^\circ\text{C}/10'}$) [j.u.].

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono procentowy udział ziaren mieszczących się w określonych przedziałach wielkości dla skrobi ziemniaczanej wyjściowej i rozsegregowanej na frakcje dużych i małych ziaren. Z danych zawartych w tej tabeli wynika, że frakcja

Tabela 1

Ziarnistość skrobi ziemniaczanej rozsegregowanej pod względem wielkości ziaren.

Granularity (granule size distribution) of the potato starch segregated according to granules size.

Rodzaj frakcji Kind of fraction	Ziarnistość [%], Granularity [%]						
	< 5 μm	< 10 μm	< 15 μm	< 25 μm	< 35 μm	< 50 μm	$\geq 50 \mu\text{m}$
Skrobia natywna Native starch	0,3	0,6	4,4	29,7	59,6	88,4	11,6
Frakcja ziaren dużych Big granule fraction	0,1	0,3	0,4	3,2	23,3	76,7	23,3
Frakcja ziaren małych Small granule fraction	0,2	11,6	54,1	98,7	100	100	0

dużych ziaren zawierała niewielką liczbę ziaren o średnicy poniżej 25 μm (3,2 %), natomiast frakcja ziaren małych prawie wyłącznie ziarna tej średnicy (98,7%). Otrzymane frakcje skrobiowe odznaczały się wystarczającymi różnicami pod względem wielkości ziaren, dlatego zostały użyte do uzyskania fosforanów skrobiowych i odpowiednich prób ślepych.

Tabela 2

Zawartość fosforu i amylozy w fosforanach skrobiowych i w próbach ślepych uzyskanych ze skrobi ziemniaczanej wyjściowej oraz jej frakcji dużych i małych ziaren.

Phosphorus and amylose content in starch phosphates and control samples obtained from native potato starch and big and small granule fractions.

Rodzaj preparatu Kind of preparation	Zawartość fosforu Phosphorus content [mg P/100 g s.m.]	Ilość fosforu wbudowanego Built-in phosphorus [mg P/100 g s.m.]	Zawartość amylozy Amylose content [%]
Fosforan skrobiowy W Starch phosphate W	167	103	23,3
Próba kontrolna W Control sample W	64	-	25,3
Fosforan skrobiowy D Starch phosphate D	165	112	23,2
Próba kontrolna D Control sample D	53	-	25,5
Fosforan skrobiowy M Starch phosphate M	192	124	21,0
Próba kontrolna M Control sample M	68	-	25,5

W – skrobia wyjściowa / native starch.

D – frakcja ziaren dużych / big granule fraction.

M – frakcja ziaren małych / small granule fraction.

Wyniki analizy zawartości fosforu i amylozy fosforanów skrobiowych uzyskanych ze skrobi ziemniaczanej natywnej oraz jej frakcji dużych i małych ziaren przedstawiono w tab. 2. Zawartość fosforu we wszystkich fosforanach była wyższa niż w próbach ślepych, co świadczy, iż w wyniku przeprowadzonej reakcji fosforylacji wbudowany został fosfor do cząsteczek skrobi. O ilości wbudowanego do skrobi kwasu fosforowego(V) świadczy różnica zawartości fosforu pomiędzy fosforanem skrobiowym, a próbą kontrolną. Frakcja małych ziaren skrobiowych odznaczała się największą zawartością wbudowanego fosforu (124 mg P/100 g s.s.) w porównaniu do frakcji ziaren dużych i natywnej skrobi ziemniaczanej. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że największą podatność na fosforylację wykazała frak-

cja małych ziaren skrobiowych. Spostrzeżenie to jest zgodne z badaniami Achremowicza i wsp. [1], którzy potwierdzają iż frakcja ziaren małych skrobi ziemniaczanej odznacza się największymi wartościami powierzchni właściwej, objętości mezoporów i średniej ich średnicy. W związku z tym dostęp czynnika modyfikującego w przypadku tej frakcji był największy. Otrzymane wyniki potwierdziły zaobserwowane przez innych autorów zależności, że w miarę zmniejszania się wielkości ziaren skrobiowych wzrasta w nich zawartość fosforu [7, 15].

Zamieszczone w tab. 2. dane dotyczące zawartości amylozy w fosforanach skrobiowych i próbach ślepych otrzymanych ze skrobi natywnej ziemniaczanej i jej frakcji wykazały niewielkie różnice w zawartości tego składnika w fosforanach skrobiowych, jedynie fosforan uzyskany z ziaren małych odznaczał się mniejszą zawartością amylozy (21%). Nie potwierdzono zależności, znanej z literatury [1, 7, 14], o mniejszej zawartości amylozy we frakcji małych ziaren skrobiowych. Natomiast zawartość amylozy w próbach kontrolnych jest nieco większa niż w odpowiednich fosforanach skrobiowych. Świadczy to o wpływie warunków modyfikacji, środowiska alkalicznego oraz temperatury na ilość oznaczonej amylozy. Wielu autorów [9, 12, 21] zwraca uwagę na istotny wpływ pH na przebieg modyfikacji.

Tabela 3

Charakterystyka kleikowania fosforanów skrobiowych oraz prób ślepych uzyskanych ze skrobi ziemniaczanej wyjściowej oraz jej frakcji dużych i małych ziaren.

Pasting characteristics of starch phosphates and control samples obtained from native potato starch and big and small granule fractions.

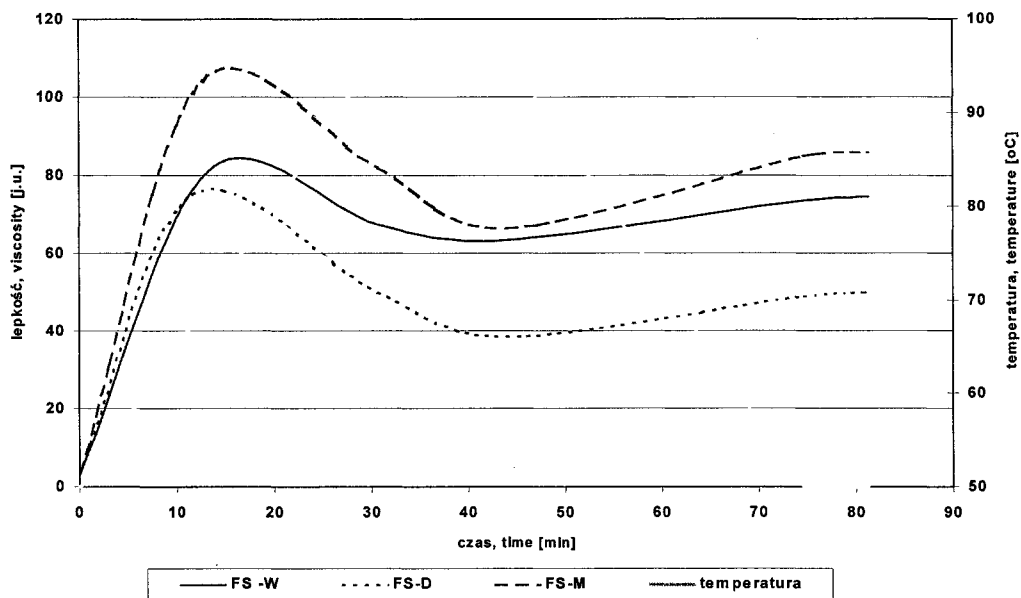
Rodzaj preparatu Kind of preparation	t_k [°C]	$\eta_{\max}$ [j.u.]	$t_{\eta\max}$ [°C]	η_{96} [j.u.]	$\eta_{96/20}$ [j.u.]	η_{50} [j.u.]	$\eta_{50/10}$ [j.u.]
Fosforan skrobiowy W Starch phosphate W	56,8	81,5	70,2	67,5	53,5	73,5	74,5
Ślepa próba W Próba kontrolna W	60,3	57,1	96,2	54,5	36,0	36,5	36,0
Fosforan skrobiowy D Starch phosphate D	51,7	75,0	67,5	50,0	38,5	48,9	50,0
Próba kontrolna D Control sample D	60,0	53,8	88,7	47,0	25,3	27,0	27,7
Fosforan skrobiowy M Starch phosphate M	54,5	104,0	69,0	82,0	66,5	85,0	86,0
Próba kontrolna M Control sample M	59,0	69,5	91,8	66,0	40,0	40,0	40,0

W – skrobia wyjściowa / native starch.

D – frakcja ziaren dużych / big granule fraction.

M – frakcja ziaren małych / small granule fraction.

Wyniki charakterystyki kleikowania (tab. 3) fosforanów skrobiowych uzyskanych ze skrobi natywnej oraz frakcji ziaren małych i dużych, a także prób ślepych jednoznacznie wskazują, że fosforany skrobiowe kleikują w niższej temperaturze niż odpowiednie próby ślepe i dają kleiki o większej lepkości. W celu porównania przebiegu krzywych charakterystyki kleikowania badanych fosforanów, przedstawiono je na rys. 1. Krzywa charakterystyki kleikowania fosforanu skrobiowego otrzymanego z frakcji ziaren małych skrobi ziemniaczanej wskazuje na wysoką lepkość tego fosforanu. Pozostałe fosforany dały krzywe charakterystyki kleikowania w zakresie niższych wartości lepkości.



Rys. 1. Krzywe kleikowania fosforanów skrobiowych uzyskanych ze skrobi ziemniaczanej natywnej (FS-W) oraz frakcji dużych (FS-D) i małych (FS-M) ziaren.

Fig. 1. Pasting curves of starch phosphates obtained from native potato starch (FS-W), big granule fraction (FS-D) and small granule fraction (FS-M).

Podsumowując wyniki analizy fosforylacji skrobi ziemniaczanej rozsegregowanej pod względem wielkości ziaren należy stwierdzić, że fosforan uzyskany z frakcji małych ziaren skrobiowych odznaczał się największą zawartością wbudowanego fosforu w porównaniu z fosforanem uzyskanym ze skrobi natywnej i frakcji ziaren dużych. Przeprowadzone badania wykazały ponadto mniejszą zawartość amylozy i większą lepkość kleiku skrobiowego tego fosforanu w stosunku do pozostałych. Wnioski wyni-

kające z niniejszych badań sugerują, że frakcja małych ziaren skrobiowych jest najbardziej podatna na fosforylację.

Wnioski

1. Fosforylacja skrobi ziemniaczanej i jej frakcji spowodowała wbudowanie największej ilości fosforu do frakcji ziarenek małych w porównaniu z frakcją ziaren dużych i skrobi natywnej.
2. Fosforan skrobiowy otrzymany z frakcji małych ziaren skrobi ziemniaczanej odznaczał się mniejszą zawartością amylozy i większą lepkością kleiku w odniesieniu do fosforanów uzyskanych ze skrobi wyjściowej i frakcji ziaren dużych.

LITERATURA

- [1] Achremowicz B., Fortuna T., Januszewska R., Juszczak L., Kielski A., Pałasiński M.: Wpływ wielkości ziarn skrobiowych na ich porowatość. *Żywność. Technologia. Jakość.*, **12**, 1997, 28.
- [2] Boruch M.: Physico-chemical modification of potato starch with different grain size, *Acta Alimentaria Polonica*, **11**, 1985, 43.
- [3] Eliasson A.C.: Viscoelastic behaviour during the gelatinization of starch. *J. Texture Stud.*, **17**, 1986, 253.
- [4] Fortuna T.: Badania nad fosforanami skrobiowymi o niskim stopniu podstawienia fosforem. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozpr.*, 188, 1994.
- [5] Fortuna T., Juszczak L.: Susceptibility of various starches to phosphorylation. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, **47**, 1997, 19.
- [6] Gambuś H., Nowotna A.: Physicochemical properties of defatted triticale starch, *Polish J. Food Nutr. Sci.*, **42**, 1992, 101.
- [7] Gambuś H., Nowotna A., Krawontka J.: Effect of triticale starch graininess on its physico-chemical properties. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, **43**, 1993, 25.
- [8] Grześkowiak M.: Skrobie modyfikowane, ich właściwości i możliwości stosowania w przemyśle spożywczym, *Wyd. Nauk. Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, ser. Chemia*, 1978, 28.
- [9] Howling D.: The influence of the structure of starch on its rheological properties. *Food Chem.*, **6**, 1980, 51.
- [10] Koch H., Bommer H.D., Koppers J.: Analytische Untersuchungen von phosphatvernetzten Stärken, *Starch/Stärke*, **34**, 1982, 16.
- [11] Lewandowicz G., Mączyński M.: Chemiczna modyfikacja skrobi, cz.2. Reaktywność skrobi różnych gatunków roślin. *Chemik*, **3**, 1990, 69.
- [12] Lim S., Seib P.A.: Preparation and pasting properties of wheat and corn starch phosphates, *Cereal Chem.*, **70**, 1993, 137.
- [13] Marsh B.B.: The estimation of inorganic phosphate in the presence of adenosine triphosphate, *Biochem. Biophys. Acta*, **32**, 1959, 357.
- [14] Meredith P.: Large and small starch granules in wheat - are they really different? *Starch/Stärke*, **36**, 1984, 305.

- [15] Meredith P., Dengate H.N., Morrison W.R.: The lipids of various sizes of wheat starch granules. *Starch/Stärke*, **30**, 1978, 119.
- [16] Morrison W.R. 1988. Lipids in cereal starches: a review. *J. of Cereal Sci.*, **8**, 1.
- [17] Morrison W.R., Laignelet B.: An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches, *J. Cereal Sci.*, **1**, 1983, 9.
- [18] Pałasiński M.: Über die Phosphorsäure der Kartoffelstärke. *Starch/Stärke*, **32**, 1980, 405.
- [19] Seidemann J.: *Stärke Atlas*. Paul Parey, 1966, Berlin und Hamburg.
- [20] Swinkels J.J.M.: Composition and properties of commercial native starches. *Starch/Stärke*, **37**, 1985, 1.
- [21] Wurzburg O.B.: *Modified starches properties and uses*, Boca Raton, Florida 1988, CRS Press Inc.

PHOSPHORYLATION OF POTATO STARCH FRACTIONATED ACCORDING TO GRANULES SIZE

S u m m a r y

Potato starch was segregated on large and small granules fractions. Native starch and obtained fractions were subjected to reaction of phosphorylation by sodium trimetaphosphate. On each kind of preparation selected physicochemical properties were analysed. Based on obtained results it was stated that potato starch and its fractions phosphorylation caused the greatest phosphorus incorporation into small granules fraction in comparison with big granules fraction and native starch. Obtained starch phosphates were characterised by lower amylose content and larger viscosity values in comparison with control samples. Starch phosphate obtained from small granules fraction of the potato starch were characterised by lower amylose content and higher viscosity of paste, compared to phosphates obtained from native starch and large granules fraction. ☒

LEONARDA GRUCHAŁA, WŁODZIMIERZ BALCEREK,
MONIKA BĄKOWSKA

BADANIA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH MODYFIKATÓW SKROBIOWYCH

Streszczenie

Praca obejmuje analizę właściwości reologicznych: lepkości i naprężeń ścinających kleików przygotowywanych z preparatów skrobiowych produkowanych w Wielkopolskim Przedsiębiorstwie Przemysłu Ziemniaczanego. Zastosowany wiskozymetr Bohlin VISCO 88 umożliwił wyznaczenie krzywych lepkości i płynięcia w zakresie prędkości obrotowych od 20 do 1000 obr/min. Większość preparatów: skrobia natywna i zagęstniki wykazywały charakterystykę cieczy pseudoplastycznych. Hydroliza skrobi – kwasowa i poprzez utlenianie – pozwoliła na otrzymanie kleików o modelu cieczy newtonowskiej.

Wstęp

Pod wpływem pęcznienia, rozpadania się gałąeczek, kleikowania oraz żelowania zmienia się lepkość zawiesin skrobiowych. Zdolność do upłynniania, jak i konsystencja zależą od wielu czynników, m.in. od rodzaju skrobi [7], zawartości wody i cukru [6]. Ważną rolę odgrywają rozpuszczalniki, np. w alkalicznym środowisku skrobia może pęcznieć nawet w zimnej wodzie. Z kolei obecność soli wpływa na podwyższenie temperatury kleikowania [4]. Oznaczenie właściwości reologicznych jest podstawową oceną przy pozyskiwaniu skrobi, jak i jej wykorzystaniu [8].

Większość stosowanych technik nie rejestruje absolutnej lepkości, lecz moment obrotowy, zależny od innych czynników, takich jak prędkość obrotowa, czy geometrie układu pomiarowego. Pomimo niedogodności, metody oznaczania lepkości są stosowane i ciągle udoskonalane [5].

Wyznaczanie charakterystyki upłynniania najczęściej wykonuje się w aparacie Brabendera, gdzie określa się zależność lepkości kleików w czasie determinowanym liniowym przyrostem temperatury [3].

Istotną charakterystykę preparatów skrobiowych stanowią krzywe płynięcia i krzywe lepkości wyznaczone dla przygotowanych kleików.

Material i metody badań

Badania właściwości lepkości wykonano na preparatach produkowanych w Wielkopolskim Przedsiębiorstwie Przemysłu Ziemniaczanego S.A. w Luboniu: skrobi ziemniaczanej superior standard o parametrach zgodnych z normą PN-93/A-74710, skrobi granulowanej, skrobi kationowej HS (czwartorzędowy eter skrobiowoalkilamoniowy), zagęstniku skrobiowym AD – [E 1422] (acetylowany adypinian dwuskrobiowy), Lubostacie S – [E 1414] (acetylowany fosforan dwuskrobiowy), Lubostacie – [E 1412] (fosforan dwuskrobiowy) oraz skrobiach utlenionych: Texamylu, mączce budyniowej – [E 1404] i Luboxie, ponadto dekstrynie żółtej W [1, 9, 10, 11].

Otrzymywanie kleików skrobiowych

Z preparatów skrobiowych przygotowano 5% zawiesiny wodne. Próbkę w kolbach stożkowych o poj. 300 cm³ umieszczano w wytrząsarce firmy Elpan, ogrzewano w temp. 70°C przez 40 min., stosując wytrząsanie próbek przy 150 impulsach/min. i amplitudzie 6. Z uwagi na niską lepkość, ze skrobi utlenionej Lubox przygotowano kleiki 15 i 25%, a z Dekstryny Żółtej W 50%.

Parametry kleikowania zostały dobrane empirycznie.

Pomiary wyróżników reologicznych

Pomiarów właściwości reologicznych kleików, bezpośrednio po ich otrzymaniu, dokonano na wiskozymetrze rotacyjnym Visco 88 firmy Bohlin, w temperaturze 50°C. Wyróżniki reologiczne: lepkość i naprężenie ścinające rejestrowano przy momencie obrotowym w zakresie 0,5–9,5 mNm, co było wskazaniem poprawności analizy i warunkowało dobór systemu pomiarowego. Zmieniano prędkość obrotową walca pomiarowego w zakresie od 20 do 1000 obr./min. (20; 35; 61; 107; 185; 327; 572 i 1000), co odpowiadało szybkości ścinania w zakresie od 24 do 1212 1/s, (24; 42,6; 75,5; 126,4; 225,1; 389,9; 689,9; 1212).

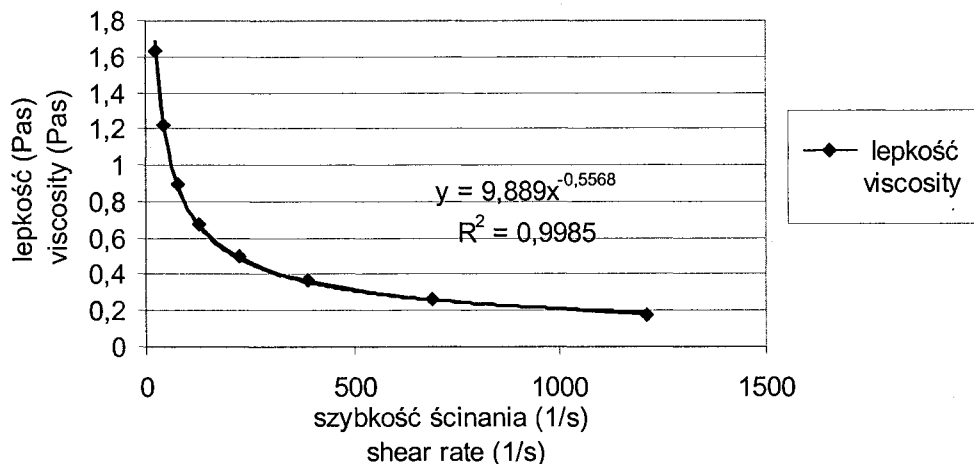
Uzyskane wyniki przedstawiono graficznie za pomocą krzywych płynięcia (zależności naprężenia ścinającego od szybkości ścinania) i krzywych lepkości (zależności lepkości od szybkości ścinania) [2].

Wyniki otrzymane z pięciu powtórzeń zostały poddane podstawowej analizie statystycznej oraz analizie wariancji. Współczynnik zmienności dla stosowanej metody wynosił 0,5%, a dla poszczególnych skrobi od 2% dla skrobi granulowanej do 5% dla skrobi utlenionych.

Omówienie wyników

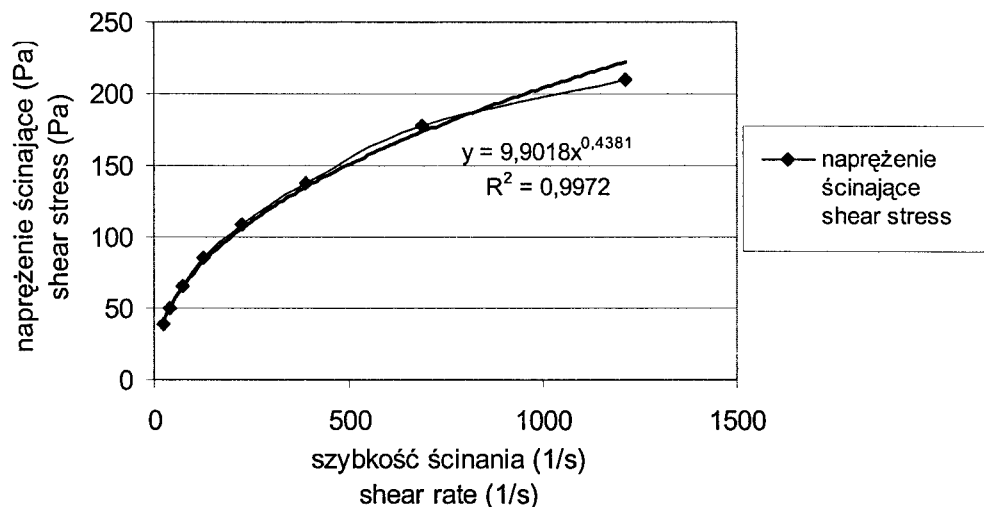
1. Ocena właściwości reologicznych kleików otrzymanych ze skrobi ziemniaczanej superior standard

Na podstawie uzyskanych rezultatów, przedstawionych na rys. 1. i 2. stwierdzono, że kleiki przygotowane ze skrobi ziemniaczanej są niestabilne i ulegają destrukcji pod wpływem sił ścinania. Średnia pięciu oznaczeń lepkości przy najmniejszej prędkości obrotowej 20 obr./min. wynosiła 1,632 Pas. Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej obserwowano spadek lepkości. Przy prędkości obrotowej 1000 obr./min. przyjmuje wartość 0,179 Pas. Krzywa płynięcia wykazuje właściwości cieczy pseudoplastycznej; można ją opisać równaniem wykładniczym $y = 9,9018x^{0,4381}$, przy wysokim współczynniku korelacji - $r^2 = 0,9972$.



Rys. 1. Krzywa lepkości 5% kleiku skrobi ziemniaczanej.

Fig. 1. Viscosity curve of the 5% potato starch paste.

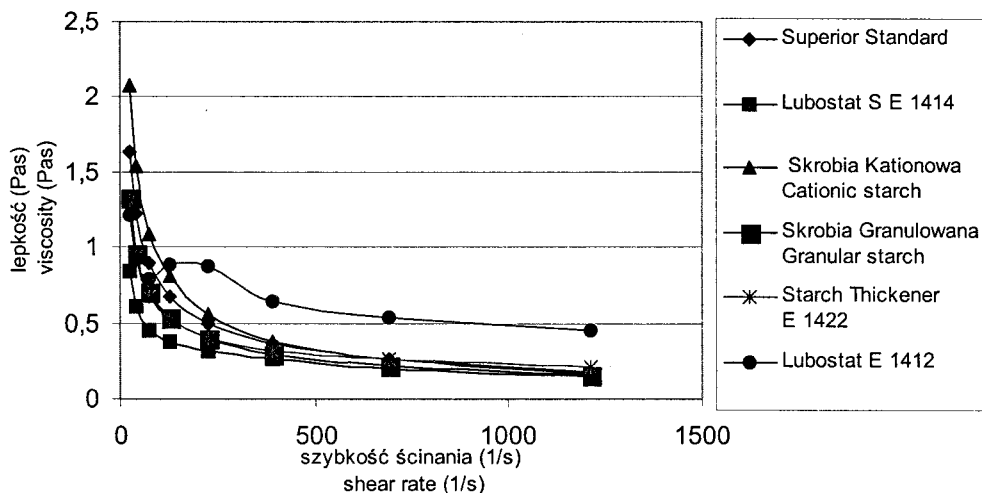


Rys. 2. Krzywa płynięcia 5% kleiku skrobi ziemniaczanej.

Fig. 2. Flow curve of the 5% potato starch paste.

2. Właściwości reologiczne kleików skrobi modyfikowanych

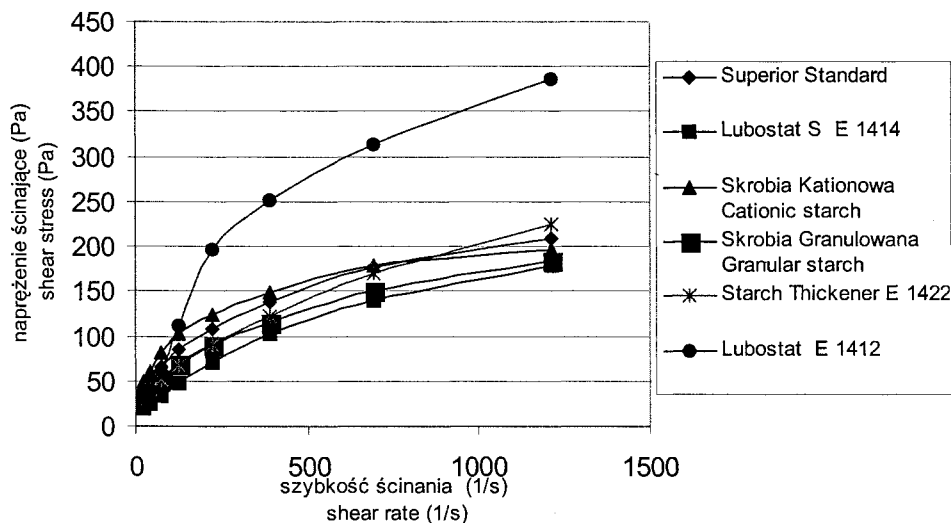
Podobne właściwości, jakie przedstawiono dla skrobi ziemniaczanej wykazano dla skrobi modyfikowanych: skrobi granulowanej, Lubostatu S – [E 1414], skrobi



Rys. 3. Krzywe lepkości 5% kleików ze skrobi modyfikowanych.

Fig. 3. The viscosity curves of 5% modified potato starch pastes.

kationowej, zagęstnika skrobiowego AD [E 1422]. Stwierdzono, że wszystkie modyfikaty nie były odporne na ścinanie. Krzywe lepkości pokazano na rys. 3, krzywe płynięcia na rys. 4. Interpretację matematyczną krzywych przedstawiono w tab. 1, w której zamieszczono opis w postaci równań potęgowych. Wykresy wskazują na charakterystykę kleików, jako cieczy pseudoplastycznych i mogą być przyporządkowane do modelu „shear thinning”.



Rys. 4. Krzywe płynięcia 5% kleików ze skrobi modyfikowanych.

Fig. 4. The flow curves of 5% modified potato starch pastes.

Analizując wartości lepkości kleików otrzymanych ze skrobi modyfikowanych przy najniższej prędkości obrotowej 20 obr./min. stwierdza się, że w przypadku skrobi kationowej jest ona najwyższa i wynosi 2,075 Pas, a zatem preparat ten wykazuje wysoką zdolność zagęszczającą.

Badając modyfikaty w szerokim zakresie prędkości obrotowych oceniono nie tylko ich wysoką przydatność technologiczną, ale także degradowalność – możliwość upłynniania. Ten ostatni wyróżnik ma ogromne znaczenie ekologiczne.

W tab. 2. przedstawiono interpretację analizy wariancji oceny istotności różnic pomiędzy poszczególnymi preparatami uwzględniając cały zakres prędkości obrotowych. Porównując dane z rezultatami dla skrobi ziemniaczanej stwierdza się, że skrobia kationowa, zagęstnik skrobiowy AD (E 1422) i skrobia granulowana (szczególnie wyrównany preparat) wykazują podobne – statystycznie nieistotne różne właściwości.

Wyróżniającą się charakterystyką reologiczną kleików posiada modyfikat (E 1412) – fosforan dwuskrobiowy. Krzywą lepkości wyznaczoną na podstawie analizy

Tabela 1

Interpretacja matematyczna krzywych płynięcia i lepkości kleików otrzymanych z modyfikatów skrobiowych.
Mathematic equations interpreting of flow and viscosity curves obtained for modified starch pastes.

Preparat Product	Krzywa płynięcia. Równanie regresji Flow curve Regression equation	Współczynnik regresji Regression coefficient R^2	Krzywa lepkości Równanie regresji Viscosity curve Regression equation	Współczynnik regresji Regression coefficient R^2	Model reologiczny Rheological characteristic
Skrobia ziemniaczana 5% Potatoes starch	$y = 9,9018x^{0,4381}$	0,9972	$y = 9,889x^{-0,5568}$	0,9985	Ciecz pseudoplastyczna Shear thinning behaviour
Skrobia kationowa 5% Cationic starch	$y = 16,647x^{0,3612}$	0,9851	$y = 17,055x^{-0,6408}$	0,9966	
Skrobia granulowana 5% Granular starch	$y = 7,3377x^{0,4595}$	0,9988	$y = 7,4376x^{-0,5426}$	0,9993	
Zagęstnik skrobiowy AD E 1422 Starch thickener 5%	$y = 5,8169x^{0,5137}$	0,9968	$y = 5,3159x^{-0,4654}$	0,9923	
Lubostat S E 1414 5%	$y = 2,9223x^{0,5862}$	0,9952	$y = 2,9709x^{-0,416}$	0,9910	
Lubostat E 1412 5%	$y = 3,1037x^{0,7125}$	0,9682	$y = 2,3095x^{-0,2174}$	0,8684	
Texamyl 5% Oxidized starch	$y = 5,9136x^{0,4276}$	0,9972	$y = 6,1227x^{-0,5755}$	0,9993	
Lubox 25% Oxidized starch	$y = 1,4415x^{0,6711}$	0,9899	$y = 1,1151x^{-0,2701}$	0,9887	
Mączka budyniowa Modified starch - E 1404 5%	$y = 2,2239x^{0,5445}$ $y = 0,0962x + 14,107$	0,9678 0,9977	$y = 1,5797x^{-0,397}$	0,9615	
Lubox 15%	$y = 0,0219x + 1,4628$	0,9986	$y = 0,0239$	1	
Dekstryna żółta W 50% Yellow Dextrin W 50%	$y = 0,0917x - 0,2984$	1	$y = 0,0895$	1	Ciecz newtonowska Newtonian behaviour

T a b e l a 2

Wyniki analizy wariancji oceny istotności różnic pomiędzy preparatami.
Interpretation of variation analysis of the evaluation of differences between modified starches.

Preparat Product	Skrobia ziemniaczana Potato starch	Skrobia kationowa Cationic starch	Skrobia granulowana Granular starch	Zagęstnik skrobiowy AD E 1422 Starch thickener	Texamyl Oxidized starch	Lubostat S E 1414	Lubostat E 1412	Mączka budyniowa Modified starch – E 1404
Skrobia ziemniaczana Potato starch	0	-	-	-	+	+	+	+
Skrobia kationowa Cationic starch	-	0	+	+	+	+	+	+
Skrobia granulowana Granular starch	-	+	0	-	+	+	+	+
Zagęstnik skrobiowy AD E 1422 Starch Thickener	-	+	-	0	+	+	+	+
Texamyl Oxidized starch	+	+	+	+	0	-	+	+
Lubostat S E 1414	+	+	+	+	-	0	+	+
Lubostat E 1412	+	+	+	+	+	+	0	+
Mączka budyniowa E 1404 Modified starch	+	+	+	+	+	+	+	0

F_{tab.} = 3,9778

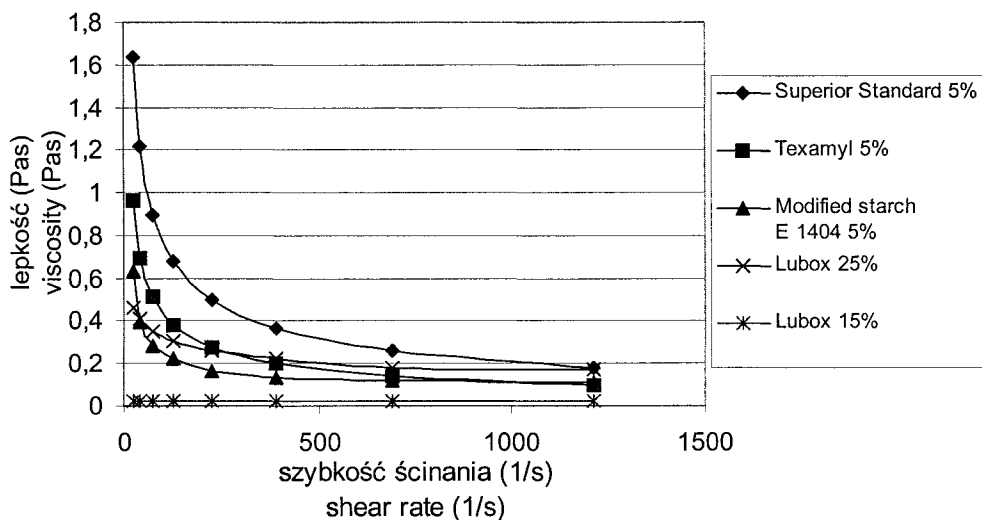
+ – statystycznie istotna różnica / statistically significant difference.
- – statystycznie nieistotna różnica / statistically insignificant difference.

pięciu kleików przedstawiono na rys. 3. a krzywą płynięcia na rys. 4. Preparat okazał się najbardziej stabilny i odporny na ścinanie.

3. Charakterystyka właściwości skrobi utlenionych

Utlenianie skrobi ma na celu otrzymanie preparatów o zwiększonej rozpuszczalności w wodzie. Krzywe lepkości dla kleików 5% mączki budyniowej i Texamylu oraz Luboxu 15% i 25% pokazano na rys. 5., a krzywe płynięcia na rys. 6.

Stwierdzono, że krzywe płynięcia mączki budyniowej – [E 1404], Texamylu, jak i 25% Luboxu mają właściwości cieczy pseudoplastycznej. Natomiast 15% kleik Luboxu wykazał właściwości cieczy newtonowskiej.

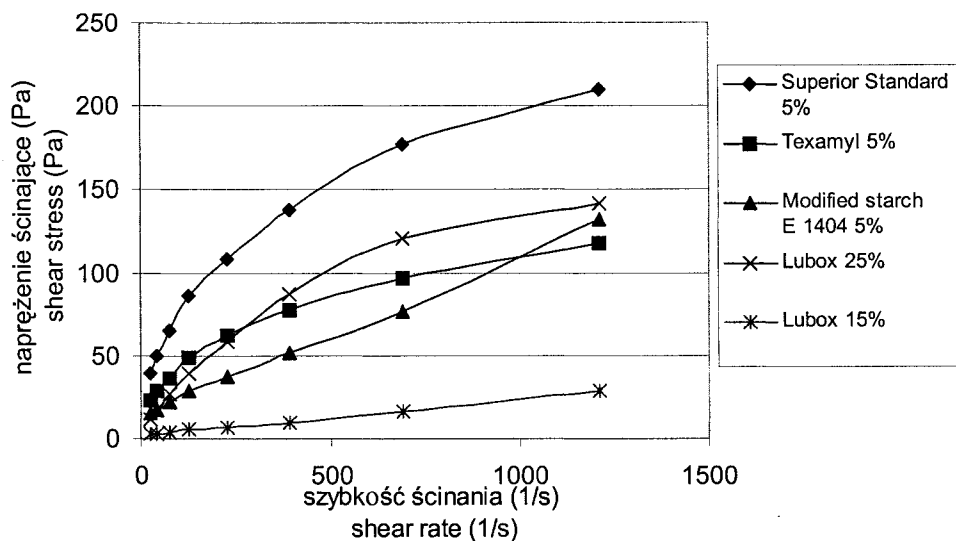


Rys. 5. Krzywe lepkości kleików skrobi utlenionych: Texamylu, Luboxu i mączki budyniowej E1404.

Fig. 5. Viscosity curves of Texamyl, Lubox and E 1404 - oxidized starch pastes.

4. Charakterystyka właściwości reologicznych 50% kleików dekstryny żółtej W

Dekstryny jako produkt częściowej hydrolizy skrobi wykazują dużą rozpuszczalność w wodzie. Stąd z dekstryny żółtej W przygotowano kleiki pięćdziesięcioprocenowe. Lepkość ich wynosiła $0,094 \pm 0,2$ Pas dla wszystkich prędkości obrotowych od 20 do 1000 obr./min. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono, że kleiki otrzymane z dekstryny żółtej W są stabilne i nie ulegają destrukcji pod wpływem sił ścinania. Krzywa płynięcia wykazuje właściwości cieczy newtonowskiej. Można opisać ją równaniem $y = 0,0917x - 0,3179$.



Rys. 6. Krzywe płynięcia kleików skrobi utlenionych: Texamylu, Luboxu i mączki budyniowej E 1404.

Fig. 6. Flow curves of Texamyl, Lubox and E 1404 - oxidized starch pastes.

Podsumowanie

Wykonane badania nad właściwościami reologicznymi kleików skrobiowych stanowią ważne uzupełnienie do posiadanej przez przemysł charakterystyki preparatów skrobiowych. Zastosowany wiskozymetr Bohlin Visco 88 BV umożliwił wyznaczenie krzywych lepkości i krzywych płynięcia w zakresie prędkości obrotowych 20–1000 obr./min. Właściwości preparatów przy niskich obrotach przyrządu pomiarowego mogą służyć do określenia technologicznych cech użytkowych, a przy wysokich do oceny rozpadu.

Porównanie różnych modyfikatów skrobiowych wskazało na bardzo szerokie różnicowanie. Skrobia ziemniaczana oraz skrobie modyfikowane z wyjątkiem Lubostatu [E 1412] okazały się niestabilne i nieodporne na ścinanie. Kleiki tych skrobi wykazywały charakter cieczy pseudoplastycznej. Kleiki skrobi kationowej o stężeniu 5% miały wyższą lepkość, a kleiki skrobi utlenionych o tym samym stężeniu niższą lepkość od kleików skrobi ziemniaczanej. W przypadku skrobi kationowej wynosiła ona, przy 20 obr./min. 1,808 Pa·s, a dla mączki budyniowej 0,395 Pa·s.

Charakter krzywych lepkości może zależeć od stężenia kleiku. Kleiki uzyskane ze skrobi Lubox o stężeniu 25% miały właściwości cieczy pseudoplastycznej, a o stężeniu 15% wykazywały właściwości cieczy newtonowskiej.

LITERATURA

- [1] Anonim: Oferta na skrobię i modyfikaty skrobiowe; Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego S.A. w Luboniu, 2000.
- [2] Anonim: Technical manual for the Bohlin Visco 88 BV; Bohlin Instruments LTD, 1998.
- [3] Deffenbaugh L.B., Walker C.E.: Comparison of starch pasting properties in the Brabender Viscoamylograph and the Rapid Visco-Analyzer. *Cereal Chem.*, **66**, 1989, 493.
- [4] Evans I.D., Haisman D.E.: The effect of solutes on the gelatinization temperature range of potato starch. *Starch*, **34**, 1982, 224.
- [5] Haase N.U., Mintus T., Weipert D.: Viscosity Measurements of Potato Starch Paste with the Rapid Visco Analyzer. *Starch*, **47**, 1995, 123.
- [6] Kim C.S., Walker C.E.: Changes in starch pasting properties due to sugars and emulsifiers as determined by viscosity measurement. *J. Food Sci.*, **57**, 1992, 1009.
- [7] Kokini J.L., Lih-Shiuh L., Chedid L.L.: Effect of Starch Structure on Starch Rheological Properties. *Food Technology*, **46**, 1992, 124.
- [8] Lapasin R., Prici S.: *Rheology of Industrial Polysaccharides: Theory and Applications*. Blackie Academic & Professional, 1995.
- [9] Lewandowicz G., Walkowski A.: Właściwości użytkowe krajowych spożywczych skrobi modyfikowanych. *Przem. Spoż.*, **5**, 1993, 127.
- [10] Piasecki M., Gruchala L., Balcerek W., Byszewski K.: Stan aktualny i perspektywy rozwoju przemysłu skrobiowego. W: Stan aktualny i perspektywy rozwoju wybranych dziedzin produkcji żywności i pasz, pod redakcją J.R. Warchalewskiego. PTTŻ, Poznań, **5**, 1997, 60.
- [11] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Substancje dodatkowe i składniki funkcjonalne żywności. *Agro & Food Technology*, 1997, 171.

RESEARCHING ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF PASTES MADE OF THE MODIFIED STARCH

S u m m a r y

Rheological researches of pastes prepared from the modified starches produced by Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego were provided. The obtained flow and viscosity curves, using the viscosimeter BOHLIN VISCO 88, at the 20-1000 rt/min showed that most of thickeners were characterized by model "shear thinning" and for the solutions of starch hydrolysates: the yellow dextrans and oxidized starches the Newtonian fluid model were registered. ☒

KONFERENCJA NAUKOWA *ZIEMNIAK SPOŻYWCZY I PRZEMYSŁOWY ORAZ JEGO PRZETWARZANIE*

W dniach 8–11 maja 2000 r. w Polanicy Zdroju k. Kłodzka, odbyła się konferencja naukowa „**Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie**”, obejmująca zagadnienia dotyczące ziemniaka w pełnym cyklu „od pola do stołu”, tzn. hodowlę, uprawę, nawożenie i przechowywalność oraz problematykę jego jakości, przemysłowego przerobu i przetwarzania skrobi.

Zgromadziła ona 120 uczestników, w tym ponad 80 przedstawicieli nauki i około 30 osób z przemysłu. Na konferencji reprezentowane były wszystkie ośrodki naukowe zajmujące się badaniem ziemniaka i skrobi, a więc oddziały IHAR w Jadwisinie, Młochowie i Boninie, wydziały rolnicze i technologii żywności Akademii Rolniczych w Krakowie, Lublinie, Poznaniu, Wrocławiu i Bydgoszczy, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Akademii Podlaskiej w Siedlcach, Politechniki Gdańskiej i Koszalińskiej oraz Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni, a także Centralnego Laboratorium Przemysłu Ziemniaczanego w Poznaniu. Przemysł reprezentowali prezes „Polziemiu” dr Józef Gładkowski i przedstawiciele większości przedsiębiorstw przetwarzających ziemniaki i skrobię w Polsce. Był też pracownik ośrodka doradztwa rolniczego. W konferencji brali również czynny udział, prezentując swoje prace, przedstawiciele Uniwersytetu Rolniczego w Kownie na Litwie (3 osoby) i Rolniczego Uniwersytetu w Pradze Czeskiej (2 osoby).

Konferencję zaszczylicili swą obecnością: przewodniczący Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN – prof. dr hab. dr h.c. Zdzisław E. Sikorski, członek rzeczywisty PAN – prof. dr hab. dr h.c. Adolf Horubała oraz członek KBN prof. dr hab. Jan Gawęcki, a także prorektor ds. Nauki Akademii Rolniczej we Wrocławiu prof. dr hab. Józef Szlachta i dziekan Wydziału Technologii Żywności tejże Uczelni dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. nadzw.

Listy z życzeniami owocnych obrad przesłali: Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi – Artur Balazs, Minister Nauki - Przewodniczący Komitetu Badań Naukowych – prof. dr hab. Andrzej Wiszniewski, przewodniczący Wydziału Nauk Rolniczych, Leśnych

i Weterynaryjnych PAN – prof. dr hab. Marian Truszczyński, członek rzeczywisty PAN, przewodniczący Komitetu Uprawy Roślin PAN – prof. dr hab. Janusz Nowicki, Prezes Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności – prof. dr hab. dr h.c. Nina Barylko-Pikielna oraz przewodniczący Sekcji Nauk Przyrodniczych i Rolniczych Centralnej Komisji ds. Tytułu Naukowego i Stopni Naukowych – prof. dr hab. dr h.c. Wiesław Barej, członek korespondent PAN.

Na konferencji wygłoszono 8 referatów plenarnych i 26 komunikatów naukowych oraz przedstawiono 51 plakatów (posterów). Prezentowane na konferencji referaty i wyniki prac badawczych wykazały, że mimo bardzo trudnej sytuacji materialnej placówek naukowych, prowadzone są w Polsce badania dotyczące wszystkich zagadnień związanych z ziemniakiem. W tej dziedzinie nauka polska ma znaczące osiągnięcia. Prowadzone badania, zarówno aktualnością tematyki i oryginalnością rozwiązań jak i nowoczesnością metodyki, nie ustępują porównywalnym badaniom prowadzonym w krajach wysoko uprzemysłowionych. Niezbędne są dalsze badania na podobnym, a nawet jeszcze wyższym poziomie, aby ziemniak polski nie utracił swej znaczącej roli w gospodarce i nauce oraz aby mógł sprostać wyzwaniom stojącym w okresie wchodzenia w wiek XXI i następne tysiąclecie, a także przy wejściu Polski do Unii Europejskiej. Wskazane jest zatem opracowanie zintegrowanego programu badań nad ziemniakiem w Polsce ukierunkowanego na dalsze podnoszenie jego jakości. Tworzeniu takiego programu pomocne będą spotkania tego typu jak odbyta konferencja, które należy powtarzać cyklicznie. Służą one również zbliżeniu stanowisk producentów i użytkowników ziemniaka oraz wzajemnemu zrozumieniu potrzeb i trudności w rozwiązywaniu problemów.

W wyniku dyskusji uczestnicy konferencji przyjęli poniższy tekst stanowiący podsumowanie obrad.

Podsumowanie konferencji „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”

Ziemniak jest jedną z głównych roślin uprawnych w Polsce, trzecią powierzchniowo po pszenicy i życie. Występując w plodozmianie na określonym typie gleb, zapobiega ich degradacji i podnosi stan kultury rolnej. Rolnicy gospodarujący na glebach lekkich, których udział w ogólnej powierzchni gruntów ornych w Polsce przekracza 60%, nie mają alternatywnej rośliny o podobnej efektywności plonów i wydajności suchej masy z hektara. Kilka milionów ludzi w Polsce zatrudnionych jest przy produkcji i przetwarzaniu ziemniaka.

Ziemniak zajmuje szczególną pozycję w jadłospisie rodziny polskiej, stanowiąc osobną wartościową potrawę. Wraz z postępem cywilizacyjnym, następuje szybki wzrost spożycia ziemniaka przetworzonego w postaci wyrobów spożywczych, zwłaszcza smażonych i suszonych. Zgodnie z tendencjami światowymi, wzrasta również

i wzrastać będzie zapotrzebowanie na skrobię ziemniaczaną, posiadającą szczególnie korzystne właściwości w porównaniu ze skrobią otrzymywaną z innych surowców.

Istnieje paląca potrzeba integracji i ścisłej współpracy całego środowiska naukowego zajmującego się zagadnieniami ziemniaka, dotyczącymi zarówno jego produkcji, w szerokim tego słowa znaczeniu, jak i jego przetwarzania. Konieczna jest też szeroka współpraca nauki z praktyką, instytucji badawczych z przedsiębiorstwami produkcyjnymi. Potrzebę takiej współpracy wykazała konferencja naukowa „**Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie**”, na której spotkali się przedstawiciele wszystkich środowisk naukowych zajmujących się problematyką ziemniaka w Polsce i większości zakładów przemysłowych przetwarzających ziemniaki i skrobię.

Za najważniejsze zagadnienia, na które należy zwrócić uwagę w pracach badawczych i rozwiązaniach systemowych w obszarze problematyki ziemniaka i skrobi uznano:

W zakresie prac hodowlanych

- O jakości ziemniaka decydują przede wszystkim cechy odmianowe. Odnotowano znaczny dorobek hodowlany osiągnięty przez polską hodowlę w ciągu ostatnich lat. Należy kontynuować prace nad uzyskaniem postępu w hodowli odmian wczesnych skrobiowych, jak i odmian przydatnych do przetwórstwa na długą frytkę.
- Stwierdzono, że odporność na patogeny odmian polskich jest wyższa niż odmian zagranicznych. Celowe jest wprowadzanie do doboru kolejnych nowych odmian dobrych jakościowo i odpornych na choroby (zwłaszcza na zarazę ziemniaka). Jest to działanie proekologiczne i może być naszym atutem na rynku UE.
- Wskazane jest stworzenie zintegrowanego programu badawczego dotyczącego ziemniaka skrobiowego w oparciu o najnowsze osiągnięcia inżynierii genetycznej, technologii i hodowli.

W zakresie nasiennictwa

- Stymulowanie prawidłowego rozwoju nasiennictwa ziemniaka poprzez zmianę systemu dotacyjnego, w celu lepszego wykorzystania materiałów kwalifikowanych i wykreowania kilku odmian polskich, konkurencyjnych dla odmian zagranicznych.

W zakresie agrotechniki i przechowywalnictwa

- Prawidłowa agrotechnika i przechowywanie ma istotny wpływ na jakość ziemniaka przeznaczonego do konsumpcji i przetwórstwa. Należy rozwijać dalsze badania nad zintegrowaną technologią uprawy i przechowywania ziemniaka ze szczególnym uwzględnieniem weryfikacji intensywnej technologii produkcji, sprowadzanej z zachodu, opartej m.in. na wysokim poziomie chemizacji, w dostosowaniu do warunków glebowo-klimatycznych Polski i w aspekcie ochrony środowiska.
- Istotnym czynnikiem limitującym wysokość i jakość plonu ziemniaka zwłaszcza w latach anomalii klimatycznych jest woda. Konieczne jest rozszerzenie progra-

mów badawczych i wdrożeniowych dotyczących nawadniania plantacji towarowych. Potrzebny jest też ogólnopolski program budowy małych zbiorników retencyjnych wody.

- Różnymi formami działania należy wspierać unowocześnienie produkcji ziemniaka w małych gospodarstwach (których jest najwięcej), w oparciu o budowanie przez rolników infrastruktury rynkowej (tworzenie grup producenckich wyposażonych w centra przechowalnicze ziemniaka). Gospodarstwa te byłyby producentami żywności o odpowiedniej jakości zdrowotnej tak na rynek wewnętrzny, jak i eksport, stosującymi klasyczne kanony dobrej agrotechniki (prawidłowe zmianowanie, polskie odmiany wyróżniające się wysoką odpornością na choroby i szkodniki, nawożenie organiczne, niski poziom chemizacji, itp.)
- Stan przechowywania ziemniaka w Polsce jest niezadawalający. W skali kraju istnieje potrzeba budowy kolejnych przechowalni na około 3 mln ton. Konieczne jest więc stymulowanie (różnymi środkami i działaniami) stworzenia nowoczesnej bazy przechowalniczej w gospodarstwach rolnych i zakładach przetwórczych, a także w hurtowniach ziemniaka konsumpcyjnego, zwłaszcza przy dużych aglomeracjach miejskich, z możliwością konfekcjonowania.

W zakresie przetwórstwa ziemniaka

- Niezbędne jest kontynuowanie badań dotyczących zależności jakości wyrobów spożywczych z ziemniaka od właściwości surowca, zwłaszcza nowych odmian krajowych, i od parametrów technologicznych.
- Celowe są działania skierowane na upowszechnianie polskich odmian o wysokich walorach jakościowych do poszczególnych kierunków przetwarzania ziemniaka.

W zakresie przetwarzania skrobi

- Należy kontynuować badania nad otrzymywaniem i wdrażaniem do produkcji nowych skrobi modyfikowanych i hydrolizatów skrobiowych do celów spożywczych.
- Konieczne jest zintensyfikowanie prac nad szerszym wykorzystaniem skrobi do celów nie żywnościowych, zwłaszcza jako składnika takich produktów, jak opakowaniowe tworzywa biodegradowalne, superabsorbenty, itp.

W zakresie ekonomiki

- Należy uczynić Polskę krajem samowystarczalnym i konkurencyjnym w zakresie skrobi ziemniaczanej w świecie poprzez uchwalenie i wprowadzenie w życie ustawy o regulacji rynku skrobi ziemniaczanej wraz z zapewnieniem środków finansowych z budżetu na regulacje w niej zawarte. Ustawa ta w okresie przed akcesją do UE pozwoli na wzrost arealu uprawy ziemniaków skrobiowych i produkcji skrobi oraz zwiększy obrót w kraju i w eksporcie, co w konsekwencji będzie korzystnie oddziaływać na wysokość kwoty produkcji skrobi w Polsce po wejściu do

UE. Zasadnym jest utrzymywanie dopłat do eksportu skrobi oraz niezbędne są działania w ustalaniu taryfy celnej i w ochronie rynku.

Za zespół w składzie:

Dr Józef Gładkowski (Polziem Poznań), prof. dr hab. Wacław Leszczyński (AR Wrocław), prof. dr hab. Grażyna Lisińska (AR Wrocław), dr Wojciech Nowacki (IHAR Oddz. Jadwisin), dr hab. Urszula Prośba-Białczyk (AR Wrocław), prof. dr hab. Stanisława Roztropowicz (IHAR Oddz. Jadwisin), dr hab. Kazimiera Zgórska (IHAR Oddz. Jadwisin), dr Ewa Zimnoch – Guzowska (IHAR Oddz. Młochów),

Przewodniczący Rady Programowej

Prof. dr hab. Wacław Leszczyński

**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

PREZES/ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna Zarząd Główny	Polskie Towarzystwo Technologów Żywności ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel/Fax (+22) 646 68 72
Prof. dr hab. Piotr Bykowski Oddział Gdański	ul. Kołłątaja 1 (MIR), 81-332 GDYNIA Tel.: (+58) 620 5211; Fax.: (+58) 620 28 31
Prof. dr hab. Zdzisław Targoński Oddział Lubelski	ul. Skromna 8 (AR), 20-704 LUBLIN Tel.: (+81) 52 54 770; Fax.: (+81) 533 57 33
Prof. dr hab. Jadwiga Wilska-Jeszka Oddział Łódzki	ul. Stefanowskiego 9/10 (PŁ) 90-942 ŁÓDŹ Tel.: (+42) 313 433/313 435; Fax. (+42) 313 402
Dr hab. Krzysztof Surówka Oddział Małopolski	ul. Podłużna 3 (AR), 30-239 KRAKÓW Tel. (+22) 425 28 32
Dr hab. Andrzej Kuncewicz Oddział Olsztyński	Plac Cieszyński 1 (ART.), 10-957 OLSZTYN Tel.: (+89) 523 37 03; Tel./Fax (+89) 523 35 54
Prof. dr Kazimierz Lachowicz Oddział Szczeciński	ul. Kazimierza Królewicza 3 (AR), 71-550 SZCZECIN Tel.: (+01) 423 10 61
Dr hab. Danuta Kołożyn - Krajewska Oddział Warszawski	ul. Nowoursynowska 166 (SGGW), 02-787 WARSZAWA Tel.: (+22) 843 90 41 w. 1200
Prof. dr hab. Janusz Czapski Oddział Wielkopolski	ul. Wojska Polskiego 31 (AR), 60-624 POZNAŃ Tel.: (+61) 848 72 60, Fax.: (+61) 848 71 46
Prof. dr hab. Teresa Smolińska Oddział Wrocławski	ul. Norwida 25/27 (AR), 50-375 WROCŁAW Tel.: (+71) 205 284; Fax.: (+71) 205 273
SEKCJE	
Prof. dr hab. Barbara Szteke Analizy i Oceny Żywności	ul. Rakowiecka 36 (IBiPR-S), 02-532 WARSZAWA Tel. (+22) 499 167
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	ul. Nowoursynowska 166 (SGGW), 02-787 WARSZAWA Tel.: (+22) 843 90 41
Prof. dr hab. Teresa Smolińska Technologii Mięsa	ul. Norwida 25/27 (AR), 50-375 WROCŁAW Tel.: (+71) 205 284; Fax.: (+71) 205 273
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Technologii Tłuszczów	ul. Grochowska 272 (SGGW), 03-849 WARSZAWA Tel.: (+22) 810 18 42; e-mail: tyktznoiks@alfa.aggw.waw.pl
Prof. dr hab. Wacław Leszczyński Technologii Węglowodanów	ul. Norwida 25, 50-375 WROCŁAW (Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa) Tel.: (+71) 320 5221
Mgr Ewa Mrówka Młodej Kadry	ul. Rakowiecka 36 (Instytut Biotechnologii Przem. Rolnego i Spoż.), 02-532 WARSZAWA Tel.: (+22) 606 38 18

Informacja dla Autorów

Pragniemy przekazać Państwu podstawowe informacje, które powinny ułatwić pracę redakcji i ujednolicić wymagania wobec nadsyłanych materiałów.

1. Będziemy na naszych łamach zamieszczać zarówno oryginalne prace naukowe, jak i artykuły przeglądowe, które będą miały ścisły związek z problematyką żywności.
2. Planujemy również zamieszczać recenzje podręczników i monografii naukowych, omówienia z naukowych czasopism zagranicznych, sprawozdania z konferencji naukowych itp.
3. Prace prosimy nadsyłać na dyskietce wraz z wydrukowanymi 2 egzemplarzami (format A4, maksymalnie 30 wierszy na stronie, 60 znaków w wierszu).
4. Objętość prac oryginalnych, łącznie z tabelami, rysunkami i wykazem piśmiennictwa nie powinna przekraczać 12 stron.
5. Na pierwszej stronie nadesłanej pracy (1/3 od góry pierwszej strony należy zostawić wolną, co jest potrzebne na uwagi wydawniczo-techniczne) należy podać: pełne imię i nazwisko Autora(ów), tytuł pracy, nazwę i adres instytucji zatrudniającej Autora(ów), tytuł naukowy.
6. Publikacja winna stanowić zwięzłą, dobrze zdefiniowaną pracę badawczą, a wyniki należy przedstawić w sposób możliwie syntetyczny (dotyczy oryginalnych prac naukowych).
7. Do pracy należy dołączyć streszczenia w języku polskim i w języku angielskim. Streszczenia powinny zawierać: imię i nazwisko Autora(ów), tytuł pracy i treść – maksymalnie 10 wierszy.
8. Nadsyłane oryginalne prace naukowe powinny zawierać następujące rozdziały: Wstęp, Materiał i metody, Wyniki i dyskusja, Wnioski (Podsumowanie), Literatura.
9. Literatura powinna być cytowana ze źródeł oryginalnych. Spis literatury winien być ułożony w porządku alfabetycznym nazwisk autorów. Każda pozycja powinna zawierać kolejno: liczbę porządkową, nazwisko i pierwszą literę imienia autora(ów), tytuł pracy, tytuł czasopisma, tom, rok, strona początkowa. Pozycje książkowe powinny zawierać: nazwisko i pierwszą literę imienia autora(ów), miejsce i rok wydania, tom. Informacje zamieszczone w alfabecie niełacińskim należy podawać w transliteracji polskiej. Spis literatury nie powinien zawierać więcej niż 30 najważniejszych pozycji.
10. Tabele i rysunki winny być umieszczone na oddzielnych stronach. Rysunki powinny być wykonane na kalce tuszem lub wydrukowane na drukarce laserowej. Każdy rysunek powinien być numerowany kolejno na odwrocie ołówkiem, należy również podawać nazwisko Autora i tytuł pracy, w celu łatwiejszej identyfikacji. **Podpisy rysunków i tytuły tabel oraz objaśnienia w tabelach i rysunkach należy podać w językach polskim i angielskim.** Rysunki wykonane za pomocą komputera prosimy dołączyć na dyskietce w formacie TIF lub WMF.
11. Materiałem ilustracyjnym mogą być również fotografie, wyłącznie czarno-białe.
12. Korektę prac wykonuje na ogół redakcja na podstawie maszynopisu pracy zakwalifikowanej do druku, uwzględniając uwagi recenzenta i wymagania redakcji. W przypadku daleko idących zmian, prace będą przysyłane Autorom.
13. Za prace ogłoszone w naszym kwartalniku Autorzy nie otrzymują honorarium, natomiast otrzymują egzemplarz autorski.
14. Materiały przesłane do redakcji nie będą zwracane Autorom.

FOOD

The Scientific Organ of Polish Food Technologists' Society (PTTŻ) – quarterly

No 4(25) Suppl.

Kraków 2000

Vol. 7

CONTENTS

From the Editor.....	3
WACŁAW LESZCZYŃSKI.: The Quality of Table Potato.....	5
KRYSTYNA ZARZECKA, BARBARA GAŚIOROWSKA : Affecting of Herbicides on Selected Quality Characters of Table Potato Tubers.....	28
BARBARA GAŚIOROWSKA, KRYSTYNA ZARZECKA: Effect of Fazor 80SG on Selected Quality Characters of Potato Tubers during Storage	37
ANNA FRYDECKA–MAZURCZYK, KAZIMIERA ZGÓRSKA: Content of Nitrates in Potato Tubers Dependent on Genotype, Place of Cultivation and Harvest Date	46
ANNA FRYDECKA-MAZURCZYK, KAZIMIERA ZGÓRSKA: Utility of Potato Cultivars to Processing after Storage in Cold Temperature.....	53
AGNIESZKA KITA, ELŻBIETA RYTEL, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK, GRAŻYNA LISIŃSKA: The Texture of Chips Related to the Harvest Time of Potatoes	60
AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK: The Texture of the French Fries as an Effect of the Content and Composition of Polysaccharides in the Raw Potato	70
WACŁAW LESZCZYŃSKI, TOMASZ ZIĘBA, URSZULA PROŚBA-BIAŁCZYK, MAREK MYDLARSKI: Effect of Cultivation Method Preventing Growth of Potato Blight on Content and Properties of Starch	84
TERESA FORTUNA, LESŁAW JUSZCZAK, MIECZYŚLAW PAŁASIŃSKI: Phosphorylation of Potato Starch Fractionated According to Granules Size.....	91
LEONARDA GRUCHAŁA, WŁODZIMIERZ BALCEREK, MONIKA BĄKOWSKA: Researching on Rheological Properties of Pastes Made of the Modified Starch	99
WACŁAW LESZCZYŃSKI: Scientific Conference entitled: <i>Table and Industrial Potatoes and their Processing</i>	109
Addresses of Main Board, brands and sections of PTTŻ	114
Instruction to authors	115

Only reviewed papers are published

Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS

ISSN 1425-6959

Wydanie czasopisma dofinansowane jest ze składek członków wspierających Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności: **Agrös Holding SA** Warszawa; **Akwawit** Leszno; **Alima-Gerber SA** Rzeszów; **Animex SA** Warszawa; **Bielmar** Bielsko-Biała; **Biolacta Texel-Rhodia** Olsztyn; **Celiko SA** Poznań; **Chio Lilly Snak Foods Sp. z o.o.**; **Coca-Cola Poland Services Ltd** Warszawa; **Hortimex Sp. z o.o.** Konin; **Kaliskie Zakłady Koncentratów Spożywczych WINIARY SA**; **Krajowe Stowarzyszenie Mleczarzy** Warszawa; **Nadodrzańskie Zakłady Przemysłu Tłuszczowego Brzeg**; **Ovita Nutricia Sp. z o.o.** Opole; **Piast Browary** Wrocław; **Pozmeat SA** Poznań; **Regis Sp. z o.o.** Wieliczka; **Rolimpex SA** Warszawa; **PHU SIC** Gościnnó; **Sławski Zakład Przetwórstwa Mięsa i Drobiu s.c. „BALCERZAK I SPÓŁKA”**; **Spółdzielnia Produkcji Piekarskiej i Ciastkarskiej** Kraków; **Tchibo** Warszawa; **Technex GmbH** Szczecin; **Van den Bergh-Foods Polska SA** Szopienice; **Zakłady Przemysłu Tłuszczowego Warszawa**; **Zakłady Tłuszczowe „KRUSZWICA” SA**.

Warunki prenumeraty

Szanowni Państwo,
uprzejmie informujemy, że przyjmujemy zamówienia na prenumeratę naszego kwartalnika, zarówno Czytelników indywidualnych, jak i od instytucji, co powinno Państwu zapewnić bieżące otrzymywanie kolejnych wydawanych przez nas numerów.
Cena jednego egzemplarza wynosi 10 zł.

Zamówienia na prenumeratę, jak i na poszczególne numery prosimy kierować na adres:

Wydawnictwo Naukowe PTTŻ

31-425 Kraków, Al. 29 Listopada 46

Nr konta: BWR I Oddz. w Krakowie

19101048-91444-27016-1101