

# **Czynniki biotyczne kształtujące plon i jakość bulw ziemniaka**

## **Biotic components influencing the yield and quality of potato tubers**

\*Bernadetta Bienia,\*\* Barbara Sawicka, \*Barbara Krochmal-Marczak

\*Zakład Produkcji i Bezpieczeństwa Żywności, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigoń w Krośnie, ul. Dmochowskiego 12, 38-400 Krosno, e-mail: bernadetta.bienia@pwsz.krosno.pl; \*\*Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

---

**Słowa kluczowe:** ziemniak, plon, jakość, czynniki biotyczne  
**Keywords:** potato, yield, quality, biotic factors

---

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono wpływ wybranych czynników biotycznych na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. Przeciwdziałanie negatywnym oddziaływaniom czynników środowiska na wielkość i jakość plonu bulw ziemniaka jest możliwe poprzez wykorzystywanie odmian o zwiększonej odporności genetycznej, stosowanie zdrowego materiału rozmnożeniowego, zapewnienie właściwej agrotechniki, w tym nawożenia, ochrony roślin i nawadniania. W przyszłości istotną będzie hodowla odmian przystosowanych do szybkiego regenerowania się po wystąpieniu silnych stresów (susza, niskie temperatury, desykcja itp.), zapewniających wysokie i stabilne plonowanie oraz dobrą jakość bulw ziemniaka w warunkach ograniczonej dostępności zasobów naturalnych i syntetycznych środków produkcji.

### **Summary**

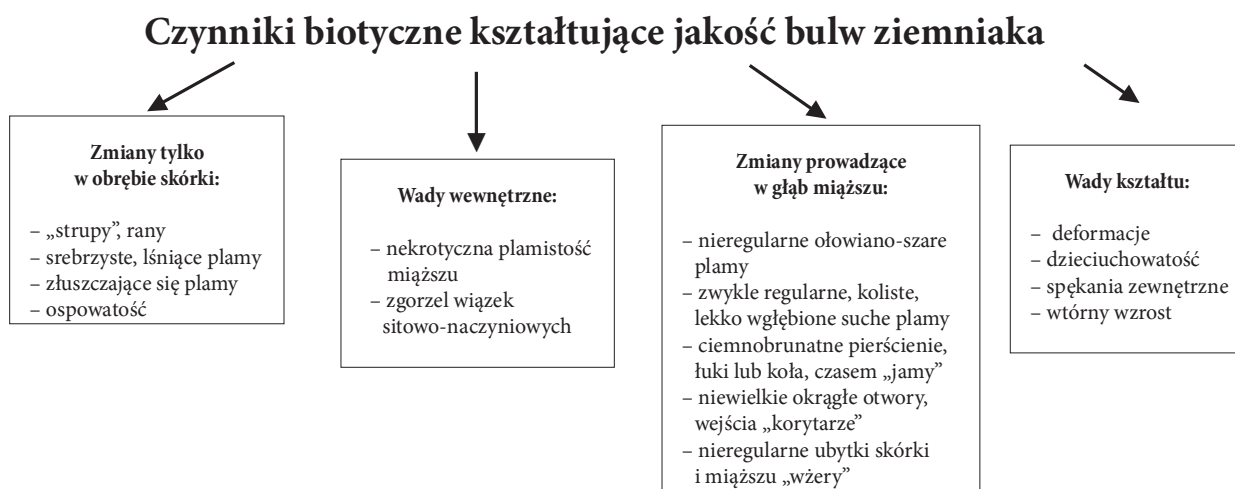
The paper presents the influence of selected biotic components on the yield and quality of potato tubers. Counteracting the negative effects of environmental factors on the quantity and quality of potato yield can be achieved by using cultivars with a higher genetic resistance, healthy propagating material, the right agricultural technology, including fertilisation, crop protection and irrigation. In the future, it will be important to grow varieties with a high regeneration capability after intense stress (drought, low temperatures, desiccation, etc.) in order to provide high and stable crop and good quality of potato tubers with limited availability of natural resources and synthetic means of production.

## Wstęp

Ziemniak uważany jest za gatunek zapewniający bezpieczeństwo żywnościowe mieszkańców Ziemi, a jednocześnie charakteryzujący się największą produktywnością z jednostki powierzchni w czasie [1, 2, 3]. W Polsce gatunek ten stanowi podstawę wyżywienia człowieka, ma również duże znaczenie, jako surowiec dla przemysłów: spożywczego, paszowego, chemicznego, gorzelniczego, energetycznego. Bulwy ziemniaka są bogate w węglowodany, białko, związki mineralne, w tym potas, witaminę C, polifenole i inne związki bioaktywne. Ponadto mają właściwości zasadowotwórcze, są niskokaloryczne i odznaczają się niewielką tendencją do gromadzenia szkodliwych dla zdrowia związków, takich jak: azotany, metale ciężkie, aflatoksyny, glikoalkaloidy [4, 5, 6, 7].

Gatunek ten został udomowiony 7000 lat temu i cały czas ewoluuje [8]. W Polsce produkcja ziemniaka zmniejszyła się kilkakrotnie, ale jego ilość przeznaczona na cele konsumpcyjne zmalała tylko nieznacznie [9, 10], bowiem spożycie bulw ziemniaka wynosi nadal ponad 110 kg na jednego mieszkańca [11].

Na plon ziemniaka oraz jego jakość mają wpływ czynniki biotyczne. Są to elementy środowiska występujące w wyniku oddziaływania żywych organizmów (mikroorganizmy, rośliny, zwierzęta, pasożyty, drapieżniki, szkodniki), w sposób bezpośredni lub pośredni na inne żywe organizmy. Do tej grupy zalicza się również czynnik antropogeniczny (nawożenie, ochrona roślin, nawadnianie, zanieczyszczenie powietrza, zanieczyszczenia wód i gleb itp.) [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23]. Czynniki te mogą przyczyniać się do występowania wielu zmian w obrębie skórki, powodować wady wewnętrzne, wady kształtu oraz zmiany w składzie chemicznym miąższu bulw ziemniaka (Rysunek 1)



**Rysunek 1.** Czynniki biotyczne kształtujące jakość bulw ziemniaka

**Figure 1.** Biotic components influencing the quality of potato tubers

Źródło: opracowanie własne

Istotne wydaje się być zatem ich poznanie, by móc poprzez ich modyfikację lub dostosowanie do potrzeb rośliny kształtować plon o jak najlepszej jakości.

### **Czynniki biotyczne i ich wpływ na plonowanie i jakość bulw ziemniaka**

Wśród czynników szkodliwych, natury biotycznej, zagrażających w istotny sposób funkcjonowaniu ekosystemów rolniczych, w tym ziemniaka, wyróżnia się m.in.: grzyby chorobotwórcze, wirusy, wiroidy, bakterie, owady, nicienie [15, 24]. Posiadają one tendencję do niekontrolowanego przez opór środowiska wzrostu populacji, wyróżniają się zdolnościami adaptacyjnymi, w stosunku do prowadzonych przeciwko nim metod walki genetycznej i/lub chemicznej, co powoduje ogromne szkody w ekosystemach rolniczych [15, 24]. Z tego też powodu przeciwdziałanie temu zjawisku polega m.in. na zapobieganiu występowania organizmów szkodliwych i powstawaniu chorób. Jak podaje Gacek [24], proces choroby infekcyjnej wynika z interakcji pomiędzy oddziaływującymi na siebie elementami trójkąta: rośliny (gospodarza), patogenu i środowiska, zaś choroby nieinfekcyjne są wywoływane przez stresy abiotyczne.

Najczęściej występujące patogeny w uprawie ziemniaka to: czarna nóżka, powodowana przez bakterię z rodzaju *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, mokra zgnilizna (*Erwinia carotovora* var. *atroseptica*), sucha zgnilizna (*Fusarium* ssp.), zaraza ziemniaka (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary), alternarioza (*Alternaria solani*), parch srebrzysty (*Helminthosporium solani*), parch zwykły (*Streptomyces* spp.), rizoktonioza (*Rhizoctonia solani* Kühn), choroby powodowane przez wirusy (wirus liściozwoju – PLRV, wirus Y – PVY, wirus M – PYM). Ponadto ziemniak atakowany jest przez stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarasa decemlineata*) oraz drutowce (*Elateridae*), pędraki (*Melolonthidae*) oraz rolnice (*Agrotinae*) [18, 21, 22, 23, 25, 26]. Straty wynikające z obecności chorób i szkodników, intensywności ich występowania w uprawie ziemniaka mogą obniżyć plon nawet o 70% [12, 16, 18, 21, 22, 23, 26, 27]. Jak podają Górecki i Grzesiuk [28] ziemniak na skutek oddziaływania biotycznych czynników środowiska, takich jak choroby, traci  $8,4 \text{ t ha}^{-1}$  plonu głównego, zaś pod wpływem szkodników –  $6,2 \text{ t ha}^{-1}$ .

W uprawie znajdują się odmiany odznaczające się wysoką i podwyższoną odpornością genetyczną na najważniejsze choroby ziemniaka (zaraza ziemniaka, PVY, PLRV), a ich wprowadzenie do uprawy ogranicza występowanie patogenów i zmniejsza straty gospodarcze związane z występowaniem

chorób infekcyjnych [12, 24, 25]. Porażenie roślin ziemniaka przez choroby i szkodniki uwarunkowane jest jednak nie tylko właściwościami genetycznymi odmian, lecz również czynnikami abiotycznymi, np. warunkami meteorologicznymi w okresie wegetacji, typem i rodzajem gleby itp. [12, 18, 21, 25, 29, 30, 31].

Stonka ziemniaczana jest szkodnikiem upraw ziemniaka oraz innych uprawnych i dziko rosnących gatunków roślin z rodziny psiankowatych, takich jak: pomidor, bakłazan, tytoń [32]. Według Piekarczyka i wsp. [33] szkodnik ten ma tendencję do gradacyjnych pojawów, co 7 do 10 lat, wówczas też masowo migruje we wszystkich kierunkach. Owady dorosłe oraz larwy mogą doprowadzić do całkowitego gołozeru zaatakowanych roślin, a straty w plonie dochodzą nawet do 50% [32].

Według Kapsy i wsp. [34] oraz Pawińskiej [35, 36] im zimniejsza jest wiosna, tym rozwój stonki jest bardziej rozłożony w czasie. Minimum temperaturowe powietrza dla tego gatunku wynosi średnio  $+11,5^{\circ}\text{C}$  (zero fizjologiczne). Poniżej tej temperatury aktywność i składanie jaj przez chrząszcze jest zatrzymane. Także rozwój jaj rozłożony jest w czasie, w zależności od panujących temperatur powietrza i może trwać od 10 do 19 dni. Kelm i wsp. [18] wskazywali, że na ograniczenie rozrodczości chrząszczy stonki ziemniaczanej wpływa susza, a intensywne opady w czerwcu ograniczają występowanie stadiów młodocianych tego szkodnika.

W przypadku wystąpienia na roślinach ziemniaka jednego złoża jaj lub 15 larw mówi się o progu ekonomicznej szkodliwości stonki ziemniaczanej, co powoduje minimalne straty plonu. Jednak, gdy wystąpi około 60 larw na jednej roślinie straty te są już istotne ekonomicznie [35]. Przyjęty próg szkodliwości dla stonki ziemniaczanej to 10 złożów jaj na 10 roślinach lub 15 larw na 1 roślinie, albo 1–2 chrząszcze (zimujące) na 25 roślinach [34, 35]. Zniszczenie przez stonkę powierzchni liści powyżej 15% może spowodować spadek plonu ziemniaka z 1 ha nawet o 28%, tj. o około 7 ton [37].

Oddziaływanie czynników biotycznych przyczynia się do występowania wad bulw ziemniaka. Najczęstszymi wadami zewnętrznymi bulw są deformacje (dzieciuchowatość, paciorkowatość, spękania, nerkowatość, wrzecionowatość), zazielenienia, zdrobnienia, zaś wadami miąższu bulw są: rdzawa plamistość miąższu, pustowatość bulw, szklistość miąższu, przebarwienia miąższu bulw [21, 38, 39, 40, 41].

Wady bulw mogą być też wywoływane przez bakterie. W przypadku mokrej zgnilizny na bulwach pojawiają się brązowe lub wodniste plamy,

a w sprzyjających warunkach cała bulwa zmienia się w rozpływającą się masę [21, 42]. Porażenie ziemniaka patogenami czarnej nóżki przyczynia się do zmiany zabarwienia miąższu bulw na szaroczarny [42, 43]. Występowanie bakteriozy pierścieniowej powoduje objawy w postaci półprzezroczystej, uwodnionej tkanki, która następnie powoduje powstanie kremowo-żółtej masy w okolicach wiązek przewodzących [21, 42].

Występowanie chorób grzybowych może przyczyniać się do powstawania wad miąższu. Bardzo niebezpieczną chorobą grzybową, powodującą duże straty gospodarcze, jest zaraza ziemniaka. Szacuje się, że na świecie straty powodowane tą chorobą sięgają 15-20% [44]. Na powierzchni bulw choroba ta objawia się nieregularnymi, ołowianoszarymi, lekko wklęsłymi plamkami. Pod skórką powstają rdzawe nacieki postępujące w głąb bulwy. Porażone bulwy gniją w czasie przechowywania i są wtórnie atakowane przez bakterie i grzyby [21, 42, 45]. W Polsce choroba ta pojawia się najczęściej począwszy od drugiej połowy czerwca do początku lipca. Występowanie i nasilenie choroby na polu zależy ściśle od warunków meteorologicznych i źródła patogenu na polu. Okresy podwyższonej wilgotności powietrza oraz temperatury około 15°C sprzyjają rozwojowi patogenu [45].

Grzyby z rodzaju *Alternaria* wywołują na bulwach ziemniaka płytkie, szaro-brązowe wgłębienia z wyraźnie zarysowanymi granicami, o barwie od czerwonej do brązowej. Oczka, które znajdują się w ich obrębie, obumierają, zaś pod skórką tworzy się sucha, skorkowaciała strefa. Na liściach pojawiają się mniejsze lub większe koncentryczne, brunatne plamy, przypominające tarczę strzelniczą [21, 42, 43, 45]. Alternarioza występuje szczególnie w rejonach o wysokiej temperaturze powietrza w okresie letnim, z przemiennymi okresami suchej i wilgotnej pogody [45].

Grzyb *Rhizoctonia solani* Kühn jest przyczyną gnicia kiełków ziemniaka, próchnienia podstawy łodyg, pojawiania się na powierzchni bulw ziemniaka ospowatych plam, a potem gruzełkowatych narośli (sklerocjów), dających się zeszkrobać paznokciem. Patogen ten nie powoduje uszkodzeń miąższu bulw, ale wpływa na pogorszenie ich wyglądu oraz ich jakości handlowej, ale przede wszystkim obniża ich jakość, jako sadzeniaków [21, 42, 45]. Występuje na roślinach ziemniaka we wszystkich stadiach jej rozwoju [45]. Straty w plonie bulw powodowane przez rizoktoniozę ziemniaka mogą wynosić od kilku do kilkunastu procent, a w warunkach sprzyjających rozwojowi grzyba mogą dochodzić nawet do 50% [46].

W okresie przechowywania bulwy ziemniaka są atakowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, wywołujące suchą zgniliznę. Bulwy „wysychają”, ulegają

mumifikacji, we wnętrzu pojawia się suchy miąższ wypełniony puszystą grzybnia. Straty spowodowane występowaniem tej choroby szacuje się na 4-10% w zależności od przechowywanej odmiany [21, 42, 43, 45]. Mokra zgnilizna również występuje na bulwach ziemniaka w okresie przechowywania. Początkowo na bulwach tworzą się niewielkie, mokre plamki, które powiększają się i powodują rozpad miąższu, staje się on ciekący i cuchnący [21, 45].

Wady miąższu oraz powierzchni bulw ziemniaka mogą być także następstwem porażenia roślin chorobami wirusowymi. Wirus Y powoduje nekrotyczne, wgłębione plamy w kształcie łuków lub pierścieni, zaś wirus liściozwoju ziemniaka brązowe przebarwienia w postaci sieci [43, 42].

Znaczne uszkodzenia bulw ziemniaka powodowane są przez szkodniki glebowe, m.in. drutowce, pędraki i rolnice. Nasilenie występowania tych szkodników obserwuje się na stanowiskach po ugorach, po oszczędnej agrotechnice, czy też w monokulturze. Szczególnie niebezpieczne są larwy, które w bulwach tworzą wżery, korytarze i kanały. Drutowce są najliczniejszą grupą szkodników glebowych. W bulwach ziemniaka tworzą kanały, o nieregularnym kształcie, zanieczyszczone odchodami, o średnicy do 2 mm. Pędraki i rolnice występują zazwyczaj lokalnie, powodują w bulwach duże otwory zewnętrzne i głębokie jamy wewnątrz miąższu. Straty spowodowane żerowaniem larw szkodników glebowych wynoszą od 5 do 35% (średnio 10-15%), w skrajnych przypadkach lokalnie mogą sięgać ponad 50% zebranych bulw. Nasilenie występowania szkodników obserwuje się w latach z cieplejszymi zimami i okresami letnimi [22, 26].

Nowacki [27] wskazał, że ilość bulw z wadami spowodowanymi przez choroby i szkodniki, na glebach słabych, wynosiła od 6,0 do 13,9%, zaś bulw małych i wadliwych – 34%. Badania Gruczka [47,48] dowodzą, że intensywna pielęgnacja mechaniczna sprzyja powstawaniu deformacji, uszkodzeń mechanicznych, zazielenieniu bulw, uszkodzeniom chorobowym. Według tego autora zastąpienie zabiegów mechanicznych herbicydami powoduje zmniejszenie wad bulw o około 7%, zaś w badaniach Gugały i wsp. [16] o 5,7%. Uszkodzenie bulw przyczynia się do wnikania chorobotwórczych patogenów [21]. Prośba-Białczyk i Spyрка [49] zaobserwowali, że wyższe temperatury gleby ograniczają powstawanie uszkodzeń mechanicznych.

Wady zewnętrzne, jak i wewnętrzne bulw mogą występować na skutek niekorzystnych czynników klimatycznych występujących podczas wegetacji roślin, a skłonność do tego typu reakcji jest uwarunkowana właściwościami genetycznymi odmian [38, 40, 41, 50, 51, 52, 53, 54, 59, 58].

Jankowska i Lutomirska [39] dowiodły, iż udział bulw zdeformowanych u odmian o dłuższym okresie wegetacji jest większy, niż u odmian wczesnych i bardzo wczesnych.

Hiller i Thornton [57], Zarzyńska i Goliszewski [58], Zarzecka i wsp. [59, 60], Trawczyński [54] dowiedli, że w latach suchych, z nierównomiernie rozłożonymi opadami występuje więcej bulw z wadami wewnętrznymi i zewnętrznymi (porażenie parchem zwykłym, uszkodzenia przez szkodniki, występowanie rdzawej plamistości, korkowatości bulw, zazielenienia). Rębarz i Borówczak [55,56], Zarzyńska i Goliszewski [38] wykazali, że stosowanie nawadniania ziemniaka ogranicza występowanie i nasilenie objawów parcha zwykłego na bulwach oraz zmniejsza udział bulw zdeformowanych i bulw ze rdzawą plamistością miąższu.

Na ilość bulw z wadami zewnętrznymi i wewnętrznymi ma wpływ także sposób pielęgnacji plantacji ziemniaka. Gugąła i wsp. [16] oraz Zarzecka i wsp. [59] dowiedli, że najwięcej bulw z wadami występowało w przypadku stosowania pielęgnacji mechanicznej, zaś najmniej w kombinacjach, gdzie stosowano zabiegi mechaniczno-chemiczne. Ponadto Gugąła i wsp. [61] dowodzą, że o udziale wad w plonie bulw decydują sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej.

Na występowanie wad bulw ma także wpływ typ i rodzaj gleby. Hiller i Thornton [57] oraz Zarzyńska i Goliszewski [58] na glebach mocnych obserwowali więcej bulw spękanych, zaś na glebach lekkich więcej było bulw z pustowatością. Pietraszko i wsp. [41] odnotowali większy udział bulw z rdzawą plamistością miąższu na glebach lekkich z dużymi wahaniami wilgotnościowo-termicznymi. Z kolei Prośba-Białczyk i Spyrka [49] oraz Spyrka [63] dowodzą większej skłonności bulw do powstawania uszkodzeń mechanicznych na glebach ciężkich.

Lutomirska [62] dowiodła, że podatność bulw na uszkodzenia ma związek z wielkością, kształtem, regularnością bulw oraz ze stopniem ich dojrzałości. Zdaniem Spyrki [63] bulwy dojrzałe, w pełni wykształcone, mające skorkowaciałą skórkę są mniej podatne na uszkodzenia.

Ograniczenie występowania bulw drobnych, zdeformowanych, spękanych, porażonych parchem zwykłym, ospowatością czy też uszkodzonych przez szkodniki lub uszkodzonych mechanicznie ma duże znaczenie, gdyż zmniejszają wielkość plonu handlowego. Takie bulwy nie nadają się do sprzedaży, a tym bardziej do produkcji wyrobów przetworzonych, a więc frytek, chipsów, mrożonek, co jest ważne dla przetwórstwa. Pogarszają one estetykę i zwiększają straty podczas obróbki mechanicznej, co jest istotne dla konsumenta [26, 27, 39, 60].

Najczęściej stosowaną metodą ograniczania występowania patogenów jest metoda chemiczna. Stosując ją, należy brać pod uwagę termin rozpoczęcia ochrony, terminy kolejnych zabiegów, kolejność stosowania środków ochrony roślin, stosowanie odpowiednich dawek tych środków, prawidłowe wykonanie zabiegów, uwzględnienie temperatury otoczenia, uwzględnienie miejsca wystąpienia pierwszych objawów choroby na roślinie, szczególnie w przypadku zarazy ziemniaka [36, 45].

Do zwalczania szkodników glebowych oraz stonki i mszyc zarejestrowana jest zaprawa insektycydowo-fungicydowa Prestige 370 FS, którą stosuje się do zaprawiania sadzeniaków. Zwalczanie motyli rolnic i najmłodszego pokolenia gąsienic, które jeszcze żerują na roślinach, wykonuje się przy okazji zabiegów wykonywanych przeciwko stonce ziemniaczanej, ponieważ rozwój tych agrofagów jest zbieżny [22, 36]. Jak podaje Kapsa i wsp. [34] oraz Krochmal-Marczak i Sawicka [64] występowanie w ekosystemie naturalnych wrogów stonki: ptaków (kuropatwa, bażant, szpak), płazów, nicieni owadobójczych w glebie oraz chrząszczy biegaczowatych, kusakowatych, biedronek i grzybów owadobójczych ma wpływ na ograniczenie liczebności stonki. Jednak przy tak dużej płodności samic, nawet niewielka liczba złożonych przez nie jaj powoduje przekroczenie progu szkodliwości.

### **Podsumowanie**

Przeciwdziałanie negatywnym wpływom czynników środowiska na jakość plonu ziemniaka jest możliwe poprzez wykorzystywanie w uprawie odmian o zwiększonej odporności genetycznej, stosowanie zdrowego materiału sadzeniakowego, usuwanie roślin porażonych patogenami, zapewnienie właściwej agrotechniki, w tym nawożenia i ochrony roślin, a także stosowanie nawadniania. Ponadto istotna jest hodowla odmian przystosowanych do szybkiego regenerowania się po wystąpieniu silnych stresów (susza, niskie temperatury itp.), zapewniających wysokie i stabilne plonowanie w warunkach ograniczonej dostępności zasobów naturalnych i syntetycznych środków produkcji.

### **Literatura**

- [1] Birch P.R.J., Bryan G., Fenton B., Gilroy E., Hein I., Jones J.T., Prashar A., Taylor M.A., Torrance L., Toth I.K., Crops that feed the world, Potato: are the trends of increased global production sustainable?, Food Security, 2012, 4, s. 477–508.



## Czynniki biotyczne kształtujące plon i jakość bulw ziemniaka

- [2] Zarzecka K., Technologia uprawy ziemniaka w zrównoważonym systemie gospodarowania (praca przeglądowa), Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2014, 272, s. 113–127.
- [3] Niekerk C. van, Schönfeldt H., Hall N., Pretorius B., The Role of Biodiversity in Food Security and Nutrition: A Potato Cultivar Case Study, Food and Nutrition Sciences, 2016, 7, s. 371–382, [dostęp: <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2016.75039> [Akces: 16.04.2015 r.]
- [4] Wroniak J., Jakość ziemniaków na stole konsumenta, Ziemniak Polski, 2007, 1, s. 8–12.
- [5] Nowacki W., Stan aktualny i perspektywy produkcji ziemniaka w Polsce do roku 2020, Studia i Raporty IUNG-PIB Puławy, 2009, 14, s.71–94.
- [6] Leszczyński W., Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przeгляд literatury), Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin, 2012, 266, s. 5–20.
- [7] Umadevi M., Sampath Kumar P.K., Bhowmik D., Duraivel S., Health Benefits and Cons of Solanum tuberosum, Journal of Medicinal Plants Studies, 2013, 1(1), s. 16–25.
- [8] Spooner D. M., Hijmans R.J., Potato systematics and Germplasm Collecting. 1989–2000, American Journal of Potato Research, 2001, 78, s. 237–268.
- [9] FAOSTAT, Production, 2014, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> [Akces: 15.06.2015 r.].
- [10] Pszczołkowski P., Sawicka B., Wartość odżywcza białka wybranych odmian ziemniaka [w:] Bioprodukty – pozyskiwanie, właściwości i zastosowanie w produkcji żywności, (red.) G. Lewandowicz, J. Le Than-Blicharz, Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań 2016.
- [11] Rocznik Statystyczny Rolnictwa, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2015, s. 456.
- [12] Sawicka B., Próba ustalenia wpływu niektórych czynników środowiska i zabiegów agrotechnicznych na ciemnienie miąższu bulw ziemniaka, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 1991b, 179, s. 67–74.
- [13] Sawicka B., Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białkopodlaskim, Rozprawy Naukowe 141, Akademia Rolnicza, Lublin, 1991.
- [14] Jura C., Krzanowska H., Encyklopedia biologiczna, (red.) Z. Otałęga, Agencja Publ. Wyd. Opres Kraków, T. 4, 1998, s. 82.
- [15] Cwalina-Ambroziak B., Struktura zbiorowiska grzybów spod uprawy ziemniaka, ukształtowana pod wpływem niektórych czynników agrotechnicznych, Annales UMCS. E-59, 2004, 3, s. 1213–1221.
- [16] Gugęła M., Zarzecka K., Baranowska A., Wpływ sposobów uprawy roli i odchwaszczania na występowanie wad w plonie ziemniaka, Zeszyty Problemowe Postępow Nauk Rolniczych, 2008, 530, s. 161–168.
- [17] Anonimus. Zagrozenia okresowe występujące w Polsce. Wydział Analiz i Prognoz Biura Monitorowania i Analizy Zagrożeń PCB, Warszawa 2010, s. 39.
- [18] Kelm M., Fostiak I., Kadłubiec W., Czynniki warunkujące zagrożenie upraw ziemniaka przez stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata*) say., Fragmenta Agronomica, 2010, 27(1), s. 62–72.
- [19] Trawczyński C., Wierzbicka A., Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2011, 259, s. 193–201.
- [20] Borówczak F., Nawadnianie ziemniaków, [w:] Produkcja i rynek ziemniaków (red.) J. Chotkowski, Wieś Jutra, Warszawa 2012, s. 205–214.
- [21] Hara-Skrzypiec A., Wady i uszkodzenia bulw ziemniaka wywołane różnymi czynnikami, Ziemniak Polski, 2013, 4, s. 30–35.

- [22] Erlichowski T., Uszkodzenia miąższu bulw powodowane przez szkodniki glebowe a wartość technologiczna ziemniaków jadalnych i dla przetwórstwa, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2014, 273, s. 161–170.
- [23] Czerko Z., Goliszewski W., Jankowska J., Lutomirska B., Nowacki W., Trawczyński C., Zarzyńska K., Metodyka integrowanej produkcji ziemniaka, Praca zbiorowa, (red.) W. Nowacki, PIORIN, Warszawa, 2014, s. 85.
- [24] Gacek S., Rola postępu odmianowego i zarządzania odpornością odmian na choroby w integrowanej ochronie roślin, COBORU, Słupia Wielka 2016, s. 31.
- [25] Gawińska-Urbanowicz H., Ocena występowania chorób grzybowych i bakteryjnych ziemniaka w warunkach polowych, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2007, 243, s. 191–197.
- [26] Erlichowski T., Ochrona ziemniaka przed szkodnikami glebowymi [w:] Produkcja i rynek ziemniaków, (red.) J. Chotkowski, Wieś Jutra, Warszawa 2012, s. 163–173.
- [27] Nowacki W., Straty plonu handlowego ziemniaków powodowane przez choroby i szkodniki w 2005 roku, Progress in Plant Protection, 2006, 46(1), s. 193–201.
- [28] Górecki R., Grzesiuk S. (red.), Fizjologia plonowania roślin, UWM, Olsztyn 2002.
- [29] Wróbel S., Porażenie bulw ziemniaka parchem zwykłym i ryzoktoniozą w zależności od zabiegów stosowanych w nasiennictwie, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2003, 228, s. 283–289.
- [30] Kurzawińska H., Gajda I., Ocena przydatności niektórych fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą ziemniaczaną *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2004, 233, s. 333–338.
- [31] Bernat E., Problem ospowatości na wybranych odmianach ziemniaka, Konferencja Naukowa: Nasiennictwo i ochrona ziemniaka, Kołobrzeg-Bonin 10-11.03.2005, s. 32–35.
- [32] Lipa J.J., Zych A., Kwarantannowe agrofagi Europy, Inspektorat Kwarantanny Roślin, Warszawa 1994.
- [33] Piekarczyk K., Pruszyński S., Matysiak M., Masowy pojaw stonki ziemniaczanej (*Lepidotarsa decemlineata* Say) w 1983 roku, jej zwalczanie i prognoza pojawu w 1984, Materiały 24 Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin, 1984, s. 229–242.
- [34] Kapsa J., Mrówczyński M., Erlichowski T., Gawińska-Urbanowicz H., Matysek K., Osowski J., Pawińska M., Urbanowicz J., Wróbel S., Ochrona ziemniaka zgodna z zasadami integrowanej ochrony roślin, Część II, Metoda zrównoważonej chemicznej ochrony ziemniaka, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2014, 273, s. 145–159.
- [35] Pawińska M., System ochrony ziemniaków przed agrofagami, Fragmenta Agronomica, 2007, 4(96), s. 82–91.
- [36] Pawińska M., Stonka ziemniaczana (*Lepidotarsa Decemlineata* Say), [w:] Produkcja i rynek ziemniaków, (red.) J. Chotkowski, Wieś Jutra, Warszawa 2012, s. 156–162.
- [37] Kowalska J., Ochrona upraw ziemniaków w systemie rolnictwa ekologicznego, IOR-PIB, Poznań 2010.
- [38] Zarzyńska K., Goliszewski W., Możliwość poprawy jakości ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym poprzez zabiegi agrotechniczne, Ziemniak Polski, 2013, 1, s. 18–23.
- [39] Jankowska J., Lutomirska B., Czynniki środowiska determinujące występowanie splecia i deformacji bulw ziemniaka, Ziemniak Polski, 2014, 4, s. 18–24.

## Czynniki biotyczne kształtujące plon i jakość bulw ziemniaka

- [40] Kamiński P., Ocena stabilności plonu i właściwości kulinarnych bulw ziemniaka odpornego na *Phytophthora infestans*, Rozprawa doktorska, IHAR-PIB, Radzików 2015, s. 194.
- [41] Pietraszko M., Jankowska J., Lutomirska B., Gentotypowa i środowiskowa zmienność występowania wad miąższu bulw w plonie rodów hodowlanych ziemniaka, *Fragmenta Agronomica*, 2015, 32(3), s. 73–87.
- [42] Korbas M., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Danielewicz J., Atlas chorób roślin rolniczych, Hortpress, Warszawa 2016, s. 212.
- [43] Wale S., Platt H.W., Cattlin N., Diseases, pests and disorders of potatoes, A colour handbook, Manson Publishing Ltd., 2008.
- [44] Anonimus. CIP in 1996. The International Potato Center Annual Report, International Potato Center, Lima, Peru 1997.
- [45] Kapsa J., Ochrona ziemniaka przed chorobami grzybowymi i bakteryjnymi, [w:] *Produkcja i rynek ziemniaków*, (red.) J. Chotkowski, Wieś Jutra, Warszawa 2012.
- [46] Häni F., Popow G., Reinhard A., Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej, PWRiL, Warszawa 1998, s. 130–131.
- [47] Gruczek T., Kierunki zmian w technologii produkcji ziemniaka, *Mat. Forum Producentów, Dystrybutorów i Przetwórców Ziemniaka, Jadwisin-Brwinów 7–8 marca 2001*, s. 56–64.
- [48] Gruczek T., Skuteczność zabiegów mechanicznych w systemach pielęgnowania ziemniaka, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2002, 489, s. 123–135.
- [49] Prośba-Białczyk U., Spyrka B., Wpływ niektórych czynników na powstawanie uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2010, 557, s. 173–182.
- [50] Zimnoch-Guzowska E., Flis B., Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2006, 511, s. 23–36
- [51] Levy D., Veilleux R.E., Adaptation of potato to high temperature on plant growth and carbohydrate metabolism in potato, *Plant Physiology*, 2007, 109, s. 637–643.
- [52] Lutomirska B., Jankowska J., Występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych i odmiany, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2012, 266, s. 131–142.
- [53] Lutomirska B., Szutkowska M., Nowacki W., Pietraszko M., Jankowska J., Występowanie wad kształtu bulw w plonie odmian i zaawansowanych materiałów hodowlanych ziemniaka, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2013, 267, s. 121–130.
- [54] Trawczyński C., Plon i jakość bulw nowych odmian ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego azotem, *Acta Agrophysica*, 2016, 23(2), s. 261–273.
- [55] Rębarz K., Borówczak F., Porażenie patogenami bulw ziemniaków odmiany Satina w zależności od deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego, *Progress in Plant Protection*, 2009, 49 (4), s. 1762–1766.
- [56] Rębarz K., Borówczak F., Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego na jakość ziemniaków odmiany Bila, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2006, 511, Cz. 2, s. 287–301.
- [57] Hiller L.K., Thornton R.E., Managing physiological disorders, [w:] Johnson D.A. (ed.) *Potato health management*, American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN, 2008, s. 235–245.

- [58] Zarzyńska K., Goliszewski W., Zróżnicowanie jakości plonu ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym w zależności od warunków glebowo-klimatycznych, Część I, Udział wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2012, 266, s. 73–79.
- [59] Zarzecka K., Gugąła M., Dołęga H., Występowanie wad bulw ziemniaka w warunkach pielęgnacji mechaniczno-chemicznej, Nauka Przyroda Technologie, 2013, 7(1), s. 1–8.
- [60] Zarzecka K., Gugąła M., Dołęga H., Sikorska A., Występowanie wad bulw w plonie ziemniaka po zastosowaniu użyźniacza glebowego UG max, Annales UMCS, 2014, E-69 (2), s. 70–79.
- [61] Gugąła M., Zarzecka K., Mystkowska I., Występowanie wad bulw ziemniaka w warunkach stosowania insektycydów nowej generacji, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2010, 257/258, s. 103–109.
- [62] Lutomirska B., Wpływ opadów na odporność bulw na uszkodzenia mechaniczne w czasie zbioru, Ziemniak Polski, 2008, 3, s. 40–43.
- [63] Spyrka B., Wpływ warunków siedliskowych na powstawanie i wielkość uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka dla przetwórstwa spożywczego, Rozprawa doktorska, Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław 2013, s. 166.

Do cytowania:

Bienia B., Sawicka B., Krochmal-Marczak B., Czynniki biotyczne kształtujące plon i jakość bulw ziemniaka, Herbalism, 2017, 1(3), s. 125–136