

MAGDALENA GRUDZIŃSKA**KAZIMIERA ZGÓRSKA****ZBIGNIEW CZERKO**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie

Zakład Przetwórstwa i Przechowalnictwa Ziemniaka, Oddział w Jadwisinie

Wpływ inhibitorów wzrostu kielków na barwę frytek ziemniaczanych*

Effect of sprouting inhibitors on the colour of potato French fries

Celem pracy było określenie wpływu inhibitorów wzrostu kielków na barwę frytek ziemniaczanych. Badania prowadzono na dwóch odmianach ziemniaka Asterix i Jelly. Ziemniaki przechowywano w temperaturze 8°C bez stosowania inhibitorów kiełkowania (kontrola) oraz z zastosowaniem preparatu Talent R i CIPC. Badania prowadzono w pięciu terminach: po zbiorze (wrzesień) oraz w miesiącach styczeń, luty, marzec i kwiecień. W każdym terminie badań z ziemniaków wykonano frytki i oznaczano barwę w trzech punktach: część przystolonowa, rdzeń wewnętrzny i wierzchołek. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zastosowanie preparatu Talent R oraz CIPC nie wpływa na zróżnicowanie barwy frytek. Niezależnie od zastosowanego inhibitora oraz czasu przechowywania produkt otrzymany z bulw odmiany Asterix cechował się zbliżoną barwą.

Słowa kluczowe: barwa, frytki, inhibitory wzrostu kielków, przechowywanie, ziemniak

The aim of this study was estimation of the effect of sprouting inhibitor on the colour of French fries. The study was carried out on two potato cultivars Asterix and Jelly in five periods: after harvest (September) and in the months: January, February, March and April. Potatoes were stored at 8°C without sprouting inhibitors (control) and using Talent R and CIPC. The color of French fries was determined in three parts of product: stem-end, core and bud-end. On the basis of our research it was stated that the using of the Talent R and CIPC did not influence the discoloration of the French fries. Independently of the type of inhibitor and storage time, the product obtained from cultivar Asterix was similar in colour.

Key words: colour, french fries, potato, sprout inhibitors, storage

WSTĘP

Ziemniaki jadalne przeznaczone do przetwórstwa na produkty smażone nie mogą zawierać więcej niż 0,25% cukrów redukujących. Podczas smażenia cukry redukujące

* Praca naukowa wykonana ze środków MN i Sz.W jako projekt badawczy NN 312238935

(glukoza, fruktoza) wchodzi w reakcję z wolnymi aminokwasami (reakcja Maillarda), w wyniku której tworzą się związki o brunatnym zabarwieniu (Mazza, 1983; Cobb i in., 2000; Grudzińska, 2008) i powstają szkodliwe dla zdrowia akrylamidy (Hebeisen i in., 2006). Ciemne produkty są gorzkie, a ich barwa jest niepożądana, co dyskwalifikuje odmianę w przetwórstwie.

Przechowywanie bulw ziemniaka w niskich temperaturach (3–5°C) ogranicza procesy oddychania, transpiracji i kiełkowania, ale prowadzi do akumulacji cukrów redukujących (Rastowski, Van Es, 1981; Zgórska, Czerko, 2006; Sowokinos, 2007; Grudzińska, Zgórska, 2010, 2011).

W praktyce ziemniaki do produkcji frytek przechowywane są w temperaturze 6–8°C. W tym zakresie temperatur akumulacja glukozy i fruktozy jest ograniczona, ale wzmożone są procesy fizjologiczne co w konsekwencji prowadzi do przedwczesnego starzenia się bulw (Sowa-Niedziałkowska, 2005; Czerko i in., 2010). W celu ograniczenia tych zmian stosowane są chemiczne środki hamujące te procesy. Najpopularniejszym chemicznym środkiem, który zapobiega kiełkowaniu jest stosowany od blisko 50 lat chloroprofam. W większości krajów europejskich wykorzystanie tego inhibitora w przechowalniach ziemniaka jadalnego jest niedozwolone, a w przechowalniach ziemniaków przeznaczonych na przetwory spożywcze ograniczone (Kleinkopf i in., 2003). W związku z tym na całym świecie od kilkunastu lat trwają nieustanne badania nad zastąpieniem tego środka innymi, takimi jak np. etylen, dwutlenek węgla, 1–4 dimetylonaftalen, ozon, 1-metylocyklopropylen (Coleman, 1998; Prange i in., 1998; Daniels-Lake i in., 1996; Lewis i in., 1997; Kalt i in., 1999; Caldiz i in., 2001). Wyniki badań są różne. Większość z tych inhibitorów ogranicza kiełkowanie bulw, ale prowadzi do kumulacji cukrów redukujących, co w rezultacie daje produkty smażone o ciemnej, niepożądanej barwie.

Alternatywą mogą być naturalne ekstrakty z roślin w postaci olejków z kopru, kminku, mięty pieprzowej i goździków, które nie prowadzą do kumulacji cukrów prostych, ograniczają kiełkowanie (Hartmans i in., 1995; Kalt i in., 1999; Kleinkopf i in., 2003; Czerko i in., 2010; Teper-Bamnolker i in., 2010) i mogą być stosowane w przetwórstwie i przechowalnictwie ekologicznym.

Hartmans (1995) w jednej ze swoich prac podkreślił, że naturalne inhibitory wzrostu kiełków, takie jak np. Talent R (substancja czynna- S-carvone) nie dają jednoznacznie pozytywnych i negatywnych efektów, które mogłyby wpłynąć na jakość produktów smażonych. Dlatego ważne i niezbędne jest prowadzenie dalszych badań, które mogłyby jednoznacznie wskazać wpływ naturalnych inhibitorów wzrostu kiełków na barwę produktu smażonego.

Celem pracy było określenie wpływu inhibitorów wzrostu kiełków na jednolitość barwy frytek ziemniaczanych.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin —PIB, Oddział w Jadwisinie w latach 2009–2011. Materiałem doświadczalnym były dwie odmiany ziemniaka jadalnego Asterix i Jelly. Uprawiano je na polu doświadczalnym IHAR Oddział

w Jadwisinie. W okresie wegetacji przeprowadzono takie same zabiegi agrotechniczne jakie stosuje się na plantacjach produkcyjnych. Bezpośrednio po zbiorze (III dekada września) bulwy umieszczono w doświadczalnej przechowalni w następujących warunkach:

- w okresie przygotowawczym przez pierwsze dwa tygodnie po zbiorze utrzymywano temperaturę 15°C, przy wilgotności względnej 90–95%;
- w ciągu następnych dwóch tygodni temperaturę stopniowo obniżano do temperatury 8°C, zachowując taką samą wilgotność.
Zastosowano następujące kombinacje:
- ziemniaki przechowywano w temperaturze 8°C, nie zaprawiano inhibitorem wzrostu kiełków — obiekt kontrolny,
- ziemniaki przechowywano w temperaturze 8°C i zaprawiano inhibitorem chemicznym CIPC (preparat Luxan Gro Stop 01DP) w dawce 2 kg/t),
- ziemniaki przechowywano w temperaturze 8°C i zaprawiano inhibitorem roślinnym Talent R w dawce 3,5 ml/100 kg bulw w terminach co 7 dni od momentu rozbudzenia bulw.

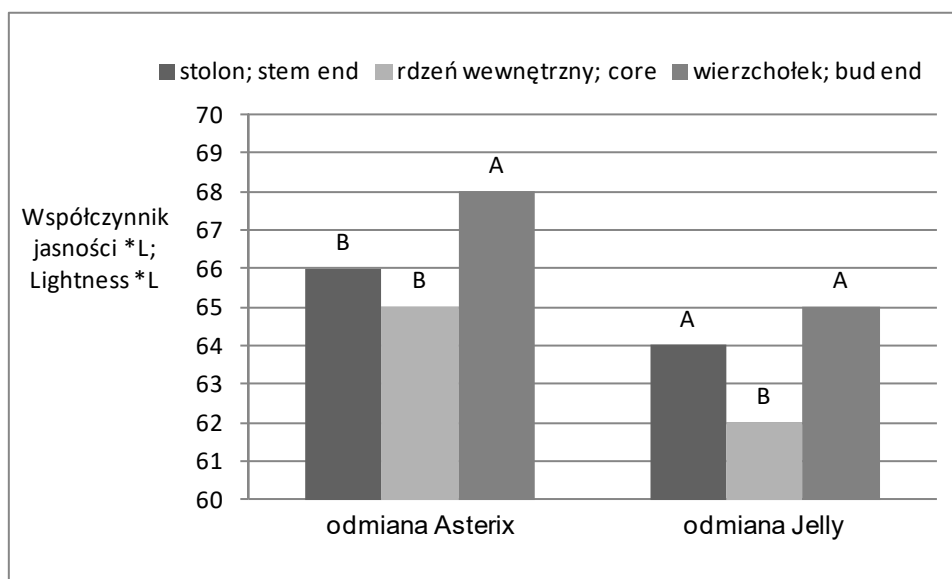
Badania prowadzono po zbiorze oraz w miesiącach: styczniu, lutym, marcu i kwietniu. Ziemniaki obu odmian rozpoczęły kiełkowanie w miesiącu styczniu. W związku z tym badania prowadzono od stycznia. Z każdego terminu badań i kombinacji pobierano po 5 kg bulw każdej odmiany ziemniaka i sporządzano frytki.

Sposób przygotowania frytek: bulwy ziemniaka myto, obierano, krojono w słupki o wymiarach 10×10 mm. Krajankę dokładnie myto, odwirowano w wirówce, a następnie smażyono w oleju rzepakowym przez 5 minut w temperaturze 155–160°C w profesjonalnej frytkownicy „Valentine” o pojemności 7 litrów oleju. Po ochłodzeniu frytki zamrażano w temperaturze -20°C. Po około 14 dniach frytki odsmażano w temperaturze 175°C. We frytkach gotowych do spożycia oceniano barwę przy użyciu Chroma Metru Minolta CR-300 w trzech punktach: części przystolonowej, rdzenia wewnętrznego i części wierzchołkowej.

Istotność wpływu badanych czynników na analizowane cechy określono przy użyciu analizy wariancji trzyczynnikowej ANOVA. Do testowania różnic między wartościami średnimi przy poziomie istotności $p < 0,05$ wykorzystano test Tukeya, a do obliczenia najmniejszej istotnej różnicy NIR stosowano test t-Studenta.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badania wykazały istotne zróżnicowanie barwy frytek otrzymanych z bulw odmian Asterix i Jelly (rys. 1). Najjaśniejszą częścią produktu była część wierzchołkowa, natomiast najciemniejszą rdzeń wewnętrzny. Pritchard i Scanlon (1997), Kazunori i in. (2003) oraz Grudzińska i Zgórska (2008) przebarwienia produktu smażonego tłumaczą nierównomiernym rozłożeniem cukrów redukujących w bulwach. Autorzy ci stwierdzili, że najwięcej cukrów prostych (glukoza+fruktoza) znajduje się w części przystolonowej i w rdzeniu wewnętrznym, dlatego te części frytek są ciemniejsze niż część wierzchołkowa.

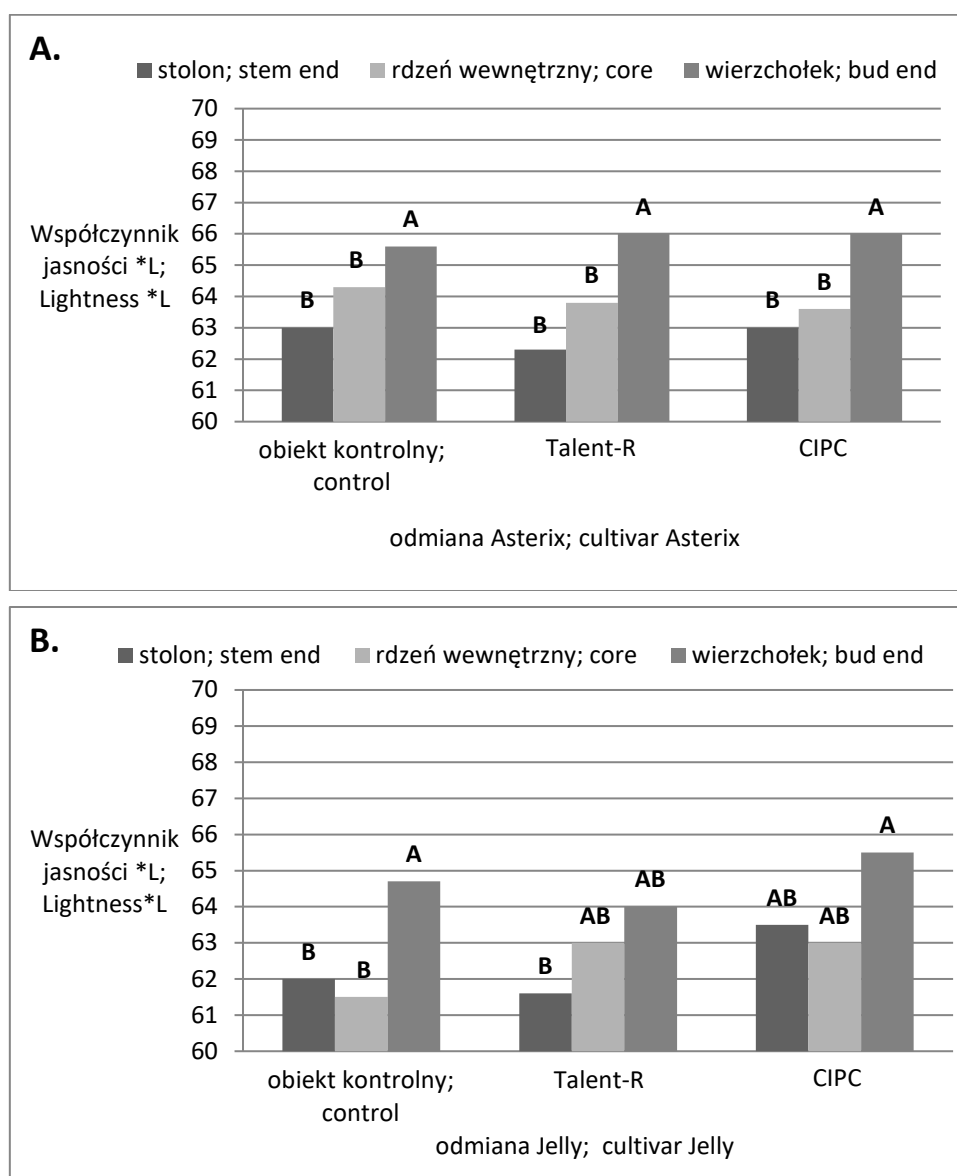


Rys. 1. Jednolitość barwy frytek otrzymanych z bulw odmian Asterix i Jelly bezpośrednio po zbiorze (średnia z dwóch lat badań)

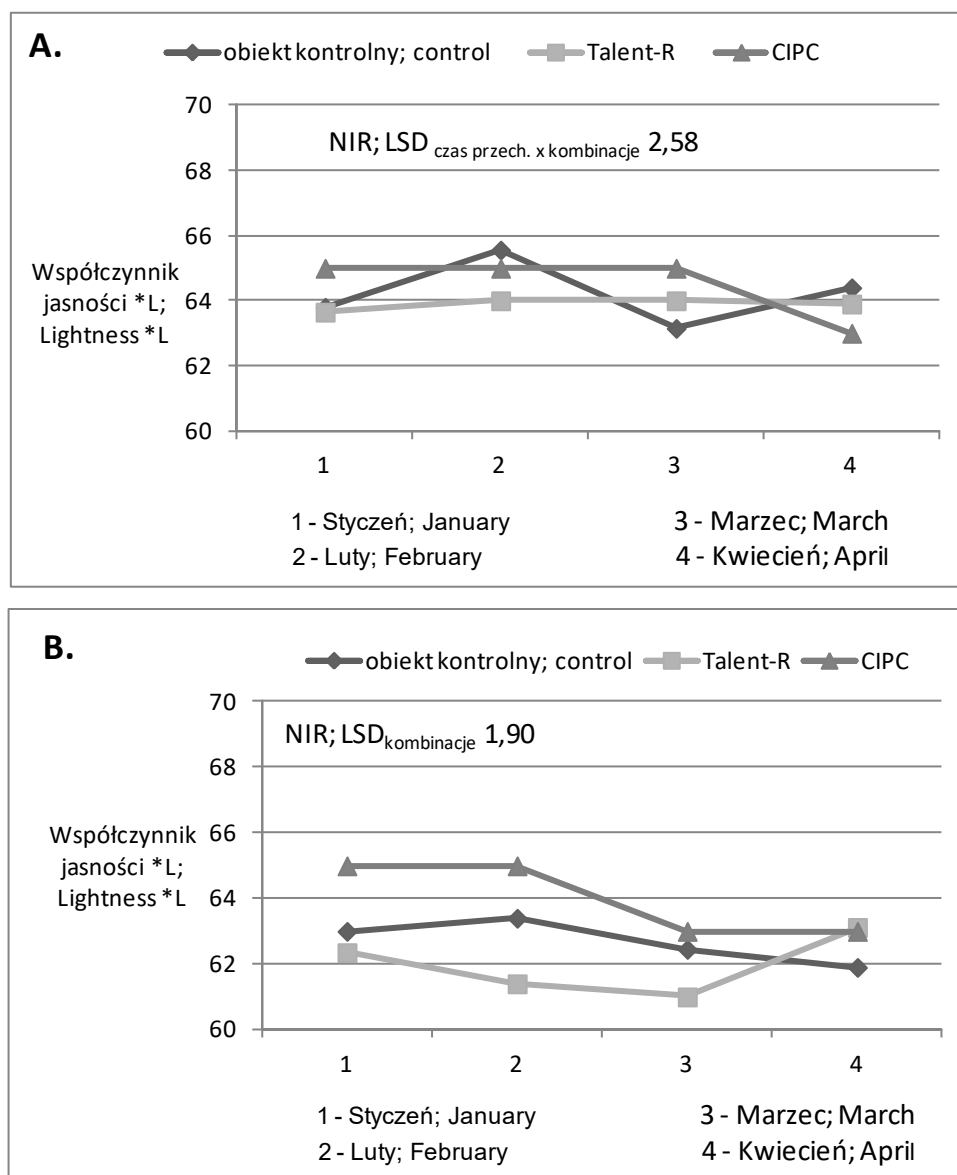
Fig. 1. Evenness of colour of French fries made of tubers of two potato cultivars Asterix and Jelly after harvest (average of results from two years)

Zastosowanie inhibitorów wzrostu kielków zarówno naturalnego, jak i chemicznego nie wpłynęło w istotny sposób na zróżnicowanie barwy frytek wykonanych z bulw odmian Asterix i Jelly (rys. 2 A i B). Niezależnie od odmiany i zastosowanego inhibitora kiełkowania najjaśniejszą częścią frytek była część wierzchołkowa, a ciemniejszą część przystolonowa i rdzenia wewnętrznego.

Barwa frytek otrzymanych z ziemniaków odmiany Asterix i Jelly przechowywanych w temperaturze 8°C bez zastosowania inhibitora wzrostu kielków (obiekt kontrolny) oraz z ich zastosowaniem w czasie przechowywania była odpowiednia (współczynnik jasności *L powyżej 60) — rys. 2. Podobne wyniki otrzymali Hartmans i in. (1995), Kalt i in. (1999) oraz Elbashir i in. (2011). Barwa produktów smażonych pochodzących z ziemniaków przechowywanych kilka miesięcy w temperaturze 8–9°C z zastosowaniem inhibitorów wzrostu kielków (substancja czynna (S) lub (L) carvone oraz chlorprofam) była odpowiednia. Kalt i in. (1999) nie wykazali istotnych różnic między barwą frytek wykonanych z ziemniaków zaprawianych substancją chlorprofam i s-carvone (odmiana Russet Burbank) przechowywanych przez 25 tygodni. Takie prawidłowości w doświadczeniu zauważono we frytkach wykonanych z odmiany Asterix (rys. 2 A). Przez cały okres przechowywania bulw z zastosowaniem inhibitorów wzrostu kielków, współczynnik jasności (*L) barwy frytek z odmiany Asterix kształtował się na tym samym poziomie (od 63 do 65). Odmienne wyniki uzyskano z bulw odmiany Jelly (rys. 2 B). Czas przechowywania oraz zastosowany inhibitor istotnie wpłynął na barwę frytek.



Rys. 2. Zróżnicowanie barwy frytek otrzymanych z bulw odmian Asterix (A) oraz Jelly (B) przechowywanych w temperaturze 8°C bez zaprawiania inhibitorami kiełkowania (kontrola) oraz zaprawianych preparatem Talent R i CIPC (średnia z dwóch lat badań)
Fig. 2. Variation in colour of French fries made of potato cultivars Asterix (A) and Jelly (B) stored at 8°C without sprout inhibitor treatments (control) and with Talent R and CIPC treatments (average of results from two years)



Rys. 3. Barwa frytek wykonanych z bulw odmian Asterix (A) i Jelly (B) przechowywanych w miesiącach styczeń, luty, marzec i kwiecień w temperaturze 8°C bez zaprawiania inhibitorami kiełkowania (obiekt kontrolny) oraz zaprawianych preparatem Talent R i CIPC (średnia z dwóch lat badań)

Fig. 3. Colour of French fries made of potato cultivars Asterix (A) and Jelly (B) stored in January, February, March and April at 8°C without sprout inhibitor treatments (control) and with Talent R and CIPC treatments (average of results from two years)

Barwa frytek z ziemniaków zaprawianych CIPC od stycznia do marca była istotnie jaśniejsza, niż frytek zrobionych z bulw zaprawianych preparatem Talent-R (rys. 3A i B). Podobne wyniki otrzymali Elbashir i in. (2011), którzy wykazali, że współczynnik jasności barwy frytek z ziemniaków odmiany Diamant był na tym samym poziomie niezależnie od zastosowanego inhibitora kiełkowania oraz czasu przechowywania, natomiast frytek otrzymanych z bulw odmiany Sinora różnił się istotnie.

Zaobserwowano, że barwa produktu smażonego pochodzącego z ziemniaków przechowywanych w marcu i zaprawianych inhibitorem naturalnym jest istotnie ciemniejsza, niż z tych samych bulw (odmiana i kombinacja) w kwietniu. Takie zmiany barwy frytek z ziemniaków przechowywanych w miesiącach wiosennych (marzec, kwiecień) podyktowane są wzmożonymi procesami fizjologicznymi bulw, w tym przypadku procesem oddychania. Glukoza, która jest substratem reakcji Maillarda jest także substratem procesu oddychania. Copp i in. (2000) wykazali istotną współzależność ($r = 0,94$) między barwą produktu smażonego a współczynnikiem procesu oddychania bulw, przechowywanych w miesiącach marzec, kwiecień i zaprawianych inhibitorami wzrostu kiełków. Autorzy podkreślają, że korelacja pomiędzy tymi cechami zależy od odmiany.

WNIOSKI

1. Zastosowanie naturalnego i chemicznego inhibitora wzrostu kiełków nie wpłynęło istotnie na zróżnicowanie barwy frytek w porównaniu do bulw zebranych z obiektu kontrolnego.
2. Stwierdzono, że wpływ naturalnego inhibitora wzrostu kiełków na barwę frytek jest cechą odmianową.
3. Niezależnie od zastosowanego inhibitora wzrostu kiełków oraz czasu przechowywania bulw ziemniaka, produkt otrzymany z odmiany Asterix cechował się odpowiednią barwą.

LITERATURA

- Caldiz D. O, FernAndez L. V., Inchausti M. H. 2001. Maleic hydrazide effects on tuber yield, sprouting characteristics, and French fry processing quality in various potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars grown under Argentinean conditions. *Amer. J. Potato Res.* 78: 119 — 128.
- Coleman W. K. 1998. Carbon dioxide, oxygen and ethylene effects on potato tuber dormancy release and sprout growth. *Ann. Bot.* 82: 21 — 27.
- Copp L. J, Blenkinsop R. W, Yada R. Y, Marangoni A.G. 2000. The relationship between respiration and chip color during long-term storage of potato tubers. *Am. J. Potato Res.* 77: 279 — 287.
- Czerko Z., Zgórska K., Grudzińska M. 2010. Czynniki ograniczające kiełkowanie ziemniaków podczas przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 577: 243 — 252.
- Daniels-Lake B., Prange R., Kalt W., Liew C., Walsh J., Coffin R. 1996. The effect of ozone and 1,8-cineole on sprouting, fry color and sugar of stored Russet Burbank potatoes. *Am. Potato J.* 73: 469 — 481.
- ELbashir H. A., Ahmed A. H., Yousif K. S. 2011. Effect of spearmint oil on sprouting and processing quality of Diamant and Sinora potato varieties. *Cur. Res. J. of Biol. Sci.* 3: 530 — 534.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2008. Wpływ zawartości cukrów w bulwach ziemniaka na barwę chipsów. *Żyw. Nauka. Technol. Jakość* 5: 107 — 115.

- Grudzińska M. 2008. Wpływ warunków przechowywania ziemniaka na jednolitość barwy frytek. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 530: 335 — 342.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2010. Wpływ efektywności zabiegu rekondycjonowania wybranych odmian bulw ziemniaka na barwę frytek. Nauka, Przyr. Technol. 4: 1 — 17.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2011. Wpływ zabiegu rekondycjonowania na zmniejszenie zawartości cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka. Biul. IHAR 259: 211 — 217.
- Hartmans K. J., Diepenhorst P., Bakker W., Gorris L. G. M. 1995. The use of carvone in agriculture: sprout suppression of potatoes and antifungal activity against potato tuber and other plant diseases. Industrial Crops and Products 4: 3 — 13.
- Hebeisen T., Ballmer T., Guthapfel N., Torche J.M., Reust W. 2005. Suitable potato varieties reduce acrylamide formation in processed products and dishes, 16th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. July 17–22, Bilbao, Spain 2005: 496 — 500.
- Kalt W., Prange R. K., Daniels-Lake B. J. 1999. Alternative compounds for the maintenance of processing quality of stored potatoes (*Solanum tuberosum*). J. of Food Proc. Preservation, 23: 71 — 81.
- Kazunori H., Ken-Ichi K., Mochihumi M., Hiroshi K. 2003. Sugar and starch contents of processing potatoes during reconditioning. Food Preservation Sci. 29: 95 — 100.
- Kleinkopf G. E., Oberg N. A., Olsen N. L. 2003. Sprout inhibition in storage: Current status, new chemistries and natural compounds, Amer. J. of Potato Res., 80: 317 — 327.
- Lewis M. D., Kleinkopf G. E., Shetty K. K. 1997. Dimethylnaphthalene and diisopropylnaphthalene for sprout control in storage: 1. application methodology and efficacy. Am. Potato J. 74:183 — 197.
- Mazza G. 1983. Correlations between quality parameters of potatoes during growth and long-term storage. Am. Potato J. 60: 145 — 159.
- Prange R., Kalt W., Daniels-Lake B., Liew C., Walsh J., Dean P., Coffin R., Page R. 1998. Using ethylene as a sprout control-agent in stored “Russet Burbank” potatoes. J. Am. Soc. Hort. Sci. 123: 463 — 469.
- Pritchard M. K., Scanlon M. G. 1997. Mapping dry matter and sugar in potato tubers for prediction of whole tuber process quality. Can. J. Plant Sci.: 461 — 477.
- Rastovski A., Van Es A. 1981. Storage of potatoes. Pudoc. Wageningen: 82 — 98.
- Sowokinos J. R. 2007. The canon of potato science: carbohydrate metabolism. Potato Res. 50: 367 — 370.
- Sowa-Niedziałkowska G., Zgórska K. 2006. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka. Pam. Puł. 139: 233 — 243.
- Teper-Bamnolker P., Dudai N., Fischer R., Belausov E., Zemach H., Shoseyov O., Eshel D. 2010. Mint essential oil can induce or inhibit potato sprouting by differential alteration of apical meristem. Planta 232: 179 — 186.
- Zgórska K., Czerko Z. 2006. Rekondycjonowanie bulw przechowywanych w niskich temperaturach — metodą ograniczającą zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 547 — 556.