



Odmiana ziemniaka Oda

Fot. Sławomir Wróbel

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 255/2010



Odmiana ziemniaka Oda. *Fot. Sławomir Wróbel*

RADZIKÓW 2010
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN — RADZIKÓW
05-870 BŁONIE pod WARSZAWĄ

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Dyrektor: Prof. dr hab. Edward Arseniuk

Komitet Redakcyjny:
Editorial Committee:

HENRYK J. CZEMBOR (Przewodniczący — Editor-in Chief),
DANUTA BOROS, WIESŁAW MĄDRY, WOJCIECH NOWACKI,
STANISŁAWA ROZTROPOWICZ-SZKUBEL, BARBARA ZAGDAŃSKA,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

CZASOPISMO UKAZUJE SIĘ OD 1951 ROKU

Redaktor techniczny i skład komputerowy
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o

KRYSTYNA RYKACZEWSKAInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie
Zakład Agronomii Ziemniaka

Rola agronomii w rozwoju rolnictwa wielofunkcyjnego — w świetle X Kongresu Europejskiego Towarzystwa Agronomicznego

The role of agronomy in development of multi-functional agriculture — in the light of X Congress of the European Society for Agronomy

Poszukiwanie nowego modelu rolnictwa wielofunkcyjnego, rozwijającego się w sposób zrównoważony i trwały, wymaga wsparcia ze strony nauki. Nowe uwarunkowania środowiskowe, ekonomiczne i społeczne stawiają przed naukowcami kolejne wyzwania. Sprostanie tym wyzwaniom wskazuje na potrzebę działania interdyscyplinarnego, ale zintegrowanego. Istotną rolę mogą w tym spełniać międzynarodowe towarzystwa naukowe. Europejskie Towarzystwo Agronomiczne, zrzeszające naukowców wielu specjalności, było organizatorem kongresu poświęconego rolnictwu wielofunkcyjnemu, a w szczególności rolnictwu mającemu na celu pozyskiwanie nowych źródeł energii i ochronę środowiska naturalnego (10th Congress of the ESA: Multi-functional Agriculture: Agriculture as a Resource for Energy and Environmental Preservation. 15–19 September 2008, Bologna, Italy). W przedstawionych referatach i dyskusji poruszano szczegółowe problemy, spośród których najważniejszymi były: ochrona łąd i wody, w tym kontrola erozji gleb i agronomiczne sposoby ochrony ekosystemów, technologie dla ochrony bioróżnorodności, nowe wyzwania dla produkcji roślinnej, w tym produkcja żywności funkcjonalnej i nutraceutyków oraz biomasy i energii, a także wykorzystanie genomiki dla bardziej zrównoważonego rolnictwa. Szczególną uwagę zwrócono na rolnictwo w aspekcie zmieniającego się klimatu, dokonano próby oszacowania wrażliwości agrosystemów na ocieplanie. Przedstawiono modele i strategie adaptacji roślin uprawnych do warunków regionalnych.

Słowa kluczowe: agronomia, nowe wyzwania w produkcji roślinnej, ochrona środowiska, rolnictwo wielofunkcyjne, zmiany klimatyczne

The search for a new model of multi-functional agriculture, developing in a balanced and sustainable way, requires the support of science. The new environmental, economic and social conditions pose further challenges for scientists. Meeting these challenges requires interdisciplinary but integrated action. International scientific societies can play an important role in this action. The European Society for Agronomy, bringing together scientists of many specialties, was the organizer of the Congress devoted to multifunctional agriculture and in particular to new sources of energy and environmental preservation (10th Congress of the ESA: Multi-functional Agriculture: Agriculture as a Resource for Energy and Environmental Preservation. 15–19 September 2008, Bologna, Italy). In the presented papers and discussions some specific problems were addressed, among which the most

important were: the protection of land and water, including control of erosion and agronomic techniques for the protection of ecosystems, technology for the preservation of biodiversity, the new challenges for plant production, including production of functional food and nutraceuticals, bio-mass and energy, as well as the use of genomics to more sustainable agriculture. Particular attention was paid to agriculture in terms of the changing climate and an attempt was done at estimation of the sensitivity of agrosystems to warming. Models and strategies for adaptation at agricultural crops to regional conditions were presented.

Key words: agronomy, climatic changes, environmental protection, multi-functional agriculture, new challenges in crop production

WSTĘP

Industrializacja i modernizacja rolnictwa przez wiele lat była uznawana za proces postępowy i nowoczesny. Unowocześnienie zmieniło rolnictwo, przestawiło na nowe technologie, podniosło skalę ekonomicznie opłacalnej produkcji i wprowadziło nową jej organizację. Procesy wynikające z industrializacji naruszyły jednak równowagę ekologiczną. Spowodowały również wytworzenie się istotnej bariery popytu, która doprowadziła do niewydolności dochodowej rolnictwa i konieczności interwencjonizmu państwa w funkcjonowanie rynków rolnych. Wszystko to sprawia, iż istnieje potrzeba poszukiwania nowego systemu rolnictwa, dostosowanego do warunków i wymogów współczesności. Szanse na stworzenie takiego systemu daje koncepcja rolnictwa zrównoważonego i wielofunkcyjnego, które kojarzy cele produkcyjne z wymaganiami środowiskowymi, przy zachowaniu równowagi w sferze ekonomicznej, środowiskowej i społecznej oraz wartości kulturowych i etycznych (Adamowicz, 2005). Zmieniające się uwarunkowania wskazują na potrzebę poszukiwania nowego modelu rolnictwa wielofunkcyjnego i podjęcia działania interdyscyplinarnego, ale zintegrowanego. Wymaga to wsparcia ze strony nauki, w czym istotną rolę może odegrać agronomia.

Europejskie Towarzystwo Agronomiczne (European Society for Agronomy), zrzeszające naukowców wielu specjalności, było organizatorem X Kongresu, poświęconego właśnie rolnictwu wielofunkcyjnemu, a w szczególności rolnictwu mającemu na celu pozyskiwanie nowych źródeł energii i ochronę środowiska naturalnego (10th Congress of the ESA: Multi-functional Agriculture: Agriculture as a Resource for Energy and Environmental Preservation. 15–19 September 2008, Bologna, Italy). W przedstawionych referatach i dyskusji poruszano szczegółowe problemy, spośród których najważniejszymi były:

- rolnictwo w ochronie środowiska, w tym ochrona łąd i wody oraz technologie dla ochrony bioróżnorodności
- nowe wyzwania w produkcji roślinnej, w tym produkcja żywności funkcjonalnej i nutraceutyków oraz biomasy i energii, a także wykorzystanie genomiki dla bardziej zrównoważonego rolnictwa
- rolnictwo w warunkach zmieniającego się klimatu, w tym próba oszacowania wrażliwości agrosystemów na ocieplanie oraz modele i strategie adaptacji upraw rolniczych do warunków regionalnych.

W Kongresie wzięło udział 380 osób z 21 państw europejskich oraz Brazylii, Korei Południowej, Stanów Zjednoczonych i Afryki. Ogółem wygłoszono 110 referatów i przedstawiono 284 postery. W referatach kluczowych zawarto główne myśli związane z tematyką poszczególnych sesji. Poniższy tekst obejmuje przede wszystkim przegląd tematyki referatów wiodących.

PRZEGLĄD TEMATYKI KONGRESU

Rolnictwo w ochronie środowiska

W pierwszej sesji, poświęconej ochronie ładu i wody, szczególną uwagę zwrócono na degradację gleb uprawnych w wielu rolniczych regionach na świecie. Według Flury (2008), istnieje powiązanie rozwoju i upadków wielkich starożytnych cywilizacji, zarówno w Europie jak i na Bliskim Wschodzie, z rolnictwem. Przyczyniło się do nich wiele zdarzeń, takich jak wojny, epidemie chorób, zmiany klimatu, ale również zmniejszenie się produkcji rolnej na skutek degradacji gleb. Spośród głównych jej form wymieniono erozję, a jako przykład podano takie państwa jak Grecja i Włochy. Według Autora, wspomniane fakty historyczne mogą być przestrogą dla cywilizacji w czasach współczesnych. Obecnie bowiem na znacznych obszarach Ameryki, Europy oraz Azji dochodzi do niszczenia struktury gleby i degradacji jej jakości wskutek strat materii organicznej oraz erozji wodnej i wietrznej. Nasuwające się zatem pytanie to: czy jesteśmy w stanie produkować więcej żywności i produktów rolnych przeznaczonych na cele nieżywnościowe, przy zrównoważonym gospodarowaniu zasobami glebowymi z jednej strony, a z drugiej, przy wzrastającej presji człowieka na środowisko? Zdaniem Autora zmiany w systemie gospodarowania opartym na dobrej praktyce rolniczej, zachodzące w ciągu ostatnich 30 lat, przyniosły znaczący sukces.

Ochronie ekosystemów będzie sprzyjać stosowanie odpowiednich technik agronomicznych. Mingues (2008) zauważa, iż podejmowane w tym kierunku działania mają szczególnie duże znaczenie w kontekście rosnącej liczby ludności. Obecnie w skali globalnej wynosi ona około 6,7 mld i w roku 2030 wzrośnie do 8,2 mld. Areal ziemi uprawnej jest względnie stały i wynosi 1500 mln ha, a Europa (EU25) gospodaruje intensywnie na 100 mln ha. Ceny żywności wzrastają z powodu wyższych cen paliw i konkurencyjnej produkcji roślin energetycznych. Ze względu na wzrastające znaczenie biotechnologii i nasilający się problem zmian klimatycznych, Autor postawił szereg kwestii dotyczących relacji: farmer — konsument oraz farmer — ziemia uprawna. Zaznaczył jednak, iż FAO promuje rolnictwo ekologiczne, widząc w tym rozwiązanie wielu problemów występujących w skali lokalnej i globalnej.

Tereny o charakterze naturalnym lub półnaturalnym są obecnie w Europie zagrożone wskutek tworzenia wielkoobszarowych monokultur uprawowych i intensyfikacji rolnictwa. Sesja poświęcona ochronie bioróżnorodności, której zmniejszanie się zostało uznane za jedno z najpoważniejszych zagrożeń dla naszej cywilizacji, składała się z dwóch części. Pierwsza była poświęcona współdziałaniu pomiędzy warunkami naturalnymi a rolnictwem, a druga — dynamice flory i glebowego banku nasion. Referat wiodący wygłosiła Pecio (2008) z IUNG-PIB w Puławach, w którym scharakteryzowała związki

między warunkami naturalnymi panującymi w Polsce, a produkcją roślinną. Na podstawie analizy warunków klimatycznych i glebowych, wydarzeń historycznych oraz oceny licznych wskaźników wyróżniła cztery główne regiony naszego kraju, silnie zróżnicowane pod względem potencjalnej i rzeczywistej produktywności roślin uprawnych oraz czynników środowiska i poziomu agrotechniki. Autorka oceniła, iż środowiskowy potencjał produkcji rolniczej może być określany przy pomocy indeksu jakości terenów rolniczych (Land Quality Index), bazujący na danych dotyczących jakości i wilgotności gleby, warunków agroklimatycznych oraz rzeźby terenu. W Polsce wskaźnik ten waha się od 31 do 111, a wykorzystanie potencjału plonowania zbóż wynosi od 60,3 do 78,4%. Może być zatem podwyższone przez dalsze zwiększanie intensywności produkcji. Jednym ze wskaźników stopnia intensyfikacji rolnictwa, a także przydatności naturalnych terenów do użytkowania rolniczego jest indeks bioróżnorodności. W badaniach przeprowadzonych przez Vitaly i wsp. (2008) analiza florystyczna opierała się przede wszystkim na ocenie różnorodności gatunków roślin i ich liczbie na jednostce powierzchni. Miara oceny ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji była bioróżnorodność roślin naczyniowych. Analiza wykazała znacznie bogatszą różnorodność biologiczną w gospodarstwach ekologicznych.

Zintegrowane oszacowanie systemów rolniczych w Unii Europejskiej na różnych poziomach i w zróżnicowanej skali może być wykonane przy pomocy programu SEAMLESS-IF (System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society — Integrated Framework). Program ten opiera się na europejskiej bazie danych dotyczących: gleby, warunków pogody, systemów gospodarki rolnej, zarządzania, cen i ich wahań na rynku (van Ittersum i in., 2008).

Nowe wyzwania dla produkcji roślinnej

Problematyka dotycząca nowych wyzwań w produkcji roślinnej była szeroko omawiana i dyskutowana. Sesja rozpoczęła się od wygłoszenia referatu na temat żywności funkcjonalnej, wytyczającego nowe perspektywy analityczne dla badań w tym zakresie (León i in., 2008). Autorzy referatów zwrócili uwagę na potrzebę oddziaływania na jakość żywności, nie tylko w aspekcie wartości żywieniowej, ale także wartości prozdrowotnej. Istotną rolę może w tym odegrać inżynieria genetyczna, dzięki której możliwe będzie regulacja zawartości istotnych dla zdrowia ludzkiego związków, czyli zwiększenie zawartości substancji korzystnych i redukcja substancji niepożądanych. Autorzy przedstawili między innymi wyniki badań nad naturalną i genetycznie zmodyfikowaną odmianą kukurydzy. Zidentyfikowano 27 metabolitów (między innymi cholinę, argininę, histydynę, L-karnitynę, alaninę i tyrozynę). Zastosowana metoda analityczna pozwoliła na wykazanie różnic ilościowych i jakościowych w badanym materiale roślinnym i wyodrębnienie substancji mogących spełniać rolę biomarkerów w monitorowaniu kukurydzy genetycznie modyfikowanej. W kolejnych referatach zwrócono uwagę na substancje aromatyczne. Według Di Gidia i wsp. (2008) produkcja tych związków na drodze biotechnologicznej jest dobrym rozwiązaniem, pod warunkiem, iż uzyskane produkty spełniają normy wyznaczone przez EU. Jedną z takich substancji, szeroko stosowanych w przetwórstwie żywności jest wanilina, która w sposób naturalny uzyskiwana jest z *Vanilia planifolia*, ale jej produkcja pokrywa jedynie 1% zapotrze-

bowania rynku. Pozostała część jest syntetyzowana na drodze chemicznej, a uzyskany produkt nie jest substancją naturalną. Biotechnologiczne metody otrzymywania waniliny są alternatywnym sposobem uzyskiwania tej aromatycznej substancji. Inne zagadnienia badawcze przedstawiane w omawianej sesji dotyczyły produkcji szczepionek w roślinach (Lössl i in., 2008).

Idee rolnictwa wielofunkcyjnego w największym stopniu oddawał referat przedstawiony przez Alexopoulou i wsp. (2008). Dotyczył bowiem produkcji roślinnej z przeznaczeniem na żywność, pasze, włókno i paliwo. Stanowił omówienie międzynarodowego projektu badawczego 4 F Crops (Food, Fiber, Feed, Fuel), rozpoczętego w lipcu 2008 roku w ramach 7 Programu Ramowego. Głównym zadaniem projektu jest przegląd i analiza wszystkich parametrów rozwoju roślin uprawianych na cele nieżywnościowe, które mogą odegrać znaczącą rolę w systemach produkcji w krajach Unii Europejskiej (EU 27). W projekcie bierze udział 13 jednostek badawczych z ośmiu krajów, w tym dwa z Polski (Instytut Włókien Naturalnych i Bałtyckie Centrum Czystej Energii). Prace rozpoczynają się od przeglądu aktualnego użytkowania gruntów w EU 27. Będą one podstawą prognozowania przyszłości w zakresie wykorzystania powierzchni rolnej do roku 2030. Uwzględniona zostanie ocena intensywności zagospodarowania gruntów, zmiany klimatyczne, zróżnicowanie regionalne, zapotrzebowanie rynku na żywność, paszę, włókna i paliwo. Zakres badań będzie szeroki i obejmie genetykę, fizjologię, agrotechnikę, ekonomikę i dystrybucję produktów rolniczych. Uwzględniony zostanie aspekt społeczno-ekonomiczny (dochody rolników, rozwój wsi, rozwój społeczeństwa) oraz aspekt ochrony środowiska (jakość gleby, erozja gleby, jakość powietrza, zmiany klimatyczne, dostępność wody, bioróżnorodność). Efektem końcowym realizowanego projektu będą scenariusze rozwoju nieżywnościowych kierunków produkcji. Organizatorzy Kongresu, pracownicy naukowcy Uniwersytetu Rolniczego w Bolonii, będący również uczestnikami projektu 4 F Crops, umożliwili uczestnikom zwiedzanie pola doświadczalnego w Cadriano, gdzie prowadzone są doświadczenia z roślinami przeznaczonymi na cele nieżywnościowe (rys. 1).

Według Spiertza i Ewerta (2008) każdy region Europy potrzebuje jednak własnej strategii w zakresie przeznaczania powierzchni rolniczej na zróżnicowane cele. Szczególnie dotyczy to Europy wschodniej, która w krótkim czasie zasadniczo zwiększy swoją produkcję dzięki zintensyfikowaniu stosowania nowoczesnych technologii, co może szybko doprowadzić do powstania nadwyżek produkcji.

W dalszej części sesji poświęconej nowym wyzwaniom w produkcji roślinnej, szczególną uwagę zwrócono na wykorzystanie genomiki dla bardziej zrównoważonego rolnictwa oraz na problemy związane z ograniczeniami środowiskowymi w produkcji roślinnej — na stres termiczny i suszę w okresie wegetacji oraz konieczność wykorzystywania genomiki funkcjonalnej dla tworzenia nowych kreacji genetycznych. Tardieu i wsp. (2008) przedstawili wyniki badań nad kukurydzą, wykazali odmianową zmienność reakcji na stresy środowiskowe i zlokalizowali QTL-e (Quantitative Trait Locus) wrażliwości na deficyt wodny. Stwierdzili, iż uzyskane wyniki otwierają drogę do wirtualnej odmiany, która pozwoli na określenie właściwych alleli dla każdego scenariusza klimatycznego.



Rys.1. Fragment pola doświadczalnego Wydziału Rolniczego Uniwersytetu w Bolonii — w Cadriano
Fig. 1. Fragment of the experimental field of the Faculty of Agriculture of Bologna University — in Cadriano

Rolnictwo w warunkach zmieniającego się klimatu

Globalne ocieplenie, którego konsekwencją są zmiany klimatyczne, to jeden z najbardziej aktualnych problemów dzisiejszego świata. Dla rolnictwa oznacza to konieczność adaptacji do zachodzących zmian, w skali regionalnej i globalnej. W kolejnej sesji Kongresu, wyodrębniono trzy grupy zagadnień: oszacowanie wrażliwości agrosystemów i przestrzeni rolniczej na zmiany klimatu, ocena możliwości adaptacji agrosystemów do zmieniającego się klimatu i emisja gazów cieplarnianych z rolnictwa.

Ocenę spodziewanego wpływu zmian klimatu na rośliny uprawne oraz zagrożenia wystąpienia przymrozków w danym regionie, przedstawiono na przykładzie roślin sadowniczych. Sadownictwo jest bowiem tą gałęzią rolnictwa, która przy zachodzących zmianach klimatycznych może ucierpieć w największym stopniu (Chmielewski, 2008). Adaptacja plantacji roślin wieloletnich do zmieniającego się klimatu wymaga długoterminowych inwestycji i oceny ryzyka ich wprowadzania. Głównym problemem jest przesunięcie czasu kwitnienia i dojrzewania owoców w celu uniknięcia przymrozków. W związku z tym, przy pomocy programu WETTREG opracowano modele fenologiczne dla tej grupy roślin, do roku 2100. Wykorzystano też dostępne scenariusze klimatyczne. Szczególną wartością tej pracy jest ilościowa ocena wpływu zmian klimatu. Innymi roślinami, omawianymi w kolejnych referatach i dyskusji nad wpływem zmieniającego się klimatu na rolnictwo były: kukurydza (Bonamano i in., 2008; Manderscheid i in., 2008;

Ventura i in., 2008), burak cukrowy (Qi i Jaggard, 2008), pszenica (Tomei i in., 2008), ziemniak (Ahmadi S. i in., 2008), słonecznik (Kunzova i in., 2008), rośliny zielarskie (Ventrella i in., 2008) i inne (Amoros i in., 2008; Potop i in., 2008; Trimborn i in., 2008).

Olesen (2008) zwrócił uwagę na fakt, iż zmieniający się klimat może mieć różnoraki wpływ na rośliny uprawne. Może być to wpływ negatywny, ale też i pozytywny, zależnie od rośliny, aktualnego stanu gleby i klimatu, oraz od kierunku zmian. Wymusza to modyfikacje w systemach gospodarowania w rolnictwie i dostosowanie metod zarządzania zasobami wody, składnikami pokarmowymi żywnością gleby do wymagań nowych odmian uprawnych. Istnieje możliwość wyboru strategii adaptacji do warunków zmieniającego się klimatu. Należy do nich: zmiana gatunku rośliny uprawnej, zmiana czynników uprawy (odmiany, dawki nawozów, nawadniania), wprowadzenie technologii dla zachowania wilgotności gleby, zagospodarowanie wody w celu uniknięcia powodzi, erozji i wymywania składników pokarmowych w czasie deszczu oraz zróżnicowanie działalności gospodarstw, zwłaszcza połączenie produkcji roślinnej i zwierzęcej. Ponadto należy do nich dbałość o zachowanie bioróżnorodności i ochronę środowiska, oraz ograniczanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.

Globalnie, rolnictwo jest głównym źródłem emisji metanu do atmosfery i co najmniej w 15% ponosi odpowiedzialność za emisję gazów cieplarnianych (Kuikman, 2008). Dwutlenek węgla emitowany jest głównie z obszarów zmienianych rolniczo, na przykład z powodu wycinania lasów lub likwidowania stałych łąk i pastwisk. Dokładne oszacowanie wpływu rolnictwa na emisję gazów cieplarnianych stwarza wiele trudności, wymaga dużej wiedzy i ciągłych badań. Projekt badawczy Unii Europejskiej PICCMAT (Policy Incentives for Climate Change Mitigation Agricultural Techniques), rozpoczęty w styczniu 2007, ma na celu wypracowanie odpowiednich praktyk rolniczych, które pozwolą na zredukowanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Jest to jeden z priorytetów UE (27), dotyczącej strategii rozwoju terenów wiejskich w latach 2007–2013.

UWAGI KOŃCOWE

Istotą rolnictwa europejskiego jest jego wielofunkcyjna natura (European Commission, Agenda 2000). Pojęcie wielofunkcyjności rolnictwa jest interpretowane na różne sposoby i odnosi się do kilku wymiarów. Dotyczy sektora rolniczego, jako działu produkcji, rolnika i gospodarstwa domowego oraz gospodarki i obszarów wiejskich. Wielofunkcyjność może być więc rozpatrywana na różnych poziomach podejmowanych decyzji, dotyczących strategii, polityki i operacyjnego zarządzania. Rozwój badań rolniczych i osadzenie ich w kontekście ekonomicznym, ekologicznym oraz społecznym wymaga interdyscyplinarnego podejścia i zintegrowanej wiedzy, której istotną częścią jest agronomia. X Kongres Europejskiego Towarzystwa Agronomicznego (ESA) był znakomitą platformą prezentowania najnowszych wyników badań w zakresie zrównoważonego i wielofunkcyjnego rozwoju rolnictwa. Wskazał nowe perspektywy dla europejskiego rolnictwa w trzecim tysiącleciu, potrzebę łączenia wysiłków i prowadzenia wspólnych badań w zakresie monitorowania i oceny wpływu zmian klimatycznych na środowisko naturalne oraz na powiązanie zmian zachodzących w rolnictwie z aspektami społecznymi.

LITERATURA

- Adamowicz M. 2005. Zrównoważony i wielofunkcyjny rozwój rolnictwa a agronomia. *Annales UMCS, Sec. E*, 2005, 60: 71 — 91.
- Ahmadi S. H., Andersen M. N., Plauborg F. 2008. Potato root growth and distribution under three soil types and full, deficit and partial root zone drying irrigations. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 631 — 632.
- Alexopoulou E., Christou M., Eleptheriadis I. 2008. 4 F CROPS. Future crops for food, feed, fibre and fuel. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 473 — 474.
- Amoros J. A., Campos J.A., Marques E., Bravo S., Rodrigues P. 2008. Climate effects on ampelometric characters of *Vitis vinifera* L. cv. Cencibel. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 633 — 634.
- Bonamano A., Borin M., Berti A., Chiaudani A. 2008. Adaptation of maize phenology to climate change in Veneto region. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 607 — 608.
- Chmielewski F. M., Blümel K., Henniges Y., Müller A. 2008. Vulnerability of fruit growers to climate change observed impacts and assessments. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 605 — 606.
- Di Gioia D., Sciubba L., Ruzzi M., Fava F. 2008. Production of vanillin from wheat bran hydrolyzates via microbiological bioconversion. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 413 — 414.
- Flury M. 2008. Soil and its importance for human civilizations. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 39 — 40.
- Van Ittersum, M. K., Ewert F., Wery J., Heckelei T., Belhouchette H., Bergez J. E., Hengsdijk H., Janssen S., Russel G., Therond O. 2008. Integrated assessment of agricultural system — a modular system for agricultural and environmental modeling (SEAMLESS-IF). *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 311 — 312.
- Kuikman P. 2008. Agriculture, climate change and mitigation — what can agriculture do? *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 831 — 832.
- Kunzova E., Gallikova M., Krempa P. 2008. The influence of climatic conditions on seed yield and oil content by sunflower. 2008. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 663 — 664.
- León C., Garcia-Cañas V., Ibáñez E., Cifuentes A. 2008. New analytical perspectives for the agronomic research in the field of functional food and nutraceuticals. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 403 — 404.
- Lössl A., Mayer F., Hassan S. W., Waheed T. M., Najafian Raazavi M., Lössl E. 2008. Production of Vaccines in Plants: Safety first! *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 421 — 422.
- Manderscheid R., Erbs M., Nozinski E., Weigel H. J. 2008. Interaction of free air carbon dioxide enrichment and controlled summer drought on soil and plant water relations and on canopy growth in a maize field. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 615 — 616.
- Minguez I. 2008. A context for agronomic techniques to Preserve Ecosystem services *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 139 — 140.
- Olesen J. E. 2008. Adaptation strategies for coping with climate change. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 729 — 730.
- Pecio A. 2008. Relationships between natural conditions and crop production. Case study for Poland. *Ital. J. Agron. 3 Suppl.*: 289 — 290.
- Potop V., Türkott L., Kožnarová V. 2008. Impact of drought as climatic extreme on agriculture in the Czech Republic. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 701 — 702.
- Qi A., Jaggard K. W. 2008. The effect of climatic drought on the sugar beet yield in England – now and in the future. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 617 — 618.
- Spieritz H., Ewert F. 2008. Resource use for food and energy crops. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 495 — 496.
- Tardieu F., Parent B., Siomonneau T., Turc O., Welckler C. 2008. Tailoring plants to environmental constraints by scaling up from molecular biology to crop physiology. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 569 — 570.
- Tomei F., Pavan V., Antolini, G., Marletto V., Villani G., Ventura F. 2008. Seasonal weather predictions and crop modeling for wheat yield forecasting in Northern Italy. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 621 — 622.
- Trimborn M., Hech C., Asch F., Brück H. 2008. Options for the management of water use in energy crop production in areas prone to summer drought. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 623 — 624.
- Ventrella D., Giglio L., Rinaldi M., Moriondo M., Bindi M. 2008. Vulnerability of some herbaceous crops to climate change in southern Italy. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 723 — 724.

- Ventura F., Salvatorelli F., Matzneller P., Gaspari N., Pisa P. 2008. Phenology of maize and temperature changes in the last 40 years. *Ital. J. Agron.* 3, Suppl.: 629 — 630.
- Vitali J., Lazzarini G., Epifani R., Vicari A. 2008. Biodiversity as a measure of differences between organic and conventional farming: a case study. *Ital. J. Agron.* 3, Suppl.: 313 — 314.

WIESŁAW PILARCZYK**EWA BAKINOWSKA****JAN BOCIANOWSKI****BOGNA ZAWIEJA**Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Optymalizacja wstępnych doświadczeń hodowlanych z jęczmieniem jarym*

Optimization of preliminary plant breeding trials with spring barley

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących metodyki oceny rodów hodowlanych na etapie doświadczeń wstępnych z jęczmieniem jarym. Celem było ustalenie optymalnej pojemności bloków niekompletnych w jakich powinno być zakładane doświadczenie w danej lokalizacji, ustalenie optymalnej wielkości poletek doświadczalnych oraz waloryzacja lokalizacji (ocena przydatności miejscowości), w których wykonuje się doświadczenia z punktu widzenia ich udziału w tworzeniu interakcji genotypowo-środowiskowej.

Słowa kluczowe: doświadczenie wstępne, rośliny zbożowe, jęczmień jary, pojemność bloków, optymalizacja, waloryzacja miejscowości, wielkość poletek

The results are presented of methodological research analysis on preliminary breeding trials with spring barley. Establishing optimal incomplete block size, plot size and assessment of trial locations for the considered trials were the main aims of the research.

Key words: assessment of trial locations, block size, optimization, plot size, preliminary cereal trials, spring barley

WSTĘP

Przed zgłoszeniem nowych odmian do badań rejestrowych do Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych (COBORU), w stacjach hodowli roślin (SHR) wykonywane są tzw. doświadczenia wstępne. Tak np. doświadczenia z jęczmieniem jarym przeprowadzane są w układach o blokach niekompletnych, w trzech powtórzeniach, w kilku miejscowościach. W doświadczeniach tych bada się wyselekcjonowane, w poprzednich latach, odmiany (około 30–40), z których wybiera się kilka najwartościowszych w celu zgłoszenia ich do badań rejestrowych. Badania w COBORU wykonuje się w

* Praca w części finansowana z projektu badawczego HORh-4040 dec – 28/08 Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

wielu zróżnicowanych środowiskach. Stąd, aby zgłoszone odmiany miały szansę okazać się lepszymi, pod względem wartości gospodarczej (WGO), od odmian konkurencyjnych (np. odmiany wzorcowe, odmiany wcześniej zarejestrowane), muszą okazać się lepszymi od nich w zróżnicowanych warunkach środowiskowych.

Celem prowadzonych badań było:

- określenie optymalnej pojemności bloków niekompletnych w doświadczeniach hodowlanych z jęczmieniem jarym,
- ustalenie optymalnej wielkości poletek doświadczalnych w stosowanych w tych doświadczeniach układach blokowych,
- waloryzacja, czyli ocena przydatności i dobór miejscowości przeprowadzenia doświadczeń z punktu widzenia ich udziału w tworzeniu interakcji badanych rodów ze środowiskiem.

MATERIAŁ I METODY

Wszystkie rozważania prowadzone były przy wykorzystaniu wyników czterech serii doświadczeń odpowiednio z 33, 33, 37 i 37 obiektami doświadczalnymi (rodami i odmianami wzorcowymi). Były to dwie serie doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) oraz dwie serie z jęczmieniem jarym pastewnym (JJP1 i JJP2).

Doświadczenia te zostały przeprowadzone w układach rozkładalnych o blokach niekompletnych w trzech powtórzeniach (replikacjach) (Patterson i Wiliams, 1976). We wszystkich doświadczeniach powierzchnia poletek wynosiła 10 m². Przeprowadzono je w następujących sześciu miejscowościach: Baków — BKH, Modzurów — MOB, NAGRADOWICE — NAD, Polanowice — POB, Radzików — RAH, Strzelce — STH. Cechą analizowaną był plon ziarna wyrażony w kg/poletko.

W celu znalezienia optymalnej pojemności bloków niekompletnych zastosowano metodę znaną pod angielską nazwą „post-blocking”. Jej autorami są dwaj statystycy brytyjscy H. D. Patterson i E. A. Hunter (1983), którzy podali zasady tej metody i wykazali poprawność wyników. Metoda ta była także zastosowana przez Pilarczyka (1990) w celu określenia optymalnej pojemności bloków niekompletnych w doświadczeniach odmianowych polskiej oceny odmian. Metoda „post-blocking” pozwala na znalezienie optymalnej pojemności bloków (kompletnych lub niekompletnych) przy ustalonych pozostałych parametrach doświadczeń (powierzchnia i kształt poletka oraz liczba powtórzeń obiektów doświadczalnych). Polega ona na grupowaniu poletek w ramach superbloków (replikacji) w bloki niekompletne o różnej pojemności (czyli o różnej liczbie poletek w blokach) i na obliczeniu średniej wariancji (lub średniego odchylenia standardowego) porównań obiektów doświadczalnych parami.

W opracowaniu posłużono się odchyleniami standardowymi, które dla każdej możliwej pojemności bloku niekompletnego obliczano stosując wzór:

$$sd_k = \sqrt{\frac{2MS_e(k)}{rE_k}},$$

gdzie $MS_e(k)$ oznacza średni kwadrat dla błędu doświadczalnego obliczonego przy stosowaniu bloków składających się z k poletek, r oznacza liczbę replikacji obiektów doświadczalnych, a E_k oznacza średni harmoniczny współczynnik efektywności układu blokowego (Pearce, 1970) dla liczby replikacji r i bloków o pojemności k poletek. Pojemność bloków niekompletnych, przy której otrzymuje się najmniejszą wartość odchylenia standardowego, jest w określonych warunkach doświadczalnych pojemnością optymalną, czyli taką, która gwarantuje minimalną wariancję porównań obiektów doświadczalnych.

W celu ustalenia optymalnej wielkości poletek doświadczalnych wykorzystano (obliczony we wszystkich analizowanych doświadczeniach) współczynnik korelacji wewnątrzblokowej (Binns, 1982, także Pilarczyk, 1988). Współczynnik ten, w sytuacji gdy porównuje się v odmian, obliczano korzystając ze wzoru:

$$\rho_v = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_e^2 + \sigma_B^2},$$

gdzie σ_B^2 oznacza komponent wariancyjny dla efektów bloków kompletnych, a σ_e^2 komponent wariancyjny dla błędu doświadczalnego. Reguły postępowania przy wykorzystaniu tego współczynnika są następujące (Binns, 1982):

- Jeśli obliczona wartość $\rho_v > 0,5$, to zwiększanie powierzchni poletek (w rozważanym doświadczeniu) nie prowadzi do poprawy precyzji doświadczenia. Skuteczne może być wtedy zmniejszenie pojemności bloków oraz redukcja powierzchni poletek. Takie wartości współczynnika ρ_v otrzymuje się przy dużej zmienności pola doświadczalnego.
- Jeśli $\rho_v < 0,1$, to zwiększanie powierzchni poletek prowadzi do poprawy precyzji, natomiast redukcja wielkości bloków nie daje efektu. Takie wartości ρ_v otrzymuje się przy zakładaniu doświadczeń na bardzo wyrównanych polach doświadczalnych.
- Jeśli natomiast $0,1 \leq \rho_v \leq 0,5$, to skuteczne jest połączenie dwóch postępowań, czyli należy jednocześnie zmieniać powierzchnię poletek i liczbę poletek w bloku. Takie wartości ρ_v otrzymuje się w przypadku umiarkowanej zmienności pól doświadczalnych.

Ocenę i dobór miejscowości przeprowadzania doświadczeń, z punktu widzenia ich wkładu do interakcji badanych rodów ze środowiskiem doświadczalnym, oparto na ukierunkowanej analizie czterech serii doświadczeń. Metoda ta polega w ogólności na obliczeniu odchyłań interakcyjnych A_{ij} , ($i = 1, \dots, o$; $j = 1, \dots, m$) w dwukierunkowej tabeli obiekty $\times$ miejscowości o wymiarach $o \times m$, gdzie o oznacza liczbę obiektów, m liczbę miejscowości. W tym celu stosuje się wzór:

$$A_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_{i.} - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..}$$

gdzie x_{ij} oznacza „poprawioną” średnią wartość plonu obliczoną dla i -tego obiektu doświadczalnego w j -tej miejscowości, z uwzględnieniem zastosowanego blokowego układu doświadczalnego, $\bar{x}_{i.}$ jest średnią brzegową obliczoną dla i -tego obiektu, $\bar{x}_{.j}$ jest

średnią brzegową obliczoną dla j -tej miejscowości a $\bar{x}_{..}$ jest średnią ogólną obliczoną z całej tablicy obserwacji x_{ij} .

Suma kwadratów wszystkich A_{ij} daje sumę kwadratów dla interakcji genotypowo-środowiskowej, czyli $SS_{OM} = \sum_i \sum_j A_{ij}^2$ w analizie wariancji dla serii doświadczeń. Natomiast sumy $SS_j^{int} = \sum_i A_{ij}^2$ są częściowymi sumami kwadratów dla interakcji w poszczególnych miejscowościach. Ich porównanie pozwala ocenić udział poszczególnych miejscowości w interakcji. Cenniejsze są te miejscowości, które mają duży udział w ogólnej interakcji. Należy bowiem pamiętać o tym, że na końcowym etapie hodowli nowych odmian, gdy nowe kreacje hodowlane trafiają do badań rejestrowych w Centralnym Ośrodku Badania Odmian Roślin Uprawnych, są one oceniane w dużo bardziej zróżnicowanych środowiskach doświadczalnych (w dużej liczbie stacji doświadczalnych). Może wówczas wystąpić duża interakcja odmianowo-środowiskowa, a zatem nawet dobre odmiany-kandydatki mają utrudnione zadanie wykazania swej przewagi nad odmianami gorszymi. Dobrze by więc było, aby na ostatnim etapie hodowli, potencjalne odmiany badać w takich miejscowościach, które powodują największą interakcję. W celu identyfikacji takich miejscowości, każda z nich jest charakteryzowana przez procentowy U_j udział w ogólnej interakcji

$$U_j = \left[(SS_j^{int}) / SS_{OM} \right] 100\%$$

WYNIKI

Analizę post-blocking zastosowano do wyników wszystkich doświadczeń pojedynczych z czterech analizowanych serii. Wyniki zebrano w tabelach od 1 do 6. W kolumnie k , w przypadku stosowania bloków o dwóch pojemnościach, podana jest wartość dla przeważającej pojemności. Np. przy badaniu 33 odmian, przy pojemności $k = 4$ i liczbie bloków w superbloku 10, stosowano 7 bloków o pojemności $k = 3$ poletka i 3 bloki o pojemności $k = 4$ poletka, bowiem $7 \times 3 + 3 \times 4 = 33$. W tabelach najmniejsze i największe wartości odchylen standardowych zostały wyróżnione (odpowiednio czarne i szare tło).

Przy poszukiwaniu optymalnej pojemności bloków niekompletnych (tabele 1–6) uzyskane wyniki pozwalają zauważyć, że w większości doświadczeń optymalna pojemność bloków zawierała się w przedziale od 4 do 7 poletek. W miejscowościach BKH oraz POB nie można było wskazać optymalnej pojemności bloku.

W doświadczeniach przeprowadzonych w RAH optymalna pojemność bloków wynosiła od 4 do 7 poletek, a w STH — od 6 do 7 poletek. Dla NAD — optymalna była mała pojemność bloków, natomiast dla MOB — wskazane było by stosowanie bloków o dużej pojemności, w tym także układów o blokach kompletnych.

Tabela 1

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Bąkowie (BKH)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Bąków (BKH)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MS_e	sd	MS_e	sd				MS_e	sd	MS_e	sd
11	3	0,590	0,070	0,281	0,084	0,308	12	3	0,581	0,060	0,262	0,059	0,260
10	3	0,590	0,056	0,252	0,080	0,301	11	3	0,581	0,062	0,267	0,045	0,227
9	4	0,706	0,048	0,213	0,073	0,263	10	4	0,700	0,058	0,235	0,047	0,212
8	4	0,706	0,055	0,228	0,080	0,275	9	4	0,700	0,052	0,223	0,068	0,255
7	5	0,777	0,064	0,234	0,073	0,250	8	5	0,771	0,043	0,193	0,075	0,255
6	6	0,824	0,064	0,228	0,074	0,245	7	5	0,771	0,062	0,232	0,087	0,274
5	7	0,845	0,067	0,230	0,083	0,256	6	6	0,814	0,064	0,229	0,076	0,249
4	8	0,863	0,077	0,244	0,079	0,247	5	7	0,841	0,052	0,203	0,088	0,264
3	11	0,913	0,074	0,232	0,082	0,245	4	9	0,878	0,062	0,217	0,081	0,248
2	17	0,956	0,079	0,235	0,079	0,235	3	12	0,913	0,059	0,208	0,073	0,231
1	33	1,000	0,079	0,229	0,085	0,238	2	19	0,961	0,088	0,247	0,088	0,247
							1	37	1,000	0,088	0,242	0,095	0,252

b — liczba bloków w superbloku, k — pojemność bloków, E_k — średni harmoniczny współczynnik efektywności układu
 Szarym kolorem oznaczono największe, a czarnym kolorem najmniejsze wartości odchyłeń standardowych. Tekstem pogrubionym oznaczono kolejne dwie najmniejsze wartości odchyłeń standardowych

b — number of blocks in a superblock, k — block size, E_k — harmonic mean efficiency coefficient of blocks design
 In grey the largest values are given, in black — the smallest values of standard deviation. Two next smallest standard deviations are printed in bold

Tabela 2

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w NAGRADOWICACH (NAD)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at NAGRADOWICE (NAD)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MS_e	sd	MS_e	sd				MS_e	sd	MS_e	sd
11	3	0,590	0,068	0,277	0,106	0,346	12	3	0,581	0,084	0,311	0,052	0,244
10	3	0,590	0,089	0,317	0,108	0,349	11	3	0,581	0,107	0,350	0,059	0,260
9	4	0,706	0,096	0,301	0,121	0,338	10	4	0,700	0,104	0,315	0,065	0,249
8	4	0,706	0,095	0,299	0,140	0,364	9	4	0,700	0,108	0,321	0,067	0,253
7	5	0,777	0,096	0,287	0,119	0,320	8	5	0,771	0,133	0,339	0,068	0,242
6	6	0,824	0,115	0,305	0,154	0,353	7	5	0,771	0,134	0,340	0,067	0,241
5	7	0,845	0,130	0,320	0,157	0,352	6	6	0,814	0,130	0,326	0,072	0,243
4	8	0,863	0,131	0,318	0,196	0,389	5	7	0,841	0,125	0,315	0,054	0,207
3	11	0,913	0,218	0,399	0,206	0,388	4	9	0,878	0,171	0,360	0,084	0,253
2	17	0,956	0,185	0,359	0,235	0,405	3	12	0,913	0,134	0,313	0,080	0,242
1	33	1,000	0,261	0,417	0,246	0,405	2	19	0,961	0,201	0,373	0,132	0,303
							1	37	1,000	0,208	0,372	0,189	0,355

W przypadku doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym można mówić o powtarzalności uzyskanych wyników w poszczególnych seriach (poza BKH i POB). Natomiast w doświadczeniach z jęczmieniem jarym pastewnym takiej powtarzalności nie dało się zauważyć.

Tabela 3

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Polanowicach (POB)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Polanowice (POB)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MS_e	sd	MS_e	sd				MS_e	sd	MS_e	sd
11	3	0,590	0,059	0,258	0,085	0,312	12	3	0,581	0,173	0,446	0,156	0,423
10	3	0,590	0,066	0,273	0,087	0,288	11	3	0,581	0,197	0,476	0,141	0,399
9	4	0,706	0,061	0,240	0,093	0,298	10	4	0,700	0,186	0,421	0,137	0,394
8	4	0,706	0,058	0,234	0,099	0,293	9	4	0,700	0,183	0,418	0,126	0,345
7	5	0,777	0,054	0,215	0,093	0,284	8	5	0,771	0,217	0,433	0,127	0,346
6	6	0,824	0,059	0,219	0,093	0,276	7	5	0,771	0,223	0,439	0,128	0,331
5	7	0,845	0,067	0,230	0,087	0,263	6	6	0,814	0,209	0,414	0,137	0,333
4	8	0,863	0,073	0,237	0,103	0,280	5	7	0,841	0,247	0,442	0,128	0,318
3	11	0,913	0,109	0,282	0,101	0,272	4	9	0,878	0,240	0,427	0,152	0,343
2	17	0,956	0,128	0,299	0,098	0,261	3	12	0,913	0,223	0,404	0,149	0,330
1	33	1,000	0,139	0,304	0,113	0,274	2	19	0,961	0,268	0,431	0,166	0,340
							1	37	1,000	0,340	0,476	0,184	0,350

Tabela 4

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Modzurowie (MOB)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Modzurów (MOB)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MS_e	sd	MS_e	sd				MS_e	sd	MS_e	sd
11	3	0,590	0,220	0,499	0,243	0,524	12	3	0,581	0,340	0,625	0,141	0,402
10	3	0,590	0,257	0,539	0,211	0,488	11	3	0,581	0,323	0,609	0,161	0,430
9	4	0,706	0,245	0,481	0,224	0,460	10	4	0,700	0,306	0,540	0,186	0,421
8	4	0,706	0,231	0,467	0,222	0,458	9	4	0,700	0,318	0,550	0,137	0,361
7	5	0,777	0,240	0,454	0,236	0,450	8	5	0,771	0,289	0,500	0,174	0,388
6	6	0,824	0,217	0,419	0,226	0,428	7	5	0,771	0,323	0,528	0,175	0,389
5	7	0,845	0,236	0,432	0,233	0,429	6	6	0,814	0,335	0,524	0,170	0,373
4	8	0,863	0,260	0,448	0,263	0,451	5	7	0,841	0,320	0,504	0,188	0,386
3	11	0,913	0,258	0,434	0,229	0,409	4	9	0,878	0,284	0,464	0,201	0,391
2	17	0,956	0,244	0,412	0,296	0,454	3	12	0,913	0,309	0,475	0,167	0,349
1	33	1,000	0,266	0,421	0,356	0,487	2	19	0,961	0,307	0,462	0,241	0,409
							1	37	1,000	0,301	0,448	0,265	0,420

Obliczone wartości współczynnika ρ_v zestawiono w tabeli 7. Analizując te wyniki można zauważyć, że w miejscowościach BKH, MOB i STH są wyrównane pola doświadczalne, dlatego możliwe jest tam zwiększenie powierzchni poletek, ewentualnie w drugiej kolejności zwiększenie pojemności bloków. Podobny kierunek zmian można zasugerować dla miejscowości NAD w przypadku doświadczeń z serii 1 z jęczmieniem jarym browarnym JJB1 i pastewnym JJP1. Natomiast w tej samej miejscowości dla doświadczeń z jęczmieniem browarnym i pastewnym z serii 2 (JJB2 i JJP2) wyniki sugerują zmniejszenie pojemności bloków lub redukcję wielkości poletek. Mogło to być spowodowane dużą zmiennością pola doświadczalnego. Identyczna sytuacja ma miejsce w

POB. W przypadku RAH doświadczenia z jęczmieniem browarnym były założone na polach o dużej zmienności. Zatem należałoby raczej zmniejszyć pojemności bloków lub zredukować wielkość poletek. Natomiast pola doświadczalne, na których zostały założone doświadczenia z jęczmieniem pastewnym były dość jednorodne, zatem można w nich poprawić precyzję poprzez zwiększanie powierzchni poletek i pojemności bloków.

Tabela 5

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Radzikowie (RAH)
Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Radzików (RAH)

<i>b</i>	<i>k</i>	E_k	JJB1		JJB2		<i>b</i>	<i>k</i>	E_k	JJP1		JJP2	
			<i>MSe</i>	<i>sd</i>	<i>MSe</i>	<i>sd</i>				<i>MSe</i>	<i>sd</i>	<i>MSe</i>	<i>sd</i>
11	3	0,590	0,045	0,226	0,070	0,281	12	3	0,581	0,114	0,362	0,080	0,303
10	3	0,590	0,046	0,228	0,060	0,260	11	3	0,581	0,127	0,382	0,094	0,329
9	4	0,706	0,043	0,201	0,054	0,226	10	4	0,700	0,126	0,346	0,099	0,307
8	4	0,706	0,052	0,222	0,065	0,248	9	4	0,700	0,083	0,281	0,094	0,299
7	5	0,777	0,048	0,203	0,063	0,233	8	5	0,771	0,112	0,311	0,089	0,277
6	6	0,824	0,062	0,224	0,066	0,231	7	5	0,771	0,117	0,318	0,122	0,325
5	7	0,845	0,054	0,206	0,059	0,216	6	6	0,814	0,111	0,301	0,113	0,304
4	8	0,863	0,065	0,224	0,072	0,236	5	7	0,841	0,156	0,352	0,125	0,315
3	11	0,913	0,082	0,245	0,082	0,245	4	9	0,878	0,160	0,349	0,120	0,302
2	17	0,956	0,096	0,259	0,109	0,276	3	12	0,913	0,142	0,322	0,137	0,316
1	33	1,000	0,097	0,254	0,129	0,293	2	19	0,961	0,187	0,360	0,153	0,326
							1	37	1,000	0,284	0,435	0,213	0,377

Tabela 6

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Strzelcach (STH)
Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Strzelce (STH)

<i>b</i>	<i>k</i>	E_k	JJB1		JJB2		<i>b</i>	<i>k</i>	E_k	JJP1		JJP2	
			<i>MSe</i>	<i>sd</i>	<i>MSe</i>	<i>sd</i>				<i>MSe</i>	<i>sd</i>	<i>MSe</i>	<i>sd</i>
11	3	0,590	0,051	0,240	0,087	0,314	12	3	0,581	0,060	0,262	0,117	0,366
10	3	0,590	0,064	0,269	0,116	0,362	11	3	0,581	0,080	0,303	0,115	0,363
9	4	0,706	0,074	0,264	0,105	0,315	10	4	0,700	0,080	0,276	0,108	0,321
8	4	0,706	0,061	0,240	0,075	0,266	9	4	0,700	0,076	0,269	0,119	0,337
7	5	0,777	0,066	0,238	0,093	0,283	8	5	0,771	0,075	0,255	0,130	0,335
6	6	0,824	0,060	0,220	0,099	0,283	7	5	0,771	0,083	0,268	0,130	0,335
5	7	0,845	0,063	0,223	0,098	0,278	6	6	0,814	0,107	0,296	0,110	0,300
4	8	0,863	0,087	0,259	0,139	0,328	5	7	0,841	0,096	0,276	0,120	0,308
3	11	0,913	0,098	0,267	0,135	0,314	4	9	0,878	0,095	0,269	0,137	0,323
2	17	0,956	0,102	0,267	0,216	0,388	3	12	0,913	0,150	0,331	0,161	0,343
1	33	1,000	0,263	0,419	0,289	0,439	2	19	0,961	0,113	0,280	0,152	0,325
							1	37	1,000	0,310	0,455	0,187	0,353

Tabela 7

Współczynniki korelacji wewnątrzblokowej (ρ_v), komponenty wariancyjne dla zmienności bloków kompletnych (σ_B^2) i błędu doświadczalnego (σ_e^2) i sugerowany kierunek zmian w metodycie doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym JJB i pastewnym JJP
Intrablock coefficients of correlation (ρ_v), variance components for blocks (σ_B^2) and trial errors (σ_e^2) and suggested changes in trial methodology in trials with brewing and fodder spring barley

Seria Series	Miejscowość Location	σ_B^2	σ_e^2	ρ_v	Sugerowany kierunek zmian w metodycie doświadczeń Suggested changes in trial methodology
BKH	JJB1	0,009	0,079	0,101	B↑
	JJB2	0,018	0,085	0,178	B↑A↑
	JJP1	0,013	0,088	0,127	B↑A↑
	JJP2	0,016	0,095	0,143	B↑A↑
MOB	JJB1	0,010	0,266	0,035	B↑
	JJB2	0,008	0,356	0,023	B↑
	JJP1	0,000	0,301	0,000	B↑
	JJP2	0,026	0,265	0,090	B↑
NAD	JJB1	0,006	0,261	0,023	B↑
	JJB2	0,261	0,246	0,515	A↓ lub B↓
	JJP1	0,009	0,208	0,043	B↑
	JJP2	0,153	0,189	0,447	A↓B↓
POB	JJB1	0,015	0,139	0,097	B↑
	JJB2	0,122	0,113	0,519	A↓ lub B↓
	JJP1	0,000	0,340	0,000	B↑
	JJP2	0,236	0,184	0,562	A↓ lub B↓
RAH	JJB1	0,042	0,097	0,302	A↓B↓
	JJB2	0,109	0,129	0,458	A↓B↓
	JJP1	0,069	0,284	0,197	B↑A↑
	JJP2	0,049	0,213	0,188	B↑A↑
STH	JJB1	0,022	0,263	0,078	B↑
	JJB2	0,002	0,289	0,006	B↑
	JJP1	0,003	0,310	0,008	B↑
	JJP2	0,027	0,187	0,126	B↑A↑

A↑ — oznacza odpowiednio zwiększenie, a A↓ zmniejszenie pojemności bloków w układzie doświadczalnym

B↑ — oznacza odpowiednio zwiększenie, a B↓ zmniejszenie powierzchni poletka

A°B° — oznacza, że w pierwszej kolejności należy zmieniać pojemność bloków, a w drugiej powierzchnię poletek (° oznacza ↑ lub ↓)

B°A° — oznacza, że w pierwszej kolejności należy zmieniać powierzchnię poletek, a w drugiej kolejności pojemność bloków

A↑ and A↓ denote, respectively, increasing and decreasing of block size in experimental design

B↑ and B↓ denote increasing and decreasing of plot size, respectively

A°B° — denotes that at first the block size ought to be changed and then plot size

B°A° — denotes reverse order then A°B°

W tabelach 8–11 przedstawiono odchylenia interakcyjne dla poszczególnych doświadczeń. Drukiem pogrubionym oznaczono największą i najmniejszą wartość odchylenia interakcyjnego w każdej miejscowości. Można zauważyć, że najmniejszy procentowy udział w ogólnej interakcji mają miejscowości BKH i STH. Są to miejscowości o warunkach glebowo-klimatycznych zbliżonych do średnich warunków panujących w miejscowościach, w których przeprowadzono badania. Największy udział w interakcji obiektów z miejscowościami miały miejscowości MOB, NAD i POB. Zatem powinny one znajdować się w zbiorze miejscowości, w których badane są nowe kreacje hodowlane.

Tabela 8

Odchylenia interakcyjne dla doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym. Seria I (JJB1), MS_{OM}
 średnie kwadraty dla interakcji
 Interactional deviations in trials with brewing spring barley. Series I (JJB1), MS_{OM} mean squares for
 interaction

Obiekt Object	Miejscowość Location						
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH	
1	-1,813	0,911	-3,410	5,514	-2,692	1,490	
2	-3,830	5,094	-6,627	1,397	5,891	-1,927	
3	-2,480	0,844	4,123	-1,953	1,941	-2,477	
4	-0,480	-1,356	4,823	-1,953	-1,459	0,423	
5	-3,546	3,578	-5,543	3,981	1,175	0,357	
6	1,487	-2,389	2,090	1,114	-3,292	0,990	
7	1,170	0,994	-4,327	-2,003	4,691	-0,527	
8	-1,480	-5,256	-0,577	4,947	-0,459	2,823	
9	-0,346	4,878	0,157	-2,719	-1,125	-0,843	
10	-1,580	4,544	0,223	0,647	-0,259	-3,577	
11	-0,863	-0,639	1,540	0,864	-0,542	-0,360	
12	1,704	3,728	0,107	0,631	-5,775	-0,393	
13	1,037	3,461	-1,360	-3,536	-1,242	1,640	
14	-1,530	-5,006	4,573	0,697	-1,109	2,373	
15	0,570	-0,806	2,273	-3,703	3,091	-1,427	
16	-0,663	-2,739	-2,460	3,964	2,158	-0,260	
17	0,604	-3,872	-2,193	-2,269	5,825	1,907	
18	0,304	-3,072	1,007	-0,469	-2,275	4,507	
19	2,187	2,111	0,390	-1,986	1,308	-4,010	
20	0,037	-4,839	2,240	0,264	-1,642	3,940	
21	0,187	0,211	-0,410	1,214	-0,392	-0,810	
22	0,920	4,544	-3,577	0,947	0,241	-3,077	
23	-2,780	-0,156	4,523	2,847	-2,459	-1,977	
24	0,870	-4,806	-0,027	2,297	-0,409	2,073	
25	1,087	0,411	-2,410	0,714	-1,592	1,790	
26	0,837	2,461	-2,060	-3,836	1,858	0,740	
27	-2,763	6,761	0,240	-1,236	-2,742	-0,260	
28	0,837	-0,439	-0,760	-0,236	0,658	-0,060	
29	2,554	-5,122	-2,243	3,081	3,575	-1,843	
30	0,237	0,161	4,540	-5,836	-1,542	2,440	
31	0,820	-3,756	6,523	-0,553	-1,459	-1,577	
32	3,987	0,711	2,190	-0,986	-0,692	-5,210	
33	2,720	-1,156	-3,577	-1,853	0,741	3,123	
SS_j^{int}	108,492	370,844	327,288	227,135	216,439	172,251	SS_{OM}
U_i (w %)	7.63	26.07	23.01	15.97	15.22	12.11	

$MS_{OM}(6) = 8,89$

$MS_{OM}(4) = 11,20$

Tekstem pogrubionym zaznaczono najmniejsze i największe wartości odchyżeń interakcyjnych w miejscowościach
 In bold the smallest and the largest values of interactional deviations are printed

Ten zestaw miejscowości powinien zostać uzupełniony o miejscowości o kontrastowych do nich warunkach glebowo-klimatycznych. W celu ułatwienia odczytywania otrzymanych wyników, miejscowościom nadano rangi (pod względem ich udziału w interakcji). Miejscowość o najmniejszym udziale otrzymała najniższą rangę, zaś o największym – najwyższą. Otrzymane rangi zostały zebrane w tabeli 12.

Tabela 9

Odchylenia interakcyjne dla doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym. Seria II (JJB2), MS_{OM}
 średnie kwadraty dla interakcji
 Interactional deviations in trials with brewing spring barley. Series I (JJB2), MS_{OM} mean squares for
 interaction

Obiekt Object	Miejscowość Location						
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH	
1	-1,000	2,085	-0,558	1,855	-0,661	-1,721	
2	-1,467	0,718	-1,924	2,388	0,173	0,112	
3	-2,650	4,435	-2,208	2,205	-1,311	-0,471	
4	-2,083	-0,098	-0,041	2,071	-0,244	0,395	
5	-1,067	-0,682	3,976	0,088	0,673	-2,988	
6	-1,667	-0,782	3,376	3,388	-3,027	-1,288	
7	1,383	0,468	-0,374	-1,462	-0,477	0,462	
8	-2,450	-6,465	4,892	8,105	0,089	-4,171	
9	-1,633	-1,648	-5,691	6,021	2,306	0,645	
10	0,350	7,235	-0,508	-5,795	-3,811	2,529	
11	1,200	0,985	4,342	-1,645	-5,561	0,679	
12	-0,683	-0,398	1,259	-2,929	0,756	1,995	
13	-1,183	-5,098	1,159	0,571	0,256	4,295	
14	0,233	-1,282	-6,324	9,788	-0,127	-2,288	
15	2,600	-3,815	-3,658	1,455	1,639	1,779	
16	-1,550	-0,565	3,392	0,705	-0,311	-1,671	
17	-1,817	5,868	0,526	-2,162	-0,677	-1,738	
18	1,217	0,502	0,059	-3,029	1,656	-0,405	
19	0,950	1,735	2,492	-2,295	-1,711	-1,171	
20	0,767	1,552	-3,091	0,721	-1,694	1,745	
21	0,917	-6,498	1,759	4,071	0,156	-0,405	
22	-1,200	1,485	4,042	-4,545	0,639	-0,421	
23	1,900	-2,915	-5,258	4,055	3,839	-1,621	
24	2,250	-7,365	-3,408	1,205	4,189	3,129	
25	0,400	-0,915	-0,358	-0,045	0,039	0,879	
26	-1,350	3,335	3,592	-8,095	1,289	1,229	
27	0,850	-2,265	1,092	-2,095	0,489	1,929	
28	-2,983	4,502	-1,441	2,271	0,456	-2,805	
29	3,700	3,485	3,342	-6,845	-5,061	1,379	
30	-0,350	-1,665	0,692	-0,895	5,289	-3,071	
31	0,400	4,685	-6,758	1,055	1,239	-0,621	
32	3,267	1,752	4,109	-4,579	-0,494	-4,055	
33	2,750	-2,365	-2,508	-5,595	-0,011	7,729	
SS_j^{int}	102,695	396,497	351,006	528,367	165,494	194,570	SS_{OM} 1738,629
U_i (w %)	5,91	22,81	20,19	30,39	9,52	11,19	

$MS_{OM}(6) = 10,86$

$MS_{OM}(4) = 13,99$

Ponadto w tabelach od 8 do 11 podano wartości średniego kwadratu dla interakcji przy uwzględnieniu wyników całej serii 6 doświadczeń [$MS_{OM}(6)$] oraz przy uwzględnieniu jedynie wyników z czterech miejscowości o największym udziale w interakcji [$MS_{OM}(4)$], co pozwoliło pokazać jak dobór miejscowości, w których wykonuje się doświadczenia, wpływa na wielkość interakcji. Jak widać, różnice między tymi wielkościami są duże. Zatem, jeśli uwzględni się fakt, że wielkości MS_{OM} występują w mianowniku testu F dla hipotezy o braku różnic między rodami, to łatwo zauważyć, że wynik testu i decyzja selekcyjna w niezwykle istotnym stopniu zależy od doboru miejscowości, w których

prowadzono doświadczenia na ostatnim etapie hodowli przed zgłoszeniem rodów do rejestracji.

Tabela 10

Odchylenia interakcyjne dla doświadczeń z jęczmieniem jarym pastewnym. Seria I (JJP1), MS_{OM}
średnie kwadraty dla interakcji
Interactional deviations in trials with fodder spring barley. Series I (JJP1), MS_{OM} mean squares for interaction

Obiekt Object	Miejscowość Location						
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH	
1	-2,947	-0,947	5,301	-1,361	-0,601	0,555	
2	-0,014	1,886	0,235	0,773	-1,668	-1,211	
3	-4,014	-1,414	-4,165	3,373	0,832	5,389	
4	-0,497	2,503	-3,649	-3,111	6,649	-1,895	
5	-1,747	-5,747	-4,699	6,639	3,299	2,255	
6	-4,781	2,119	3,668	1,106	-0,535	-1,578	
7	0,253	8,853	-2,399	-2,161	0,999	-5,545	
8	0,553	4,853	-6,199	-0,161	1,399	-0,445	
9	0,519	1,219	4,268	-2,294	-4,535	0,822	
10	-4,031	-5,331	3,418	5,756	3,115	-2,928	
11	-2,497	1,003	-0,949	7,989	-5,051	-0,495	
12	-0,814	-0,714	-4,365	6,173	1,932	-2,211	
13	-0,714	6,986	-6,765	2,673	-3,368	1,189	
14	1,386	-3,114	3,535	0,373	-0,568	-1,611	
15	0,086	1,586	-1,665	-0,627	2,132	-1,511	
16	2,686	3,686	-3,465	-6,527	0,132	3,489	
17	-2,014	3,386	4,335	-1,227	-2,568	-1,911	
18	-0,614	0,486	3,435	-2,827	2,532	-3,011	
19	-1,681	-3,081	8,568	-2,994	0,765	-1,578	
20	-1,747	1,553	2,401	1,239	-6,401	2,955	
21	0,686	2,686	-2,765	-1,527	1,032	-0,111	
22	0,303	0,803	-1,149	-0,311	-1,351	1,705	
23	1,519	-5,981	-5,332	-1,394	9,565	1,622	
24	0,703	0,903	-7,649	7,089	-0,351	-0,695	
25	-0,731	-1,531	-4,982	1,356	5,715	0,172	
26	-1,997	-9,097	4,751	5,189	0,649	0,505	
27	1,353	-2,747	5,501	-9,361	-2,001	7,255	
28	2,686	0,486	3,835	1,673	-7,568	-1,111	
29	1,736	0,636	-4,915	2,723	-0,318	0,139	
30	0,036	2,336	0,985	3,123	-2,118	-4,361	
31	3,986	-8,114	-0,665	1,073	-2,768	6,489	
32	4,686	-5,414	-1,165	-2,527	0,032	4,389	
33	1,953	2,453	-3,899	0,839	0,899	-2,245	
34	1,953	-0,547	7,201	-9,561	0,899	0,055	
35	2,736	2,436	2,885	-8,477	1,582	-1,161	
36	1,736	-1,664	2,085	-1,877	-0,018	-0,261	
37	-0,714	2,586	4,435	-0,827	-2,368	-3,111	SS_{OM}
SS_j^{int}	171,131	541,828	685,781	650,811	403,327	286,451	2739,329
$U_i(w\%)$	6,25	19,78	25,03	23,76	14,72	10,46	

$MS_{OM}(6) = 15,22$

$MS_{OM}(4) = 19,82$

Tabela 11

Odchylenia interakcyjne dla doświadczeń z jęczmieniem jarym pastewnym. Seria II (JJP2), MS_{OM}
 średnie kwadraty dla interakcji
 Interactional deviations in trials with fodder spring barley. Series I (JJP2), MS_{OM} mean squares for
 interaction

Obiekt Object	Miejscowość Location						
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH	
1	-4,271	-0,263	0,642	4,269	-1,133	0,756	
2	-1,388	-2,480	-2,074	1,953	2,350	1,639	
3	1,095	-2,396	6,809	0,736	-3,067	-3,177	
4	-2,405	-0,696	5,109	-1,664	1,333	-1,677	
5	-3,705	-0,296	1,209	0,636	2,233	-0,077	
6	0,245	-3,246	5,059	-2,914	2,083	-1,227	
7	1,195	3,704	-0,791	-3,664	-5,267	4,823	
8	-1,388	-4,280	-2,074	7,653	-0,050	0,139	
9	3,229	-1,163	1,242	-4,431	-0,133	1,256	
10	4,262	5,970	3,476	-7,597	-0,200	-5,911	
11	-3,171	4,137	-1,358	4,369	-2,333	-1,644	
12	-1,121	-2,613	-10,308	7,619	7,217	-0,794	
13	-2,221	8,087	-0,708	-6,881	0,717	1,006	
14	-0,538	0,670	4,776	-4,597	1,700	-2,011	
15	-2,271	-1,063	1,342	0,369	1,267	0,356	
16	-2,038	-1,630	-1,324	5,303	0,000	-0,311	
17	2,962	-6,830	-1,624	5,303	-1,700	1,889	
18	-0,638	-3,030	1,476	0,603	2,000	-0,411	
19	-2,621	-0,213	-0,308	1,319	1,017	0,806	
20	0,429	-1,063	1,842	-1,231	-2,833	2,856	
21	0,629	4,037	-2,558	-1,531	1,267	-1,844	
22	0,795	-1,196	-0,791	0,336	-1,267	2,123	
23	-3,155	-7,346	-0,141	4,186	3,083	3,373	
24	0,345	-3,946	-4,041	0,386	3,083	4,173	
25	-0,938	-1,830	3,976	-5,097	1,100	2,789	
26	1,679	2,487	3,692	0,219	-6,183	-1,894	
27	-1,771	1,637	1,042	-1,231	-1,933	2,256	
28	2,262	7,370	-2,024	-1,397	1,800	-8,011	
29	3,145	2,254	-0,541	0,386	-0,517	-4,727	
30	0,845	3,154	1,259	-7,414	-1,017	3,173	
31	0,045	3,054	-11,541	10,186	2,783	-4,527	
32	3,162	5,670	-3,824	-4,497	-0,300	-0,211	
33	0,379	-3,813	-0,008	-0,181	5,717	-2,094	
34	2,112	1,720	2,326	-0,847	-5,950	0,639	
35	0,562	0,670	5,276	-4,097	-6,300	3,889	
36	1,562	0,470	-2,524	-1,997	2,100	0,389	
37	2,695	-5,696	-1,991	5,436	-2,667	2,223	
SS_j^{int}	173,252	503,602	517,463	669,001	330,675	293,914	SS_{OM}
$U_i(w\%)$	6,96	20,24	20,80	26,89	13,29	11,81	2487,908

$MS_{OM}(6) = 13,82$

$MS_{OM}(4) = 17,86$

Tabela 12

Rangi przedstawiające udział poszczególnych miejscowości w interakcji odmiany × miejscowości
Ranks of locations according to their contributions to the variety × location interactions

Doświadczenie Experiment	Miejscowość Location					
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH
JJB1	1	6	5	4	3	2
JJB2	1	5	4	6	2	3
JJP1	1	4	6	5	3	2
JJP2	1	4	5	6	3	2
Suma rang Sum of ranks	4	19	20	21	11	9

DYSKUSJA I WNIOSKI

Zagadnienie wpływu zestawu miejscowości, w których prowadzi się badania odmianowe na decyzje dotyczące wartości odmian i na wielkość interakcji odmian ze środowiskiem doświadczalnym interesowało badaczy od dawna. I tak np. Miller i inni (1959) zajmowali się zagadnieniem doboru liczby replikacji i liczby miejscowości pod kątem minimalizacji wariancji porównań między odmianami. Z kolei Lin i Binns (1985) oraz Lin i Butler (1988) zajmowali się interakcją par odmian i miejscowości oraz wyborem najlepszych miejscowości do przeprowadzenia serii doświadczeń. Natomiast Fan i wsp. (2001) zajmowali się oceną miejscowości na podstawie interakcji genotypów ze środowiskiem. W Polsce zagadnieniem tym zajmował się Pilarczyk (1983) oraz Pilarczyk i Fraś (2007, 2009), którzy analizując wyniki polskiej oceny odmian z odmianami pszenicy pokazali, że stabilizacja wielkości interakcji następuje, gdy seria osiąga wielkość około 15 doświadczeń. Pokazali także, które z miejscowości miały istotny praktycznie wpływ na wielkość interakcji, a które nie miały wpływu na tę interakcję i z tego punktu widzenia były „nadmiarowe”. Zagadnienie to jest niezwykle ważne na ostatnim etapie hodowli zbóż, gdyż przeprowadzane wtedy serie doświadczeń rzadko składają się z więcej niż sześciu doświadczeń. Zatem dobry (lub zły) wybór lokalizacji doświadczeń może w znacznym stopniu wpłynąć na decyzje dotyczące porównywanych odmian.

Przedstawione wnioski są prawdziwe dla warunków panujących w roku prowadzenia badań. Wobec powszechnie występującej interakcji badanych obiektów z latami badań, konieczne jest potwierdzenie otrzymanych wyników w kolejnych latach. Dopiero ich ewentualne potwierdzenie może dać możliwość na ich uogólnienie, uszczegółowienie i szanse na powtórzenie się w przyszłych badaniach. Otrzymane „optymalne” pojemności bloków w analizowanych doświadczeniach były nieco mniejsze od tych uzyskanych przez Pilarczyka (1988) w doświadczeniach oceny odmian. Może to świadczyć o nieco mniejszym wyrównaniu pól doświadczalnych w rozpatrywanych lokalizacjach, tym bardziej, jeśli uwzględni się fakt, że w ocenie odmian stosuje się poletka o powierzchni 15 m², a w analizowanych tu doświadczeniach stosowano poletka o powierzchni 10 m².

LITERATURA

- Binns M. R. 1982. The choice of plot size in randomized block experiments. *J. of American Society for Horticulture Science* 107: 17 — 19.
- Fan L. J., Hu B. M., Shi C. H., Wu J. G. 2001. A method of choosing locations based on genotype $\times$ environment interaction for regional trials of rice. *Plant Breeding* 120 (2): 139 — 142.
- Lin C. S., Binns M. R. 1985. Procedural approach for assessing cultivar-location data: Pairwise genotype-environment interactions of test cultivars with checks. *Can. J. Plant Sci.* 65: 1065 — 1071.
- Lin C. S., Butler G. 1988. A data-based approach for selecting locations for regional trials. *Can. J. Plant Sci.* 68: 651 — 659.
- Miller A., Williams J. C., Robinson H. F. 1959. Variety $\times$ environment interaction in cotton variety tests and their implications on testing methods. *Agric. J.* 51 (3): 132 — 134.
- Patterson H. D., Hunter E. A. 1983. The efficiency of incomplete block designs in National List and Recommended List cereal variety trials. *J. of Agric. Sci., Cambridge* 101: 427 — 433.
- Patterson H. D., Williams E. R. 1976. A new class of resolvable block design. *Biometrika* 63: 83 — 92.
- Pearce, S. C. 1970. The efficiency of block design in general. *Biometrika* 57, 2: 339 — 346.
- Pilarczyk W. 1983. Wykorzystanie analizy skupień do podziału stacji doświadczalnych na grupy o małej interakcji odmianowo-środowiskowej, *Colloquium Biometricum* 13: 133 — 147.
- Pilarczyk W., Fraś A. 2007. Próba określenia reprezentatywnego zbioru miejscowości w serii doświadczeń odmianowych z pszenicą ozimą, *Biul. IHAR* 246: 3 — 10.
- Pilarczyk W., Fraś A. 2009. Próba określenia reprezentatywnego zbioru miejscowości w serii doświadczeń odmianowych z pszenicą. Cz II. Wyniki czteroletnie, *Biul. IHAR* 254: 3 — 12.
- Pilarczyk, W. 1988. Planowanie i analiza doświadczeń – teoria i praktyka. *Wiadomości Odmianoznawcze* 6/28.
- Pilarczyk, W. 1990. Skuteczność różnych metod analizy jednoczynnikowych doświadczeń blokowych. *Wiadomości Odmianoznawcze* 2/39.

BOGNA ZAWIEJA**EWA BAKINOWSKA****WIESŁAW PILARCZYK**

Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Porównanie zgodności trzech metod wyboru najlepszych genotypów w hodowlanych doświadczeniach jednopowtórzeniowych

The comparison of three methods of selection of best genotypes in unreplicated plant breeding trials

Na jednym z etapów hodowli zbóż zakładane są doświadczenia jednopowtórzeniowe, w których liczba badanych linii jest bardzo duża. Ponieważ koszt zbioru i pomiaru plonu jest wysoki, hodowcy dążą do tego, aby wybór najlepszych genotypów oprzeć wyłącznie na ocenie wizualnej, wykonując tzw. ocenę bonitacyjną. W pracy porównano trzy metody wyboru najlepszych linii: metodę średniej ruchomej, metodę wykorzystującą wielocechową ocenę bonitacyjną poletek wykonywaną przed zbiorem oraz metodę łączącą ocenę bonitacyjną z pomiarem plonu.

Słowa kluczowe: pszenżyto ozime, metoda bonitacyjna, metoda średniej ruchomej, „odds ratio”, współczynnik skojarzenia Q

At early stage of cereal plant breeding when the number of tested lines is high, so-called unreplicated trials are often used for their comparison. As the cost of harvesting and yield weighing is high, some breeders tend to replace weighing by visual assessment. In the paper three methods of selection of best lines are compared: the method of moving average (R), the method of visual assessment (B) and the combined method which is based on both yield measurement and visual assessment (BP).

Key words: coefficient of association Q , odds ratio, moving average, triticale, visual assessment

WSTĘP

Hodowla nowych odmian zbóż jest procesem kosztownym i długotrwałym (wieloletnim). Początkowo pracuje się nad uzyskaniem nowego materiału genetycznego i jego rozmnożeniem w celu uzyskania większej liczby nasion do siewu. Następnie wykonuje się badania porównawcze nowych genotypów w celu wykrycia linii dających nadzieję uzyskania nowych odmian zbóż. Badania porównawcze polegają na zakładaniu doświadczeń jednopowtórzeniowych z dużą liczbą genotypów. Zazwyczaj w doświad-

czeniu tych, oprócz badanych genotypów, wysiewa się także od jednej do kilku odmian wzorcowych. Na etapie doświadczeń jednopowtórzeniowych dokonuje się ostrej selekcji i do dalszych badań doświadczalnych wybieranych jest około 20–40% genotypów. Na tym etapie łatwo jest utracić cenne genotypy, dlatego należy być bardzo ostrożnym przy dokonywaniu wyboru tych najlepszych do dalszych badań. Kolejne doświadczenia, z mniejszą liczbą genotypów, wykonywane są już w układach doświadczalnych z powtórzeniami.

Często stosowaną metodą wyboru badanych linii jest ocena wizualna na polu doświadczalnym, zwana popularnie „nosem hodowcy”. Zdarza się jednak, że na polu obserwuje się obok siebie genotypy plonujące słabo. Może to świadczyć zarówno o tym, że dane rody są słabe, (jeśli genotypy były wysiewane rodami) jak i o tym, że wysiane były na mniej urodzajnym kawałku pola. Najlepszą sytuacją dla hodowcy, pozwalającą na wybór linii w oparciu jedynie o zaobserwowany plon, byłoby, gdyby pole doświadczalne było idealnie wyrównane. Jednakże w praktyce taka sytuacja jest niezwykle rzadka. Zazwyczaj na polu obserwuje się różnego rodzaju zmienność glebową np. zmienność plackowatą lub ukierunkowaną związaną z trendami żyzności (Bakinowska i in., 2009). Stąd pożądanym jest, aby stosować takie metody analizy wyników i wyboru najlepszych genotypów, aby wpływ zmienności glebowej w maksymalnym stopniu ograniczyć.

Istnieje wiele różnych metod statystycznych wyboru linii do dalszych badań (Dobek, Mikulski, 2003; Ambroży i in., 2008 a). W pracach Ambroży i wsp. (2008 a, b) zajmowano się między innymi problemem wyboru metody najszybciej eliminującej zmienność glebową. Według zastosowanego kryterium równomierności wyboru linii z całego pola doświadczalnego, metodą optymalną okazała się metoda wykorzystująca tzw. średnią ruchomą (moving average method Utz, 1997). Warto zauważyć, że metoda ta jest zalecana m.in. przez Kemptona (1997) jako metoda, której zastosowanie gwarantuje największą wartość tzw. „zysku genetycznego” (genetic gain). Jej stosowanie wymaga od hodowcy zbierania i mierzenia plonu dla wszystkich wysiewanych linii. Metoda ta pozwala w dużym stopniu wyeliminować zarówno ukierunkowaną, plackowatą, jak i każdą inną zmienność glebową.

Ponieważ w doświadczeniach jednopowtórzeniowych liczba badanych linii często przekracza 1000, stąd koszt zbioru i pomiaru plonu jest bardzo wysoki. Hodowcy dążą, więc do tego, aby wybór najlepszych linii oprzeć wyłącznie na ocenie wizualnej, wykonując tzw. ocenę bonitacyjną.

Celem niniejszej pracy jest porównanie trzech metod wyboru najlepszych linii, czyli

- metody wykorzystującej jedynie wielo cechową ocenę bonitacyjną poletek — B (w skali od 1–9 z pominięciem ocen parzystych) wykonywaną przed zbiorem,
- metody łączącej ocenę bonitacyjną z pomiarem plonu (PB),
- metody średniej ruchomej (R).

OPIS DANYCH

W pracy wykorzystano wyniki doświadczenia jednopowtórzeniowego wykonanego w Stacji Hodowli Roślin w Szelejewie w roku 2006. Badanym gatunkiem było pszenżyto ozime. W doświadczeniu wysiano 1397 nowych linii oraz zastosowano dwa wzorce Kazo i Hortensjo wysiewane naprzemiennie, co piąte poletko. Łącznie wzorce występowały na 292 poletkach. Doświadczenie założono w dwunastu pasach, w jednym pasie występowało 145 poletek oraz po jednym poletku obsiewu na krańcach. Każde z poletek było o powierzchni 5m².

METODY

W Stacji Hodowli Roślin w Szelejewie, do wyboru najlepszych linii, zastosowano dwie metody. Pierwszą nich była metoda bonitacyjna (wielocechowa ocena wizualna). Polowa bonitacja fenotypowa polegała na nadaniu każdemu genotypowi określonej oceny na podstawie obserwacji wyglądu roślin. Cechy, które brano pod uwagę to m.in. wysokość i pokrój rośliny, a ponadto cechy związane z oceną kłosa, czyli kształt, zbitość i ustawienie. Przy nadawaniu oceny bonitacyjnej duże znaczenie miało także występowanie lub brak podstawowych chorób zbóż m.in. takich jak mączniak, rdza brunatna i septorioza liści. Po wizualnej inspekcji każdemu genotypowi nadawano ocenę w skali od 1 do 9, gdzie 1 oznacza najgorszy genotyp, natomiast 9 genotyp najlepszy. Należy tutaj zwrócić uwagę, iż nadawane były tylko oceny nieparzyste. Ocenę pozytywną (wartości od 5 do 9) nadano 735. genotypom. W dalszej części tej pracy metoda bonitacyjna oznaczana będzie, jako metoda B.

W drugiej metodzie wykorzystuje się zarówno ocenę wizualną, jak i uzyskany plon z poletka. O tym, czy większe znaczenie ma ocena wizualna, czy uzyskany plon, decyduje hodowca. Stosując tę metodę, do dalszych badań wybrano 504 linie, co stanowiło 36% wszystkich badanych genotypów. W dalszej części prowadzonych tu rozważań, metoda łącząca uzyskane wartości plonu z oceną z połowej bonitacji fenotypowej oznaczana będzie, jako metoda BP.

Metoda średniej ruchomej (moving average method) opisana została między innymi przez Utza (1997). Jej zastosowanie do analizy hodowlanych doświadczeń jednopowtórzeniowych zostało pokazane w opracowaniu Ambroży i wsp. (2008 a, b). W metodzie tej porównuje się wartość plonu badanego genotypu ze średnią wartością plonu z pewnej ustalonej liczby ($2k$) genotypów występujących na k poletkach poprzedzających poletko z badanym genotypem i k występujących za tym poletkiem w danym pasie. Przykładowo, dla sytuacji $k = 3$, czyli dla sytuacji

$$\dots x_{i-4} x_{i-3} x_{i-2} x_{i-1} x_i x_{i+1} x_{i+2} x_{i+3} x_{i+4} \dots ,$$

„poprawiony” efekt genotypu występującego na poletku x_i oblicza się, jako

$$\tau_i = x_i - (x_{i-3} + x_{i-2} + x_{i-1} + x_{i+1} + x_{i+2} + x_{i+3})/6,$$

a dla genotypu x_{i+1} , według wzoru

$$\tau_{i+1} = x_{i+1} - (x_{i-2} + x_{i-1} + x_i + x_{i+2} + x_{i+3} + x_{i+4})/6 \text{ itd.}$$

Efekty dla obiektów występujących na początku (i na końcu) rozważanego szeregu wartości oblicza się biorąc średnią z $2k$ genotypów, jak poprzednio, jednakże liczba poletek poprzedzających i występujących za poletkiem z danym genotypem jest różna, np. 2 poprzedzające i 4 występujące za, wtedy „poprawiony” efekt genotypu x_3 oblicza się następująco $\tau_3 = x_3 - (x_1 + x_2 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7)/6$.

Do dalszych badań przyjmowana jest określona frakcja obiektów o największych wartościach efektów obiektowych. W dalszych rozważaniach metoda średniej ruchomej oznaczana będzie, jako metoda R. Wśród różnych metod statystycznych stosowanych do analizy wyników doświadczeń jednopowtórzeniowych przedstawionych w pracach Ambroży i wsp. (2008 a), metoda ta okazała się najlepszą pod względem eliminacji zmienności glebowej i pozwoliła na obiektywną ocenę badanych linii. Także w opracowaniu Kemptona (1984) wskazuje się na tę metodę, jako gwarantującą największą wartość tzw. „zysku genetycznego”. Dlatego obie opisane wcześniej prostsze metody (B i BP) zostaną porównane z metodą średniej ruchomej pod względem zgodności wyboru najlepszych linii. W tym celu dla każdej pary metod, oznaczanych symbolicznie, jako metoda X i metoda Y, utworzono dwuwymiarową tablicę kontyngencji 2×2 postaci (tab. 1)

Tabela 1

Tablica liczebności
Contingency table

		Metoda Y – Method Y		
		TAK Yes	NIE No	Suma Sum
Metoda X Method X	TAK	n_{11}	n_{12}	$n_{1\bullet}$
	NIE	n_{21}	n_{22}	$n_{2\bullet}$
	Suma Total	$n_{\bullet 1}$	$n_{\bullet 2}$	n

gdzie n_{11} oznacza liczebność genotypów wybranych do dalszych badań zarówno metodą X jak i Y; n_{12} oznacza liczebność genotypów wybranych do dalszych badań metodą X a odrzuconych metodą Y; n_{21} oznacza liczebność genotypów wybranych do dalszych badań metodą Y a odrzuconych metodą X; n_{22} oznacza liczebność genotypów odrzuconych zarówno metodą X jak i Y. Dalej $n_{\bullet j}$ i $n_{i\bullet}$ oznaczają sumy brzegowe elementów w poszczególnych kolumnach i wierszach, a n oznacza ogólną liczbę wszystkich badanych genotypów.

Porównania zastosowanych metod dokonano przy użyciu współczynnika zgodności „odds ratio” (Rudas, 1998; Uebersax, 2006), obliczanego według wzoru:

$$OR = \frac{n_{11}n_{22}}{n_{12}n_{21}}$$

Współczynnik ten jest miarą zgodności pomiędzy dwoma metodami. Duża wartość współczynnika OR oznacza istnienie zależności pomiędzy metodami. W literaturze często do oceny zgodności stosuje się przekształcenie logarytmiczne współczynnika OR , czyli $\ln(OR)$. Przekształcony współczynnik ma asymptotyczny rozkład normalny, można więc

testować hipotezę zerową o braku zgodności między metodami obliczając statystykę Z_0 postaci:

$$Z_0 = \frac{\ln(OR)}{\sigma_{\ln(OR)}},$$

gdzie przybliżoną wartość odchylenia standardowego $\sigma_{\ln(OR)}$ oblicza się z wzoru:

$$\sigma_{\ln(OR)} = \sqrt{\frac{1}{n_{11}} + \frac{1}{n_{12}} + \frac{1}{n_{21}} + \frac{1}{n_{22}}}$$

Wartość statystyki Z_0 porównuje się z wartością tablicową, która na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wynosi 1,96.

Współczynnik OR często transformuje się do skali $(-1,1)$ stosując przekształcenie Yule's Q (Yule, G. U., 1912) postaci:

$$Q = \frac{OR - 1}{OR + 1}.$$

Współczynnik Q bywa nazywany współczynnikiem skojarzenia (Yule, Kendall, 1966) i jest interpretowany w podobny sposób jak współczynnik korelacji. Wartość $Q = 0$ oznacza brak relacji, czyli brak zgodności pomiędzy metodami. Im wartość Q jest bliższa jedności tym większa jest zgodność pomiędzy metodami.

Ponadto zostało obliczone prawdopodobieństwo zgodności będące stosunkiem liczby wybranych i odrzuconych przez obie metody genotypów, do liczby wszystkich badanych genotypów n

$$p_1 = \frac{n_{11} + n_{22}}{n}.$$

WYNIKI I DYSKUSJA

Po zastosowaniu metody bonitacyjnej B ocenę pozytywną nadano 735 genotypom (co stanowi 53% badanych linii) zaś stosując metodę BP uwzględniającą zarówno bonitację jak i plon, w Stacji Hodowli Roślin wybrano do dalszych badań 504 genotypy (co stanowiło 36% badanych linii). Istnieje duża różnica pomiędzy metodami PB i B pod względem liczby odmian wybieranych do dalszych badań. Ten problem nie występuje, gdy porównujemy metody BP i B z metodą R — średnich ruchomych, ponieważ w metodzie R do dalszych badań wybiera się ustaloną liczbę najlepszych genotypów. Chcąc zapewnić porównywalną liczbę wybieranych genotypów oraz wybierać odmiany kierując się tylko oceną bonitacyjną należałoby ograniczyć liczbę wybieranych przez nią genotypów. Dlatego obliczenia zostały wykonane, gdy stosowanie metody B pozwalało na wybór genotypów z pozytywną oceną (5, 7, 9), a następnie wybrano tylko te linie, które otrzymały najwyższe oceny 7 lub 9 (635 linii, co stanowi 45% ich ogólnej liczby).

W tabeli 2 i 3 podano wyniki uzyskane z porównań wszystkich metod parami. W każdym przypadku wartości obliczonych statystyk Z_0 przekraczają wartość tablicową —

1,96, dlatego hipotezy o braku zgodności między metodami porównywanymi parami na poziomie istotności 0,05 należy odrzucić.

Tabela 2

Porównanie metod wyboru B z R, BP z R i BP z B odpowiednio– w metodzie B uwzględniono wszystkie odmiany z pozytywną oceną (5,7,9)

Paired comparison of three methods of selection– in the B method included lines with 5, 7 and 9 scores

Metoda Method	Metoda R R method			Wyniki Results			
Metoda B	Wybrane genotypy Chosen genotypes	TAK yes	NIE no	<i>OR</i>	<i>Q</i>	Statystka Z_0 Z_0 statistic	p_1
	TAK	437	298	1,79	0,28	5,38	0,57
	NIE	298	364				
Metoda R				Wyniki — Results			
Metoda BP	Wybrane genotypy Chosen genotypes	TAK	NIE	<i>OR</i>	<i>Q</i>	Statystka Z_0	p_1
	TAK	339	165	9,06	0,80	17.19	0,76
	NIE	165	728				
Metoda B				Wyniki — Results			
Metoda BP	Wybrane genotypy Chosen genotypes	TAK	NIE	<i>OR</i>	<i>Q</i>	Statystka Z_0	p_1
	TAK	320	184	2,00	0,33	6.08	0,57
	NIE	415	478				

Tabela 3

Porównanie metod wyboru B z R, BP z R i BP z B odpowiednio– w metodzie B uwzględniono wszystkie odmiany z pozytywną oceną (7,9)

Paired comparison of three methods of selection– in the B method included lines with 7 and 9 scores

	Metoda R R method			Wyniki Results			
Metoda B	Wybrane genotypy Chosen genotypes	TAK yes	NIE no	<i>OR</i>	<i>Q</i>	Statystka Z_0 Z_0 statistic	p_1
	TAK — yes	331	304	1,64	0.24	4,56	0,56
	NIE — no	304	458				
Metoda R				Wyniki — results			
Metoda BP	Wybrane genotypy Chosen genotypes	TAK	NIE	<i>OR</i>	<i>Q</i>	Statystka Z_0	p_1
	TAK — yes	339	165	9,06	0,80	17.19	0,76
	NIE — no	165	728				
Metoda B				Wyniki — results			
Metoda BP	Wybrane genotypy Chosen genotypes	TAK	NIE	<i>OR</i>	<i>Q</i>	Statystka Z_0	p_1
	TAK — yes	284	220	1,99	0,33	6,11	0,59
	NIE — no	351	542				

Jednakże istotność statystyczna, występująca przy dużych liczebnościach prób nawet przy stosunkowo słabych związkach między badanymi metodami, niekoniecznie musi oznaczać istotny praktycznie związek. Porównując wartości statystyki *OR* można jednak zauważyć, że zarówno zgodność między metodami B i R jak i BP i B jest słabsza niż między metodami BP i R (*OR* = 9,06). Także wartości współczynnika *Q* pozwalają na stwierdzenie, że metody BP i R są dość zgodne zaś przy porównaniu metod BP i B oraz B i R współczynniki

ten jest $<0,5$ co oznacza dość słabą zgodność. Wyniki te są zgodne z oszacowanymi prawdopodobieństwami zgodności p_1 . Metoda BP jest w 76% zgodna z metodą statystyczną średnich ruchomych R, czyli w tylu procentach wybiera te same obiekty. Ponadto zgodność metody B („czysta” bonitacja) osiąga zaledwie poziom 57%, zarówno w porównaniu z metodą R jak i BP. Jeśli uwzględni się fakt, że po przeprowadzeniu doświadczeń jednopowtórzeniowych odrzuca się ponad połowę genotypów, to obliczone wartości p_1 pokazują, że tylko nieco ponad połowa, z tych wybranych do dalszych badań genotypów jest taka sama dla obu par porównywanych metod. Zatem postępując zbyt pochopnie łatwo utracić cenne genotypy. Wyniki zamieszczone w tych tabelach wskazują na to, że ewentualna rezygnacja z pomiaru wysokości plonu obarczona jest dużym ryzykiem.

W tabelach 4 i 5, przedstawiono wyniki podobnych obliczeń w sytuacji, gdy wszystkie badane genotypy zostały podzielone kolejno na trzy grupy pod względem uzyskanego plonu.

Tabela 4

Porównanie metod wyboru przy podziale na trzy grupy (ocena bonitacyjna 5,7,9)
The comparison of selection methods for three groups of lines (with scores 5,7,9)

	I grupa I group				II grupa II group				III grupa III group			
	OR	Q	Z ₀	p ₁	OR	Q	Z ₀	p ₁	OR	Q	Z ₀	p ₁
B-R	0,96	-0,05	-0,11	0,63	0,90	-0,05	-0,58	0,49	1,19	0,08	0,54	0,60
BP-R	4,56	0,64	6,53	0,71	3,22	0,53	5,37	0,67	6,40	0,73	3,54	0,91
BP-B	1,39	0,16	1,62	0,58	1,25	0,11	1,15	0,52	1,86	0,3	1,69	0,62

Podziału dokonano w taki sposób, aby w pierwszej grupie znajdowały się genotypy o najwyższym plonie, w drugiej o średnim zaś w trzeciej o najniższym plonie. Najbardziej interesujące są wyniki uzyskane w pierwszej grupie. Pierwsza grupa zawierała 468 genotypów o najwyższym plonie, druga odpowiednio 466, a trzecia 463. Obliczenia wykonano uwzględniając wszystkie genotypy, które uzyskały pozytywną oceną bonitacyjną przy zastosowaniu metody B (tab. 4) oraz te, które uzyskały ocenę 7 lub 9 (tab. 5).

Tabela 5

Porównanie metod wyboru przy podziale na trzy grupy (ocena bonitacyjna 7 i 9)
The comparison of selection methods for three groups of lines (with scores 7 and 9)

	I grupa I group				II grupa II group				III grupa III group			
	OR	Q	Z ₀	p ₁	OR	Q	Z ₀	p ₁	OR	Q	Z ₀	p ₁
B-R	1,08	-0,1	0,29	0,57	0,76	-0,14	-1,47	0,47	0,52	-0,32	-1,42	0,66
BP-R	4,56	0,64	6,53	0,71	3,22	0,53	5,37	0,67	6,40	0,73	3,54	0,91
BP-B	1,25	0,11	1,13	0,55	1,28	0,12	1,29	0,54	1,66	0,25	1,34	0,69

W każdym porównaniu metody B z BP i B z R wartość obliczonej statystyki Z₀ nie przekracza wartości tablicowej, co oznacza brak zgodności metod (potwierdzają to również małe wartości współczynnika Q). Jedynie przy porównaniu metody BP z metodą średniej

ruchomej R wartości statystyki Z_0 , wskazują na statystyczną zgodność tych metod, potwierdzają to wartości współczynnika Q . Największą wartość prawdopodobieństwa zgodności p_1 otrzymano dla trzeciej grupy genotypów (najsłabiej plonujących) przy porównaniu metody BP z R . Taki wynik nie jest zaskoczeniem, gdyż najsłabsze genotypy są zgodnie odrzucane przez każdą z metod.

WNIOSKI

1. Na podstawie uzyskanych wartości dla współczynników OR i Q oraz statystyki Z_0 można wnioskować, że ma miejsce zgodność między metodą łączącej ocenę bonitacyjną z pomiarem plonu (BP) i metodą średniej ruchomej (R), patrz tabela 2, 3.
2. Wystąpiła pewna zgodność pomiędzy metodami: wielocechową oceną bonitacyjną poletek (B) i metodą średniej ruchomej (R) oraz wielocechową oceną bonitacyjną poletek (B) i metodą łączącej ocenę bonitacyjną z pomiarem plonu (BP). Wartości współczynników OR oraz Q wskazują na stosunkowo słabą zgodność tych metod mimo, że statystycznie związek ten jest istotny.
3. Przy podziale genotypów na trzy grupy widać wyraźnie zgodność metody łączącej ocenę bonitacyjną z pomiarem plonu (BP) i metodą średniej ruchomej (R) oraz niezgodność metod wielocechowej oceny bonitacyjnej poletek (B) i metody średniej ruchomej (R) oraz metodę wielocechowej oceny bonitacyjnej poletek (B) i metodę łączącej ocenę bonitacyjną z pomiarem plonu (BP) we wszystkich grupach genotypów.
4. Wprawdzie wartości prawdopodobieństw zgodności p_1 zawsze przekraczają 0,5, tym niemniej pokazują, że tylko nieco ponad połowa wybranych do dalszych badań genotypów jest taka sama dla obu par porównywanych metod. Zatem postępując zbyt pochopnie łatwo można utracić cenne genotypy. Wyniki wskazują na to, że ewentualna rezygnacja z pomiaru wysokości plonu obarczona jest dużym ryzykiem. Stąd nasuwa się wniosek, że ewentualna rezygnacja z pomiaru plonu powinna być poprzedzona pogłębioną analizą wyników np. z wykorzystaniem wcześniejszych wyników doświadczeń.

LITERATURA

- Ambroży K., Bakinowska E., Bocianowski J., Budka A., Pilarczyk W., Zawieja B. 2008 a. Statystyczne wspomaganie decyzji selekcyjnych na wczesnych etapach hodowli zbóż. I. Metody oceny efektów obiektowych, Biul. IHR 250: 21 — 28.
- Ambroży K., Bakinowska E., Bocianowski J., Budka A., Pilarczyk W., Zawieja B. 2008 b. Statystyczne wspomaganie decyzji selekcyjnych na wczesnych etapach hodowli zbóż. II. Empiryczne porównanie metod oceny efektów obiektowych, Biuletyn IHR 250: 29 — 40.
- Bakinowska E., Bocianowski J., Budka A., Pilarczyk W., Zawieja B., Ambroży K. 2009. Estymacja wariancji błędu w hodowlanych doświadczeniach jednopowtórzeniowych z replikowanymi obiektami wzorcowymi, Biul. IHR 251: 5 — 14.
- Dobek A., Mikulski W. 2003. Zmienność materiałów hodowlanych pszenicy ozimej w perspektywie sukcesu odmianowego. Biul. IHAR 230: 23 — 28.
- Kempton R. A. 1984. The design and analysis of unreplicated trials. Vortrage für Pflanzenzüchtung 7: 219 — 242.
- Kempton R. A., Fox P. N. 1997. Statistical methods for plant variety evaluation. Chapman & Hall, London.

- Rudas T. 1998. Odds Ratios in the Analysis of Contingency Tables. Thousand Oaks, CA: Sage Publ.
- Uebersax J. 2006. Odds Ratio and Yule's Q. <http://www.john-uebersax.com/stat/odds.htm>.
- Utz H. F. 1997. PLABSTAT. A computer program for statistical analysis of plant breeding experiments. Version 2N. Institute of Plant Breeding, Seed Science and Population Genetics, University of Hohenheim, Germany.
- Yule G. U. 1912. On the methods of measuring association between two attributes. *Journal of the Royal Statistical Society* 75: 579 — 652.
- Yule G. U., Kendall M. G. 1966. *Wstęp do teorii statystyki*. PWN, Warszawa.

JAN BOCIANOWSKI ¹WALDEMAR BRUKWIŃSKI ²¹ Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu² DANKO Hodowla Roślin Sp. z o. o. z/s w Choryni, Zakład Hodowli Roślin

Analiza jednopowtórzeniowego doświadczenia hodowlanego z mieszańcami żyta (*Secale cereale* L.)

Analysis of an unreplicated breeding experiment with rye (*Secale cereale* L.) hybrids

W pracy przedstawiono wyniki analizy doświadczenia jednopowtórzeniowego ze 165 mieszańcami żyta (*Secale cereale* L.). Doświadczenie założono w czterech miejscowościach (Choryń, Nagradowice, Wierzenica, Laski). Jako wzorzec zastosowano odmianę Balistic. Wzorzec wysiewano co szóste poletko. Materiał badawczy analizowano pod względem czterech cech: wysokości rośliny, wylegania, odporności na rdzę brunatną oraz plon nasion. Do poprawiania obserwacji zastosowano metodę znaną pod angielską nazwą linear variance model. W modelu uwzględnia się lokalne trendy wewnątrz bloków oraz liniowy trend zmienności glebowej w obrębie bloku. Uzyskane wyniki pozwoliły na wybranie 11,5% najlepszych mieszańców do dalszego etapu prac hodowlanych.

Słowa kluczowe: jednopowtórzeniowe doświadczenie hodowlane, korelacja rang, mieszańce żyta, trendy lokalne

In the paper the results of analysis of an unreplicated breeding experiments with 165 hybrids of rye (*Secale cereale* L.) are reported. The experiments were carried out at four locations: Choryń, Nagradowice, Wierzenica and Laski. The cultivar Balistic was used as a standard. The standard was systematically placed in the experimental fields among the tested hybrids. The following traits were observed and measured: plant height, lodging, brown rust resistance, grain yield. Linear variance model was used to the analysis of the unreplicated breeding trials. The model allows for recording of local trends within a block and the analysis removes these trends by using a form of smoothing. The 11.5% best rye hybrids were selected to next breeding stage on the basis of obtained results.

Key words: unreplicated breeding trial, rank correlation, rye hybrids, local trends

WSTĘP

Doświadczenia hodowlane prowadzone są zazwyczaj z bardzo dużą liczbą obiektów. Ze względu na ten fakt oraz ze względu na małą ilość materiału siewnego stosuje się doświadczenia jednopowtórzeniowe z wzorcami rozmieszczonymi zazwyczaj systematycznie co kilka poletek. Jest bardzo dużo metod analizy takich doświadczeń (McClelland,

1926; Nawrocki, 1967; Ceranka i Chudzik, 1977; Caliński, 1982; Kempton, 1982; 1984; Besag i Kempton, 1986; Gleeson i Cullis, 1987; Kempton i Talbot, 1988; Cullis i Gleeson, 1989; Cullis i in., 1989; Cullis i Gleeson, 1991; Stroup i Mulitze, 1991; Kempton i in., 1994; Paterson, 1994; Wu i in., 1998; Wu i Dutilleul 1999).

W drugiej połowie XX wieku pojawiła się propozycja zakładania doświadczeń jednopowtórzeniowych w blokach rozszerzonych, gdzie zarówno wzorce, jak i rody w każdym bloku byłyby rozmieszczone losowo (Federer, 1956; 1961; Federer i Raghavarao, 1975; Lin i Poushinsky, 1983; 1985). Metoda ta nie znalazła jednak szerszego zastosowania w doświadczeniach polowym ukierunkowanym na potrzeby hodowli roślin.

Wybór odpowiedniej metody poprawiania obserwacji jest bardzo istotnym krokiem w selekcji genotypów do dalszych etapów badań hodowlanych. Wyboru tego powinno się dokonywać w oparciu o wiedzę o zmienności glebowej występującej na polu doświadczalnym.

Celem niniejszej pracy była analiza doświadczenia z mieszańcami żyta przeprowadzonego w czterech miejscowościach metodą jednopowtórzeniową z jednym wzorcem wysianym systematycznie. Do opracowania wyników tego doświadczenia zastosowano metodę poprawiania obserwacji uwzględniającą lokalne trendy wewnątrz bloków oraz liniowy trend zmienności glebowej w obrębie bloku.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie ze 165 mieszańcami żyta (*Secale cereale* L.) założono w czterech miejscowościach (Choryń, Nagradowice, Wierzenica, Laski) metodą wzorcową jednopowtórzeniową. Wzorzec wysiewano co szóste poletko (wzorzec, pięć obiektów, wzorzec itd.). Jako wzorzec zastosowano odmianę Balistic. Jest to odmiana będąca wzorcem oficjalnie stosowanym w sezonach 2007/2008 i 2008/2009 w badaniach COBORU. Wysiew zastosowano w trzech równych pasach; każdy pas składał się z 67 poletek. Całe pole doświadczalne obejmowało 165 poletek z mieszańcami oraz 36 poletek z wzorcem. Powierzchnia poletka do siewu wynosiła 7 m², natomiast powierzchnia poletka do zbioru — 5 m². Obserwowano szereg cech morfologicznych i fizjologicznych. W niniejszej pracy mieszańce żyta analizowano pod względem wysokości rośliny (WR), wylegania (WYL), odporności na rdzę brunatną (RBR) oraz plonu nasion (PN). Ocenę wylegania i odporności na rdzę brunatną dokonano w przyjętej w Polsce skali dziewięciostopniowej zgodnie z metodyką COBORU (Domański, 1998). Poszczególne stopnie oznaczają umownie stan, nasilenie, rozprzestrzenienie, itd. obserwowanego zjawiska. Cyfra dziewięć oznacza ocenę rolniczo najlepszą, a cyfra jeden — najgorszą.

Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji czterech obserwowanych w badaniach cech, z miejscowościami oraz mieszańcami jako czynnikami, umożliwiła weryfikację hipotez o braku różnic pomiędzy miejscowościami, pomiędzy mieszańcami oraz hipotezy o braku interakcji miejscowości × mieszańce.

Oszacowano trend na polu doświadczalnym w każdej miejscowości. Statystyczna istotność występowania trendu uzasadnia zastosowanie metody poprawiania obserwacji

eliminującej tenże trend. W tym celu zastosowano metodę znaną pod angielską nazwą linear variance model lub linear variance neighbour analysis (Williams, 1986). Metoda ta jest równoważna rozszerzonej metodzie pierwszych różnic Besaga i Kemptona (1986). Model uwzględnia lokalne trendy wewnątrz bloków (efekty pasów) oraz liniowy trend zmienności glebowej w obrębie bloku. Model można zapisać w następującej postaci (Williams, 1986):

$$E(y) = R\pi + X\tau,$$

$$\text{var}(y) = \sigma^2(I_n - J_n/n)(I_n - \phi F)(I_n - J_n/n),$$

gdzie: y jest n -wymiarowym wektorem średnich poprawionych, π oraz τ są, odpowiednio r oraz v -wymiarowymi wektorami efektów blokowych i obiektowych, R oraz X są odpowiadającymi im macierzami układu, σ^2 jest wariancją błędu, I_n jest $n \times n$ -wymiarową macierzą jednostkową, J_n jest $n \times n$ -wymiarową macierzą, której elementami są same jedynki, ϕ jest parametrem określającym zmniejszanie się zależności pomiędzy poletkami wraz ze wzrostem odległości między nimi, F jest blokowo-diagonalną macierzą z komponentami wynoszącymi $3L_{ki}/(k_i^2 - 1)$ dla i -tego bloku, L_k — jest $k \times k$ -wymiarową macierzą z (i, j) -tym elementem równym $|i - j|$.

Poprzez analizę usuwa się trendy z użyciem pewnej funkcji wygładzania. W pełnym modelu, stopień wygładzania jest estymowany na podstawie danych oryginalnych, natomiast w modelu zredukowanym koresponduje on ze zwykłym modelem pierwszych różnic Besaga i Kemptona (1986), zakładającym zupełny brak trendów liniowych. W niniejszej pracy zastosowano pełen model. Komponenty wariancyjne zostały sparametryzowane według Bairda i Meada (1991) i oszacowane metodą największej wiarygodności reszt (Gleeson i Cullis, 1987). Estymacja stopnia wygładzania została przeprowadzona metodą najmniejszych kwadratów (Green i in., 1985).

Dla każdej cechy w poszczególnych miejscowościach oszacowano wariancje efektów genotypowych.

Przeprowadzono analizę korelacji rang między ocenami efektów obiektowych rozpatrywanych genotypów dla obserwowanych cech w rozważanych miejscowościach. Analiza ta została przeprowadzona w celu określenia, czy uporządkowanie badanych mieszańców pod względem rozpatrywanych cech jest podobne (zarówno w konkretnej miejscowości, jak i pomiędzy lokalizacjami).

Wszystkie analizy przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu statystycznego GenStat v. 7.1 (Payne i in., 2003).

WYNIKI

Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ miejscowości oraz mieszańców na wartości wszystkich czterech obserwowanych w doświadczeniu cech. Ponadto zaobserwowano istotną statystycznie interakcję miejscowości $\times$ mieszańce dla wysokości roślin, wylegania oraz odporności na rdzę

brunatną. Jedynie dla plonu nasion nie zaobserwowano istotnej statystycznie interakcji miejscowości $\times$ mieszańce (tab. 1).

Tabela 1

Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech żyta
Mean squares from analysis of variance for the investigated traits of rye

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Wysokość rośliny Plant height	Wyleganie Lodging	Odporność na rdzę brunatną Brown rust resistance	Plon nasion Grain yield
Miejscowość Location	3	9471,81***	349,24***	36,108***	8,046***
Mieszaniec Hybrid	165	68,28***	5,24***	1,974***	0,654***
Miejscowość $\times$ Mieszaniec Location $\times$ Hybrid	495	14,35**	2,55*	0,477***	0,246
Błąd Residual	140	9,92	2,01	0,142	0,260

* Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0.05$
 ** Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0.01$
 *** Istotne na poziomie $\alpha = 0,001$; Significant at $\alpha = 0.001$

W rozważanych czterech miejscowościach wykryto istotny statystycznie trend na polu doświadczalnym zarówno względem wierszy, jak i kolumn (tab. 2). Szczególnie duży był trend względem kolumn.

Tabela 2

Współczynniki kierunkowe regresji dla trendów wierszowych i kolumnowych
Slope of regression for row and column trends

Miejscowość Location	Cecha Trait	Trend wierszowy Row trend	Trend kolumnowy Column trend
Choryń	WR	1,254***	48,470***
	WYL	0,052***	0,796***
	RBR	0,066**	2,431***
	PN	0,045***	1,699***
Laski	WR	1,262***	48,520***
	WYL	0,039*	1,579***
	RBR	0,062**	2,431***
	PN	0,044**	1,652***
Nagradowice	WR	1,244**	49,180***
	WYL	0,012	1,199***
	RBR	0,064**	2,460***
	PN	0,053***	1,627***
Wierzenica	WR	1,179***	43,810***
	WYL	0,028	2,308***
	RBR	0,068***	2,349***
	PN	0,050***	1,593***

* Istotność współczynnika kierunkowego regresji na poziomie 0,05; Significance of slope of regression at 0.05 level
 ** Istotność współczynnika kierunkowego regresji na poziomie 0,01; Significance of slope of regression at 0.01 level
 *** Istotność współczynnika kierunkowego regresji na poziomie 0,001; Significance of slope of regression at 0.001 level

Wartości wariancji efektów genotypowych otrzymanych po zastosowaniu metody poprawiania obserwacji przedstawiono w tabeli 3. Zdecydowanie najmniejszą wartość wariancji efektów genotypowych dla wysokości roślin otrzymano dla doświadczenia przeprowadzonego w Choryni (13,433). W pozostałych trzech miejscowościach wartości były podobne do siebie, z czego największą otrzymano w NAGRADOWICACH (27,32). Największą zmienność genotypów pod względem wylegania zaobserwowano w Laskach (5,047), a najmniejszą w NAGRADOWICACH (0,8832). W przypadku odporności na rdzę brunatną największą zmienność mieszańców otrzymano w Laskach (0,8512), a najmniejsza — w Wierzenicy (0,399). W przypadku plonu nasion najmniejszą wartość wariancji efektów genotypowych zaobserwowano w Choryni (0,1635), a największą w Wierzenicy (0,3825).

Tabela 3

Oceny wariancji efektów genotypowych dla badanych cech w poszczególnych miejscowościach
Estimates of variances of genotypic effects for the investigated traits in individual locations

Cecha Trait	Miejscowość Location			
	Choryń	Laski	NAGRADOWICE	Wierzenica
Wysokość rośliny Plant height	13,433	25,342	27,32	25,56
Wyleganie Lodging	1,408	5,047	0,8832	2,7144
Odporność na rdzę brunatną Brown rust resistance	0,4197	0,8512	0,4377	0,399
Plon nasion Grain yield	0,1635	0,295	0,3571	0,3825

Wyniki przeprowadzonej analizy korelacji rang między ocenami efektów obiektowych przedstawiono w tabeli 4. Otrzymane wartości współczynników korelacji rang nie są duże. Największą wartość, wynoszącą 0,47, otrzymano dla wysokości roślin rozważanej w doświadczeniach przeprowadzonych w Choryni i w Wierzenicy. Istotne statystycznie skorelowanie rang zaobserwowano dla wysokości roślin we wszystkich czterech miejscowościach. W przypadku wylegania istotny statystycznie związek obserwowano pomiędzy doświadczeniem przeprowadzonym w Choryni a doświadczeniami przeprowadzonymi w pozostałych trzech lokalizacjach. Pewien związek ($r = 0,203$) uporządkowania obiektów pod względem odporności na rdzę brunatną obserwowano jedynie pomiędzy doświadczeniami przeprowadzonymi w Laskach i w NAGRADOWICACH. Związek pomiędzy rangami utworzonymi ze względu na plonowanie uzyskano pomiędzy wynikami doświadczeń przeprowadzonych w Choryni i w NAGRADOWICACH, w Choryni i w Wierzenicy, w Laskach i w NAGRADOWICACH oraz w NAGRADOWICACH i w Wierzenicy.

Oszacowane współczynniki korelacji prostej pomiędzy efektami obiektowymi przed przekształceniem a efektami obiektowymi poprawionymi w wyniku zastosowania metody zwanej linear variance model nie były istotne statystycznie dla żadnej z obserwowanych cech w żadnej z rozważanych miejscowości.

Tabela 4

Współczynniki korelacji rang między ocenami efektów obiektowych
Coefficient of rang correlation among estimates of genotypic effects

	Cecha Trait	Choryń				Laski				Nagradowice				Wierzenica			
		WR	WYL	RBR	PN	WR	WYL	RBR	PN	WR	WYL	RBR	PN	WR	WYL	RBR	PN
Choryń	WR	1															
	WYL	-0,118	1														
	RBR	0,203*	0,059	1													
	PN	-0,087	0,056	-0,07	1												
Laski	WR	0,46***	-0,01	0	-0,224*	1											
	WYL	0,073	0,32**	-0,01	0,066	0,059	1										
	RBR	0,097	0,106	0,185	-0,068	-0,046	0,004	1									
	PN	-0,086	0,095	-0,03	0,096	-0,058	0,135	-0,004	1								
Nagradowice	WR	0,356**	0,117	-0,07	-0,012	0,386**	0,05	-0,008	-0,02	1							
	WYL	0,047	0,242*	0,115	-0,056	0,034	0,135	0,071	0,022	-0,003	1						
	RBR	0,107	-0,078	0,167	-0,151	0	-0,1	0,203*	-0,03	-0,038	0,02	1					
	PN	-0,019	0,092	-0,12	0,287**	-0,059	0	-0,054	0,21*	-0,046	0,01	-0,18	1				
Wierzenica	WR	0,47***	0,072	0,091	-0,014	0,379**	0	0,127	0,03	0,36**	0,02	0,092	0,043	1			
	WYL	-0,124	0,245*	-0,09	0,093	-0,133	0,192	-0,026	-0,02	-0,04	0,18	-0,05	0,026	-0,343**	1		
	RBR	0,048	0,029	0,133	-0,117	0,013	-0,05	0,189	0,095	0,008	0,14	0,151	-0,058	0,011	-0,1	1	
	PN	-0,045	0,222*	0,057	0,215*	0,003	0,115	0,092	0,19	-0,066	0,16	-0,17	0,258**	0,113	0,008	0,01	1

* istotne na poziomie $\alpha = 0,05$; significant at $\alpha = 0,05$ ** istotne na poziomie $\alpha = 0,01$; significant at $\alpha = 0,01$ *** istotne na poziomie $\alpha = 0,001$; significant at $\alpha = 0,001$

WR — wysokość rośliny; plant height

WYL — wyleganie; lodging

RBR — odporność na rdzę brunatną; brown rust resistance

PN — plon nasion; grain yield

DYSKUSJA

Kwestia wyodrębnienia na wczesnych etapach hodowli wartościowych obiektów jest nadrzędnym celem hodowcy. Zastosowanie na tym etapie odpowiednich układów doświadczalnych ma za zadanie ograniczyć obciążenie wyników efektami środowiskowymi. Ponadto istnienie zmienności przestrzennej, w tym również trendów, jest wystarczające, aby tego typu obciążenia wyników próbować wyeliminować metodami statystycznymi. Dobór odpowiednich metod oceny wyników doświadczeń decyduje zazwyczaj o sukcesie hodowlanym. Wcześniejsze badania nad pszenicą jara, pszenicą ozimą oraz jęczmieniem jarym wykazały, że należy unikać wnioskowania na podstawie nieprzekształconych wyników pomiarów (Ambroży i in., 2008).

W szeregu istniejących w literaturze przedmiotu metod poświęconych opracowaniu wyników doświadczeń bezpowtórzeniowych z wzorcem wyróżniającą wydaje się zastosowana w niniejszej pracy metoda zwana linear variance model. Uwzględnienie w niej lokalnych trendów wewnątrzblokowych oraz liniowego trendu zmienności w obrębie pasa czyni tę metodę bardzo użyteczną. Potwierdzeniem tego są liczne zastosowania tej metody w opracowywaniu doświadczeń hodowlanych (Baird i Mead, 1991; Martin i Eccleston, 1991; Martin i in., 1993; Piepho i Ogutu, 2007; Piepho i in., 2008). Piepho i wsp. (2008) stwierdzili, iż linear variance model jest odpowiednim kandydatem do rutynowej analizy doświadczeń jednopowtórzeniowych z wzorcem. Teoretyczne rozważania nad tą metodą prowadzili m.in.: Martin i wsp. (1993), Martin (1998), Chai i Majumdar (2000), Williams i wsp. (2006), Piepho i Williams (2010).

Pamiętać należy, że nawet najskuteczniejsza metoda analizy doświadczenia hodowlanego nie będzie pomocnym narzędziem selekcyjnym, gdy zmienność analizowanej populacji nie będzie duża. Łatwiejsza selekcja względem danej cechy będzie się odbywała w przypadku, gdy oszacowane wartości wariancji efektów genotypowych będą większe. W analizowanym doświadczeniu nie było miejscowości, w której obserwowano by najmniejsze (lub największe) wartości wariancji efektów genotypowych dla wszystkich cech równocześnie. Sytuacja taka z pewnością utrudnia podejmowanie decyzji selekcyjnych.

Kolejną kwestią utrudniającą podejmowanie decyzji selekcyjnych są niezbyt duże wartości współczynników korelacji rang. Małe wartości współczynników korelacji rang dla danej cechy poprzez lokalizacje można wytłumaczyć istotnym wpływem miejscowości oraz interakcji miejscowości $\times$ mieszańce na wartości obserwowanej cechy. Badania przeprowadzone przez Pattersona i in. (1977), Pilarczyka (1977) i Talbota (1984) pokazały, że większa jest interakcja odmian z latami niż interakcja odmian z miejscowościami. Jednakże wystąpienie każdej z nich bardzo utrudnia hodowlę selekcyjną. Zastanawiający jest natomiast brak silnej współzależności pomiędzy uporządkowaniem badanych mieszańców pod względem obserwowanych cech w poszczególnych miejscowościach. Wskazuje to na brak wśród badanych mieszańców form, które charakteryzowałyby się równocześnie m.in. największym plonem i najmniejszym wyleganiem.

Brak istotnej statystycznie współzależności pomiędzy efektami obiektowymi przed i po przekształceniu wyników świadczy o znacznym obciążeniu wyniku efektami

środowiskowymi i po raz kolejny uzasadnia zastosowaną w prezentowanej pracy metodę eliminacji trendów.

Wynikiem zastosowanej metody poprawiania obserwacji był wybór dziewiętnastu, stanowiących 11,5% najlepszych mieszańców z przeznaczeniem do kolejnego etapu prac hodowlanych. Wybór ten był utrudniony ze względu na fakt, iż w analizowanym doświadczeniu nie było mieszańca, który plonowałby powyżej 100% wzorca we wszystkich czterech miejscowościach. Wyselekcjonowane mieszańce charakteryzowały się stosunkowo dużym plonem i odpornością na rdzę brunatną we wszystkich czterech miejscowościach.

PODSUMOWANIE

Podsumowując uzyskane w realizacji celu pracy wyniki należy stwierdzić, iż zastosowana metoda poprawiania obserwacji, znana pod angielską nazwą linear variance model, pozwoliła wyeliminować lokalny trend wewnątrz pasów oraz liniowy trend zmienności glebowej w obrębie pasa. Żaden ze 165 badanych mieszańców żyta nie plonował powyżej 100% wzorca we wszystkich czterech rozważanych miejscowościach. Pomimo tego faktu, na podstawie uzyskanych wyników dokonano wyboru dziewiętnastu najlepszych mieszańców do dalszych etapów prac hodowlanych. Mieszańce te charakteryzowały się stosunkowo wysokim plonem nasion oraz znaczną odpornością na rdzę brunatną we wszystkich czterech miejscowościach.

LITERATURA

- Ambroży K., Bakinowska E., Bocianowski J., Budka A., Pilarczyk W., Zawieja B. 2008. Statystyczne wspomaganie decyzji selekcyjnych na wczesnych etapach hodowli zbóż. II. Empiryczne porównanie metod oceny efektów obiektowych. *Biul. IHAR* 250: 29 — 39.
- Baird D. B., Mead R. 1991. The empirical efficiency and validity of two neighbour models. *Biometrics* 47: 1473 — 1487.
- Besag J. E., Kempton R. A. 1986. Statistical analysis of field experiments using neighbouring plots. *Biometrics* 42: 231 — 251.
- Caliński T. 1982. On some problems in analyzing non-orthogonal designs. *Proceeding in computational statistics*. H. C. Physica-Verlag Viena: 11 — 21.
- Ceranka B., Chudzik H. 1977. Doświadczenia jednopowtórzeniowe z wzorcem. Siódme Colloquium Metodologiczne z Agro-Biometrii, PAN, Warszawa: 318 — 331.
- Chai F.-S., Majumdar D. 2000. Optimal designs for nearest-neighbor analysis. *Journal of Statistical Planning and Inference* 86: 265 — 275.
- Cullis B. R., Gleeson A. C. 1989. The efficiency of neighbour analysis for replicated variety trials in Australia. *Journal of Agricultural Science* 113: 223 — 239.
- Cullis B. R., Gleeson A. C. 1991. Spatial analysis of field experiments — an extension to two dimensions. *Biometrics* 47: 1449 — 1460.
- Cullis B. R., Lill W. J., Fisher J. A., Read B. J. 1989. A new procedure for the analysis of early generation variety trials. *Appl. Stat.* 2: 361 — 375.
- Domański P. 1998. Metodyka badań wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. COBORU, 1998 Słupia Wielka, Wyd. I: 1 — 33.
- Federer W. T. 1956. Augmented designs. *Hawarii. Plant Rec.* 55: 191 — 208.
- Federer W. T. 1961. Augmented designs with one-way elimination heterogeneity. *Biometrics* 17: 447 — 475.
- Federer W. T., Raghavarao D. 1975. On augmented designs. *Biometrics* 31: 29 — 35.

- Gleeson A. C., Cullis B. R. 1987. Residual maximum likelihood estimation of a neighbour model for field experiments. *Biometrics* 43: 277 — 288.
- Green P. J., Jennison C., Seheult A. H. 1985. Analysis of field experiments by least squares smoothing. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 47: 299 — 315.
- Kempton R. A. 1982. Adjustment for competition between varieties in plant breeding trials. *Journal of Agricultural Science* 98: 599 — 611.
- Kempton R. A. 1984. The design and analysis of unreplicated field trials. *Vorträge für Pflanzenzüchtung* 7: 219 — 242.
- Kempton R. A., Seraphin J. C., Sword A. M. 1994. Statistical analysis of two-dimensional variation in variety yield trials. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 122: 335 — 342.
- Kempton R. A., Talbot M. 1988. The development of new crop varieties. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (Statistics in Society)* 151: 327 — 341.
- Lin C. S., Poushinsky G. 1983. A modified augmented design for an early stage of plant selection involving a large number of test lines without replication. *Biometrics* 39: 553 — 561.
- Lin C. S., Poushinsky G. 1985. A modified augmented design (type 2) for rectangular plots. *Can. J. Plant Sci.* 65: 743 — 749.
- Martin R. J. 1998. Optimal designs for small-sized blocks under dependence. *J. Combin. Inform. System Sci.* 23: 95 — 124.
- Martin R. J., Eccleston J. E. 1991. Efficient block designs for correlated observations. *Australian Journal of Statistics* 33: 299 — 311.
- Martin R. J., Eccleston J. E., Gleeson A. C. 1993. Robust linear block designs for a suspected LV model. *Journal of Statistical Planning and Inference* 34: 433 — 450.
- McClelland C. K. 1926. New methods with check plots. *Journal of the American Society of Agronomy* 18: 566 — 575.
- Nawrocki Z. 1967. *Teoria i praktyka doświadczalnictwa rolniczego*. PWRiL, Warszawa.
- Paterson R. G. 1994. *Agricultural field experiments. Design and analysis*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Patterson H. D., Silvey V., Talbot B., Weatherup C. 1977. Variability of yields of cereal varieties in U.K. trials. *Journal of Agricultural Science* 89: 238 — 245.
- Payne, R., Murrey, D., Harding, S., Baird, D., Soutou, D., Lane, P. (2003). *GenStat for Windows (7th edition) – Introduction*. VSN International, Oxford, England.
- Piepho H. P., Ogutu O. 2007. Simple state-space models in a mixed model framework. *The American Statistician* 61: 224 — 232.
- Piepho H. P., Richter C., Williams E. 2008. Nearest neighbour adjustment and linear variance models in plant breeding trials. *Biometrical Journal* 50: 164 — 189.
- Piepho H. P., Williams E. 2010. Linear variance models for plant breeding trials. *Plant Breeding* 129: 1 — 8.
- Pilarczyk W. 1977. *Optymalizacja wielkości serii doświadczeń w czasie i przestrzeni*. Siódme Colloquium Metodologiczne z Agro-Biometrii, PAN, Warszawa: 272 — 282.
- Stroup W. W., Mulitze D. K. 1991. Nearest neighbour adjusted best linear unbiased prediction. *American Statistician* 45: 194 — 200.
- Talbot M. 1984. Yield variability of crop varieties in the U.K. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 102: 315 — 321.
- Williams E. R. 1986. A neighbour model for field experiments. *Biometrika* 73: 279 — 287.
- Williams E. R., John J. A., Whitaker D. 2006. Construction of resolvable spatial row-column designs. *Biometrics* 62: 103 — 108.
- Wu T., Dutilleul P. 1999. Validity and efficiency of neighbor analysis in comparison with classical complete and incomplete block analyses of field experiments. *Agronomy Journal* 91: 721 — 731.
- Wu T., Mather D. E., Dutilleul P. 1998. Application of geostatistical and neighbour analyses to data from plant breeding trials. *Crop Science* 38: 1545 — 1553.

MAREK GUGAŁA**KRYSTYNA ZARZECKA****BOGUMIŁA ZADROŻNIAK**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Akademia Podlaska, Siedlce

Wpływ adiuwantów na plonowanie i ograniczenie zachwaszczenia na plantacji ziemniaka

An effect of adjuvants on potato yielding and limiting weed infestation in potato stands

Wyniki pochodzą z dwóch serii badań polowych przeprowadzonych w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenia założono w układzie split-plot w trzech powtórzeniach. W latach 1999–2001 czynnikami doświadczenia były: I rzędu — sposoby odchwaszczania: 1. obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna; 2. pielęgnacja mechaniczna + Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC; 3. pielęgnacja mechaniczna + Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + adiuwant Olbras 88 EC. Czynniki II rzędu — odmiany ziemniaka: Ania, Baszta i Rywal. Natomiast w latach 2002–2004 badanymi czynnikami były: I rzędu — systemy uprawy (uprawa tradycyjna i uprawa uproszczona); II rzędu — sposoby odchwaszczania: 1. obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna; 2. pielęgnacja mechaniczna + Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC; 3. pielęgnacja mechaniczna + Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant Atpolan 80 EC. Celem badań było określenie wpływu adiuwantów na ograniczenie zachwaszczenia w uprawie ziemniaka. Najbardziej efektywne w ograniczaniu zachwaszczenia zarówno w pierwszej, jak i w drugiej serii badań, okazały się warianty: 2., gdzie zastosowano mieszanki herbicydów: Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC (seria pierwsza) oraz Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC (seria druga) i wariant 3., gdzie zastosowano mieszanki herbicydów z dodatkiem adiuwanta: Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + Olbras 88 EC (seria pierwsza) oraz Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + Atpolan 80EC (seria druga).

Słowa kluczowe: adiuwant, plon handlowy bulw, zachwaszczenie, ziemniak

The paper presents the results obtained in two series of field investigations carried out at the Experimental farm, Zawady, owned by the University of Podlasie in Siedlce. The experiments were set up in three replications, using a split-plot design. In the years 1999–2001 the following factors were examined: I line — weed control methods: 1. control object — mechanical cultivation; 2. mechanical cultivation + Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC; 3. mechanical cultivation + Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + adjuvant Olbras 88 EC. II line — potato cultivars: Ania, Baszta, Rywal. In the years 2002–2004 the factors estimated were as follows line — tillage methods (conventional and reduced tillage); II line — weed control methods: 1. control object — mechanical cultivation; 2.

mechanical cultivation + Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC; 3. Mechanical cultivation + Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adjuvant Atpolan 80 EC. The objective of the studies was to determine a limiting effect of adjuvants on weed infestation in potato crop. The most effective in reducing weed infestation appeared to be following treatments: variant 2,. In the first series, in which the mixture of herbicides. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC was applied, variant 2 in the second series, including treatment with Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC, variant 3 in the 4 series, where the mixture of herbicides Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + with an addition of adjuvant Olbras 88 EC was applied, and variant 3 in the second series, in which the combination Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + Atpolan 80EC was used.

Key words: adjuvants, tuber marketable yield, potato, weed infestation

WSTĘP

Dotychczasowe badania dotyczące ochrony ziemniaka przed chwastami, wskazują na celowość stosowania preparatów zawierających dwie, lub więcej substancji aktywnych. Mieszanek herbicydów są bardziej skuteczne, zapewniają lepsze zniszczenie chwastów, co z kolei wpływa na wzrost plonu bulw (Rola i Rola, 1996; Rymaszewski i in., 1996). Ponadto ograniczanie zachwaszczenia mieszanek herbicydowymi jest mniej zależne od przebiegu pogody niż przy użyciu jednego preparatu oraz pozwala na zmniejszenie dawek chemicznych środków ochrony roślin (Gruczek, 1997; Gójski, 1989).

Obecnie w ochronie roślin, a zwłaszcza w powschodowym zwalczaniu chwastów, coraz większego znaczenia w ograniczaniu zachwaszczenia, nabiera stosowanie preparatów chemicznych łącznie z adiuwantami. Adiuwanty są to substancje, lub mieszaniny substancji (poza wodą), które na bazie interakcji fizyko-chemicznych wykazują zdolność zwiększenia biologicznej aktywności środków ochrony roślin. Adiuwanty mogą być „wbudowane” w formułę agrochemikaliów lub łączone z nimi w zbiorniku opryskiwacza (Praczyk i Adamczewski, 1996).

Zdaniem Adamczewskiego (2000) łączne stosowanie dwóch, lub więcej herbicydów, a także użycie dawek dzielonych, albo herbicydów z dodatkiem adiuwantów obniża nie tylko koszty uprawy, ale również zmniejsza negatywny wpływ herbicydów na środowisko naturalne i roślinę chronioną. Ponadto zdaniem Huzar (2008) dzięki zastosowaniu dodatku adiuwanta możemy ograniczyć parowanie lotnych pestycydów z powierzchni gleby i wpłynąć korzystnie na ekonomikę wykonywanych zabiegów agrotechnicznych.

Prowadzone dotychczas badania nie dają jeszcze jednoznacznej odpowiedzi jak herbicydy w połączeniu z adiuwantami wpływają na ograniczenie zachwaszczenia i plonowanie ziemniaka. Dlatego celem niniejszych badań było określenie wpływu adiuwantów na ograniczenie zachwaszczenia w uprawie ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki pochodzą z dwóch serii doświadczeń polowych przeprowadzonych w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenie założono w układzie split-plot w trzech powtórzeniach.

W latach 1999–2001 badanymi czynnikami były:

Czynnik I rzędu — sposoby odchwaszczania:

- 1. obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna do i po wschodach roślin ziemniaka (do wschodów czterokrotne obredlanie połączone z bronowaniem, a po wschodach dwukrotne obredlanie),
 - 2. pielęgnacja mechaniczna do wschodów, po wschodach opryskiwanie mieszanką herbicydów: Sencor 70 WG 0,5 kg·ha⁻¹ + graminicyd Fusilade Super 125 EC 2,5 dm³·ha⁻¹ przy 10–15 cm wysokości roślin ziemniaka,
 - 3. pielęgnacja mechaniczna do wschodów (3–4-krotne obredlanie połączone z bronowaniem), a po wschodach opryskiwanie mieszanką herbicydów: Sencor 70 WG 0,4 kg·ha⁻¹ + graminicyd Fusilade Super 125 EC 2,0 dm³·ha⁻¹ + adiuwant Olbras 88 EC 1,5 dm³·ha⁻¹ przy 10–15 cm wysokości roślin ziemniaka,
- Czynnik II rzędu — odmiany ziemniaka: Ania, Baszta, Rywał.

W latach 2002–2004 przeprowadzono doświadczenie w układzie split-plot w trzech powtórzeniach, gdzie badanymi czynnikami były:

Czynnikiem I rzędu były — systemy uprawy (uprawa tradycyjna i uprawa uproszczona)
Czynnikiem II rzędu — sposoby odchwaszczania:

- 1. obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna do i po wschodach roślin ziemniaka (do wschodów 4. krotne obredlanie połączone z bronowaniem, a po wschodach dwukrotne obredlanie),
- 2. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna do wschodów, po wschodach opryskiwanie mieszanką herbicydów Barox 460 SL 3,0 dm³·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC 2,5 dm³·ha⁻¹; przy 10–15 cm wysokości roślin ziemniaka,
- 3. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj., do wschodów 4. krotne obredlanie połączone z bronowaniem, a po wschodach, przy wysokości roślin ziemniaka 10–15 cm, opryskiwanie mieszanką herbicydów Barox 460 SL w ilości 2,4 dm³·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC 2,0 dm³·ha⁻¹ + adiuwant Atpolan 80 EC w dawce (1,5 dm³·ha⁻¹) przy 10–15 cm wysokości roślin ziemniaka.

W obu doświadczeniach wykonano ocenę uszkodzeń roślin ziemniaka po zastosowaniu herbicydów i ich mieszanek. Objawy uszkodzeń określono według dziewięciostopniowej skali EWRC (European Weed Research Council), gdzie 1 — oznacza brak uszkodzeń, 9 — całkowite zniszczenie rośliny uprawnej. Analizę zachwaszczenia poletek przeprowadzono w obu doświadczeniach w dwóch terminach: przed zwarciem rzędów i pod koniec wegetacji ziemniaka (1–2 tygodnie przed zbiorem bulw). W obu terminach wykonywania analiz zachwaszczenia określono: powietrznie suchą masę chwastów na powierzchni 1 m² przy użyciu ramki o wymiarach 150 cm × 33,4 cm oraz plon bulw frakcji handlowej. Doświadczenia polowe przeprowadzono na glebie zaliczanej według kategorii agronomicznej do lekkiej i średniej o składzie mechanicznym piasków gliniastych lekkich i piasków gliniastych mocnych, klasy bonitacyjnej IVa i IVb zaliczanej pod względem przydatności rolniczej do kompleksu żytniego bardzo dobrego.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem 'F' Fischera-Snedecora, a ocenę istotności różnic przy poziomie istotności $P = 0,05$ pomiędzy porównywanymi średnimi za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya.

Warunki pogodowe panujące w latach badań 1999–2001 przedstawiono w tabeli 1. Sezon wegetacyjny w 1999 roku był z brakiem posuchy, co wynika z obliczonego współczynnika hydrotermicznego $K = 1,2$ (Bac i in., 1998). Warunki pogodowe w poszczególnych miesiącach były zróżnicowane, a współczynniki Sielianinowa w czasie wegetacji wynosiły od 0,3 do 2,9; silną posuchę zanotowano w miesiącu lipcu.

Sezon wegetacyjny 2000 roku, był mniej korzystny w porównaniu do poprzedniego. Według współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa, który wynosił 1,2, rok ten był z brakiem posuchy, jednakże rozkład opadów w poszczególnych miesiącach był bardzo zróżnicowany.

Sezon wegetacyjny 2001 roku był najmniej korzystny w stosunku do pozostałych lat badań. Był to rok z brakiem posuchy, o czym świadczy współczynnik hydrotermiczny $K = 1,0$. Warunki meteorologiczne w poszczególnych miesiącach były bardzo zróżnicowane, w kwietniu i we wrześniu zanotowano brak posuchy, natomiast w pozostałych miesiącach występowała w maju posucha, w czerwcu i lipcu słaba posucha, a w sierpniu silna posucha.

Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że warunki pogodowe panujące w latach badań 2002–2004 charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem. Z obliczonego współczynnika hydrotermicznego $K = 1,1$ wynika, że rok ten był ciepły, o dość korzystnym rozkładzie temperatur i o zróżnicowanych opadach, odznaczał się brakiem posuchy.

Tabela 1

Charakterystyka warunków pogodowych w okresie wegetacji ziemniaka
Characteristics of weather conditions in the period of potato vegetation

Miesiąc Month	Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa* Sielianinov's hydrothermic coefficient					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kwiecień — April	2,9	1,2	1,0	1,5	0,6	1,5
Maj — May	0,7	0,5	0,6	1,0	0,8	2,7
Czerwiec — June	2,0	0,3	0,7	1,2	0,5	1,1
Lipiec — July	0,3	2,6	0,8	1,5	0,4	0,9
Sierpień — August	1,3	0,7	0,4	2,1	0,1	1,1
Wrzesień — September	0,6	1,7	3,0	1,5	0,6	0,5
Średnio — Mean	1,2	1,2	1,0	1,1	0,4	1,2
Opady — Rainfall	362,5	349,7	321,2	310,1	132,5	320,9
Odchylenie opadów od średniej wieloletniej Rainfall deviation from multiyear average (1981–1995)	+18,8	+6,0	-22,5	-33,6	-211,2	-22,8
Temperatura powietrza — Air temperature (°C)	16,7	16,5	16,3	16,2	15,5	14,1
Odchylenie temperatur od średniej wieloletniej Temperature deviation multiyear average (1981–1995)	+2,7	+2,5	+2,3	+2,2	+1,5	+0,1

*Wartość współczynnika; Coefficient value (Bac i in., 1998)

do 0,5 silna posucha; strong drought

0,70–0,99 słaba posucha; weak drought

0,51–0,69 posucha; drought

≥1 brak posuchy; no drought

Sezon wegetacyjny w 2003 roku charakteryzował się silną posuchą (współczynnik hydrotermiczny $K = 0,4$). Warunki pogodowe panujące w tym sezonie nie sprzyjały prawidłowemu rozwojowi roślin, a tym samym uzyskaniu wysokich plonów ziemniaka.

W 2004 roku wartość współczynnika Sielianiowa wynosiła 1,2, więc był to sezon odznaczający się brakiem posuchy, ale opady były nierównomiernie rozłożone w poszczególnych miesiącach wegetacji.

WYNIKI BADAŃ

Analizując wyniki z pierwszej serii badań stwierdzono istotny wpływ stosowanych w doświadczeniu herbicydów na uszkodzenia roślin ziemniaka (tab. 2). Największe uszkodzenia roślin zaobserwowano po zastosowaniu mieszanki herbicydów: Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC.

Właściwości genetyczne badanych odmian istotnie różnicowały omawianą cechę. Najsilniejsze objawy zaobserwowano u odmiany Rywal — (średnio 2,9), a najmniejsze u odmiany Baszta — (średnio 2,6), (tab. 2).

Tabela 2

Uszkodzenia roślin ziemniaka powodowane przez herbicydy według skali EWRC 1–9 Damages to potato plants caused by herbicides (according to EWRC 1–9 scale)

Obiekty Objects	Lata — Year			Średnio Mean
	1999	2000	2001	
1. Obiekt kontrolny — Control	1,0	1,0	1,0	1,0
2. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC	3,2	2,7	2,6	2,9
3. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + adiuwant (adjuvant) Olbras 88 EC	3,2	2,6	2,6	2,8
Ania	3,2	2,9	2,4	2,8
Baszta	2,6	2,5	2,6	2,6
Rywal	3,2	2,7	2,9	2,9
Średnio Mean	2,7	2,4	2,3	—
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for: sposobów odchwaszczania - weed control methods = 0,3; odmian - cultivars = 0,1; lat - years = 0,1; interakcja - interaction: sposoby odchwaszczania × odmiany - weed control methods × cultivars = r.n – n.s; sposoby odchwaszczania × lata - weed control methods × years = 0,5; odmiany × lata – cultivars × years = 0,1				
Obiekty Objects	2002	2003	2004	Średnio Mean
Tradycyjna — traditional	2,7	3,1	2,8	2,9
Uproszczona — simplified	2,7	3,1	2,8	2,9
1. Obiekt kontrolny — Control	1,0	1,0	1,0	1,0
2. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	4,1	4,5	3,9	4,2
3. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	2,9	3,2	3,1	3,1
Średnio Mean	2,7	3,0	2,7	—
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for: systemów uprawy; tillage systems = r.n – n.s; sposobów odchwaszczania - weed control methods = 2,6; lat – years = r.n – n.s; interakcji - interaction: systemy uprawy × sposoby odchwaszczania - tillage system × weed control methods = r.n – n.s; systemy uprawy × lata - tillage systems × years = r.n – n.s; sposoby odchwaszczania × lata – weed control methods × years = r.n – n.s;				

Warunki pogodowe w latach badań istotnie różnicowały stopień uszkodzeń roślin ziemniaka. Najmniejsze symptomy uszkodzeń widoczne były w 2001 roku (tab. 2).

Powietrznie sucha masa chwastów przed zwarcie rzędów roślin ziemniaka i przed zbiorem bulw zależała istotnie od sposobów odchwaszczania, odmian i lat badań (tab. 3,

4). Istotne różnice zanotowano pomiędzy obiektem kontrolnym a pozostałymi sposobami odchwaszczania. Najniższą średnią wartość powietrznie suchej masy chwastów zarówno przed zwarem rzędów, jak i zbiorem bulw ziemniaka stwierdzono, w obiekcie 3. pielęgowanym do wschodów mechanicznie, a po wschodach opryskiwanym mieszkanką herbicydów Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + adiuwant Olbras 88 EC.

Tabela 3

Powietrznie sucha masa chwastów przed zwarem rzędów ziemniaka w g·m⁻²
Air-dry matter of weeds before closing of potato rows in g·m⁻²

Obiekty Objects	Lata — Years			Średnio Mean
	1999	2000	2001	
1. Obiekt kontrolny — Control	21,0	37,7	16,9	25,2
2. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC	3,4	5,9	1,5	3,6
3. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + adiuwant (adjuvant) Olbras 88 EC	1,4	5,0	1,5	2,7
Ania	11,7	13,9	8,0	11,2
Baszta	7,7	15,2	3,6	8,8
Rywał	6,1	11,0	3,4	6,8
Średnio Mean	8,5	16,2	5,8	—
NIR _{0,05} dla; LSD _{0,05} for: sposobów odchwaszczania - weed control methods = 2,3; odmian - cultivars = 1,3; lat - years = 1,2; interakcja - interaction: sposoby odchwaszczania × odmiany - weed control methods × cultivars = r.n - n.s; sposoby odchwaszczania × lata - weed control methods × years = 3,9; odmiany × lata - cultivars × years = 2,2				
Obiekty Objects	2002	2003	2004	Średnio Mean
Tradycyjna — traditional	3,9	2,1	22,4	9,5
Uproszczona — simplified	8,6	4,6	28,8	14,0
1. Obiekt kontrolny — Control	11,5	11,1	48,5	23,7
2. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	8,2	0,6	23,9	10,9
3. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	7,8	0,6	20,9	9,8
Średnio Mean	8,0	3,8	29,0	—
NIR _{0,05} dla; LSD _{0,05} for: systemów uprawy - tillage systems = 3,0; sposobów odchwaszczania - weed control methods = 4,6; lat - years = 4,6; interakcji - interaction: systemy uprawy × sposoby odchwaszczania - tillage systems × weed control methods = r.n - n.s; systemy uprawy × lata - tillage systems × years = r.n - n.s; sposoby odchwaszczania × lata - weed control methods × years = 8,0;				

Porównywane odmiany miały istotny wpływ na powietrznie suchą masę chwastów. Najbardziej zachwaszczona zarówno przed zwarem rzędów, jak i przed zbiorem bulw była odmiana Ania, która okazała się mało konkurencyjna w stosunku do chwastów ze względu na łodygowy pokrój krzaka. Najmniejszą wartość tej cechy zanotowano w przypadku odmiany Rywał, charakteryzującej się pokrojem liściowo-łodygowym krzaka.

Istotne różnice w powietrznie suchej masie chwastów zanotowano także między latami. Największą wartość powietrznie suchej masy chwastów oznaczonej przed zwarem rzędów zanotowano w 2000 roku natomiast przed zbiorem bulw w 1999 roku.

Tabela 4

Powietrznie sucha masa chwastów przed zbiorem bulw ziemniaka w g·m⁻²
Air-dry matter of weeds before harvest of tubers in g·m⁻²

Obiekty Objects	Lata — Years			Średnio Mean
	1999	2000	2001	
1. Obiekt kontrolny — Control	291,0	88,4	45,5	140,7
2. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC	12,8	13,1	8,8	11,6
3. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + adiuwant (adjuvant) Olbras 88 EC	9,8	12,7	7,1	9,9
Ania	88,5	23,1	19,3	41,6
Baszta	58,4	30,9	16,2	35,2
Rywal	47,2	23,7	9,1	26,7
Średnio Mean	83,6	31,9	17,6	—
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for: sposobów odchwaszczania - weed control methods = 6,2; odmian - cultivars = 5,1; lat - years 3,2; interakcja - interaction: sposoby odchwaszczania × odmiany - weed control methods × cultivars = r.n – n.s; sposoby odchwaszczania × lata - weed control methods × years = 8,4; odmiany × lata – cultivars × years = 8,9				
Obiekty Objects	2002	2003	2004	Średnio Mean
Tradycyjna — traditional	39,9	13,7	125,9	59,8
Uproszczona — simplified	42,8	20,4	146,6	69,9
1. Obiekt kontroln — Control	55,3	42,3	199,0	98,9
2. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	46,0	8,5	141,2	65,2
3. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	42,6	5,5	121,0	56,4
Średnio Mean	45,3	18,1	146,7	—
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for: systemów uprawy - tillage systems = r.n – n.s; sposobów odchwaszczania - weed control methods = 25,0; lat – years = 22,6; interakcji - interaction: systemy uprawy × sposoby odchwaszczania - tillage systems × weed control methods = r.n – n.s; systemy uprawy × lata - tillage systems × years = r.n – n.s; sposoby odchwaszczania × lata – weed control methods × years = r.n – n.s;				

Największy plon bulw frakcji handlowej zebrano z obiektu, na którym zastosowano mieszanekę herbicydów Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC z dodatkiem adiuwanta Olbras 88 EC, najmniejszy zaś na obiekcie kontrolnym (tab. 5). Największy plon bulw frakcji handlowej uzyskano uprawiając odmianę Rywal, a najmniejszy wytworzyła najbardziej zachwaszczona odmiana Ania.

Zmienne warunki meteorologiczne występujące w poszczególnych latach badań istotnie różnicowały tę cechę. Największy średni plon bulw o średnicy >40 mm zanotowano w 2000 roku, który charakteryzował się sprzyjającym wegetacji ziemniaka rozkładem opadów i temperatur, natomiast najmniejszy uzyskano w 2001 roku (tab. 5).

Na podstawie wyników badań pochodzących z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2002–2004, stwierdzono, że istotny wpływ na uszkodzenia roślin ziemniaka miały tylko sposoby odchwaszczania. Największe uszkodzenia roślin zaobserwowano po zastosowaniu mieszanki herbicydów: Barox 460 SL + graminicyd Fusilade Forte (tab. 2).

Systemy uprawy roli miały istotny wpływ na wartość powietrznie suchej masy chwastów, oznaczonej przed zwarciem rzędów. Była ona niższa na obiektach z uprawą tradycyjną średnio o 4,5 g·m⁻². Natomiast przed zbiorem bulw systemy uprawy roli nie różnicowały istotnie omawianej cechy (tab. 3, 4). Istotny wpływ na wartość badanej cechy

miały również sposoby odchwaszczania. Istotne różnice odnotowano, zarówno przed zwarcie rzędów jak i zbiorem bulw ziemniaka. Najniższą suchą masę chwastów odnotowano w obiekcie na którym do wschodów stosowano pielęgnację mechaniczną, a po wschodach mieszankę herbicydów z dodatkiem adiuwanta (tab. 3 i 4).

Istotne różnice w suchej masie chwastów zanotowano również między w latami badań. Największą średnią suchą masę chwastów zarówno przed zwarcie rzędów jak i zbiorem bulw ziemniaka odnotowano w 2004 roku, który charakteryzował się brakiem posuchy natomiast najmniejszą wartość omawianej cechy uzyskano w roku 2003. Był to rok cechujący się silną posuchą, a największa wystąpiła w lipcu i sierpniu.

Uzyskane wyniki badań dowiodły, iż plon bulw frakcji handlowej ziemniaka był wyższy w tradycyjnym systemie uprawy. Sposoby odchwaszczania istotnie modyfikowały wartość badanej cechy (tab. 5). Największy plon bulw frakcji handlowej zebrano z obiektu, na którym wystąpiło najniższe zachwaszczenie w wyniku stosowania mieszanki herbicydów: Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant Atpolan 80 EC. Średni plon na tym (tab. 5).

Tabela 5

Plon bulw frakcji handlowej w t·ha⁻¹
The yield of trade fraction tubers in t·ha⁻¹

Obiekty Objects	Lata — Years			Średnio Mean
	1999	2000	2001	
1. Obiekt kontrolny — Control	27,5	33,4	22,7	27,9
2. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC	38,5	45,6	30,6	38,2
3. Sencor 70 WG + Fusilade Super 125 EC + adiuwant (adjuvant) Olbras 88 EC	41,4	47,6	32,2	40,4
Ania	24,6	42,5	23,2	30,1
Baszta	29,9	36,9	27,4	31,4
Rywał	49,0	45,8	32,8	42,5
Średnio Mean	35,2	41,9	28,1	—
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for: sposobów odchwaszczania - weed control methods = 0,3; odmian - cultivars = 0,1; lat - years = 0,1; interakcja - interaction: sposoby odchwaszczania × odmiany - weed control methods × cultivars = r.n – n.s; sposoby odchwaszczania × lata - weed control methods × years = 0,5; odmiany × lata – cultivars × years = 0,1;				
Obiekty Objects	2002	2003	2004	Średnio Mean
Tradycyjna — traditional	36,4	20,4	30,3	29,0
Uproszczona — simplified	33,7	19,1	23,4	25,4
1. Obiekt kontrolny — Control	31,3	15,6	21,4	22,8
2. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	33,5	21,3	27,3	27,4
3. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	33,7	23,6	28,3	28,5
Średnio Mean	33,7	20,0	26,1	—
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for: systemów uprawy - tillage systems = 0,3; sposobów odchwaszczania - weed control methods = 1,7; lat – years = 0,4; interakcji - interaction: sposoby uprawy × systemy odchwaszczania - tillage system × weed control methods = r.n – n.s; systemy uprawy × lata - tillage systems × years = 0,5; sposoby odchwaszczania × lata – weed control methods × years = 3,0;				

Istotny wpływ na plon bulw frakcji handlowej miały warunki atmosferyczne w latach badań. Największy plon bulw frakcji handlowej zebrano w 2002 roku, charakteryzującym

się korzystnym przebiegiem pogody zarówno w początkowym okresie wzrostu ziemniaka, jak również w okresie zawiązywania bulw, najmniejszy zaś w 2002 roku

DYSKUSJA

Zastosowane herbicydy powodowały fitotoksyczne uszkodzenia roślin ziemniaka, które w miarę upływu czasu stopniowo zanikały. Podobne wyniki badań otrzymali Ceglarek i Zarzecka (1992) oraz Urbanowicz (2006). Stwierdzili, że herbicydy wywoływały uszkodzenia rośliny uprawnej, ale były one przemijające. Natomiast odmiennego zdania są Choroszewski (1994) oraz Dvořák i Remešová (2002), którzy stwierdzili, że uszkodzenia herbicydowe powodują obniżkę plonu i zdrobnienie bulw.

Zachwaszczenie oznaczone w pierwszym i drugim terminie pozwoliło na właściwe porównanie wszystkich sposobów pielęgnacji oraz wykazanie najlepszych wariantów ograniczania powietrznie suchej masy chwastów. W przeprowadzonych badaniach najbardziej efektywnymi w ograniczaniu zachwaszczenia zarówno, w pierwszej jak i drugiej serii badań okazał się, warianty: 2., gdzie zastosowano mieszanki herbicydów: Sencor 70 WG + Fusilade Forte 150 EC (seria pierwsza); Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC (seria druga) i wariant 3., gdzie zastosowano mieszanki herbicydów z dodatkiem adiutanta: Sencor 70 WG + Fusilade Forte 150 EC + Olbras 88 EC (seria pierwsza); Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + Atpolan 80EC (seria druga), wyniki te znalazły potwierdzenie w badaniach Adamczewskiego (2000), Gruczka (1997), Roli i Roli (1996) oraz Zarzeckiej i wsp. (2002), którzy dowiedli, że mieszanki herbicydowe są bardziej skuteczne, niż stosowanie pojedynczych herbicydów.

Wyniki badań własnych dowiodły również, że ograniczanie zachwaszczenia z użyciem mieszanek herbicydów jest mniej zależne od przebiegu pogody w czasie wegetacji, co znalazło potwierdzenie we wcześniejszych badaniach Gugąły i Zarzeckiej (2008). Zdaniem Włodarczyk i wsp. (2008) oraz Praczyka i wsp. (2008) stosowanie adiuwantów z herbicydami może zwiększać aktywności herbicydów, ich stabilność w okresie gdy warunki meteorologiczne nie sprzyjają ich działaniu oraz wpływać na proces degradacji substancji aktywnych w glebie.

Ponadto otrzymane wyniki z przeprowadzonych badań pozwalają na zmniejszenie dawek herbicydów nawet o 25% nie obniżając ich skuteczności chwastobójczej, co z kolei pozwala obniżyć koszty i zmniejszyć presję na środowisko naturalne.

Na wielkość zachwaszczenia i plonowania ziemniaka istotny wpływ miały zarówno systemy uprawy roli jak i uprawiane odmiany. Większe zachwaszczenie przed zwarciem rzędów i przed zbiorem bulw odnotowano w obiektach, gdzie zastosowano uprawę uproszczoną natomiast większy plon bulw frakcji handlowej uzyskano w obiektach z systemem uprawy tradycyjnej. Podobne wyniki uzyskali w swoich badaniach Gawęda (2008) oraz Kraska i wsp. (2006). Ponadto (Bolińska i Gleń, 2003; Duer i Jończyk 1998; Głuska, 1994; Pytlarz-Kozicka, 2002; Zarzecka, 1997, 2002) wykazali, że zarówno sposoby uprawy, sposoby odchwaszczania, odmiany oraz warunki pogodowe są czynnikami decydującymi o wielkości plonu ziemniaka.

WNIOSKI

1. Zastosowanie w odchwaszczaniu plantacji ziemniaka adiuwantów wpływa korzystnie na ograniczenie zachwaszczenia, jednocześnie powodując wzrost plonu bulw frakcji handlowej.
2. Wykorzystanie w praktyce substancji wspomagających Olbras 88 EC i Atpolan 80 EC może zwiększyć skuteczność herbicydów stosowanych w zwalczaniu zachwaszczenia w uprawie ziemniaka.
3. Stosowane w doświadczeniu herbicydy i ich mieszanki z adiuwantem wywołały uszkodzenia roślin ziemniaka i były zależne w istotny sposób od uprawianych odmian.

LITERATURA

- Adamczewski K. 2000. Rozwój metod zwalczania i perspektywy ograniczania chwastów. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin 40 (1): 101 — 110.
- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. Wyd. PWN, Warszawa: 274.
- Bolińska E., Głęb K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilisation and tillage method. EJPAU, Agronomy, 6, 1: 1 — 8, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume6/issue1/agronomy>.
- Ceglarek F., Zarzecka K. 1992. Wpływ herbicydu Racer na niektóre elementy składu chemicznego i cechy konsumpcyjne dwóch odmian ziemniaka uprawianych w rejonie Siedlec. Zesz. Nauk. WSRP w Siedlcach, Rol. 31: 97 — 105.
- Choroszewski P. 1994. Fitotoksyczne działanie herbicydów na rośliny ziemniaka. Ochr. Rośl. 7: 11 — 12.
- Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. Fragm. Agron. 1: 85 — 95.
- Gawęda D. 2008. Plonowanie ziemniaka w warunkach zróżnicowanej uprawy roli. Acta Agroph. 11 (3), 623 — 632.
- Głuska A. 1994. Wpływ ilości i rozkładu opadów w głównych miesiącach wegetacji (IV — IX) na plon ziemniaka w zależności od terminu sadzenia i wczesności odmiany. Biul. Inst. Ziemn. 44: 65 — 81.
- Gójski B. 1989. Wpływ sposobów pielęgnacji na różnych kompleksach glebowych na plon i zachwaszczenie ziemniaka. Zesz. Nauk. WSRP Siedlce, Rol. 20: 245 — 253.
- Gruzek T. 1997. Integrowana produkcja ziemniaka. W: Produkcja ziemniaka. Wyd. IHAR, Bonin: 114 — 124.
- Gugala M., Zarzecka K. 2008. Skuteczność chwastobójcza herbicydów w zależności od sposobu uprawy roli i pielęgnacji ziemniaka. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin Vol., 48 (1): 264 — 267.
- Huzar E. 2008. Stosowanie herbicydów z adiuwantami – możliwość zmniejszenia emisji lotnych związków do atmosfery. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin Vol., 48 (2): 612 — 616.
- Kraska P., Pałys E., Kuraszkiewicz R. 2006. Zachwaszczenie łanu ziemniaka w zależności od systemu uprawy, poziomu nawożenia mineralnego i intensywności ochrony. Acta Agroph. 8 (2): 423 — 433.
- Praczyk T., Adamczewski K. 1996. Znaczenie adiuwantów w ochronie roślin. Prog. in Plant Protection/ Post. w Ochr. Roślin, 36 (1): 117 — 121.
- Praczyk T., Bączkowska E., Balcer G., Kulczyński J., Dorna J. 2008. Nowy adiuwant wspomagający aktywność niektórych herbicydów i fungicydów. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin Vol., 48 (4): 646 — 652.
- Pytlarz-Kozicka M. 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 489: 147 — 155.
- Rola J., Rola H. 1996. Problemy zwalczania chwastów we współczesnym rolnictwie. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol., 290: 153 — 162.

- Rymaszewski J., Sobiech S., Więckowski A. 1996. Przydatność herbicydów i ich mieszanek do przed i powoschodowego zwalczania chwastów w ziemniakach. Prog. in Plant Protection / Post. w Ochr. Roślin, 36 (2): 314 — 316.
- Urbanowicz J. 2006. Wrażliwość odmian ziemniaka na metrybuzynę stosowaną po wschodach. Mat. IV Konf. Nauk. nt. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”. Szklarska Poręba, 8–11 maja: 49 — 50.
- Włodarczyk M., Wybieralski J., Praczyk T. 2008. Wpływ adiutantów na trwałość flufenacetu w glebie lekkiej w warunkach polowych. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin Vol. 48 (4): 1271 — 1275.
- Zarzecka K. 1997. Wpływ pielęgnacji na zachwaszczenie, wysokość i jakość plonu bulw ziemniaka. Rozpór. Hab. 49, WSRP Siedlce: 1 — 82.
- Zarzecka K. 2002. Ocena różnych sposobów odchwaszczania ziemniaka. Cz. I. Zachwaszczenie i plonowanie. Rocz. Nauk Rol. 116 ser. A 1–4: 177 — 191.
- Zarzecka K., Gugąła M., Gąsiorowska B. 2002. Wpływ adiuwanta na zwiększenie skuteczności chwastobójczej herbicydów stosowanych w uprawie ziemniaka. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin Vol. 42 (2): 610 — 612.

MAREK GUGAŁA**KRYSTYNA ZARZECKA**Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Podlaska, Siedlce

Zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka w zależności od sposobów pielęgnacji

The weed infestation and yielding of potato depending on the method of weed control

Wyniki badań pochodzą z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2005–2007. Doświadczenie założono w układzie split-plot jako dwuczynnikowe. Czynnikiem I — rzędu były dwie odmiany ziemniaka: Irga i Balbina, II — rzędu cztery sposoby pielęgnacji: 1. pielęgnacja mechaniczna — obiekt kontrolny, 2. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami herbicyd Plateen 41,5 WG ($2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), 3. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. 1-krotne obredlanie i do 10 dni po posadzeniu bulw ziemniaka opryskiwanie herbicydem Racer 250 EC ($3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$), 4. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami herbicyd Sencor 70 WG ($1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Celem badań było określenie wpływu czterech sposobów pielęgnacji ziemniaka na ograniczenie zachwaszczenia i plonowanie dwóch odmian ziemniaka jadalnego. Świeża masa chwastów oznaczona przed zwarciem rzędów jak i przed zbiorem bulw ziemniaka zależała istotnie od sposobów pielęgnacji i warunków wegetacji w latach badań. Najmniejszą świeżą masę chwastów na jednostce powierzchni oznaczoną przed zwarciem rzędów, jak i przed zbiorem bulw ziemniaka, stwierdzono na obiekcie, na którym zastosowano przedwschodowo herbicyd Sencor 70 WG. Na zachwaszczenie plantacji nie miały istotnego wpływu uprawiane odmiany. Obliczenia statystyczne wykazały istotny wpływ odmian, sposobów pielęgnacji oraz warunków pogodowych występujących w latach badań na plonowanie ziemniaka.

Słowa kluczowe: odmiany, plon ogólny, sposoby pielęgnacji, świeża masa chwastów

The field experiment was carried out in 2005–2007. It was set up in a split blocks design. The effects of two factors were evaluated: I — two potato cultivars (Irga and Balbina), II — four methods of weed control: 1. mechanical weed control alone as a control object, 2. combined mechanical and chemical weed control, including ridging and harrowing before potato emergence and treatment with herbicide Plateen 41,4 WG at a dose of $2.0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ immediately before the emergence of potato plants, 3. combined mechanical and chemical weed control, comprising single ridging and treatment with herbicide Racer 250 EC applied at a dose of $3.0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ up to 10 days after planting of potato tubers, 4. combined mechanical and chemical weed control, including ridging and harrowing in the period prior to potato emergence, and treatment with herbicide Sencor 70 WG, dosed $1.0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, immediately before the potato emergence. The work was aimed to evaluate the effectiveness of the methods applied to reduce potato crop infestation with weeds and to assess their effects on yielding of two cultivars of

table potato. Fresh mass of weeds was determined twice, before closing of potato rows and before harvest of tubers. It significantly depended on the method of weed control and on the weather conditions during the vegetation seasons. The lowest fresh mass of weeds at both dates of evaluation was recorded with potato plots in which the herbicide Sencor 70 WG had been applied. No significant effects of the main crop, i.e. potato cultivars, on the rate of crop infestation with weeds was found. Statistical analysis showed that yield of potato tubers strongly depended on the cultivar, weed control method applied and the weather conditions in the vegetation periods.

Key words: cultivars, fresh mass of weeds, potato, total yield, weed control methods

WSTĘP

Zdaniem wielu autorów (Kraska i Pałys, 2002; Szymankiewicz i in., 2002; Zarzecka, 2002 a) zachwaszczenie upraw ziemniaka powodują uproszczenia w zmianowaniu roślin, które wiążą się z coraz większym udziałem zbóż w strukturze zasiewów i wydłużeniem ich okresu wegetacji, ze względu na zbiór kombajnowy, nawożenie obornikiem oraz ograniczanie i niestaranne wykonywanie pielęgnacyjnych zabiegów mechanicznych i chemicznych.

Badania Gruczek (2001), Hoffman-Kąkol (1990) oraz Pałysa (1994) dowiodły, że o plonowaniu ziemniaka w dużym stopniu decyduje zachwaszczenie, a znaczącą rolę odgrywa liczebność, masa chwastów i ich skład gatunkowy. W związku z tym podjęto próbę określenia wpływu czterech sposobów pielęgnacji ziemniaka na ograniczenie świeżej masy chwastów i plonowanie dwóch odmian ziemniaka jadalnego.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki badań pochodzą z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2005–2007. Doświadczenie dwuczynnikowe założono w układzie zależnym, split-plot, gdzie:

czynnik I rzędu — dwie odmiany ziemniaka: Irga i Balbina, czynnik II rzędu — cztery sposoby pielęgnacji:

- 1. pielęgnacja mechaniczna — obiekt kontrolny,
- 2. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed zastosowaniem wschodami herbicyd Plateen 41,5 WG w ilości $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- 3. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. 1. krotne obredlanie i do 10 dni po zasadzeniu bulw ziemniaka opryskiwanie herbicydem Racer 250 EC w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- 4. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami — herbicyd Sencor 70 WG w ilości $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Analizę zachwaszczenia poletek wykonano metodą ilościowo wagową w dwóch terminach: przed zwarciem rzędów i pod koniec wegetacji ziemniaka (1–2 tygodnie przed zbiorem bulw). Obserwacje przeprowadzono na powierzchni $0,5 \text{ m}^2$ określonej przez ramkę o wymiarach $33,4 \times 150 \text{ cm}$. Ramkę rzucano losowo w trzy miejsca każdego poletka, na ukos przez redliny, w próbach chwastów określono świeżą masę chwastów. Po zbiorze oznaczono plon bulw, który wyliczono na podstawie masy bulw zebranych z poletka o powierzchni 15 m^2 , dodając masę wcześniej pobranych prób.

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” Fischera-Snedecora, a ocenę istotności różnic przy poziomie istotności $p = 0,05$ pomiędzy porównywanymi średnimi za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya (Trętowski i Wójcik, 1988).

Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że warunki meteorologiczne w latach badań, charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem. W okresie wegetacji 2005 roku suma opadów wynosiła 268,8 mm i była mniejsza o 74,9 mm, w porównaniu ze średnią sumą opadów z wielolecia. Rozkład opadów był zróżnicowany. Najwięcej zanotowano ich w lipcu (86,5 mm). Najsuchszym miesiącem był wrzesień. Średnia temperatura w okresie wegetacji wynosiła 15,0°C i była wyższa o 1,0°C w porównaniu do średniej z wielolecia. Analizując przebieg warunków atmosferycznych w 2006 roku stwierdzono, iż charakteryzował się on opadami większymi o 14,9 mm, w porównaniu ze średnią z piętnastolecia. Opady były nierównomiernie rozłożone w poszczególnych miesiącach wegetacji roślin. Najwięcej opadów było w sierpniu, a największy ich niedobór wystąpił w czerwcu i we wrześniu. Średnia temperatura powietrza w omawianym okresie wegetacji była większa o 1,8°C od średniej z okresu wieloletniego. W roku 2007 suma opadów wynosiła 308,2 mm i była mniejsza o 35,5 mm w porównaniu ze średnią sumą opadów z wielolecia. Warunki meteorologiczne w poszczególnych miesiącach były zróżnicowane, a współczynniki Sielianinowa w czasie wegetacji wahały się od 0,53 do 1,72. Najsuchsze były kwiecień i sierpień (tab. 1).

Tabela 1

**Charakterystyka warunków meteorologicznych w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2005–2007
(Stacja Meteorologiczna Zawady)**
**Characteristics of weather conditions in potato vegetation period in the years 2005–2007 (Zawady
Meteorological Station)**

Lata — Years	Miesiące — Months						IV — IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
	Opady — Rainfalls (mm)						Suma — Sum
2005	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	15,8	268,8
2006	29,8	39,6	24,0	16,2	228,1	20,9	358,6
2007	21,2	59,1	59,0	70,2	31,1	67,6	308,2
Średnia suma z wielolecia Mean sum in multiyear (1981-1995)	52,3	50,0	68,2	45,7	66,8	60,7	343,7
	Temperatura powietrza — Air temperature (°C)						Średnia — Mean
2005	8,7	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0	15,0
2006	8,4	13,6	17,2	22,3	18,0	15,4	15,8
2007	8,6	14,6	18,2	18,9	18,9	13,1	15,4
Średnia z wielolecia Mean for multiyear (1981-1995)	7,7	10,0	16,1	19,3	18,0	13,0	14,0
	Współczynnik hydrotermiczny Szelianinowa — Szelianinov's hydrothermic coefficients*						Średnia — Mean
2005	0,47	1,60	0,92	1,51	0,84	0,35	1,00
2006	1,18	0,99	0,47	0,24	4,18	0,45	1,26
2007	0,82	1,37	1,08	1,23	0,53	1,72	1,10

*Wartość współczynnika Szelianinowa; Value of Szelianinov's coefficient (Bac i in., 1998)

< 0,5 silna posucha; strong drought

0,51–0,69 posucha; drought

0,70–0,99 słaba posucha; weak drought

≥ 1 brak posuchy; no drought

WYNIKI I DYSKUSJA

Świeża masa chwastów, oznaczona przed zwarciem rzędów jak i przed zbiorem bulw ziemniaka, zależała istotnie od sposobów pielęgnacji i warunków meteorologicznych w latach badań (tab. 2 i 3).

Tabela 2

Świeża masa chwastów oznaczona przed zwarciem rzędów ziemniaka w g·m⁻²
Fresh mass of weeds before closing of potato rows in g·m⁻²

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. obiekt kontrolny — control	78,3	122,3	100,0	100,2
	2. Platen 41,5 WG	50,3	21,7	36,0	36,0
	3. Racer 250 EC	53,7	92,0	83,3	76,3
	4. Sencor 70 WG	28,2	16,0	16,7	20,3
	średnio — mean	52,6	63,0	59,0	58,2
Balbina	1. obiekt kontrolny — control	89,3	112,7	90,0	97,3
	2. Platen 41,5 WG	59,0	19,7	34,3	37,7
	3. Racer 250 EC	62,0	82,3	71,7	72,0
	4. Sencor 70 WG	28,7	12,3	10,3	17,1
	Średnio — Mean	59,8	56,8	51,6	56,0
Średnio Mean	1. obiekt kontrolny — control	83,8	117,5	95,0	98,8
	2. Platen 41,5 WG	54,7	20,7	35,2	36,9
	3. Racer 250 EC	57,9	87,2	77,5	74,2
	4. Sencor 70 WG	28,5	14,2	13,5	18,7
Średnio dla lat — Mean for years		56,2	59,9	55,3	—

NIR; LSD_{0,05} dla; for: lat — years — 2,1 ; odmian — cultivars — r.n; n.s; sposobów pielęgnacji — weed control methods — 12,3; interakcja - interaction: sposoby odchwaszczania × odmiany - weed control methods × cultivars = r.n — n.s; sposoby odchwaszczania × lata - weed control methods × years = r.n — n.s; odmiany × lata — cultivars × years = r.n — n.s

Odpowiednio dobrane herbicydy zapewniają prawie całkowite zniszczenie gatunków chwastów występujących w łanie ziemniaka, są selektywne dla rośliny chronionej (Giebel i in., 1992). Ponadto umiejętne dobranie herbicydów pozwala na utrzymanie plantacji wolnej od chwastów często przez cały okres wegetacji (zachwaszczenie pierwotne i wtórne; Woźnica i in., 1996). Przeprowadzone badania własne dowiodły, że sposoby pielęgnacji istotnie modyfikowały wartość świeżej masy chwastów. Mniejszą świeżą masę chwastów na jednostce powierzchni oznaczoną przed zwarciem rzędów, jak i przed zbiorem bulw ziemniaka, odnotowano w obiekcie, na którym zastosowano herbicyd Sencor 70 WG i wynosiła ona średnio 18,7 g·m⁻² i 107,7 g·m⁻², w porównaniu z obiektem kontrolnym, gdzie świeża masa chwastów była wyższa odpowiednio o 528,3% i 466,5%. Na zachwaszczenie plantacji nie miały istotnego wpływu uprawiane odmiany jednakże obserwowano tendencję do większego zachwaszczania odmiany Irga.

Przebieg pogody w latach badań miał istotny wpływ na wartość badanej cechy. Największe zachwaszczenie przed zwarciem rzędów ziemniaka odnotowano w 2006 roku (tab. 2), natomiast przed zbiorem bulw w 2005 roku (tab. 3). Uzyskane wyniki znalazły potwierdzenie w badaniach Badowskiego (2004) oraz Gugąły i Zarzeckiej (2008). Obliczenia statystyczne wykazały istotny wpływ odmian, sposobów pielęgnacji oraz

warunków pogodowych występujących w latach badań na plonowanie ziemniaka (tab. 4). Wyższe plony uzyskano uprawiając wczesną odmianę Balbina niż średnio wczesną Irgę.

Tabela 3

Świeża masa chwastów oznaczona przed zbiorem bulw ziemniaka w g·m⁻²
Fresh mass of weeds before harvest of tubers in g·m⁻²

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. obiekt kontrolny — control	512,0	483,6	693,3	563,0
	2. Platen 41,5 WG	268,3	177,6	37,0	161,0
	3. Racer 250 EC	375,0	389,0	176,7	313,6
	4. Sencor 70 WG	227,0	90,3	19,7	112,3
	średnio — mean	345,6	285,1	231,7	287,5
Balbina	1. obiekt kontrolny — control	521,0	130,0	675,0	442,0
	2. Platen 41,5 WG	316,7	28,7	30,0	125,1
	3. Racer 250 EC	377,0	92,6	153,3	207,6
	4. Sencor 70 WG	262,7	27,0	19,3	103,0
	średnio — Mean	369,4	69,6	219,4	219,4
Średnio Mean	1. obiekt kontrolny — control	516,5	306,8	684,2	502,5
	2. Platen 41,5 WG	292,5	103,2	33,5	143,1
	3. Racer 250 EC	376,0	240,8	165,0	260,6
	4. Sencor 70 WG ¹	244,9	58,7	19,5	107,7
Średnio dla lat — Mean for years		357,5	177,4	225,6	—

NIR; LSD_{0.05} dla; for: lat – years – 3,4 ; odmian – cultivars – r.n; n.s; sposobów pielęgnacji – weed control methods – 17,6; interakcja - interaction: sposoby odchwaszczania × odmiany - weed control methods × cultivars = r.n – n.s; sposoby odchwaszczania × lata - weed control methods × years = r.n – n.s; odmiany × lata – cultivars × years = r.n – n.s

Tabela 4

Plon ogólny bulw w t·ha⁻¹
Total yield of tubers in t·ha⁻¹

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. obiekt kontrolny — control	17,8	17,8	23,4	19,7
	2. Platen 41,5 WG	20,9	20,7	41,6	27,7
	3. Racer 250 EC	18,4	19,6	31,5	23,2
	4. Sencor 70 WG	26,1	22,9	44,6	31,2
	średnio — average	20,8	20,3	35,3	25,5
Balbina	1. obiekt kontrolny — control	21,9	22,3	28,8	24,3
	2. Platen 41,5 WG	28,2	24,6	45,1	32,6
	3. Racer 250 EC	23,6	22,6	32,0	26,1
	4. Sencor 70 WG	28,5	32,5	48,4	36,5
	średnio — average	25,5	25,5	38,6	29,9
Średnio Mean	1. obiekt kontrolny — control	19,8	20,1	26,1	22,0
	2. Platen 41,5 WG	24,5	22,6	43,3	30,2
	3. Racer 250 EC	21,0	21,1	31,8	24,6
	4. Sencor 70 WG	27,3	27,7	46,5	33,8
Średnio dla lat — Average for years		23,2	22,9	36,9	—

NIR; LSD_{0.05} dla; for: lat – years – 3,2 ; odmian – cultivars – 1,3; sposobów pielęgnacji – weed control methods – 6,8; interakcja - interaction: sposoby odchwaszczania × odmiany - weed control methods × cultivars = r.n – n.s; sposoby odchwaszczania × lata - weed control methods × years = r.n – n.s; odmiany × lata – cultivars × years = r.n – n.s

Uzyskanie wysokiego plonu było możliwe dzięki zastosowaniu kompleksowej ochrony przed chwastami. Sposoby pielęgnacji w istotny sposób różnicowały plon ogólny bulw ziemniaka. Najwyższy plon uzyskano na obiekcie, na którym zastosowano herbicyd Sencor 70 WG w dawce $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a najniższy na obiekcie kontrolnym. Zbliżone wyniki uzyskał w swoich badaniach Urbanowicz (2008), który stosując Flumioksazin 50 WP i Sencor 70 WG uzyskał najwyższe plony na obiektach chronionych, jednakże nie różniące się między sobą, natomiast istotne różnice odnotował w stosunku do plonu uzyskanego z obiektu kontrolnego. Ponadto badania Pałysa (1994), Pytlarz-Kozickiej (2002) oraz Zarzeckiej (2002 b) potwierdziły, że zachwaszczenie jest jednym z czynników, który w znacznym stopniu decyduje o wielkości i jakości plonu ziemniaka.

Plonowanie bulw ziemniaka było istotnie zróżnicowane w poszczególnych latach trwania doświadczenia. Największy średni plon ($36,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) uzyskano w 2007. roku, charakteryzującym się korzystnym rozkładem opadów i temperatur podczas wegetacji a zwłaszcza w miesiącach letnich. Najmniejszy plon (średnio $22,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) zebrano w 2006. roku, w którym warunki pogodowe podczas wegetacji ziemniaka były bardzo zróżnicowane, zarówno pod względem wilgotnościowym, jak i termicznym, co znalazło potwierdzenie w badaniach Kalbarczyka (1999), jego zdaniem ziemniaki reagują spadkiem plonu zarówno przy braku jak i nadmiarze uwilgotnienia gleby w czasie wegetacji. Również o dużym oddziaływaniu warunków klimatycznych na wielkość plonu bulw donoszą w swoich badaniach Gawęda (2008) oraz Zarzecka (1997).

WNIOSKI

1. Spośród badanych sposobów pielęgnacji ziemniaka najwyższą efektywnością w ograniczaniu świeżej masy chwastów zarówno przed zwarciem rzędów, jak i przed zbiorem bulw, odznaczała się pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, (tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem), połączona ze stosowaniem przed wschodami herbicydu Sencor 70 WG w dawce $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.
2. Najwyższy plony ogólny uzyskano w obiekcie, na którym zastosowano pielęgnację mechaniczną do wschodów, a tuż przed wschodami herbicyd Sencor 70 WG.
3. Istotny wpływ na omawiane w doświadczeniu cechy wywarły zarówno uprawiane odmiany ziemniaka, jak również warunki meteorologiczne panujące w poszczególnych sezonach wegetacji ziemniaka.

LITERATURA

- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. Wyd. PWN, Warszawa: 274.
- Badowski M. 2004. Stan i stopień zachwaszczenia upraw ziemniaka przez chwasty segetalne w południowo-zachodniej Polsce. Mat. Konf. Nauk. nt. „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Kołobrzeg 4–5 marca: 41 — 44.
- Gawęda D. 2008. Plonowanie ziemniaka w warunkach zróżnicowanej uprawy roli. Acta Agroph., 11 (3): 623 — 632.
- Giebel J., Wnękowski S., Słomińska R., Dziedzic M. 1992. Effect of Sencor (metribuzin) on the inoculum activity of potato gangrene (*Phoma exigua* var. *foveata*). Mat. 32. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, Cz. II.: 28 — 32.

- Gruczek T. 2001. Efektywne sposoby walki z chwastami i ich wpływ na jakość bulw ziemniaka. *Biul. IHAR* 217: 221 — 231.
- Gugąła M., Zarzecka K. 2008. Wpływ sposobów odchwaszczania na plonowanie dwóch odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 530: 143 — 149.
- Hoffman-Kąkol I. 1990. Plonowanie ziemniaka w zależności od pozostawiania chwastów w łanie. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rol.* 141: 49 — 63.
- Kalbarczyk R. 1999. Wpływ czynników agrometeorologicznych na plonowanie ziemniaka w województwie lubelskim. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie* 202, *Agricultura* 79: 91 — 98.
- Kraska P., Pałys E. 2002 a. Wpływ systemów uprawy roli oraz nawożenia i ochrony roślin na zachwaszczenie ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Annales UMCS, E – 57 (3)*: 27 — 39.
- Pałys E. 1994. Możliwości zwiększania plonów ziemniaka na rędzinie poprzez opanowanie problemu zachwaszczenia. *Sesja Nauk. nt. Makroproblemy produkcji ziemniaka w Polsce w okresie przemian organizacyjno – ekonomicznych. Jadwisin, 6–7 lipca*: 36 — 39.
- Pytłarz-Kozicka M. 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 147 — 155.
- Szymankiewicz K., Jankowska D., Deryło S., Gawęda D. 2002. Kształtowanie się zachwaszczenia ziemniaka w płodozmianie i monokulturze w warunkach zróżnicowanej uprawy roli. *Pam. Puł.* 130: 719 — 729.
- Trętowski J., Wójcik R. 1988. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Wyd. WSRP Siedlce: 1 — 500.
- Urbanowicz J. 2008. Ocena chwastobójczego działania herbicydu Flumioksazin 50 WP w uprawie ziemniaka. *Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin* 48 (2): 691 — 694.
- Woźnica Z., Adamczewski K., Frank A., Manthey F. A. 1996. Biotypy chwastów odpornych na herbicydy. *Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin* 36 (1): 96 — 101.
- Zarzecka K. 1997. Wpływ pielęgnacji na zachwaszczenie, wysokość i jakość plonu, *Rozpór. Hab.* 49, *Wyd. WSRP w Siedlcach*: 1 — 82.
- Zarzecka K. 2002 a. Ocena różnych sposobów odchwaszczania ziemniaka. *Cz. I. Zachwaszczenie i plonowanie. Rocz. Nauk Roln.*, 116 — A — 1 — (4): 177 — 191.
- Zarzecka K. 2002 b. Zmiany składu gatunkowego i liczby chwastów w uprawie ziemniaka pod wpływem zróżnicowanej pielęgnacji. *Acta Agrobot.* 56, (2): 209 — 220.

KRYSTYNA ZARZECKA¹**ALICJA BARANOWSKA**²**MAREK GUGAŁA**¹¹ Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Podlaska, Siedlce² Państwowa Szkoła Wyższa w Białej Podlaskiej, Instytut Rolnictwa

Efektywność odchwaszczania ziemniaka w warunkach tradycyjnego i uproszczonego systemu uprawy roli

The effectiveness of weed control in potato crops under conditions of traditional and simplified soil tillage systems

Doświadczenie polowe przeprowadzono w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady, należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Badanymi czynnikami były dwa systemy uprawy roli (tradycyjna i uproszczona) i siedem sposobów odchwaszczania łanów ziemniaka z użyciem herbicydów. Celem badań było określenie wpływu sposobów uprawy roli i zabiegów pielęgnacyjnych z zastosowaniem herbicydów na zniszczenie chwastów w łanie ziemniaka. Liczbę chwastów zarówno na początku wegetacji ziemniaka, jak i przed zbiorem bulw różnicowały systemy uprawy, sposoby odchwaszczania i warunki pogodowe w latach badań. Większą skuteczność chwastobójczą zabiegów mechaniczno-chemicznych uzyskano w obiektach z uprawą uproszczoną stosując mieszaniny herbicydów oraz mieszaniny herbicydów z dodatkiem adiuwanta. Wyniki analizy statystycznej nie wykazały istotnego wpływu systemów uprawy roli i sposobów odchwaszczania na wysokość roślin ziemniaka. Plon handlowy bulw ziemniaka istotnie różnicowały systemy uprawy, sposoby odchwaszczania i warunki pogodowe panujące w latach badań.

Słowa kluczowe: plon, systemy uprawy, sposoby odchwaszczania, ziemniak, zachwaszczenie

The field experiment was conducted at the Agricultural Experimental Station Zawady, belonging to the University of Podlasie in Siedlce. The experimental factors were two tillage systems (traditional and simplified) and seven methods of weed control by herbicides. The investigations were aimed to evaluate the effects of different tillage systems and different herbicide combinations on elimination of weeds in potato crop. The number of weeds both at the beginning of potato vegetation and just before tubers harvest was found to depend on the tillage system, weed control method and weather conditions in the vegetation periods. The higher effectiveness of mechanical and chemical reducing of weed infestation was reached in the plots in which a simplified tillage and mixtures of herbicides, including those with an addition of adjuvant, were applied. No statistically significant effects of the tillage systems and weed control methods used on the height of potato plants were recorded. The marketable yield of tubers largely depended on the tillage system, method of weed control and weather conditions in the years of investigations.

Key words: tillage systems, weed control methods, potato, weeding, yield

WSTĘP

Zdaniem wielu autorów aktualne tendencje wprowadzania uproszczonych technologii w uprawie ziemniaka są przyczyną wzrostu zachwaszczenia (Mrówczyński i in., 2005; Rola i Rola, 1996; Sekutowski i Rola, 2006; Gawęda i Szymankiewicz, 2007). Ziemniak, z uwagi na szeroką rozstawę rzędów i powolny wzrost w początkowych fazach rozwojowych, stwarza korzystne warunki do rozwoju roślinności segetalnej (Gruczek, 2001). Chwasty można skutecznie eliminować mechanicznie w latach suchych, natomiast w latach mokrych koniecznością staje się użycie herbicydów (Gruczek, 2003; Urbanowicz, 2004). Zachwaszczenie plantacji ziemniaka wymusza potrzebę stosowania różnych metod pielęgnacji (Pytlarz-Kozicka, 2002). Zdaniem Gruczka (2002, 2004, 2005) i Zarzeckiej (2005), poprzez właściwy dobór i prawidłowe stosowanie herbicydów można zmniejszyć ujemne skutki wprowadzania uproszczeń w uprawie roli. Ograniczenie zabiegów uprawowych prowadzi najczęściej do zwiększenia zapasu diaspor w glebie i wzrost zachwaszczenia (Sekutowski i Rola, 2006; Gawęda i Szymankiewicz, 2007).

Celem badań było określenie wpływu dwóch systemów uprawy roli i zabiegów pielęgnacyjnych z zastosowaniem herbicydów na zachwaszczenie łanu ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady w latach 2002–2004 na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich i mocnych zaliczanej do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków, w trzech powtórzeniach, a schemat uwzględnił dwa czynniki:

I. czynnik — dwa systemy uprawy roli (uprawa tradycyjna i uprawa uproszczona);

II. czynnik — siedem sposobów odchwaszczania:

- 1. obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna do i po wschodach ziemniaka,
- 2. pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a tuż przed wschodami roślin ziemniaka herbicyd Plateen 41,5 WG w dawce $2,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,
- 3. pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a tuż przed wschodami opryskiwanie mieszaniną herbicydów Plateen 41,5 WG w ilości $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Fusilade Forte 150 EC w dawce $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,
- 4. pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a tuż przed wschodami opryskiwanie mieszaniną herbicydów Plateen 41,5 WG w dawce $1,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Fusilade Forte 150 EC w dawce $2,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ + adiuwant Atpolan 80 EC w ilości $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (dawki herbicydów mniejsze o 20% w porównaniu z obiektem 3.),
- 5. pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a po wschodach, przy wysokości roślin ziemniaka 10–15 cm opryskiwanie herbicydem Barox 460 SL w dawce $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,
- 6. pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a po wschodach, przy wysokości roślin ziemniaka 10–15 cm opryskiwanie mieszaniną herbicydów Barox 460 SL w ilości $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ + Fusilade Forte 150 EC w dawce $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,

— 7. pielęgnacja mechaniczna do wschodów, a po wschodach, przy wysokości roślin ziemniaka 10–15 cm opryskiwanie mieszaniną herbicydów Barox 460 SL ($2,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) + Fusilade Forte 150 EC ($2,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) + adiuwant Atpolan 80 EC ($1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) (dawki herbicydów mniejsze o 20% w porównaniu z obiektem 6.).

Obiektem badań były ziemniaki odmiany Wiking. Powierzchnia poletka przy założeniu doświadczenia wynosiła 25 m^2 , a do zbioru 20 m^2 . W celu porównania skuteczności badanych sposobów pielęgnacji określono stopień zachwaszczenia łąnu ziemniaka. Analizę zachwaszczenia poletek przeprowadzono w dwóch terminach: 2–3 tygodnie po zastosowaniu herbicydów (przed zwarciem rzędów) i pod koniec wegetacji ziemniaka (1–2 tygodnie przed zbiorem bulw). Oznaczenia wykonano metodą ramkowo-wagową i określono liczbę chwastów na 1 m^2 . Na każdym poletku (obiekcie) w pełni kwitnienia określono wysokość dziesięciu wybranych losowo roślin ziemniaka. Ziemniaki zbierano w fazie dojrzałości technologicznej w pierwszej dekadzie września. Za plon bulw frakcji handlowej przyjęto masę bulw o średnicy powyżej 40 mm. Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic testowano testem Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Tabela 1

Opady i temperatury powietrza w okresach wegetacyjnych 2002–2004 według Stacji Meteorologicznej w Zawadach

Rainfall and air temperatures in the vegetation periods in the years 2002–2004 according to the Meteorological Station at Zawady

Lata Years	Miesiąc — Month						Suma Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Opady — Rainfall, mm							
2002	12,9	51,3	61,1	99,6	66,5	18,7	310,1
2003	13,6	37,2	26,6	26,1	4,7	24,3	132,5
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	320,9
Średnia z lat 1981-1995 Mean for 1981-1995	52,3	50,0	68,2	45,7	66,8	60,7	343,7
Temperatura powietrza — Air temperature, °C							Średnia Mean
2002	9,0	17,0	17,2	21,0	20,2	12,9	16,2
2003	7,1	15,6	18,4	20,0	18,4	13,5	15,5
2004	8,0	11,7	15,5	17,5	18,9	13,0	14,1
Średnia z lat 1981-1995 Mean for 1981-1995	7,7	10,0	16,1	19,3	18,0	13,0	14,0
Współczynnik hydrotermiczny Sielanianova — Sielanianov's hydrothermic coefficient*							
2002	1,5	1,0	1,2	1,5	2,1	1,5	1,1
2003	0,6	0,8	0,5	0,4	0,1	0,6	0,4
2004	1,5	2,7	1,1	0,9	1,1	0,5	1,2

* < 0,5 silna posucha; strong drought, 0,51-0,69 posucha; drought, 0,70–0,99 słaba posucha; weak drought
≥ 1 brak posuchy; no drought

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań były zmienne (tab. 1). Rok 2002 był rokiem ciepłym o dość korzystnym rozkładzie temperatur i zróżnicowanych opadach, odznaczał się brakiem posuchy. 2003 rok charakteryzował się silną posuchą (współczynnik hydrotermiczny $K = 0,4$) (Bac i in., 1998; Olszewski i in., 1995). Warunki pogodowe nie sprzyjały prawidłowemu rozwojowi roślin a tym samym uzyskaniu wysokich plonów.

Największy niedobór opadów wystąpił w miesiącach czerwcu i sierpniu, a temperatury powietrza były wyższe niż w okresie wieloletnim. Okres wegetacyjny 2004 roku odznaczał się nierównomiernie rozłożonymi opadami w poszczególnych miesiącach wegetacji. Najwięcej opadów odnotowano w maju i sierpniu, natomiast największy ich niedobór wystąpił w czerwcu i wrześniu, natomiast średnia temperatura powietrza (14,1°C) była zbliżona do temperatury z okresu wieloletniego (14,0°C).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zniszczenie liczby chwastów na początku wegetacji ziemniaka, jak i przed zbiorem bulw różnicowały sposoby uprawy, sposoby odchwaszczania i warunki pogodowe w latach badań (tab. 2, 3). Przed zwróceniem rzędów ziemniaka odnotowano istotnie większą liczbę chwastów w obiektach z uprawą uproszczoną (średnio 13,3 szt. $\cdot$ m⁻²) niż w systemie tradycyjnym (średnio 10,2 szt. $\cdot$ m⁻²).

Tabela 2

Liczba chwastów przed zwróceniem rzędów ziemniaka odmiany Wiking
The number of weeds before row closing of the potato cultivar Wiking

Sposoby odchwaszczania Weed control methods	Liczba chwastów w szt. $\cdot$ m ⁻² Number of weeds per 1 m ²					
	system uprawy tillage system		lata — years			średnio mean
	tradycyjny traditional	uproszczony simplified	2002	2003	2004	
1. Obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna Control object — mechanical weeding	17,9	25,5	16,4	22,5	26,2	21,7
2. Plateen 41,5 WG	8,8	11,1	3,8	12,0	14,0	9,9
3. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC	8,4	10,2	3,0	11,5	13,5	9,3
4. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	7,0	9,2	3,0	11,2	10,2	8,1
5. Barox 460 SL	10,4	14,6	13,2	6,4	18,0	12,4
6. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	9,7	12,3	12,4	4,7	16,0	11,0
7. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	8,9	9,9	10,5	5,9	11,9	9,4
Średnio Mean	10,2	13,3	8,9	10,6	15,7	11,8

NIR_{0,05} dla: LSD_{0,05} for: systemów uprawy – tillage systems = 2,3; sposobów odchwaszczania – weed control methods = 3,8; lat – years = 3,5; interakcji sposoby odchwaszczania $\times$ lata – weed control methods $\times$ years = 6,6; interakcji sposoby odchwaszczania $\times$ systemy uprawy – weed control methods $\times$ tillage systems = r.n.

Analizując sposoby odchwaszczania największe zniszczenie chwastów odnotowano w 2002 roku w obiektach 4. i 3. po zastosowaniu mieszaniny herbicydów Plateen 41,5 WG i Fusilade Forte 150 EC oraz tej samej mieszaniny herbicydów z dodatkiem adiuwanta. Liczba chwastów wynosiła średnio 3,0 szt. $\cdot$ m⁻². W 2002 roku zarówno w czasie wykonywania, jak i po zabiegu chemicznym panowały korzystne dla rozwoju chwastów i działania herbicydów warunki wilgotnościowe i termiczne. Natomiast herbicyd Barox 460 SL i jego mieszaniny najskuteczniej zwalczały chwasty w roku 2003 (obiekty 6. i 7.), gdy podczas zabiegu chemicznego temperatura powietrza wahała się w granicach 18,4–20,2°C,

a opady w I. i II. dekadzie czerwca były równomiernie rozłożone, w porównaniu z pozostałymi latami badań (tab. 1).

Analizując wpływ warunków pogodowych w latach badań na skuteczność chwastobójczą, najlepszy efekt uzyskano również w 2003 roku, w którym końcowy okres wegetacji ziemniaka (lipiec, sierpień) przypadał na czas silnej posuchy (tab. 1, 2).

Przed zbiorem bulw ziemniaka istotnie większą liczbę chwastów zaobserwowano również w systemie uproszczonym (średnio 12,8 szt.·m⁻²) niż w tradycyjnym (średnio 10,2 szt.·m⁻²) (tab. 3).

Tabela 3

Liczba chwastów przed zbiorem bulw ziemniaka odmiany Wiking
The number of weeds before harvest of potato cultivar Wiking

Sposoby odchwaszczania Weed control methods	Liczba chwastów w szt.·m ⁻² — Number of weeds per 1 m ²					
	system uprawy tillage system		lata — years			średnio mean
	tradycyjny traditional	uproszczony simplified	2002	2003	2004	
1. Obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna Control object — mechanical weeding	15,1	21,0	12,0	18,6	23,6	18,1
2. Plateen 41,5 WG	10,3	12,8	8,4	10,4	16,0	11,6
3. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC	8,1	11,4	6,2	9,0	14,2	9,8
4. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant + (adjuvant) Atpolan 80 EC	7,2	8,7	5,0	8,7	10,2	8,0
5. Barox 460 SL	10,9	12,9	8,8	10,7	16,2	11,9
6. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	10,4	12,3	8,0	10,0	16,2	11,4
7. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant + (adjuvant) Atpolan 80 EC	9,7	10,8	7,7	9,3	13,7	10,2
Srednio Mean	10,2	12,8	8,0	10,9	15,7	11,5

NIR_{0,05} dla: LSD_{0,05} for: systemów uprawy – tillage systems = 2,1; sposobów odchwaszczania – weed control methods = 2,9; lat – years = 3,3; interakcji sposoby odchwaszczania × lata – weed control methods × years = r.n.; interakcji sposoby odchwaszczania × systemy uprawy – weed control methods × tillage systems = r.n.

Analizując sposoby odchwaszczania najmniejsze zachwaszczenie stwierdzono na obiektach: 4. (Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + Atpolan 80 EC) i 3. (Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC), liczba chwastów wynosiła średnio 8,0 i 9,8 szt.·m⁻² i była istotnie mniejsza w porównaniu do obiektu kontrolnego. Natomiast po opryskiwaniu plantacji ziemniaka pojedynczymi preparatami zwalczanie roślinności segetalnej było mniejsze (obiekty 2 i 5) niż po zastosowaniu mieszanin, ale istotnie większe niż na obiekcie odchwaszczanym wyłącznie mechanicznie.

Wyniki analizy statystycznej nie wykazały istotnego wpływu systemów uprawy roli i sposobów odchwaszczania na wysokość roślin ziemniaka. Jedynie warunki pogodowe panujące w poszczególnych okresach wegetacji istotnie różnicowały tę cechę. Najwyższą wysokość — średnio 63,7 cm osiągnęły rośliny w optymalnych warunkach 2002 roku, a najniższą — średnio 43,6 cm zanotowano w 2004 roku, który był najchłodniejszy w stosunku do pozostałych okresów wegetacji (tab. 4).

Tabela 4

Wysokość roślin ziemniaka w pełni kwitnienia
Potato plant height in the full florescence phase

Sposoby odchwaszczania Weed control methods	Wysokość roślin — Plant height (cm)					
	system uprawy tillage system		lata — years			średnio mean
	tradycyjny traditional	uproszczony simplified	2002	2003	2004	
1. Obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna Control object — mechanical weeding	53,4	49,6	62,7	51,4	40,5	51,5
2. Plateen 41,5 WG	54,9	51,8	64,0	52,8	43,4	53,4
3. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte150 EC	55,9	53,4	64,2	53,9	45,9	54,7
4. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	56,7	53,8	64,9	53,9	47,0	55,3
5. Barox 460 SL	55,8	52,2	63,2	56,4	42,5	54,0
6. Barox 460 SL + Fusilade Forte150 EC	55,9	52,7	63,5	56,9	42,6	54,3
7. Barox 460 SL + Fusilade Forte150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	56,5	53,8	63,5	58,5	43,7	55,2
Średnio Mean	55,6	52,5	63,7	54,8	43,7	54,1

NIR_{0,05} dla: LSD_{0,05} for: lat – years = 3,7; systemów uprawy – tillage system = r.n; sposobów odchwaszczania – weed control methods = r.n; interakcji sposoby odchwaszczania × lata – weed control methods × years = r.n.; interakcji sposoby odchwaszczania × systemy uprawy – weed control methods × tillage systems = r.n.

Tabela 5

Plon handlowy bulw ziemniaka odmiany Wiking
Marketable yield of potato tubers in cultivar Wiking

Sposoby odchwaszczania Weed control methods	Plon handlowy bulw ziemniaka (t·ha ⁻¹) — Marketable yield of potato tubers					
	system uprawy tillage system		lata — years			średnio mean
	tradycyjny traditional	uproszczony simplified	2002	2003	2004	
1. Obiekt kontrolny Control object — mechanical weeding	21,71	16,92	24,74	13,53	19,68	19,32
2. Plateen 41,5 WG	25,45	22,21	30,65	16,83	24,03	23,83
3. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte150 EC	28,11	24,63	33,91	17,61	27,61	26,37
4. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	30,31	26,11	35,28	18,57	30,78	28,21
5. Barox 460 SL	25,31	20,87	26,73	19,67	22,88	23,09
6. Barox 460 SL + Fusilade Forte150 EC	27,07	22,89	28,37	20,71	25,86	24,98
7. Barox 460 SL + Fusilade Forte150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	28,30	23,87	28,63	22,67	26,96	26,09
Średnio Mean	26,61	22,50	29,76	18,51	25,40	24,56

NIR_{0,05} dla: LSD_{0,05} for: lat – years = 0,94; systemów uprawy – tillage system = 0,56; sposobów odchwaszczania – weed control methods = 1,83; interakcji sposoby odchwaszczania × lata – weed control methods × years = 3,16; interakcji sposoby odchwaszczania × systemy uprawy – weed control methods × tillage systems = r.n.

Ograniczenie zachwaszczenia miało odzwierciedlenie w plonowaniu ziemniaka. W systemie uproszczonej uprawy plon handlowy bulw był mniejszy o 4,11 t·ha⁻¹ niż w uprawie tradycyjnej i była to różnica udowodniona statystycznie. Stosując zróżnicowane zabiegi pielęgnacyjne — mechaniczne i mechaniczno-chemiczne, z udziałem herbicydów,

największy wzrost plonu handlowego w odniesieniu do obiektu kontrolnego uzyskano z obiektów 4. i 3. i wynosił on odpowiednio 28,21 i 26,37 t·ha⁻¹ (tab. 5).

Tabela 6

Udział plonu handlowego w plonie ogólnym bulw ziemniaka
The share of marketable yield in total yield of potato tubers

Sposoby odchwaszczania Weed control methods	Udział plonu handlowego (%) — Share of trade yield					
	system uprawy tillage system		lata — years			średnio mean
	tradycyjny traditional	uproszczony simplified	2002	2003	2004	
1. Obiekt kontrolny Control object — mechanical weeding	73,0	62,4	68,1	60,9	73,5	67,7
2. Plateen 41,5 WG	79,4	74,8	78,2	70,9	80,7	77,1
3. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC	82,5	78,0	80,7	70,7	87,1	80,3
4. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	84,9	80,9	83,5	75,1	87,9	82,9
5. Barox 460 SL	78,7	71,7	72,3	77,4	77,9	75,2
6. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	82,1	77,3	76,4	80,3	83,5	79,7
7. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant) Atpolan 80 EC	83,6	78,9	76,7	82,9	85,6	81,3
Średnio Mean	80,6	74,9	76,6	74,0	82,3	77,7

Również udział plonu handlowego w plonie ogólnym na obiektach opryskiwanych mieszaninami herbicydów był większy niż po zastosowaniu pojedynczych preparatów i zabiegów wyłącznie mechanicznych (tab. 6). Zmienne warunki meteorologiczne występujące w latach badań istotnie różnicowały plon handlowy bulw ziemniaka. Największy plon zebrano w 2002 roku, a najmniejszy w silnie posuszonym 2003 roku.

DYSKUSJA

Większe zachwaszczenie plantacji ziemniaka stwierdzono w uproszczonym systemie uprawy niż w systemie tradycyjnym, co potwierdzają również wyniki badań Deryło i Szymankiewicza (2003), Kraski i wsp. (2006), Gugąły i Zarzeckiej (2008).

Stosowane w doświadczeniu zabiegi dawały różny efekt chwastobójczy w łanie ziemniaka. Najmniejsze zachwaszczenie stwierdzono na obiektach pielęgnowanym do wschodów mechanicznie, a tuż przed wschodami opryskiwanych mieszaninami herbicydów; przy czym liczba chwastów była większa w uproszczonym systemie uprawy niż w tradycyjnym. Również Zarzecka i wsp. (2002), Hashim i wsp. (2003), Gruczek (2004), Zarzecka i Gugąła (2004) wykazali, że największą skuteczność w ograniczaniu zachwaszczenia daje pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z zastosowaniem mieszanin herbicydowych. W badaniach Zawisłak i wsp. (1986) skuteczność stosowania herbicydów wynosiła 40–80%. Zarzecka (1997), stosując herbicydy na chwasty jedno- i dwuliścienne, uzyskała 50–72% skuteczność. Według Gruczka (2001) skuteczność mechaniczno-chemicznej pielęgnacji ziemniaka wynosiła 90–96%, a zabiegi mechaniczne gwarantowały ok. 70% skuteczność niszczenia chwastów. Woźnica i wsp. (1996) stwierdzili natomiast,

że ciągle stosowanie herbicydów, połączone z uproszczeniami w zakresie uprawy roli, powoduje nagromadzenie w siedlisku biotypów chwastów odpornych na jeden lub kilka herbicydów w obrębie gatunku uznawanego dotychczas za wrażliwy.

O skuteczności chwastobójczej zabiegów decydowały warunki pogodowe w latach badań, przy czym największe zachwaszczenie odnotowano w 2003 roku, w którym opady były nierównomiernie rozłożone. Zdaniem Gójskiego (1989) efekt zwalczania zachwaszczenia mieszaninami herbicydowymi jest mniej zależny od warunków atmosferycznych, niż przy użyciu jednego preparatu.

Na wysokość roślin ziemniaka miały istotny wpływ jedynie warunki atmosferyczne w okresie wegetacji. Podobne wyniki uzyskała Hoffman-Kąkol (1990).

Skuteczność zabiegów pielęgnacyjnych wpłynęła na plonowanie ziemniaka. Istotnie większy plon handlowy zebrano z obiektów z uprawą tradycyjną w porównaniu z uprawą uproszczoną. Klikocka (2000) stwierdziła, że bezpłuzna uprawa roli, w połączeniu z pielęgnacją mechaniczno-chemiczną, wpływa korzystnie na plon bulw handlowych. Jednak wielu autorów uważa, że eliminowanie, czy ograniczanie niektórych zabiegów uprawowych powoduje pogorszenie właściwości fizycznych gleby (Husnjak i in., 2002), wzrost zachwaszczenia (Jabłoński i Bernat, 2002) oraz zmniejszenie plonu bulw ziemniaka (Boliłowa i Gleń, 2003).

Stosując zróżnicowane zabiegi pielęgnacyjne — mechaniczno-chemiczne, z udziałem herbicydów, największy wzrost plonu handlowego w odniesieniu do obiektu kontrolnego uzyskano z obiektów 4. opryskiwanych mieszaniną herbicydów Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + Atpolan 80 EC i 3. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC i wynosił on odpowiednio 8,89 i 7,05 t·ha⁻¹. Guttieri i Eberlein (1997), Hashim i wsp. (2003), Gruczek (2004), Gugala i Zarzecka (2008) wykazali, że zastosowanie herbicydów i mieszanin herbicydowych redukuje bardziej zachwaszczenie w stosunku do zabiegów mechanicznych, w wyniku czego zwiększa się plon handlowy bulw ziemniaka. W przeprowadzonych badaniach plon handlowy bulw kształtowały również zmienne warunki atmosferyczne w latach badań. Największy plon otrzymano w 2002 roku, w którym zachwaszczenie plantacji było najmniejsze. Podobne wyniki badań uzyskali Radecki (1977), Sawicka (1996) i Zarzecka (2000).

WNIOSKI

1. Mniejsze zachwaszczenie, zarówno przed zwarciem rzędów, jak też przed zbiorem bulw, uzyskano stosując tradycyjny system uprawy, niż system uproszczony.
2. Większą skutecznością w ograniczaniu zachwaszczenia odznaczały się mieszaniny herbicydów (Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC, Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC) oraz mieszaniny chemicznych środków chwastobójczych z dodatkiem adiuwanta (Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + Atpolan 80 EC, Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + Atpolan 80 EC) niż pojedyncze preparaty i zabiegi wyłącznie mechaniczne.

3. Zabiegi pielęgnacyjne z udziałem herbicydów i ich mieszanin przyczyniały się do wzrostu plonu roślin ziemniaka, co spowodowało istotny wzrost plonu handlowego bulw.

LITERATURA

- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. PWN, Warszawa.
- Bolińska E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, S. Agronomy, Vol. 6, Issue 1. www.ejpan.media.pl/sereis/volu6/issue1/agronomy/art-03.html.
- Deryło S., Szymankiewicz K. 2003. Plonowanie i zachwaszczenie ziemniaka w warunkach zróżnicowanego poziomu agrotechniki na glebie lekkiej. Annales UMCS, E — 58: 247 — 255.
- Gawęda D., Szymankiewicz K. 2007. Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach zróżnicowanej uprawy roli. Annales UMCS, E — 62 (1): 85 — 91.
- Gójski B. 1989. Wpływ sposobów pielęgnacji na różnych kompleksach glebowych na plon i zachwaszczenie ziemniaka. Zesz. Nauk. WSRP Siedlce, Rol. 20: 245 — 253.
- Gruczek T. 2001. Efektywne sposoby walki z chwastami i ich wpływ na jakość bulw ziemniaka. Biul. IHAR 217: 221 — 231.
- Gruczek T. 2002. Skuteczność zabiegów mechanicznych w systemach pielęgnowania ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 123 — 135.
- Gruczek T. 2003. Zastosowanie Plateenu 41,5 WG do zwalczania chwastów w ziemniakach. Mat. Konf. Nauk. nt. Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Kołobrzeg, 24–25 kwietnia: 37 — 42.
- Gruczek T. 2004. Chemiczne i mechaniczne zwalczanie chwastów w ziemniakach oraz wpływ na jakość plonu. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin 44 (2): 715 — 717.
- Gruczek T. 2005. Wykorzystanie herbicydu Roundup 360 SL w pielęgnowaniu ziemniaka. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin 45 (2): 697 — 700.
- Gugała M., Zarzecka K. 2008. Skuteczność chwastobójcza herbicydów w zależności od sposobu uprawy roli i pielęgnacji ziemniaka. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin 48 (1): 264 — 268.
- Guttieri M. J., Eberlein C. V. 1997. Pre-emergence weed control in potatoes with rimsulfuron mixtures. Weed Technology 11 (4): 755 — 761.
- Hashim S., Marwat K. B., Hassan G. 2003. Chemical weed control efficiency in potato (*Solanum tuberosum* L.) under agro-climatic conditions of Peshawar, Pakistan. Pak. J. Weed Sci. Res. 9(1–2): 105 — 110.
- Hoffman — Kąkol I. 1990. Plonowanie ziemniaka w zależności od długości pozostawiania chwastów w łanie. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rolnictwo 141: 49 — 63.
- Husnjak S., Filipović D., Košutić S. 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. Rostl. Vyr. 48: 249 — 254.
- Jabłoński K., Bernat E. 2002. Agrotechniczne efekty bezpługowej uprawy roli pod ziemniaki. Pam. Puł. 130: 201 — 308.
- Klikocka H. 2000. Badania nad wprowadzeniem nowych technologii uprawy ziemniaków. Pam. Puł. 120: 217 — 224.
- Kraska P., Pałys E., Kuraszkiewicz R. 2006. Zachwaszczenie łanu ziemniaka w zależności od systemu uprawy, poziomu nawożenia mineralnego i intensywności ochrony. Acta Agroph. 8 (2): 423 — 433.
- Mrówczyński M., Praczyk T., Korbas M., Jańczak C. 2005. Następstwa uproszczonej agrotechniki i ugorowania powierzchni rolniczych dla ochrony roślin. Bibl. Fragm. Agronom. 9 (5): 107 — 108.
- Olszewski J.L., Szałach G., Łach F. 1995. Susze atmosferyczne w Łysogórach według danych ze Świętego Krzyża. Sylwan 139, 7: 93 — 101.
- Pytlarz — Kozicka M. 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 489: 147 — 155.
- Radecki A. 1977: Badanie możliwości ograniczenia zabiegów pielęgnacyjnych w uprawie ziemniaka. Cz. III. Badanie zależności plonowania ziemniaków od stopnia ich zachwaszczenia. Roczn. Nauk Rol. A — 102 (4): 21 — 33.

- Rola J., Rola H. 1996. Zachwaszczenie wtórne roślin okopowych. Mat. XXI Kraj. Konf. Nauk. nt. „Rejonizacja chwastów segetalnych w Polsce”. Wyd. IUNG Puławy: 7 — 14.
- Sawicka B. 1996: Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Cz. II. Wpływ zachwaszczenia łanu na plon ogólny i handlowy bulw. Roczn. Nauk Rol., A — 112 (1–2): 183 — 191.
- Sekutowski T., Rola H. 2006. Oddziaływanie różnych systemów uprawy i zabiegów herbicydowych na zapas diaspor chwastów w glebie. Mat. XLVI Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin. Streszczenia, Poznań, 16 — 17 luty: 304 — 305.
- Urbanowicz J. 2004: Występowanie chwastów w ziemniaku i metody ich zwalczania na terenie Polski. Biul. IHAR 232: 185 — 191.
- Woźnica Z., Adamczewski K., Manthey F. A. 1996. Biotypy chwastów odpornych na herbicydy. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin, 45 (1): 97 — 101.
- Zarzecka K. 1997. Skuteczność chwastobójcza pielęgnacji mechanicznej i mechaniczno-chemicznej w uprawie ziemniaka. Fragm. Agronom. 3: 241 — 246.
- Zarzecka K. 2000. Zależność plonowania ziemniaka od zachwaszczenia. Fragm. Agronom. 2 (66): 121 — 134.
- Zarzecka K. 2005. Ekonomiczne uzasadnienie stosowania herbicydów w uprawie ziemniaka. Roczn. Nauk. Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, VII, 1: 295 — 299.
- Zarzecka K., Gugala M. 2004. Kształtowanie się zachwaszczenia odmian ziemniaka w zależności od sposobu pielęgnacji. Biul. IHAR 232: 177 — 184.
- Zarzecka K., Gugala M., Gąsiorowska B. 2002. Wpływ adiuwanta na zwiększenie skuteczności chwastobójczej herbicydów stosowanych w uprawie ziemniaka. Prog. in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin, 42 (2): 610 — 612.
- Zawiślak K., Adamiak J., Janczak-Tabaszewska D. 1986. Chwastobójcza i plonotwórcza efektywność herbicydów doglebowych w uprawie ziemniaka. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, 43: 77 — 94.

KRYSTYNA ZARZECKA¹**MAREK GUGAŁA**¹**ALICJA BARANOWSKA**²¹ Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Podlaska, Siedlce² Państwowa Szkoła Wyższa w Białej Podlaskiej

Zawartość i pobranie azotu, fosforu i potasu przez chwasty w uprawie ziemniaka w warunkach zróżnicowanych zabiegów agrotechnicznych

Content and uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by weeds in potato cultivation at different agrotechnical treatments

Badania wykonano na próbach pochodzących z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2002–2004 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady. Czynniki doświadczenia były dwa sposoby uprawy roli i siedem sposobów pielęgnacji ziemniaka. Zawartość azotu ogólnego oznaczono metodą Kjeldahla, fosforu kolorymetrycznie, potasu metodą absorpcji spektrofotometrii atomowej (ASA). Przed zwarciem rzędów ziemniaka zawartość makroelementów w suchej masie chwastów zależała istotnie od sposobów uprawy, pielęgnacji i warunków pogodowych. Z kolei przed zbiorem bulw zależała ona od sposobów pielęgnacji i warunków klimatycznych, a fosforu ponadto od sposobu uprawy. Pobranie azotu, fosforu i potasu przez chwasty z powierzchni jednego hektara zależało od czynników doświadczenia.

Słowa kluczowe: chwasty, makroelementy, pobranie, zawartość, ziemniak

The investigations were performed on samples collected in the field experiment carried out at the Experimental Station in Zawady in the years 2002–2004. The experimental factors included two soil tillage systems and seven weed control methods in potato. Total content of nitrogen was estimated according to the method recommended by Kjeldahl, that of phosphorus — according to the colorimetric method, and content of potassium using the method of atomic absorption spectrophotometry (AAS). Before closing of potato rows the content of macronutrients in weed dry matter depended significantly on soil tillage, weed control methods and weather conditions. Prior to tubers harvest, it depended on weed control methods and weather conditions during the growing season, and in the case of phosphorus — additionally on a soil tillage system. The uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by weeds from an area of 1 hectare depended on the experimental factors.

Key words: weeds, macronutrients, uptake, content, potato

WSTĘP

Straty w plonach ziemniaka spowodowane zachwaszczeniem oceniane są na 20-70% (Gruczek, 2001; Hashim, 2003; Zarzecka i Gugęła, 2004). Według wielu autorów zastosowanie uproszczeń w uprawie roli powoduje wzrost zachwaszczenia, zmniejszenie plonu bulw ziemniaka i pogorszenie jego jakości (Bolięłowa i Gień, 2003; Boydston i Vaughn, 2002; Gugęła i Zarzecka, 2008; Żurawski i Sienkiewicz, 1981). Ujemne skutki uproszczonej uprawy roli można zredukować stosując dobrze dobrane herbicydy. Herbicydy i ich mieszaniny przyczyniają się do obniżenia zachwaszczenia w ziemniaku od 40 do 99% w stosunku do zabiegów mechanicznych (Guttieri i Eberlein, 1997; Kraska i in., 2006; Mišovic i in., 1997; Zarzecka i in., 1999). Przy średnim zachwaszczeniu wynoszącym 1,5 tony suchej masy chwastów pobranie składników pokarmowych sięga 150 kg NPK, co w przeciętnych warunkach wystarcza na wyprodukowanie ponad 10 ton bulw ziemniaka. Przy większym zachwaszczeniu wzrasta wyznos składników pokarmowych przez chwasty, a zmniejsza się ich pobranie przez roślinę uprawną (Tręba, 2001; Żurawski i Sienkiewicz, 1981). Nieliczne są badania dotyczące wpływu środków ochrony roślin na gromadzenie makroelementów w chwastach (Abulude, 2005; Czuba i Wróbel, 1983).

Celem badań było określenie zawartości i pobrania azotu, fosforu i potasu przez chwasty występujące w uprawie ziemniaka pielęgowanego z udziałem herbicydów w warunkach zróżnicowanej uprawy roli.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano na próbach chwastów pochodzących z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2002–2004 na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego w Rolniczej Stacji Doświadczałnej Zawady. Zawartość materii organicznej wynosiła 11,3–11,5 g·kg⁻¹, pH 5,6–6,5 (1 mol KCL dm³), a zawartość fosforu, potasu i magnezu odpowiednio: 38,7–43,6; 102,2–150,3; 70–159,0 mg·kg⁻¹ gleby. Doświadczenie przeprowadzono metodą losowanych podbloków, a schemat uwzględniał dwa czynniki.

Czynnik I rzędu obejmował dwa sposoby uprawy roli:

- I. tradycyjną (orka odwrotka, orka przedzimowa, bronowanie, kultywatorowanie, bronowanie) oraz
- II. uproszczoną (orka odwrotka, kultywatorowanie wiosną).

Czynnikiem II rzędu były sposoby regulacji zachwaszczenia:

- 1. obiekt kontrolny – zabiegi mechaniczne,
- 2. Plateen 41,5 WG (metrybuzyna + flufenacet) 2,0 kg·ha⁻¹,
- 3. Plateen 41,5 WG (metrybuzyna + flufenacet) 2,0 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butyłowy) 2,5 dm³·ha⁻¹ (mieszanina),
- 4. Plateen 41,5 WG (metrybuzyna + flufenacet) 1,6 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butyłowy) 2,0 dm³·ha⁻¹ + adiuwant Atpolan 80 EC 1,5 dm³·ha⁻¹ (mieszanina),
- 5. Barox 460 SL (bentazon + MCPA) 3,0 dm³·ha⁻¹,

- 6. Barox 460 SL (bentazon + MCPA) 3,0 dm³·ha⁻¹+ Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butyłowy) 2,5 dm³·ha⁻¹ (mieszanina),
- 7. Barox 460 SL (bentazon + MCPA) 2,4 dm³·ha⁻¹+ Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butyłowy) 2,0 dm³·ha⁻¹ + adiuwant Atpolan 80 EC 1,5 dm³·ha⁻¹ (mieszanina),

Na obiektach 2–4 herbicydy stosowano przed wschodami, a w wariantach 5–7 po wschodach roślin ziemniaka.

Ziemniak jadalny odmiany Wiking sadzono ręcznie w rozstawie 67,5 × 37 cm. Nawożenie mineralne stosowano w ilości: 90 kg N, 32,9 kg P, 112,1 kg K, a nawożenie organiczne w formie obornika w dawce 25,0 t·ha⁻¹.

Analizy botaniczno-wagowe chwastów wykonano dwukrotnie – przed zwraniem rzędów roślin ziemniaka i tuż przed zbiorem bulw. Z powierzchni 1 m² każdego poletka pobrano chwasty i określono ich powietrznie suchą masę. W suchej masie chwastów oznaczono azot ogólny metodą Kjeldahla, fosfor metodą kolorymetryczną, a potas metodą absorpcji spektrofotometrii atomowej (ASA). Na podstawie suchej masy chwastów i ich składu chemicznego obliczono pobranie pierwiastków z powierzchni 1 ha. Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, wnioskowanie na poziomie istotności $p = 0,05$ przeprowadzono posługując się testem Tukeya. Warunki klimatyczne w okresach wegetacyjnych, były zróżnicowane (tab. 1). Najkorzystniejszym z trzech sezonów wegetacyjnych pod względem wilgotnościowym i termicznym był rok 2004, natomiast najgorszym sezon 2003 roku, w którym opady stanowiły tylko 39% w porównaniu do wielolecia, a temperatura była wyższa o 10,7%.

Tabela 1

Średnia temperatura powietrza i suma opadów w okresie IV-IX w Zawadach w latach 2002–2004
Mean air temperature and the sum of rainfall from April till September at Zawady
in the years 2002–2004

Lata Years	Miesiące Months						Kwiecień — Wrzesień April — September
	kwiecień April	maj May	czerwiec June	lipiec July	sierpień August	wrzesień September	
Temperatura powietrza Air temperature (°C)							Średnio Mean
2002	9,0	17,0	17,2	21,0	20,2	12,9	16,2
2003	7,1	15,6	18,4	20,0	18,5	13,5	15,5
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	13,0	14,1
Średnia z wielolecia Multiyear mean 1981-1995	7,7	10,0	16,1	19,3	18,0	13,0	14,0
Opady Rainfall (mm)							Suma Sum
2002	12,9	51,3	61,1	99,6	66,5	18,7	310,1
2003	13,6	37,2	26,6	26,1	4,7	24,3	132,5
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	320,9
Średnia z wielolecia Multiyear mean 1981-1995	52,3	50,0	68,2	45,7	66,8	60,7	343,7

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnio w trzech latach badań największą masę chwastów stwierdzono na obiekcie kontrolnym pielęgnowanym tylko mechanicznie (tab. 2). Herbicydy i ich mieszaniny zmniejszyły masę chwastów na początku wegetacji od 41,2 do 83,1%, a przed zbiorem bulw od 27,9 do 73,7%. Zbliżoną redukcję zachwaszczenia uzyskali inni autorzy (Duer, 1986; Gruczek 2001; Mišovic i in., 1997; Zarzecka i in., 1999).

Tabela 2

Świeża masa chwastów w uprawie ziemniaka w g·m² (2002–2004)
Fresh matter of weeds in potato production in g·m² (2002–2004)

Regulacja zachwaszczenia Weed control methods	Przed zwarciem rzędów Before row closing	Przed zbiorem bulw Before tubers harvest
1. Mechaniczny-Mechanical (kontrola-control)	91,3 (100%)	362,8 (100%)
2. Plateen 41,5 WG	44,9 (50,8)	261,7 (27,9)
3. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC	16,9 (81,5)	187,2 (49,6)
4. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant)	15,4 (83,1)	153,1 (57,8)
5. Barox 460 SL	53,7 (41,2)	267,5 (73,7)
6. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	39,4 (43,2)	229,1 (36,9)
7. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant)	35,7 (60,9)	195,5 (46,1)
Średnio Mean	42,5 (60,1)	236,7 (48,7)
NIR _{0,05}	17,3	71,8
LSD _{0,05}		

Skład chemiczny chwastów oraz ilość pobranych przez nie składników zależą od wielu czynników, do których należą między innymi: faza rozwojowa chwastów, zasobność gleby w składniki, konkurencja między roślinami, stosowanie nawozów i pestycydów, warunki klimatyczne podczas wegetacji (Czuba i Wróbel, 1983; Duer, 1986; Parylak 1996). Zawartość azotu, fosforu i potasu w chwastach zebranych przed zwarciem rzędów ziemniaka zależała istotnie od sposobów uprawy, sposobów pielęgnacji i warunków pogodowych w latach badań (tab. 3). Więcej N, P i K gromadziły chwasty zebrane z poletek z uprawą uproszczoną niż z tradycyjnej. Herbicydy spowodowały zmniejszenie zawartości oznaczonych makroelementów w porównaniu do obiektu kontrolnego pielęgnowanego mechanicznie. Najmniejszą zawartość azotu, fosforu i potasu gromadziły chwasty zebrane z poletek opryskiwanych mieszaninami herbicydów i mieszaninami herbicydów z dodatkiem adiuwanta.

Zawartość azotu w roślinności segetalnej oznaczonej tuż przed zbiorem rośliny uprawnej (skala BBCH 95-98) była mniejsza niż w chwastach młodych i zależała istotnie od sposobów pielęgnacji i warunków pogodowych w latach badań. Najwięcej azotu zawierały chwasty w 2004 roku, który był wilgotny i chłodny, a najmniej w 2003 roku, który był sezonem ciepłym, o nierównomiernie rozłożonych opadach. Również Parylak (1996) stwierdziła, że zawartość składników w chwastach malała w miarę ich dojrzewania. Chwasty starsze zawierały więcej fosforu i potasu niż oznaczone na początku rozwoju rośliny uprawnej.

Tabela 3

Zawartość azotu, fosforu i potasu w suchej masie części nadziemnej chwastów ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Content of nitrogen, phosphorus and potassium in dry matter of above-ground part of weeds ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Faza rozwojowa ziemniaka Stage of potato development					
		BBCH 26-28			BBCH 95-98		
		N	P	K	N	P	K
Uprawa roli Tillage systems	1. tradycyjny — traditional	38,82	7,03	73,86	32,27	8,24	85,91
	2. uproszczony — simplified	39,27	7,16	76,99	32,41	8,48	85,72
	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,09	0,04	0,47	r.n.;n.s	0,10	r.n.;n.s
Regulacja zachwaszczenia Weed control method	1. kontrola — control	39,63	7,66	76,87	32,41	8,74	86,78
	2. Plateen	39,24	7,16	75,85	32,53	8,56	85,02
	3. Plateen+Fusilade	38,87	7,07	75,09	32,48	8,43	85,23
	4. Plateen+Fusilade+adiuwant	38,76	6,96	75,48	32,31	8,38	85,85
	5. Barox	39,17	7,05	74,61	32,33	8,20	85,93
	6. Barox+Fusilade	38,89	6,99	74,87	32,34	8,15	85,78
	7. Barox+Fusilade+adiuwant	38,76	6,80	75,21	32,00	8,14	86,15
	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,29	0,21	0,77	0,21	0,18	0,77
Lata Years	2002	44,34	7,99	70,88	35,25	8,81	81,54
	2003	35,55	6,76	87,51	25,42	9,26	87,90
	2004	37,25	6,54	67,90	36,36	7,03	88,03
	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,14	0,06	0,72	1,25	0,15	r.n.;n.s
Średnio Mean		39,05	7,10	75,43	32,34	8,37	85,82
NIR _{0,05} — $\text{LSD}_{0,05}$							
interakcja sposoby regulacji × lata weed control methods × years interaction		0,29	0,20	0,93	3,30	0,32	0,48

r.n. — różnice nieistotne

n.s. — non significant differences

Zawartość fosforu kształtowały istotnie czynniki doświadczenia i warunki klimatyczne, a o koncentracji potasu decydowały tylko sposoby pielęgnacji. Zawartość makroelementów w chwastach wynosiła średnio: N — 32,34, P — 8,37, K — 85,82 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i była podobna do wartości podawanych przez innych autorów, według których koncentracja azotu w pospolicie występujących chwastach wynosi 20–45, fosforu 5–20, a potasu 49–120 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w przeliczeniu na suchą masę (Abulude, 2005; Duer, 1986; Parylak, 1996; Trąba, 2001). Stwierdzono wpływ interakcji sposobów regulacji zachwaszczenia z latami na zawartość makroelementów w chwastach oznaczonych przed zwarciem rzędów ziemniaka i przed zbiorem bulw.

Pobranie makroelementów przez chwasty kształtowały istotnie czynniki badawcze oraz warunki klimatyczne w latach badań (tab. 4). Większe pobranie oznaczonych składników zanotowano na poletkach uprawy uproszczonej, które były bardziej zachwaszczone, niż uprawiane tradycyjnie. Herbicydy zmniejszyły masę chwastów oznaczoną przed zbiorem rośliny uprawnej średnio o 48,7% w stosunku do poletek kontrolnych, wskutek czego pobranie składników przez chwasty zmalało prawie dwukrotnie (N z 34,2 na obiekcie kontrolnym do 20,9 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na obiektach opryskiwanych herbicydami, P z 7,9 do 4,4 i K z 86,6 do 51,2 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Ponadto na poletkach opryskiwanych mieszaninami herbicydów pobranie makroelementów było najmniejsze. Trąba (2001) także stwierdziła, że pobranie

składników przez chwasty z powierzchni 1 ha zależało od koncentracji tych składników w chwastach i ich biomasy, którą warunkowały różne formy nawożenia organicznego.

Tabela 4

Pobranie azotu, fosforu i potasu przez chwasty ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by weeds ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

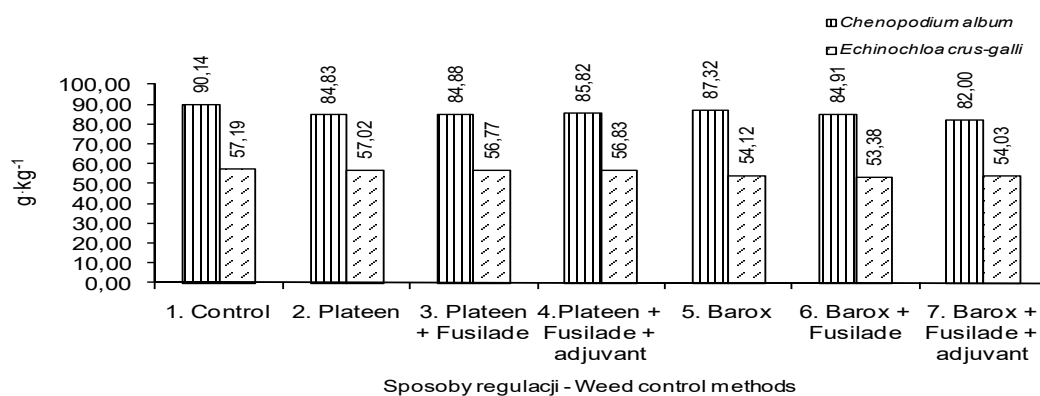
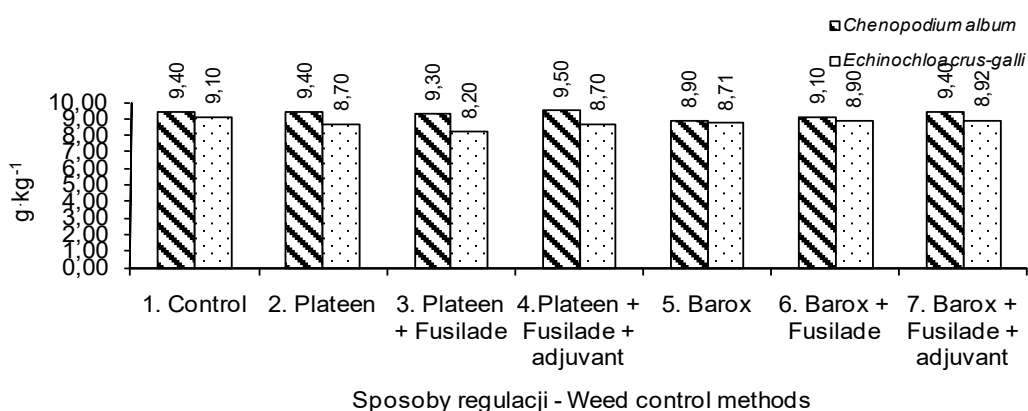
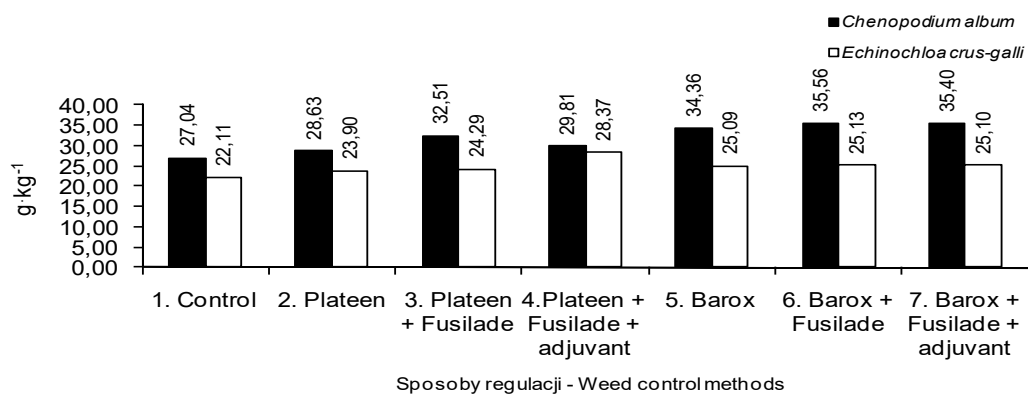
Czynniki doświadczenia Experimental factors		Faza rozwojowa ziemniaka Stage of potato development					
		BBCH 26-28			BBCH 95-98		
		N	P	K	N	P	K
Uprawa roli Tillage systems	1. tradycyjny — traditional	3,5	0,6	6,4	21,1	4,4	51,7
	2. uproszczony — simplified	5,3	1,0	10,2	24,5	5,4	60,8
	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,6	0,1	1,1	2,2	0,4	5,5
Regulacja zachwaszczenia Weed control methods	1. kontrola — control	8,7	1,7	17,5	34,2	7,9	86,6
	2. Plateen	4,8	0,8	8,3	24,0	5,1	58,7
	3. Plateen+Fusilade	2,1	0,4	4,0	18,4	4,0	45,2
	4. Plateen+Fusilade + adiuwant	1,6	0,3	2,9	13,8	3,1	34,8
	5. Barox	5,9	1,1	10,6	26,0	5,5	63,5
	6. Barox + Fusilade	4,2	0,8	7,5	23,3	4,8	56,3
	7. Barox + Fusilade + adiuwant	3,8	0,6	6,8	20,0	4,2	48,9
Lata Years	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,8	0,2	1,8	4,8	0,9	11,6
	2002	2,8	0,5	4,5	14,6	3,7	33,8
	2003	1,0	0,3	2,9	4,4	1,5	15,0
	2004	9,5	1,7	17,6	49,5	9,6	120,0
Średnio Mean	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,9	0,1	1,7	3,4	0,6	8,5
		4,4	0,8	8,3	22,8	4,9	56,3
interakcja sposoby regulacji × lata weed control methods × years interaction		0,8	0,3	3,8	8,3	1,6	24,2

r.n. — różnice nieistotne

n.s. — non significant differences

W przeprowadzonych badaniach wykazano duży wpływ czynników pogodowych na zawartość i pobranie azotu, fosforu i potasu. W korzystnych warunkach wilgotnościowo-termicznych 2004 roku (opady i temperatury powietrza zbliżone do wieloletnia) pobranie składników było kilkakrotnie większe niż w roku 2003, który był ciepły, ale z dużym niedostatkiem opadów. Podobną zależność stwierdził Dziekanowski i wsp. (1992).

Niektórzy autorzy (Czuba i Wróbel, 1983; Duer, 1986; Parylak, 1996) uważają, że na skład chemiczny zbiorowiska chwastów mają wpływ gatunki przeważające w zachwaszczeniu. W prowadzonych badaniach dominującymi taksonami były *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli*, a zawartość N, P, K była dużo większa w komosie białej niż chwastnicy jednostronnej (rys. 1). Do podobnych spostrzeżeń doszli Czuba i Wróbel (1983) uznając jednocześnie te gatunki za najgroźniejszych konkurentów roślin okopowych w pobieraniu składników mineralnych. W porównaniu do innych eksperymentów uwzględniających wynos składników z masą chwastów (Duer, 1986; Parylak, 1996) w badaniach własnych stwierdzono małe ilości pobrania przez chwasty azotu, fosforu i potasu, głównie ze względu na skuteczną ochronę i niewielkie zachwaszczenie plantacji ziemniaka.



Rys. 1. Zawartość azotu, fosforu i potasu w *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli* przed zbiorem bulw ziemniaka (g kg⁻¹ s.m. części nadziemnych)

Fig. 1. Content of nitrogen, phosphorus and potassium in *Chenopodium album* and *Echinochloa crus-galli* before harvest of potato tubers (g kg⁻¹ dry matter in above-ground part)

WNIOSKI

1. Zawartość azotu, fosforu i potasu w suchej masie dojrzałych chwastów zależała od sposobów pielęgnacji i warunków pogodowych w latach prowadzenia badań, a fosforu od sposobów uprawy roli. Najmniej makroelementów gromadziły chwasty pobrane z poletek opryskiwanych mieszaninami herbicydów i mieszaninami z dodatkiem adiuwanta.
2. Pobranie składników z powierzchni 1 ha zależało od czynników doświadczenia, warunków pogodowych oraz biomasy chwastów i ich składu chemicznego. Większe pobranie makroelementów stwierdzono na poletkach uprawy uproszczonej niż tradycyjnej oraz w wariantach pielęgnowanych wyłącznie mechanicznie niż po zastosowaniu herbicydów i ich mieszanin.

LITERATURA

- Abulude F. O. 2005. Nutritional evaluation of aquatic weeds in Nigeria. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 4 (1): 835 — 840.
- Boligłowa E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *Electron. J. Polish Agric. Universities, S. Agronomy* 6 (1): 1 — 8.
- Boydston R.A., Vaughn S.F. 2002. Alternative weed management systems control weeds in potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technology* 16 (1): 23 — 28.
- Czuba R., Wróbel S. 1983. Ocena roli chwastów jako konkurentów w pobieraniu składników pokarmowych przez rośliny uprawne. *Rocz. Glebozn.* 34 (3): 175 — 184.
- Duer J. 1986. Skład chemiczny chwastów oraz pobranie składników mineralnych przez chwasty i zboża w zmianowaniach z różnym udziałem zbóż. *Pam. Puławski* 88: 191 — 203.
- Dzikanowski A., Ciećko Z., Nowak G. 1992. Zawartość podstawowych makro- i mikrośladników w bulwach ziemniaka w zależności od poziomu nawożenia potasem. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 54: 117 — 126.
- Gruźek T. 2001. Efektywne sposoby walki z chwastami i wpływ na jakość bulw ziemniaka. *Biul. IHAR* 217: 221 — 231.
- Gugała M., Zarzecka K. 2008. Plonowanie ziemniaka w zależności od sposobów uprawy i odchwaszczania. *Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol.* 530: 151 — 159.
- Guttieri M. J., Eberlein C. V. 1997. Pre-emergence weed control in potatoes with rimsulfuron mixtures. *Weed Technology* 11 (4): 755 — 761.
- Hashim S. 2003. Chemical weed control efficiency in potato (*Solanum tuberosum* L.) under agro-climatic conditions of Peshawar, Pakistan. *Pakistan J. Weed Science Research* 9 (1–2): 105 — 110.
- Kraska P., Pałys E., Kuraszkiewicz R. 2006. Zachwaszczenie łanu ziemniaka w zależności od systemu uprawy, poziomu nawożenia mineralnego i intensywności ochrony. *Acta Agrophysica* 8 (2): 423 — 433.
- Mišovic M. M., Brocic Z. A., Momirovic N. M., Šinzar B. C. 1997. Herbicide combination efficacy and potato yield in agro-ecological conditions of Dragacevo. *Acta Horticulturae* 462: 363 — 368.
- Parylak D. 1996. Konkurencyjne pobieranie składników pokarmowych przez jęczmień jary i chwasty. *Fragm. Agron.* 4 (52): 68 — 74.
- Trąba Cz. 2001. Konkurencyjność chwastów wobec owsa w warunkach nawożenia mineralnego i organicznego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.* 41 (2): 941 — 944.
- Zarzecka K., Gugała M. 2004. Kształtowanie się zachwaszczenia odmian ziemniaka w zależności od sposobu pielęgnacji. *Biul. IHAR* 232: 177 — 184.
- Zarzecka K., Ceglarek F., Gąsiorowska B., Grużewska A. 1999. Impact of weed control on potato infestation and yielding. *Electron. J. Polish Agric. Universities, S. Agronomy* 2 (2): 1 — 8.
- Żurawski H., Sienkiewicz J. 1981. Wpływ uproszczeń w uprawie roli i zróżnicowanego nawożenia na plony roślin i pobranie składników pokarmowych. *Pam. Puławski* 74: 73 — 84.

ZBIGNIEW CZERKOZakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka
IHAR Radzików, Oddział w Jadwisinie

Wyznaczenie optymalnych terminów rozpoczęcia i zakończenia sezonu przechowalniczego ziemniaków na obszarze Polski

The determination of optimal start and end dates of potato storage season on the area of Poland

Celem pracy było wyznaczenie optymalnych terminów rozpoczęcia i zakończenia sezonu przechowalniczego w różnych rejonach Polski. W badaniach skoncentrowano się nad określeniem terminu początku sezonu przechowalniczego w różnych rejonach Polski dla 3 kierunków użytkowania ziemniaków: dla przetwórstwa wymagającego utrzymania w długotrwałym okresie przechowywania temperatury 8°C, dla ziemniaków jadalnych wymagających 5°C i dla sadzeziaków wymagających 3°C, oraz określeniem optymalnego terminu zakończenia sezonu przechowalniczego w różnych rejonach Polski dla trzech kierunków użytkowania ziemniaków. Kształtowanie się temperatury w różnych rejonach Polski analizowano na podstawie przebiegu średniej dekadowej temperatury w 54 miejscowościach. Do analizy przyjęto średnią temperaturę z 20 lat (1979–1998). Optymalne terminy początku i zakończenia sezonu przechowalniczego w różnych rejonach Polski dla 3 kierunków użytkowania ziemniaków przedstawiono na mapach. Optymalne warunki do przechowywania ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa ze względu na przebieg temperatury powietrza w przeważającej części kraju rozpoczynają się 20–25 września, a kończą się 1–5 maja. W centralnej Polsce trwają do 30 kwietnia — 5 maja, a na północy kraju oraz w rejonie Kielc do 5–15 maja. Optymalny termin rozpoczęcia sezonu przechowalniczego ziemniaków jadalnych na zasadniczej powierzchni kraju występuje w dniach 20–30 września, a termin zakończenia sezonu rozciąga się od 5 do 10 kwietnia na zachodzie, i od 25 do 30 kwietnia na północnym-wschodzie Polski. Optymalny termin rozpoczęcia przechowywania sadzeziaków rozciąga się od 20 września na wschodzie Polski do 5 października na zachodzie. Natomiast termin kończący dobre warunki przechowywania przypada na I dekadę kwietnia i pokrywa się z terminem przygotowania ziemniaków do sadzenia.

Słowa kluczowe: klimat, okresy przechowywania, przetwórstwo, sadzeziak, ziemniak jadalny

The objective of the study was to determine the optimum start and end dates of the potato storage season in various regions of Poland. Three groups of the crop were considered: processing potatoes, requiring the long term storage temperature of 8°C, table potatoes, which require 5°C, and seed potatoes, which require 3°C. The analysis based on meteorological data of air temperature 10-days averages collected for 54 locations during the period of 1979–1998. The results were shown in form of

maps. In major part of Poland the optimal conditions for storage of the processing potatoes last between September 20–25 and May 1–5. In the North of the country and in the Kielce region the finishing dates shifted to May 5–15. For the table potatoes, the optimal start dates are on September 20–30 and the end dates range from April 5–10 in the western part of Poland to April 25–30 in the North East. The optimal start dates for storage of seed potatoes vary between September 20 in the East and October 5 in the West. The date of the end of good storage conditions falls in the first decade of April and it coincides with preparation of the seed potatoes to planting.

Key words: climate, period of storage, processing, seed potatoes, table potatoes

WSTĘP

Od 2000 roku produkcja ziemniaków ustabilizowała się na poziomie 10–11 mln ton, z tego do przechowywania trafia około 6,5 mln ton. W nowoczesnych obiektach przechowuje się około 550 tys. ton ziemniaków, a pozostała masa jest przechowywana w piwnicach, budynkach adaptowanych na przechowalnię i w kopcach.

Polskie rolnictwo wymaga jeszcze budowy nowych przechowalni, jak również doskonalenia technologii przechowywania w zakresie mechanizacji i utrzymywania najkorzystniejszych warunków termiczno-wilgotnościowych dla ziemniaków przy maksymalnym wykorzystaniu warunków atmosferycznych od chwili załadunku przechowalni aż do jej rozładunku.

Cały sezon przechowalniczy składa się z okresu osuszania, dojrzewania, schładzania, długotrwałego przechowywania i przygotowania do zbytu. Pierwsze 3 okresy (osuszanie, dojrzewanie, schładzanie) nazywane są etapem przygotowawczym i w tym okresie wymagane warunki w zakresie technologii wentylacji mogą zmieniać się zależnie od stanu ziemniaków (dojrzałość, stopień zawilgocenia, choroby) i warunków atmosferycznych (Kubicki, 1988; Burton, 1992).

Tempo schładzania przyzmy ziemniaków od załadunku przechowalni do osiągnięcia wymaganej temperatury powinno być równomierne i zgodne ze spadkiem temperatury zewnętrznej. Szybsze tempo schładzania ziemniaków w przechowalni w stosunku do tempa spadku temperatury zewnętrznej powoduje, że podczas wietrzenia odprowadzane jest nie tylko ciepło powstałe z oddychania ziemniaków, ale również ciepło przenikające z zewnątrz przez przegrody do przechowalni (Czerko, 2004). Wymusza to intensywniejszą wentylację i prowadzi do wzrostu ubytków naturalnych. Spowolnienie tempa schładzania wywołane przebiegiem temperatury zewnętrznej powoduje, że ziemniaki są przechowywane w wyższej temperaturze, a to może przyczynić się do wzrostu strat przechowalniczych (Schorling, 2005 a).

Okres długotrwałego przechowywania jest zasadniczym czasem przechowywania ziemniaków trwającym do 7–8 miesięcy, w którym wymagana temperatura zależy od kierunku użytkowania ziemniaków i wynosi: 8°C dla przetwórstwa, 5°C dla ziemniaków jadalnych i 3°C dla sadzeniaków.

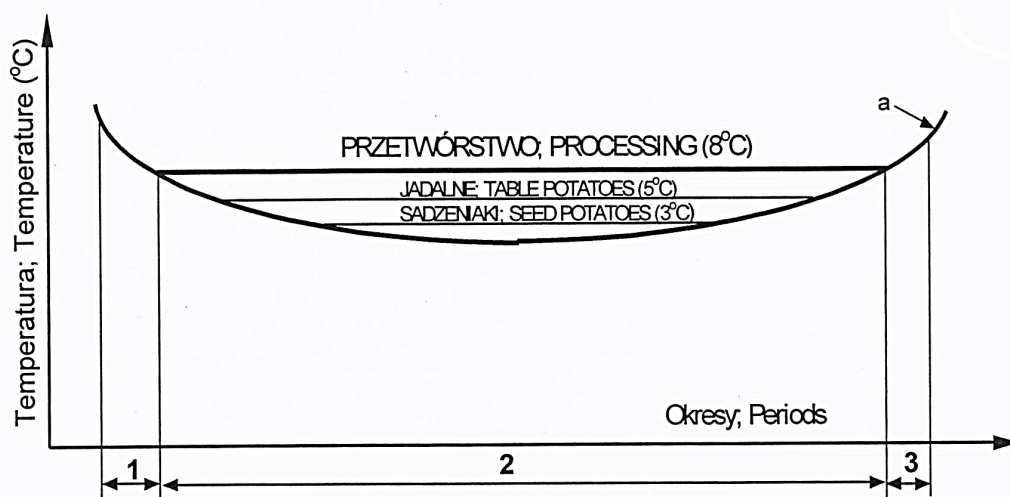
Okres przygotowania ziemniaków do zbytu kończy sezon przechowalniczy ziemniaków. W tym okresie, trwającym dwa tygodnie, zalecane jest podniesienie temperatury ziemniaków w celu uzyskania najlepszych cech technologicznych bulw.

W przechowalnictwie ziemniaków istotne jest określenie terminu rozpoczęcia załadunku przechowalni aby optymalnie wykorzystać przebieg warunków klimatycznych i uzyskać przy tym najniższe straty przechowalnicze.

Celem pracy było wyznaczenie optymalnych terminów rozpoczęcia i zakończenia sezonu przechowalniczego dla 3 kierunków użytkowania ziemniaków na obszarze Polski.

MATERIAŁ I METODY

Postępowanie przy określaniu terminu rozpoczęcia i zakończenia sezonu przechowalniczego dla ziemniaków wraz z poszczególnymi etapami przedstawiono schematycznie na rysunku 1. Wyznaczono terminy, w których dekadowa temperatura zewnętrzna spada w okresie jesiennym poniżej 8°C (dla przetwórstwa), 5°C (dla ziemniaka jadalnego) i 3°C (dla sadzeniaków), a w okresie wiosennym wzrasta odpowiednio powyżej 3°C, 5°C i 8°C. Określone terminy przekroczenia takich dekadowych temperatur są w przybliżeniu terminami rozpoczęcia i zakończenia długotrwałego okresu przechowywania.



- 1.– etap przygotowawczy (dojrzewanie, schładzanie); preparing period (curing, cooling)
- 2.– okres długotrwałego przechowywania; long-term storage period
- 3.– okres przygotowawczy do zbytu; unloading period
- 1+2+3 – sezon przechowalniczy; storage season
- a – temperatura zewnętrzna; outside temperature

Rys. 1. Etapy sezonu przechowalniczego

Fig. 1. Periods of storage season

W celu uściślenia terminów rozpoczęcia długotrwałego okresu przechowywania wprowadzono poprawkę uwzględniającą różnicę (w dniach) między terminem osiągnięcia temperatury zewnętrznej wymaganej dla danego kierunku użytkowania a terminem takiego spadku temperatury w przechowalni. Początek optymalnego sezonu przechowalniczego wyznaczono przez określenie daty rozpoczęcia długotrwałego okresu przechowywania i

dodanie odpowiedniej liczby dni etapu przygotowawczego (dojrzewanie i schładzanie) dla 3 kierunków użytkowania ziemniaków.

Termin zakończenia sezonu przechowalniczego określono przez dodanie 2 tygodni do długotrwałego okresu przechowalniczego.

Określenie optymalnego terminu początku sezonu przechowywania na obszarze Polski

Datę rozpoczęcia długotrwałego okresu przechowywania na obszarze Polski wyznaczono na podstawie przebiegu średniej dekadowej temperatury w 54 miejscowościach. Do analizy przyjęto średnią temperaturę z 20 lat (Biuletyn Agrometeorologiczny, 1979–1998). Dla każdej miejscowości wykreślono przebieg temperatury w okresie jesiennym (wrzesień, październik, listopad) i wiosennym (marzec — kwiecień). W oparciu o przebieg temperatury wyznaczono terminy w których nastąpiło osiągnięcie progowej temperatury 8°, 5° i 3°C (z dokładnością do 1 dnia). Na mapach Polski wykreślono izolinie przyjmując za skok izolinii 5 dni według Koźmińskiego i Michalskiej, 1999.

Do obliczonych terminów rozpoczęcia długotrwałego okresu przechowywania zostały dodane dni trwania etapu przygotowawczego. Dokładna liczba dni etapu przygotowawczego została wyliczona oddzielnie dla trzech kierunków użytkowania przyjmując wymagane 150 stopniodni na dojrzewanie bulw, korkowacenie skórki i zabliznianie uszkodzeń (Farm Electric Handbook, 1985). Stopniodni są iloczynem temperatury dobowej pomniejszonej o 5°C i dni przechowywania.

Obliczanie stopniodni:

Z postępu arytmetycznego

$$S_n = \left[a_1 + \frac{(n-1)d}{2} \right] \times n$$

gdzie:

a_1 — wartość „1” wyrazu

d — różnica między wyrazami

n — suma kolejnych pierwszych wyrazów

S_n — suma wszystkich wyrazów.

Przyjęto tempo spadku (d) temperatury — 0,185°/dobę, (jako średnia dla Jadwisina z lat 1998–2003)

Okres przygotowawczy przyjęto jako 150 stopniodni (S_n). Wyliczono ilość kolejnych dni (n) w celu uzyskania 150 stopniodni dla ziemniaków jadalnych (5°), przetwórstwa (8°) i sadzeniaków (3°).

Wprowadzono także poprawkę uwzględniającą opóźniony okres osiągnięcia temperatury w przechowalni w stosunku do spadku temperatury zewnętrznej. Różnicę liczby dni między terminem osiągnięcia wymaganej temperatury w przechowalni i terminem osiągnięcia takiej samej temperatury zewnętrznej wyliczono następująco:

- wykreślono przebieg temperatury dobowej w poszczególnych dekadach (jesienią — październik, listopad) (średnia temperatura 1998–2003 w Jadwisinie);
- wyznaczono średnią zewnętrzną temperaturę dobową w każdej dekadzie;

- wyliczono średnią temperaturę zewnętrzną przy której jest przeprowadzone wietrzenie trwające 6 godzin o najniższej temperaturze w ciągu doby;
- wyznaczono przebieg temperatury w przechowalni przez dodanie 2,5°C (0,5°C na ogrzanie wentylowanego powietrza przez pracujący wentylator) do średniej temperatury zewnętrznej występującej przy 6. godzinach wietrzenia o najniższej temperaturze dobowej.

Na podstawie przedstawionego założenia sporządzono wykres przebiegu średniej temperatury dekadowej zewnętrznej i przebiegu temperatury w przechowalni w miesiącach, w których następuje okres schładzania (październik i listopad). Z analizy regresji kwadratowej obu krzywych wyliczono różnicę dni osiągnięcia temperatury dla 3 kierunków użytkowania ziemniaków. Tempo spadku temperatury w przechowalni było wolniejsze od tempa spadku średniej temperatury zewnętrznej o 3 dni dla przetwórstwa (8°C), o 4 dni dla ziemniaków jadalnych (5°C) i 5 dni dla sadzeniaków (3°C).

Termin rozpoczęcia sezonu przechowalniczego ziemniaków ostatecznie został wyznaczony przez dodanie wyliczonego okresu przygotowawczego (150 stopniodni) który wynosił 28 dni dla przetwórstwa, 40 dni dla ziemniaków jadalnych i 40 dni dla sadzeniaków.

Termin zakończenia sezonu przechowalniczego wyznaczono dodając 15 dni do długotrwałego okresu przechowywania, który został wyznaczony taką samą metodą, jak przy określaniu początku długotrwałego okresu przechowywania, przy czym w tym przypadku określono terminy w których średnia temperatura zewnętrzna dekadowa wiosną wzrosła powyżej 3°, 5°, 8°C.

Wykreślono mapy, na których przedstawiono granice stref z optymalnymi terminami rozpoczęcia i zakończenia sezonu przechowywania dla 3 kierunków użytkowania ziemniaków (rys. 2, 3, 4, 5, 6, 7).

WYNIKI

Optymalne terminy początku sezonu przechowalniczego na obszarze Polski

Na podstawie przebiegu temperatury powietrza zostały opracowane mapy przedstawiające optymalne terminy rozpoczęcia, zakończenia oraz długości sezonu przechowalniczego na obszarze Polski dla 3 głównych kierunków użytkowania ziemniaków.

Przebieg temperatury powietrza w Polsce w okresie jesieni pokazuje, że najkorzystniejsze terminy do rozpoczęcia przechowywania ziemniaków na całym obszarze kraju uwzględniające 3 kierunki użytkowania ziemniaków (do przetwórstwa, jadalne, sadzeniaki) zawarte są od 16 września do 10 października.

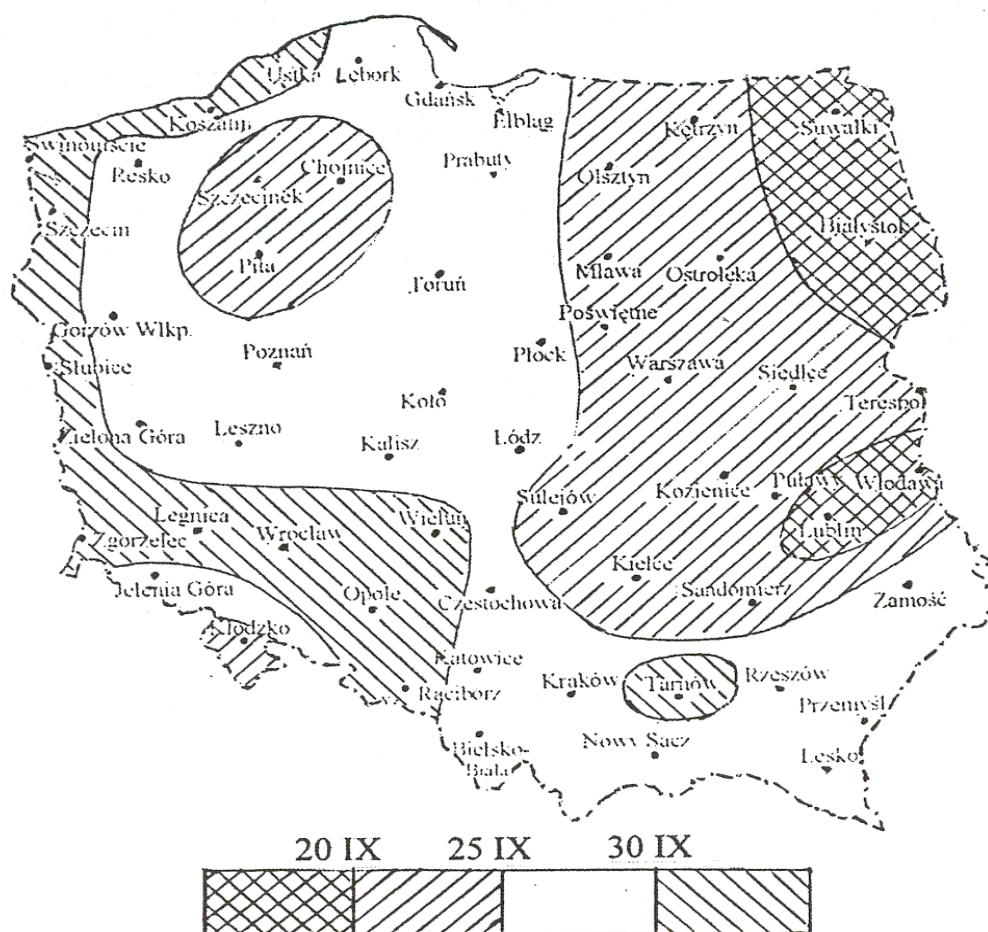
Optymalny termin rozpoczęcia przechowywania ziemniaków przeznaczonych na przetwórstwo na całym obszarze kraju zawiera się od 16 do 30 września (rys. 2), przy czym na największej powierzchni kraju termin ten waha się od 21 do 25 września. Warunki dla późniejszego rozpoczęcia przechowywania ziemniaków występują w północno-wschodniej Polsce (przed 20 września).



Rys. 2. Optymalny termin początku sezonu przechowalniczego ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa (8°C) w różnych rejonach Polski

Fig. 2. Optimum term of storage beginning for processing potato (8°C) in different regions of Poland

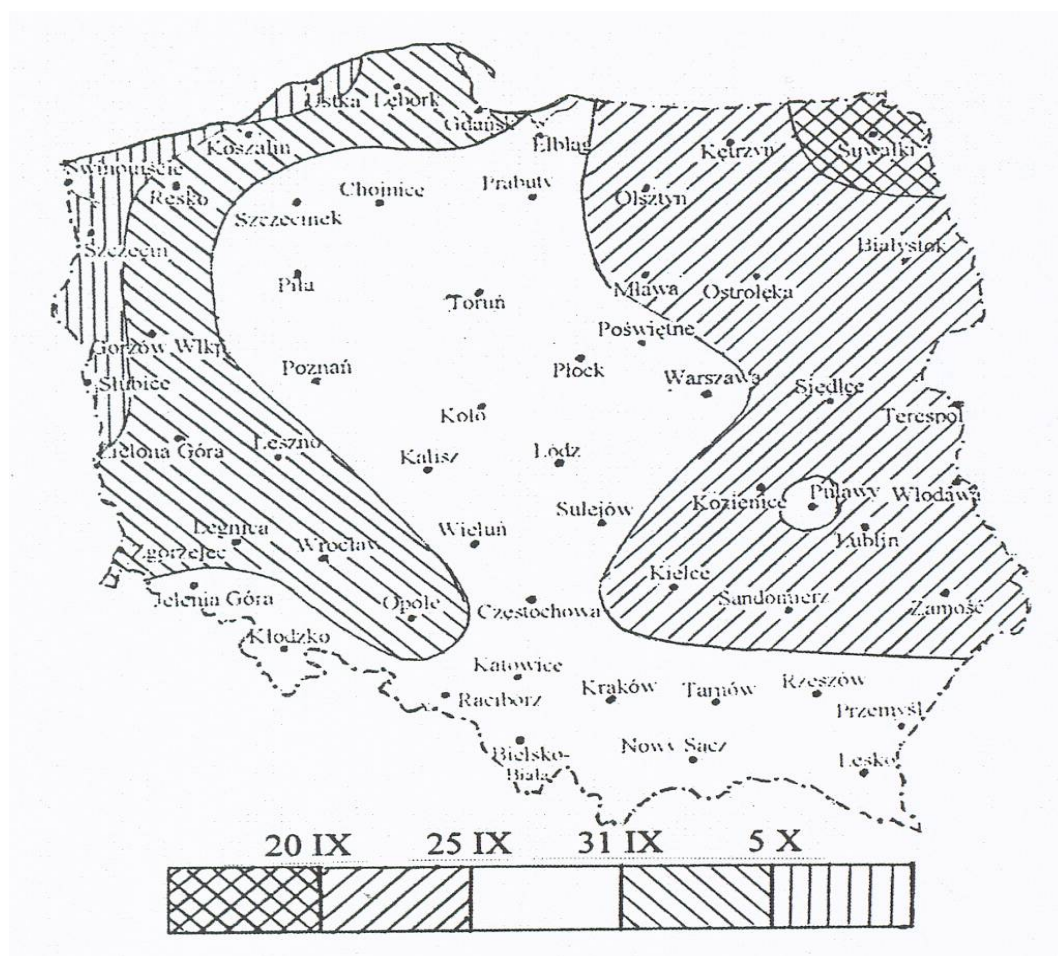
Rozpoczęcie sezonu przechowalniczego ziemniaków jadalnych na obszarze całego kraju powinno mieć miejsce od 16 września do 5 października (rys. 3). Na dużej powierzchni centralnej części kraju optymalny termin rozpoczęcia przechowywania ziemniaków jadalnych mieści się w dniach od 21 do 30 września. Na zachodzie kraju optymalny termin rozpoczęcia przechowywania występuje w dniach od 1 do 5 października, a na wschodzie kraju od 16 do 20 września.



Rys. 3. Optimalny termin początku sezonu przechowalniczego ziemniaków jadalnych (5°C) w różnych rejonach Polski

Fig. 3. Optimum term of storage beginning for table potato (5°C) in different regions of Poland

Optymalny termin rozpoczęcia przechowywania sadzeniaków na obszarze całego kraju zawiera się w przedziale od 16 września (w rejonie Suwałk) do 10 października (w rejonie Słubic, Szczecina, Ustki) (rys. 4). Na większej części powierzchni kraju początek przechowywania sadzeniaków powinien rozpocząć się w dniach od 21 do 30 września.



Rys.4. Optimalny termin początku sezonu przechowalniczego sadzeniaków (3°C) w różnych rejonach Polski

Fig. 4. Optimum term of storage beginning for seed potato (3°C) in different regions of Poland

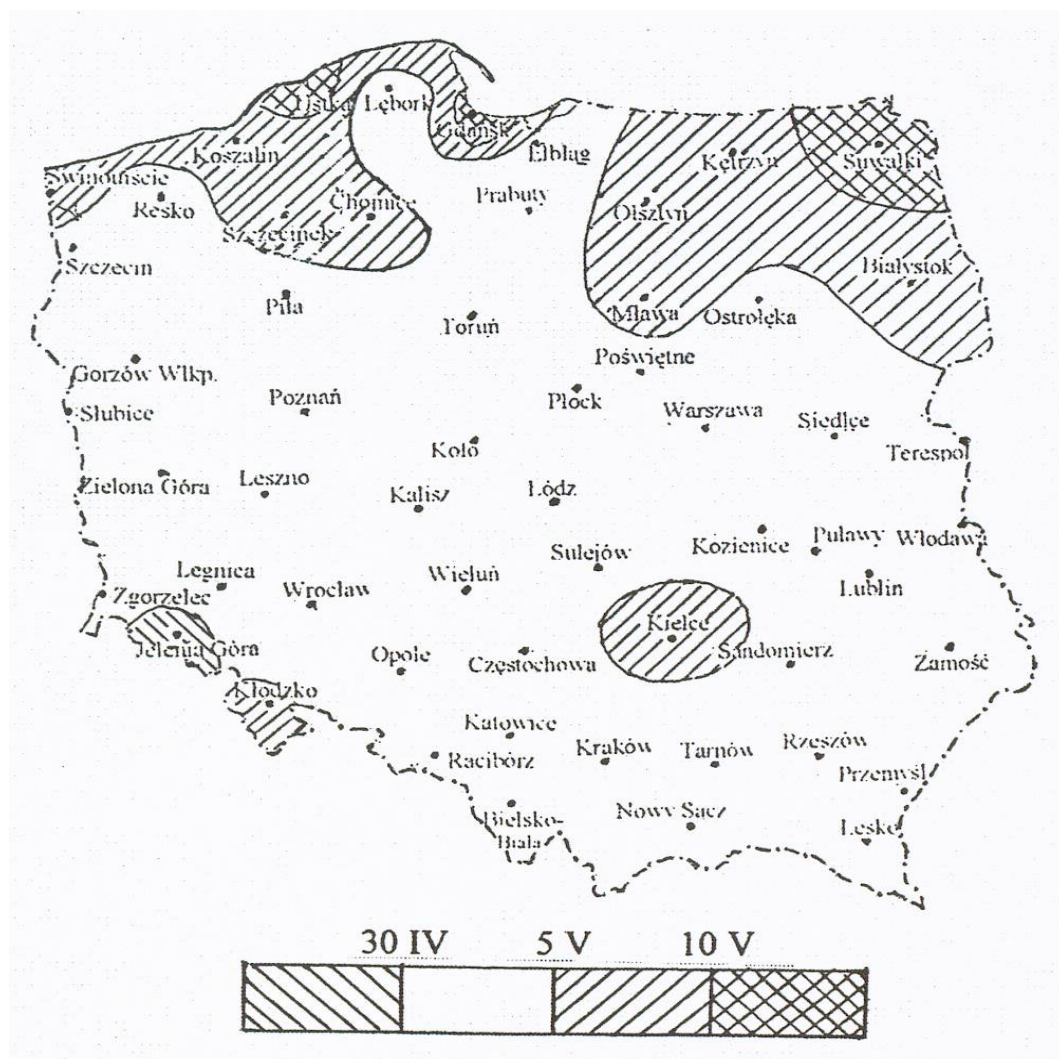
Optimalne terminy zakończenia sezonu przechowalniczego

Korzystne warunki atmosferyczne do przechowywania ziemniaków kończą się wiosną, kiedy następuje wzrost temperatury powyżej zalecanej dla przechowywanych ziemniaków.

Zakończenie optymalnych warunków atmosferycznych odpowiednich do przechowywania ziemniaków dla 3 kierunków przechowywania występuje zależnie od rejonu kraju, w terminach od 21 marca do 15 maja.

Ziemniaki przeznaczone na przetwórstwo (8°C) mogą być przechowywane, zależnie od rejonu kraju, do okresu od 26 kwietnia do 15 maja (rys. 5). Na obszarze prawie całego kraju ziemniaki przeznaczone do przetwórstwa mogą być przechowywane do pierwszej dekady maja (1–10 maja). Najdłużej ziemniaki mogą być przechowywane w północno-wschodniej

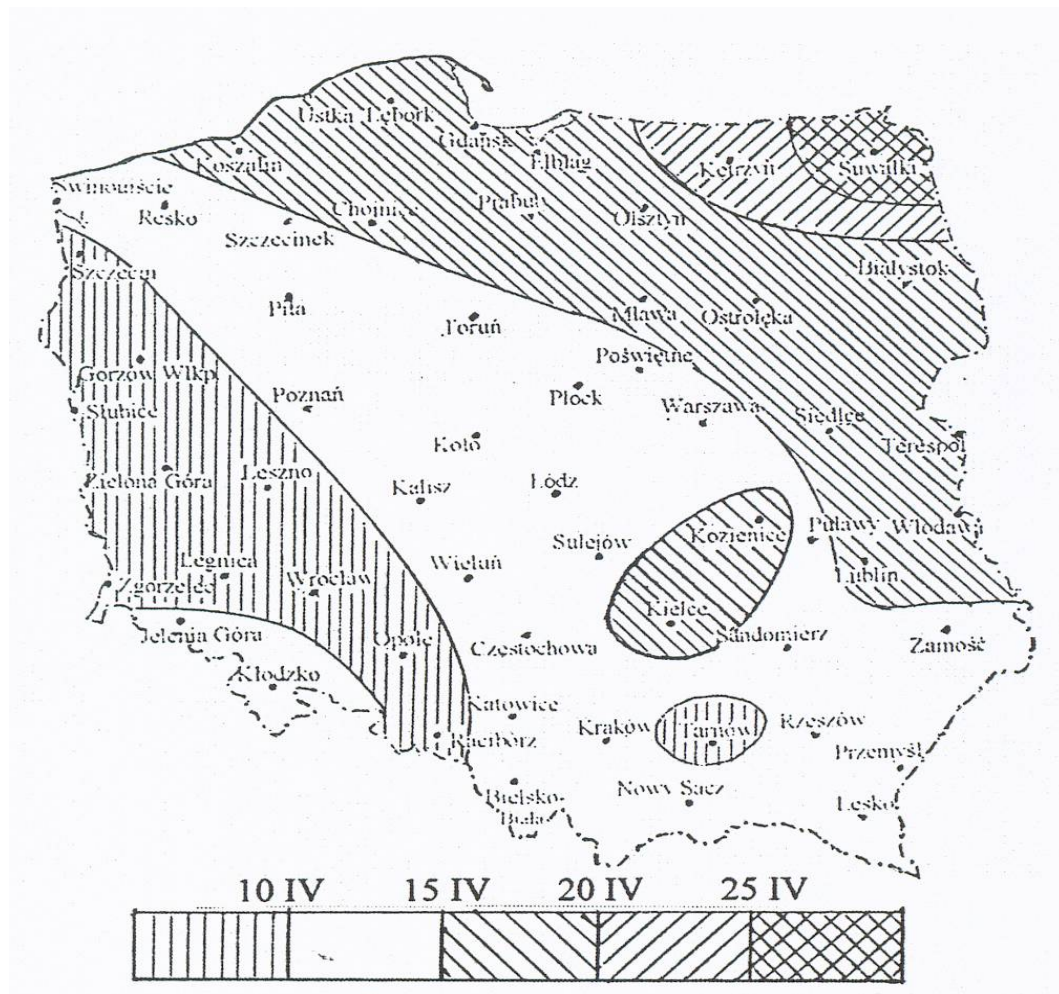
części kraju (11 do 15 maja). Jednak ten korzystny termin zakończenia sezonu przechowalniczego dotyczy tylko niewielkiej powierzchni kraju.



Rys. 5. Optymalny termin zakończenia sezonu przechowalniczego ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa (8°C) w różnych rejonach Polski

Fig. 5. Optimum term of storage ending for processing potato (8°C) in different regions of Poland

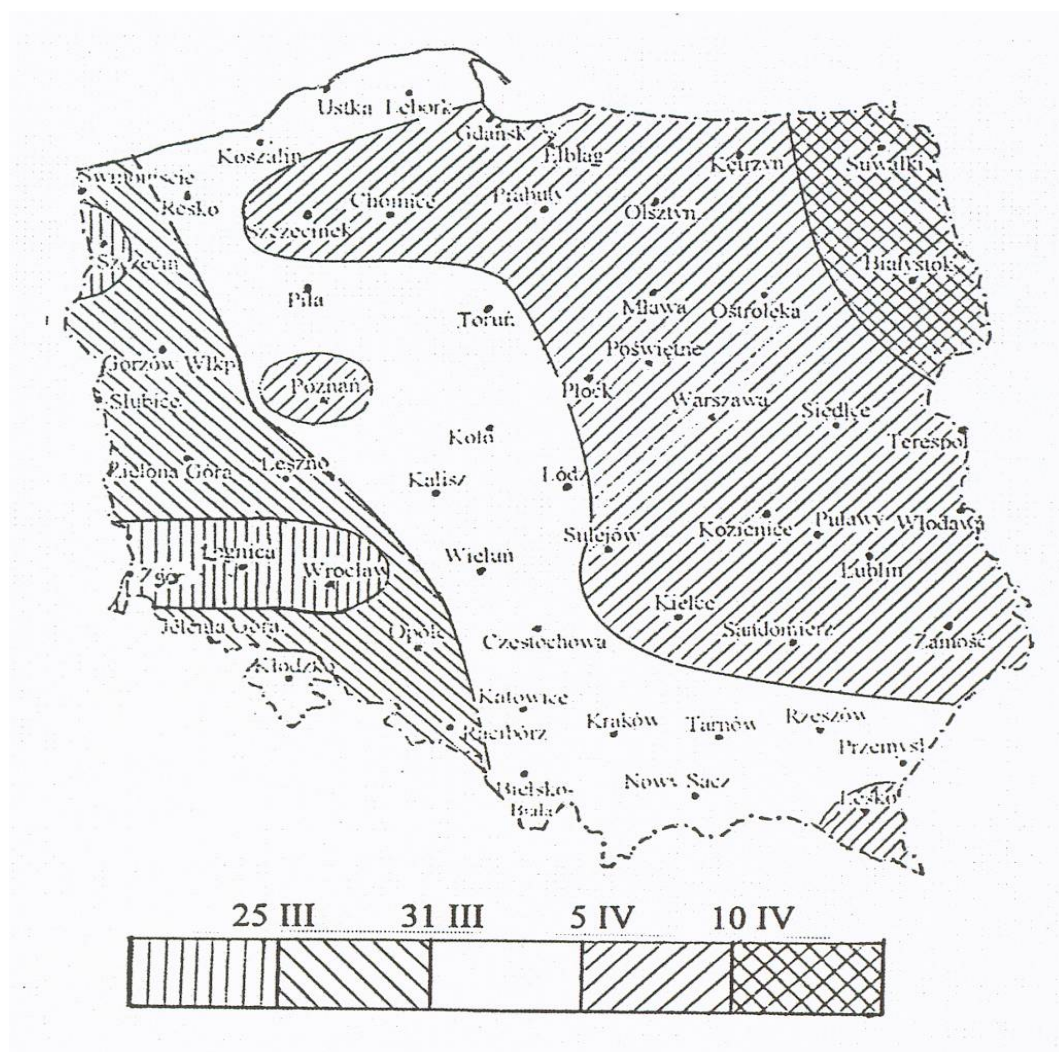
Zakończenie optymalnej temperatury powietrza do przechowywania ziemniaków jadalnych na większości powierzchni kraju (96,5%) wypada w terminie od 6 do 20 kwietnia (rys. 6). Na północnym wschodzie kraju w rejonie Suwałk i Kętrzyna termin ten wydłuża się do 30 kwietnia. Na zachodzie kraju oraz w rejonie Tarnowa ziemniaki jadalne mogą być przechowywane w optymalnych warunkach tylko do 10 kwietnia.



Rys. 6. Optymalny termin zakończenia sezonu przechowalniczego ziemniaków jadalnych (5°C) w różnych rejonach Polski

Fig. 6. Optimum term of storage ending for table potato (5°C) in different regions of Poland

Zakończenie przechowywania sadzeniaków ze względu na przebieg temperatury powietrza na większości powierzchni kraju występuje w pierwszej dekadzie kwietnia (rys. 7). Na zachodzie kraju optymalny termin zakończenia sezonu przechowalniczego sadzeniaków występuje od 21 do 31 marca, a na północnym-wschodzie od 11 do 15 kwietnia.



Rys. 7. Optymalny termin zakończenia sezonu przechowalniczego sadzeniaków (3°C) w różnych rejonach Polski

Fig. 7. Optimum term of storage ending for seed potato (3°C) in different regions of Poland

DYSKUSJA

Przebieg warunków klimatycznych umożliwiających długi okres przechowywania ziemniaków, jak i innych surowców roślinnych, bez użycia urządzeń chłodniczych jest korzystny dla przechowalnictwa. Dodatkowe użycie mechanicznych urządzeń klimatycznych istotnie zwiększa koszty przechowywania.

Termin zbioru ziemniaków średnio późnych i późnych praktycznie w Polsce zawiera się od 8. IX do 28. X, ale główna masa ziemniaków (75%) zbierana jest w ciągu 20 dni, tj. od 25 września do 13 października (Koźmiński, 2001). Według tych danych wcześniej zbiera się ziemniaki w centralnej Polsce (5 X), a najpóźniej na terenach południowej Lubelszczyzny, Pomorza Zachodnim i Podkarpaciu (10 X).

Optymalne terminy rozpoczęcia sezonu przechowalniczego przedstawione na opracowanych w pracy mapach (rys. 2, 3, 4) są wcześniejsze o kilka dni w porównaniu do terminów zbioru przedstawionych w Atlasie (Koźmiński, 2001). Opracowane w pracy mapy pokazują, że optymalny termin rozpoczęcia przechowywania ziemniaków przeznaczonych na 3 kierunki użytkowania na przeważającym obszarze Polski występuje od 20 września do 5 października, czyli jest wcześniejszy o 5–10 dni niż terminy zbioru realizowane w praktyce; wg Atlasu (Koźmiński, 2001). Trzeba jednak uwzględnić zmiany w produkcji ziemniaka w ostatnich latach. Systematycznie zwiększa się udział ziemniaków o krótszym okresie wegetacji, więc łatwiej można dopasować termin zbioru ziemniaków do wyznaczonych w pracy terminów uwzględniających warunki przechowywania.

Porównując szczegółowo optymalne terminy (przedstawione na mapkach) rozpoczęcia przechowywania uwzględniające poszczególne kierunki użytkowania ziemniaków z terminami zbioru stosowanymi w praktyce zauważa się, że różnice między terminami nie są duże.

Przetwórstwo

Warunki klimatyczne Polski umożliwiają rozpoczęcie sezonu przechowalniczego w optymalnym terminie 20–25 września. Ze względu na wykorzystanie w zakładach przetwórczych ziemniaków młodych od 15 lipca do 20 września bez potrzeby przechowywania, w praktyce początek sezonu przechowalniczego w przechowalniach ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa może pokrywać się z zalecanym terminem rozpoczęcia sezonu przechowalniczego uwzględniającego temperatury powietrza atmosferycznego (rys. 2).

Przerób ziemniaków w zakładach przetwórczych trwa do 30 czerwca. Następane 15 dni (do 15 lipca) wykorzystywane są w fabryce zwykle na przerwę remontowo-urlopową. Optymalny termin zakończenia sezonu przechowalniczego w przetwórstwie ziemniaka wynikający z warunków klimatycznych zasadniczo kończy się w 1 dekadzie maja. Pozostaje okres od 1–5 maja do 30 czerwca na większości obszaru Polski i od 5–15 maja do 20 czerwca na północy kraju, kiedy warunki klimatyczne uniemożliwiają utrzymanie wymaganej temperatury w przechowalni.

Zapewnienie odpowiednich warunków termicznych w przechowalni ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa może być osiągnięte przez zastosowanie w przechowalni urządzeń chłodniczych.

Ziemniaki jadalne

Optymalne warunki umożliwiające rozpoczęcie sezonu przechowywania ziemniaków jadalnych zaczynają się w dniach 20–30 września. W stosowanej praktyce początek sezonu przechowalniczego zaczyna się przeważnie wcześniej (od 10 do 20 września). Wcześniejsze rozpoczęcie przechowywania powoduje przedłużenie okresu przygotowawczego w wyższej temperaturze, czego skutkiem mogą być zwiększone straty prze-

chowlnicze ziemniaków. Wskazane byłoby, tam gdzie to możliwe, opóźnienie zbioru ziemniaków jadalnych przeznaczonych do długotrwałego przechowywania zgodnie z terminami przedstawionymi na mapach (rys. 3).

Zakończenie sezonu przechowalniczego ziemniaków jadalnych, ze względu na znaczną podaż na rynku ziemniaków młodych już od 15 czerwca, powinno trwać nie dalej jak do końca czerwca.

Warunki klimatyczne Polski umożliwiają utrzymanie optymalnej temperatury w przechowalni dla ziemniaków jadalnych zależnie od rejonu kraju do 10–25 kwietnia (rys. 6). W celu utrzymania wymaganej temperatury w przechowalniach w okresie niekorzystnym do wentylacji, czyli od początku kwietnia na zachodzie Polski, a od połowy kwietnia na północnym-wschodzie aż do końca czerwca powinny być zastosowane urządzenia chłodnicze.

Sadzeniaki

Optymalny termin rozpoczęcia przechowywania zasadniczej masy sadzeniaków wynikający z przebiegu temperatury zewnętrznej występuje od 20 września w rejonach północno-wschodnich kraju do 5 października na zachodzie kraju (rys. 4).

Początek okresu przechowywania sadzeniaków odmian wczesnych, których powierzchnię można określić na około 10%, powinien zaczynać się już od 1 września. Dla sadzeniaków tych odmian, szczególnie w zachodniej Polsce powinny być wydzielone komory w przechowalni z zamontowanymi urządzeniami chłodniczymi.

Zakończenie optymalnych warunków do przechowywania sadzeniaków na zasadniczej powierzchni kraju występuje w terminie od 25 marca do 10 kwietnia, a w części północno-wschodniej do 15 kwietnia (rys. 7). Ponieważ przygotowanie sadzeniaków wymaga przynajmniej pobudzenia bulw przez okres od 2 do 3 tygodni, więc termin, w którym można utrzymać wymaganą temperaturę w przechowalni w zasadzie pokrywa się z potrzebami wynikającymi z terminami sadzenia ziemniaków (cały kwiecień).

Optymalny termin rozpoczęcia przechowywania ziemniaków ustalony jest, ze względu na możliwość utrzymania wymaganej temperatury w przechowalni przy wykorzystaniu przebiegu temperatury zewnętrznej. Z punktu widzenia jakości przechowywanych ziemniaków wcześniejsze rozpoczęcie przechowywania niż termin optymalny, jest mniej szkodliwe, niż późniejsze. Wcześniejszy zbiór powoduje, że ziemniaki będą złożone do przechowalni w wyższej temperaturze i przez to zostanie wydłużony pierwszy okres (przygotowawczy). Przechowywanie ziemniaków zdrowych w wyższej temperaturze może spowodować tylko niewielki wzrost ubytków naturalnych w stosunku do całego sezonu przechowalniczego, natomiast utrzymywanie wysokiej temperatury w przechowalni dla ziemniaków porażonych chorobami stwarza warunki do rozwoju chorób. Dlatego, jeżeli występuje wcześniejszy zbiór ziemniaków, warunki atmosferyczne powinny być maksymalnie wykorzystane do wychłodzenia przechowalni.

Żałunek przechowalni w późniejszym terminie może spowodować, że w początkowym okresie przechowywania niska temperatura ziemniaków uniemożliwi osiągnięcie pełnego okresu dojrzewania, co może skutkować większymi ubytkami naturalnymi, a szczególnie większym rozwojem chorób przechowalniczych (Czerko i in., 1985). W gospodarstwie rolnym zbiór ziemniaków przeznaczonych do długotrwałego przechowywania

wywiania rozciąga się zwykle od kilku do kilkunastu dni, więc faktyczny termin zbioru ze względu na osiągnięcie optymalnej temperatury w przechowalni powinien rozpocząć się kilka dni wcześniej, tak żeby zakończył się w optymalnym zalecanym terminie rozpoczęcia przechowywania lub tylko niewiele dni później.

Przedstawione w pracy warunki przechowywania ziemniaków na terenie całej Polski zostały opracowane na podstawie lat 1979–1998. W niedalekiej przyszłości należy liczyć się ze wzrostem średniej temperatury powietrza w Polsce. Dane prezentowane w Atlasie klimatycznym Polski z lat 1780–2003 (Lorenc, 2005) wyraźnie wskazują, że następuje systematyczny wzrost temperatury powietrza w Polsce w tempie $0,06^{\circ}\text{C}$ na dekadę. W ostatnich dekadach zmiany temperatury następują szybciej, według niektórych badaczy klimatu temperatura wzrasta nawet o $0,3^{\circ}\text{C}$ na dekadę (Górski, 2002). Stuczyński i wsp. (2007) na podstawie „Modelu agroklimatu Polski” wykazali, że następuje poprawa warunków termicznych do uprawy roślin ciepłolubnych. Okres wegetacji będzie się wydłużał, a tym samym będą pogarszały się warunki do przechowywania ziemniaków przez skrócenie chłodniejszych okresów sprzyjających przechowywaniu ziemniaków.

Kędziora (1999) w oparciu o dane różnych autorów (Bouwer, 1991) przedstawił prognozę, w której okres wegetacyjny (okres z temperaturą wyższą od 5°C) w latach 1975–2075 wydłuży się z około 180–190 do 244–260 dni w północno-wschodniej Polsce i od około 200–220 do 320–340 dni w części zachodniej. Wydłużenie okresu wegetacji wyniesie od 50–65 dni w Polsce północno-wschodniej do 110–120 dni w Polsce zachodniej. Spowoduje to jeszcze większe zróżnicowanie kraju pod względem długości okresu wegetacyjnego, a granice roślin uprawnych, w tym ziemniaka, ulegną przesunięciu na północ. Takie zmiany klimatyczne objawiające się wydłużeniem okresu wegetacji, a tym samym skróceniem korzystnych warunków do przechowywania, spowodują konieczność szerszego zastosowania urządzeń chłodniczych w przechowalnictwie i tym samym zwiększenie kosztów przechowywania. Jednakże istnieje możliwość wcześniejszego pozyskiwania ziemniaków młodych i dłuższego okresu ich użytkowania bez potrzeby długotrwałego przechowywania.

WNIOSKI

1. Optymalne warunki do przechowywania ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa ze względu na przebieg temperatury powietrza w przeważającej części kraju (86,6% powierzchni) rozpoczynają się 20–25 września, a kończą się 1–5 maja. W centralnej Polsce (78,2% powierzchni) trwają do 30 kwietnia — 5 maja a na północy kraju oraz w rejonie Kielc, do 5–15 maja (razem 2,8% powierzchni kraju).
 2. Optymalny termin rozpoczęcia sezonu przechowalniczego ziemniaków jadalnych na zasadniczej powierzchni kraju (79,9%) występuje w dniach 20–30 września a termin zakończenia sezonu rozciąga się od 5 do 10 kwietnia na zachodzie, i od 25 do 30 kwietnia na północnym-wschodzie Polski.
- Optymalny termin rozpoczęcia przechowywania sadzeniaków rozciąga się od 20 września na wschodzie Polski do 5 października na zachodzie. Natomiast termin

kończący dobre warunki przechowywania przypada na I dekadę kwietnia i pokrywa się z terminem przygotowania ziemniaków do sadzenia.

LITERATURA

- Brouwer F., Thomas A. J., Chadwick M. J. 1991. Land use changes in Europe. Eds. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands: 528 p.
- Burton W. G., Es van A., Hartmans K. J. 1992. The physics and physiology of storage. In: The potato crop: the scientific basis for improvement. Second Edition, ed. by Paul Harris (Chapman and Hall), London: 608 — 727.
- Czerko Z., Gastoł J., Manikowski Z. 1985. Wpływ dwóch metod zbioru na trwałość przechowalniczą ziemniaków ze szczególnym uwzględnieniem uszkodzeń mechanicznych. Biul. Inst. Ziem. 23: 129 — 136.
- Czerko Z. 2004. Czynniki wpływające na dobór dawki wentylacyjnej w przechowalniach ziemniaków. Biul. IHAR 232: 219 — 225.
- Farm Electric Handbook. 1985. Potato storage. Publications for farmers and growers. National Agricultural Center, Coventry: 59 p.
- Górski T. 2002. Współczesne zmiany agroklimatu Polski. Pam. Puł. 130: 242 — 250.
- Kędziora A. 1999. Podstawy agrometeorologii. PWRiL, Poznań: 364 ss.
- Koźmiński Cz., Michalska B. 1999. Ćwiczenia z agrometeorologii. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 180 ss.
- Koźmiński Cz. 2001. Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. Akademia Rolnicza, Uniwersytet Szczeciński. Szczecin: 81 ss.
- Kubicki K. 1988. Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków. PWN Warszawa: 206 ss.
- Lorenc H. 2005. Atlas klimatu Polski. IMiGW, Warszawa: 115 ss.
- Schorling E. 2005 a. Einfluss der maschinellen Kühlung auf der Qualität von Pflanzkartoffeln. Kartoffelbau, 11: 446 — 449.
- Stuczyński T., Kozyra J., Łopatka A., Jadczyżyn J. 2007. Przyrodnicze uwarunkowania produkcji rolniczej w Polsce. XI Konferencja Naukowa. Współczesne uwarunkowania organizacji produkcji w gospodarstwach rolniczych. 12–13.06.2007. IUNG — PIB, Puławy: 85 — 86.

MARIA PYTLARZ-KOZICKAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Porównanie produkcji nasiennej ziemniaka w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Comparison of potato seed production in ecological versus conventional cultivation system

Badania polowe, których celem było określenie wpływu systemu uprawy na plon oraz wartość nasienną pięciu odmian ziemniaka przeprowadzono w RZD Pawłowice w latach 2005–2007. Czynnikiem doświadczenia były: 1 — System uprawy: ekologiczny (nawożenie organiczne, ochrona przeciw chwastom mechaniczna, ochrona p/w zarazie ziemniaka preparatami miedziowymi) i konwencjonalny — nawożenie organiczne i mineralne, chemiczna ochrona p/w chwastom, mszycom i zarazie ziemniaka, 2 — Odmiany: (reprodukowane od B II w 2005 roku) Felka, Karatop, Asterix, Pirol i Syrena. Doświadczenie założono metodą podbłoków (split-plot) w trzech powtórzeniach. Porażenie roślin chorobami wirusowymi było niskie w pierwszym roku reprodukcji nasiennej (2005), natomiast dużo wyższe obserwowano w drugim i trzecim roku. Zastosowane w systemie konwencjonalnym wysokie nawożenie mineralne, a zwłaszcza azotowe mogło przyczynić się do wzrostu porażenia roślin wirusem PVY i PLRV, natomiast porażenie chorobami wirusowymi badanych odmian zależało od ich odporności genetycznej. Plony bulw zależały istotnie od wariantów uprawy oraz cech odmianowych. Na obiektach z uprawą ekologiczną plony ogólne bulw były niższe niż w wariancie z uprawą konwencjonalną aż o 58,1% a plony sadzeniaków o 43,3%. Plony badanych odmian również istotnie różniły się. Plony uzyskane na obiektach z uprawą ekologiczną charakteryzowały się wyższym procentowym udziałem sadzeniaków, niższym współczynnikiem rozmnożenia oraz niższą przeciętną masą bulwy niż na obiektach z uprawą konwencjonalną. Stwierdzono, że do produkcji ekologicznej najbardziej odpowiednimi odmianami są odmiany charakteryzujące się wysoką odpornością na wirusy i o niskich lub średnich wymaganiach nawozowych (Felka i Syrena).

Słowa kluczowe: odmiany ziemniaka, systemy uprawy, wartość nasienne

In the years 2005–2007 field experiments aimed at the evaluation of the effect of a cultivation system on yielding and seed value of five potato cultivars were carried out at the Research and Development Station in Pawłowice. The experimental factors were as follows: 1 — ecological system of cultivation (organic fertilization, mechanical weed control, protection against potato late blight using copper preparations) vs. conventional system of cultivation (organic and mineral fertilization, chemical control of weeds, aphids and potato late blight, 2 — potato cultivars (reproduced from BII in 2005): Felka, Karatop, Asterix, Pirol and Syrena. The experiment was set up in a split-plot design, in three replications. The level of plant infection with virus diseases was low in the first year of seed reproduction (2005), but it significantly increased in the second and third years. Mineral fertilization applied in the conventional cultivation system, particularly nitrogen fertilization, could contribute to

the higher rates of plant infection with PVY and PLRV, but the degrees of virus infection mainly depended on genetic resistance of the cultivars. The yield of tubers considerably depended both on the cultivation system and on the cultivar features. Total tuber yield from plots with ecological system was lower by as much as 58.1% than that from plots with conventional cultivation system. The yield of seed potatoes was lower by 43.3%, respectively. Marked differences in yielding between particular cultivars were found. The yields obtained from the ecological cultivation plots, compared to those from the conventional cultivation plots, were characterized by the higher percentage of seed potatoes, lower reproduction coefficient and lower average tuber weight. The above results indicated that for ecological cultivation the most suitable potato cultivars are those showing a high level of resistance to viruses and exhibiting low to moderate fertilization requirements (e.g. Felka and Syrena).

Key words: cultivation systems, potato cultivars, seed value

WSTĘP

Najważniejszym problemem sektora nasiennictwa ziemniaka jest zwiększenie częstotliwości wymiany i zużycia kwalifikowanych sadzeńców. O uprawie ziemniaków w gospodarstwie decydują, takie czynniki jak: zapotrzebowanie rynku, płodozmian i posiadane maszyny. Ziemniaki w rolnictwie ekologicznym są ważną rośliną okopową (Zarzyńska, 2003) ze względu na zachowanie bioróżnorodności upraw. Coraz mniej uprawia się ziemniaków, ale nadal są one ważnym produktem spożywczym, istotne są również korzyści z ich uprawy w zmianowaniu. Odrębny segment rynku ziemniaka stanowi produkcja nasienne. Kwalifikowany materiał nasienne jest podstawowym środkiem produkcji w pozostałych kierunkach użytkowania ziemniaka. Jako element postępu biologicznego, decyduje on o poziomie i jakości zbiorów, a tym samym o opłacalności produkcji (Chotkowski, 2008).

W gospodarstwach ekologicznych można prowadzić produkcję nasienne, tak aby uzyskany materiał spełniał wymagania stawiane dla materiału kwalifikowanego, wiąże się to jednak z dobrą znajomością zasad prowadzenia ekologicznej produkcji nasiennej.

Celem pracy było określenie wpływu systemu uprawy na plon oraz wartość nasienne pięciu odmian ziemniaka z różnych grup wczesności.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w RZD Pawłowice w latach 2005–2007. Rejon ten leży w strefie IV b degeneracji ziemniaka i zagrożenia wirusami PVY i PLRV. Doświadczenie dwuczynnikowe założono metodą podbloków (split-plot) w trzech powtórzeniach.

Badanymi zmiennymi były:

1. System uprawy:

- E — Ekologiczny — nawożenie organiczne (obornik 250 dt·ha⁻¹), ochrona p/w chwastom mechaniczna, ochrona p/w zarazie ziemniaka preparatami miedziowymi,
- K — Konwencjonalny — nawożenie organiczne (obornik 250 dt·ha⁻¹), i mineralne (N120:P120:K180), chemiczna ochrona p/w chwastom, mszycom i zarazie ziemniaka.

2. Odmiany: Felka, Karatop, Asterix, Pirol, Syrena (reprodukcja nasienna prowadzona od B II w 2005 roku).

Powierzchnia poletek do sadzenia i zbioru wynosiła 12,5 m² (2,5 m × 5 m). Doświadczenie zakładano na glebie brunatnej wytworzonej z piasku słabo gliniastego na piasku luźnym. Gleba zaliczana jest do V klasy bonitacyjnej, kompleksu żynnego dobrego. Odczyn gleby lekko kwaśny, zasobność w fosfor i potas — bardzo wysoka, w magnez — wysoka. Badane odmiany należały do różnych grup wczesności: Felka i Karatop — bardzo wczesne, Asterix i Pirol — średnio wczesne, Syrena — średnio późna i charakteryzowały się różną odpornością na choroby wirusowe (tab. 1).

Tabela 1

Wykaz odmian wykorzystanych w badaniach
Specification of the examined potato cultivars

Lp.	Odmiana Cultivar	Odporność na choroby wirusowe: Resistance to virus diseases		
		PVY	PLRV	PVM
1.	Felka	7	7,5	3
2.	Karatop	6	7	4,5
3.	Asterix	5	3,5	2,5
4.	Pirol	5	5	3,5
5.	Syrena	8	5	3

Źródło; Source: Chotkowski, Stypa (2008)

Tabela 2

**Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów w okresie wegetacji w latach 2005-2007 i
średnia dla wielolecia 1976-2005**

**Average monthly air temperatures and precipitation in plant growing period recorded in 2005-2007
and respective mean values for the period 1976-2005**

Miesiąc - Month	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Średnia lub suma IV-VIII Mean or sum IV-VIII
Rok — Year	Temperatura powietrza (°C) — Air temperature (°C)						
2005	9,8	14,3	16,9	19,8	17,7	15,2	15,6
2006	9,9	14,3	18,4	23,4	17,3	16,2	16,6
2007	10,9	16,2	19,2	19,2	18,9	12,9	16,2
Średnia dla okresu 1976-2005 Mean values for 1976-2005	8,3	14,1	16,9	18,7	17,9	13,3	14,9
Rok — Year	Opady (mm) — Rainfall (mm)						
2005	25,5	121,0	36,3	109,3	51,0	0,2	363,3
2006	51,1	15,9	56,6	12,0	166,7	7,6	319,9
2007	2,7	50,3	69,2	92,4	52,8	6,1	313,5
Średnia dla okresu 1976-2005 Mean values for 1976-2005	30,5	51,3	59,5	78,9	61,7	5,3	327,2

Doświadczenie sadzono w drugiej lub trzeciej dekadzie kwietnia w zależności od roku sadzeniakami podkiełkowanymi. W okresie wegetacji prowadzono obserwacje wzrostu i rozwoju roślin oraz porażenia ich chorobami i szkodnikami. Po zakończeniu wschodów, co dwa tygodnie liczono ilość mszyc na 100 liściach (początkowo z dolnego, następnie ze

środkowego piętra liści) osobno na obiektach uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Dwukrotnie w okresie wegetacji wykonywano selekcje negatywne. W fazie zasychania dolnych liści na roślinach poszczególnych odmian przeprowadzono desykację naci preparatem Reglone. Sprzęt bulw wykonywano po zaschnięciu roślin zgodnie z metodyką doświadczenia. Po sprzęcie ważono plon bulw z każdego poletka oraz rozsortowano na poszczególne frakcje celem określenia struktury plonu. Plony bulw, sadzeniaków, procent sadzeniaków w plonie ogólnym, przeciętną masę 1 bulwy oraz współczynnik rozmnożenia policzono statystycznie metodą split-plot dla doświadczeń dwuczynnikowych.

Warunki pogodowe w latach 2005–2007 w okresie wegetacji ziemniaków różniły się od średnich wieloletnich. Rozkład opadów był bardzo nie równomierny i niekorzystny dla plonowania ziemniaków, natomiast średnie miesięczne temperatury były wyższe w ciągu okresu wegetacji od średnich wieloletnich (tab. 2).

WYNIKI BADAŃ

Liczba mszyc na liściach ziemniaków była różna i zależała zarówno od roku jak i terminu obserwacji (tab. 3).

Tabela 3

Liczebność mszyc na 100 liściach badanych obiektów
Number of aphids recording on 100 leaves sampled from the experimental objects

Rok Year	Data Date	5–12 VI				15–22 VI				28 VI–5 VII				10–18 VII				22 VII–5 VIII			
	uprawa cultivation	E		K		E		K		E		K		E		K		E		K	
	gatunek mszyc <i>Aphid</i> species	*B	*U	B	U	B	U	B	U	B	U	B	U	B	U	B	U	B	U	B	U
2005	<i>M. p.</i> **	—	—	4	—	—	—	—	—	2	—	2	1	—	—	—	—	4	—	1	—
	<i>A. n.</i> *** i <i>A. f.</i>	5	—	8	—	1	—	—	—	1	—	7	—	3	1	12	1	3	3	6	—
	inne — other	2	1	—	—	4	—	9	—	—	2	1	—	10	—	—	2	5	2	2	2
	Suma — total	7	1	12	—	5	—	9	—	3	2	10	1	13	1	12	3	12	5	9	2
2006	<i>M. p.</i>	2	—	3	—	7	1	2	—	4	2	5	2	1	1	2	—	6	—	2	—
	<i>A. n.</i> i <i>A. f.</i>	5	—	9	—	4	1	28	—	7	6	11	2	5	—	4	1	2	2	21	—
	inne — other	—	3	—	2	4	1	6	—	1	5	2	1	2	—	—	—	3	—	3	—
	suma — total	7	3	12	2	15	3	36	—	12	13	18	5	8	7	6	1	11	2	26	—
2007	<i>M. p.</i>	5	1	6	2	4	—	5	—	4	2	5	1	4	3	3	3	6	1	3	1
	<i>A. n.</i> i <i>A. f.</i>	4	2	7	1	1	1	3	—	11	3	15	2	8	—	23	—	13	2	9	2
	inne — other	7	—	4	2	1	1	5	1	5	1	6	1	2	4	1	—	1	1	4	2
	suma — total	16	3	17	5	6	2	13	1	20	6	26	4	14	7	27	3	20	4	16	5

E — system ekologiczny; ecological system

K — system konwencjonalny; conventional system

*B — bezskrzydłe; apterous

U — uskrzydłone; winged

** *M. p.* — *Myzus persicae*[Sulz]

****A. n.* i *A. f.* — *Aphis nasturtii* [Kalt.] i *Aphis frangulae*[Kalt.]

Źródło; Source: Badania własne; Own investigations

Liczba mszyc w pierwszym roku badań (2005) na całym doświadczeniu była mała. Więcej mszyc obserwowano na obiektach uprawianych w systemie konwencjonalnym. Najwięcej kolonii mszyc było w drugiej połowie czerwca, najmniej pod koniec lipca. W 2006 roku liczba mszyc na doświadczeniu w ciągu całego okresu wegetacji była znacznie wyższa niż w 2005 roku. Najwięcej mszyc obserwowano na przełomie czerwca i lipca, a najmniej w trzeciej dekadzie lipca. Zarówno w roku 2005, jak i w 2006 roku przeważały mszyce z gatunków *Aphis nasturtii* i *Aphis frangulae*, mniej było natomiast mszyc z gatunku *Myzus persicae*. W roku 2007 liczba mszyc na doświadczeniu była najwyższa i więcej ich obserwowano dopiero w lipcu (tab. 3).

Porażenie roślin chorobami wirusowymi było niskie w pierwszym roku reprodukcji (2005), natomiast dużo wyższe obserwowano w drugim i trzecim roku reprodukcji nasiennej. Zastosowane w systemie konwencjonalnym nawożenie mineralne, a zwłaszcza azotowe spowodowało nieco wyższe porażenia roślin wirusem PVY i PLRV po trzech latach reprodukcji (tab. 4). Porażenie chorobami wirusowymi badanych odmian zależało od ich odporności na choroby wirusowe (tab. 1). Odmianami o najwyższym porażeniu wirusem PVY po trzech latach reprodukcji były odmiany Pirol (22,9%) i Asterix (21,8%) uprawiane w systemie konwencjonalnym, natomiast wirusem PLRV odmiany Pirol (41,8%) i Syrena (33,9%) na obiektach z uprawą ekologiczną. Najbardziej zainfekowaną wirusem PVY odmianą w obu systemach uprawy była Syrena (5,1 i 5,3% roślin porażonych), natomiast na wirusem PLRV odmiana Felka (6,1 i 6,4%) (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ systemu uprawy na stopień porażenia chorobami wirusowymi (%) po trzech latach reprodukcji. Ocena porażenia wykonana testem ELISA
The effect of cultivation system on the degree of plant infestation with virus diseases (%) after a three-year reproduction. Infection of plants confirmed by ELISA

Odmiana Cultivar	System uprawy Cultivation system	Porażenie chorobami wirusowymi (%)								
		Virus infection (%)								
		PVY			PLRV			PVM		
		2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Felka	E	1,1	3,6	8,2	0,5	2,6	6,1	2,4	32,7	40,4
	K	0,9	4,2	8,1	0,5	3,3	6,4	4,8	29,7	40,1
Karatop	E	0,8	7,9	11,4	0,3	2,9	6,8	3,0	11,9	18,7
	K	0,9	11,0	12,5	0,6	3,9	7,3	2,7	12,3	18,6
Asterix	E	2,5	15,2	19,4	5,8	19,2	29,5	15,0	32,0	43,8
	K	3,1	16,9	21,8	5,7	21,8	30,9	14,9	35,1	41,3
Pirol	E	5,2	17,8	20,7	10,3	24,9	31,8	21,9	42,7	53,3
	K	6,3	19,1	22,9	11,7	27,8	32,9	22,4	39,8	50,4
Syrena	E	0,1	3,3	5,3	3,7	15,1	23,9	19,4	35,9	42,2
	K	0,2	3,5	5,1	4,1	17,0	21,1	20,0	36,3	45,9

E — system ekologiczny; ecological system

K — system konwencjonalny; conventional system

Źródło; Source: Badania własne; Own investigations

Plony bulw w latach badań zależały istotnie zarówno od wariantów uprawy jak i cech odmianowych. Na obiektach z uprawą ekologiczną plony ogólne były niższe niż w wariancie z uprawą konwencjonalną aż o 58,1% (tab. 5), a plony sadzeniaków o 43,3%.

Istotne różnice w plonach obserwowano również dla badanych odmian. Najwyższymi plonami bulw charakteryzowała się odmiana Syrena (27,8 t·ha⁻¹), najniższymi natomiast odmiana Pirol (15,2 t·ha⁻¹), która była również najbardziej porażona wirusami PVY i PLRV. Plony sadzeniaków podobnie jak plony ogółem były niskie, zwłaszcza w uprawie ekologicznej i u odmiany Pirol (tab. 5).

Tabela 5

Plon bulw ogółem i sadzeniaków t·ha⁻¹ (średnia dla lat 2005–2007)
Total yields of tubers and seed potatoes t·ha⁻¹ (mean values for 2005–2007)

System uprawy Cultivation system	Odmiana Cultivar	Plon bulw ogółem Total yield of tubers	Plon sadzeniaków Yield of seed potatoes
Ekologiczny — Ecological	—	11,9	10,6
Konwencjonalny — Conventional	—	28,4	21,7
NIR; LSD ($\alpha = 0,005$)		3,9	2,9
—	Felka	22,2	17,1
—	Karatop	20,5	17,2
—	Asterix	19,4	15,5
—	Pirol	15,2	12,0
—	Syrena	27,8	19,3
NIR; LSD ($\alpha = 0,005$)		2,8	2,5

Źródło: Badania własne; Source: Own investigations

Plony uzyskane na obiektach z uprawą ekologiczną charakteryzowały się natomiast wyższym o 12,7% procentowym udziałem sadzeniaków, niższym współczynnikiem rozmnożenia oraz niższą przeciętną masą bulwy niż na obiektach z uprawą konwencjonalną o 16,2 g (tab. 6).

Tabela 6

Procentowy udział sadzeniaków w plonie ogólnym, współczynnik rozmnożenia oraz przeciętna masa bulwy (średnia dla lat 2005–2007)
Percentage participation of seed potatoes in total yield, the reproduction coefficient and average tuber weight (g) (mean values for 2005–2007)

System uprawy Cultivation system	Odmiana Cultivar	Procentowy udział sadzeniaków Percentage of seed potatoes	Współczynnik rozmnożenia Reproduction coefficient	Masa bulwy (g) Tuber weight (g)
Ekologiczny — Ecological	—	89,1	5,1	65,5
Konwencjonalny — Conventional	—	76,4	6,9	81,7
NIR; LSD ($\alpha = 0,005$)		3,4	1,3	9,8
—	Felka	77,0	7,6	52,7
—	Karatop	83,9	6,0	54,2
—	Asterix	79,9	5,8	75,9
—	Pirol	78,9	5,5	54,4
—	Syrena	69,4	5,3	81,9
NIR; LSD ($\alpha = 0,005$)		3,7	0,6	11,0

Źródło: Source: Badania własne; Own investigations

Natomiast spośród badanych odmian, odmiana Karatop charakteryzowała się najwyższym procentowym udziałem sadzeniaków (83,9%), odmiana Felka najwyższym

współczynnikiem rozmnożenia (7,6), a odmiana Syrena najwyższą przeciętną masą bulwy (81,9 g), (tab. 6).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Prawidłowe zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe odgrywa pozytywną rolę w ograniczeniu negatywnego wpływu porażenia roślin przez choroby (Grabiński, 2001). Odpowiednie nawożenie zapewnia prawidłowy rozwój roślin i dzięki temu w fazie największej swej wrażliwości nie są one narażone na porażenie przez patogeny, a w późniejszych fazach rozwojowych rośliny uzyskują odporność związaną z wiekiem (Korbas, 2001).

Wyniki badań prezentowane w niniejszej pracy zgodne są w wielu punktach z wcześniejszymi badaniami innych autorów. Dotyczy to zagadnień związanych z wpływem nawożenia na porażenie roślin ziemniaka chorobami wirusowymi oraz ujemnego wpływu wysokich dawek azotu na zdrowotność plonu, którego nie da się w żaden sposób złagodzić, nawet przy intensywnie prowadzonej ochronie chemicznej przed mszycami, co dotyczy uprawy ziemniaków w systemie konwencjonalnym.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono (podobnie jak Hurej, 1990), że wysoki poziom nawożenia azotowego, który w uprawie konwencjonalnej był jednym z elementów technologii uprawy powodował wzrost liczebności kolonii mszyc na roślinach ziemniaka. Wysokie dawki azotu powodują również zamazywanie objawów chorób wirusowych na roślinach ziemniaka, oraz zwiększają koncentrację wirusów w roślinie i podatność na infekcję zarazą ziemniaka (Wróbel, 1999).

W badaniach stwierdzono proporcjonalną zależność ilości mszyc do stopnia porażenia roślin chorobami wirusowymi. Prawdopodobnie ze względu na znaczną ilość agrofagów w pierwszym roku badań wzrost porażenia chorobami wirusowymi odmian bardziej podatnych był znaczny w dalszych latach reprodukcji niezależnie od systemu uprawy.

Przeprowadzone badania wykazały również znaczny wpływ systemu uprawy na plon i jego strukturę. Uprawa ziemniaków w systemie ekologicznym przyczyniła się do znacznego spadku plonu ogólnego i sadzeniaków a wzrostu udziału sadzeniaków w plonie ogólnym, co jest korzystne dla plantacji nasiennych. Najbardziej wyraziste wyniki badań dotyczyły jednak różnic odmianowych, co świadczy o tym, że uwarunkowania genetyczne są najważniejszym czynnikiem kształtującym plonowanie oraz zdrowotność sadzeniaków ziemniaka.

Stwierdzono również, że do produkcji ekologicznej najbardziej odpowiednimi odmianami są odmiany charakteryzujące się, jak stwierdziła Zarzyńska (2003) wysoką odpornością na wirusy i o niskich lub średnich wymaganiach nawozowych. W badaniach takimi odmianami okazały się odmiany Felka i Syrena.

WNIOSKI

1. Warunki pogodowe w okresie wegetacji w latach badań wpłynęły na terminy pojawiania się mszyc oraz na wysokość plonów bulw.

2. Liczba mszyc na liściach ziemniaków była różna i zależała zarówno od roku jak i terminu obserwacji, przeważały mszyce z gatunków *Aphis nasturtii* i *Aphis frangulae*, mniej było natomiast mszyc z gatunku *Myzus persicae*.
3. Procent roślin porażonych chorobami wirusowymi po trzech latach reprodukcji zależał od odporności genetycznej badanych odmian, w mniejszym stopniu od systemu uprawy.
4. Plony ziemniaków zależały przede wszystkim od systemów uprawy. Ziemniaki uprawiane w systemie ekologicznym dały plony o połowę niższe niż w systemie konwencjonalnym.
5. Plony uzyskane na obiektach z uprawą ekologiczną charakteryzowały się wyższym procentowym udziałem sadzeniaków, niższym współczynnikiem rozmnożenia oraz niższą przeciętną masą bulwy niż na obiektach z uprawą konwencjonalną.
6. Można stwierdzić, że po trzech latach reprodukcji, spośród badanych odmian gospodarstw ekologicznych można polecić bardzo wczesną odmianę Felka, która charakteryzowała się niskim porażeniem wirusami PVY i PLRV i wysokimi plonami bulw. Średnio późna odmiana Syrena natomiast, która wyróżniała się najwyższym plonem spośród badanych odmian ze względu na wysokie porażenie wirusem PLRV nie może być brana pod uwagę jako materiał nasienny w gospodarstwach ekologicznych.

LITERATURA

- Chotkowski J., Stypa I. 2008. Odmiany ziemniaków — charakterystyka tabelaryczna. Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka IHAR Bonin.
- Chotkowski J. 2008. Tendencje w produkcji nasiennej ziemniaka. Produkcja nasenna i przechowywalność ziemniaków. *Wiś Jutra* 2008: 7 — 9.
- Grabiński J. 2001. Znaczenie czynników ograniczających plonowanie roślin uprawnych przy różnym poziomie nawożenia mineralnego. *Wiś Jutra* 11: 10 — 12.
- Hurej M. 1990. Wpływ nawożenia mineralnego roślin na mszyce. *Ochrona Roślin* 10: 7 — 10.
- Korbas M. 2001. Nawożenie mineralne a zagrożenie patogenami roślin uprawnych. *Wiś Jutra* 11: 25 — 26.
- Kostiń M. 2008. Ekologiczna produkcja sadzeniaków. Produkcja nasenna i przechowywalność ziemniaków. *Wiś Jutra* 2008: 63 — 67.
- Zarzyńska K. 2003. Szanse ekologicznej uprawy ziemniaków w Polsce. „Ziemniaki — nowe wyzwania”. Biznes Press, dodatek do „Agro Serwis” sierpień 2003: 51 — 52.

JERZY OSOWSKIInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka, Bonin

Tempo szerzenia zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*) odmian w latach 2005–2007 zależnie od warunków klimatycznych i odporności

The rate of potato late blight development (*Phytophthora infestans*) in 2005–2007 depending on weather conditions and cultivar resistance

W latach 2005–2007 w doświadczeniach polowych prowadzonych w IHAR, Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie oceniano wpływ warunków klimatycznych (temperatura, ilość opadów) w miesiącach czerwiec-sierpień i odporności 32 wybranych odmian, na tempo szerzenia zarazy ziemniaka, termin zniszczenia 50% naci (teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu) oraz procent zniszczenia naci pod koniec sezonu wegetacyjnego. Najwyższe wartości ocenianych parametrów stwierdzono dla grupy odmian podatnych. Wartości parametrów malały wraz ze wzrostem poziomu odporności.

Słowa kluczowe: odmiana, odporność, warunki klimatyczne, zaraza ziemniaka

The field experiments conducted in the years 2005–2007 at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, Department of Seed Science and Plant Protection in Bonin were aimed to estimate the influence of weather conditions (temperature, rainfall) in the period June–August and of the level of resistance of 32 selected potato cultivars on the rate of late blight development, time of 50% haulm destruction and the percentage of haulm destruction at the end of a growing season. The highest values of estimated parameters were recorded for the group of susceptible cultivars. The values of parameters decreased with increasing level of potato resistance to late blight.

Key words: cultivar, late blight, resistance, weather conditions

WSTĘP

Zaraza ziemniaka jest uważana za chorobę o największym znaczeniu gospodarczym. Szkodliwość jej wynika zarówno ze strat powodowanych w okresie wegetacji (niszczenie powierzchni asymilacyjnej), jak i podczas przechowywania (gnicie bulw). Pietkiewicz (1989) oceniał wysokość strat spowodowanych występowaniem choroby na plantacjach na 20%–25%. Nowsze badania przeprowadzone przez Kapsę (2004) szacują szkody

wyrządzane przez patogena *Phytophthora infestans* od 22% do 57%. Wzrost szkodliwości choroby, jak ocenia Hansen i wsp. (2003), jest między innymi wynikiem zmian genetycznych w populacji patogena oraz wyższą presją infekcyjną sprawcy. Kapsa (2001) stwierdza, że wzrost zagrożenia upraw ziemniaka wynika także z wcześniejszego terminu wystąpienia epifitozy w sezonie (nawet w maju) i gwałtowniejszego przebiegu choroby oraz ze zmian w występowaniu i rozwoju pierwotnych infekcji patogenu na roślinach ziemniaka (pierwotne objawy rozwijające się na łodydze), co powoduje nieskuteczność tradycyjnych metod ochrony plantacji i zmusza do szukania nowych skuteczniejszych rozwiązań.

Celem doświadczeń prowadzonych w latach 2005–2007 było zbadanie wpływu odporności wybranych odmian ziemniaka na tempo rozwoju zarazy ziemniaka w zależności od zmieniających się warunków meteorologicznych (temperatura powietrza, opady, wilgotność względna powietrza).

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenia, określające zróżnicowanie tempa rozwoju choroby w zależności od warunków meteorologicznych przeprowadzono, w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie (woj. zachodniopomorskie) na 32 wybranych odmianach ziemniaka różniących się odpornością na sprawcę choroby oraz grupą wczesności (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka odporności na zarazę ziemniaka odmian badanych w latach 2005–2007
The level resistance to potato late blight of cultivars tested in 2005–2007

Podatność Susceptibility	Stopień odporności Degree of resistance	Odmiana Cultivar
Podatne Susceptible	2	Bard, Molli, Rosalind, Irga
	3–3,5	Augusta, Krasa, Lord, Orlik, Vitara, Pirol, Żagiel
	4	Lady Florina, Nora, Albatros, Cekin, Clarissa, Romula, Roxana, Zebra
Podwyższona odporność Increased resistance	5–5,5	Agnes, Bartek, Monsun, Tajfun, Czapla, Jelly, Pasja Pom.
Odporne Resistant	6	Skawa, Zeus
	6,5–7	Neptun, Sonda, Ursus
	8	Ślęza

Poletka doświadczalne założono w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach. W sezonie wegetacyjnym nie prowadzono ochrony chemicznej przeciwko zarazie ziemniaka. Rozwój choroby oceniano w odstępach 7–10-dniowych notując wyniki obserwacji według skali 9-stopniowej, gdzie 9 — oznacza pojedyncze plamy nekrotyczne i zniszczenie powierzchni asymilacyjnej do 0,5% a 1 — całkowite zniszczenie rośliny.

Po zakończeniu okresu wegetacji określono tempo szerzenia zarazy ziemniaka obliczane jako przyrost zniszczenia naci w jednostce czasu według van der Planka (1963). Jesienią po zakończeniu wegetacji na podstawie pobranych w okresie zbiorów prób określono wielkość plonu bulw potomnych dla każdej z ocenianych odmian.

WYNIKI

W tabeli 2 przedstawiono, na podstawie obliczonych współczynników hydrotermicznych Sielianinowa (Molga, 1986), warunki klimatyczne w okresie rozwoju choroby w Boninie w latach 2005–2007.

Tabela 2

Warunki meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym w latach 2005–2007
Weather conditions during the growing season in 2005–2007

Rok Year	Miesiąc* Month	Opady Rainfall (mm)	Temperatura Temperature (°C)	Wilgotność względna Relative humidity [%]	Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa** Sielianinov's hydrothermic coefficient
2005	czerwiec	30,6	14,6	80,3	0,7
	lipiec	96,4	18,8	79,8	1,7
	sierpień	74,6	16,2	81,6	1,5
Suma / średnia Total / mean		201,6	16,5	80,6	1,3
2006	czerwiec	75,4	17,1	73,1	1,4
	lipiec	21,2	21,3	70,6	0,3
	sierpień	233,2	16,9	88,9	4,4
Suma / średnia Total / mean		329,8	18,4	77,5	2,03
2007	czerwiec	126,6	17,3	83,6	2,4
	lipiec	203,6	17,0	85,8	3,9
	sierpień	74,2	17,8	83,6	1,3
Suma / średnia Total / mean		404,4	17,4	84,3	2,53

*czerwiec — June, lipiec — July, sierpień — August

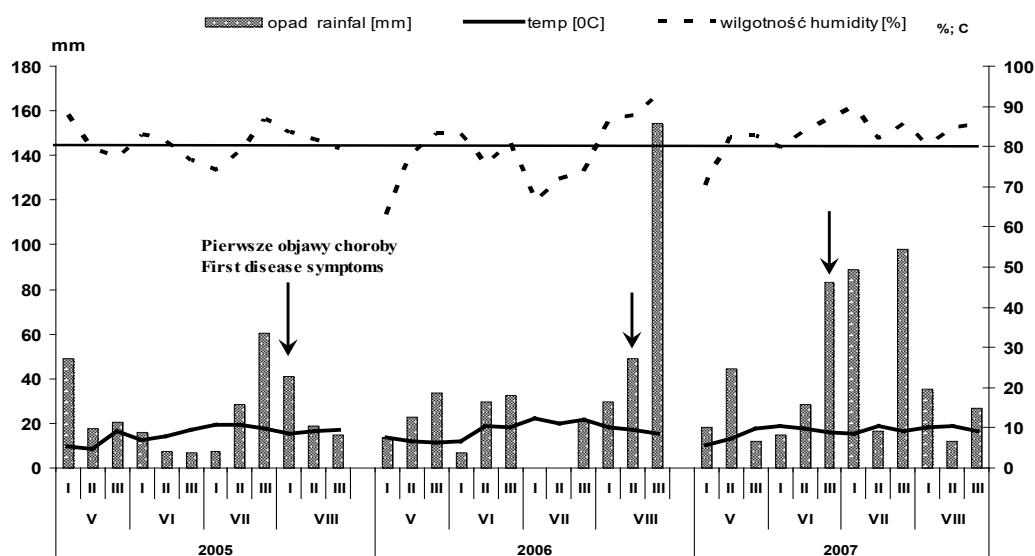
** wartość współczynnika; coefficient value: 0,0 -0,5 okres suszy; drought period

0,51–1,0 niedostateczna wilgotność; insufficient humidity; 1,01–2,0 dostateczna wilgotność; sufficient humidity; >2,01 nadmierna wilgotność; excessive humidity

Warunki klimatyczne w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia były mało korzystne dla rozwoju *Phytophthora infestans* w czerwcu (mała ilość opadów charakterystyczna dla okresów suszy) i sprzyjające w pozostałych miesiącach (okres dostatecznej i nadmiernej wilgotności oraz temperatur korzystnych do wystąpienia i rozwoju infekcji). Pierwsze objawy choroby na ocenianych odmianach odnotowano dopiero w pierwszej dekadzie sierpnia (rys. 1).

W sezonie badawczym 2006 warunki w czerwcu i lipcu nie sprzyjały wcześniejszemu wystąpieniu infekcji chorobowej. Korzystne warunki do rozwoju zarazy ziemniaka (wilgotność względna powietrza powyżej 80%, duża ilość opadów oraz średnia temperatura poniżej 18°C) wystąpiły w sierpniu a szczególnie jego drugiej dekadzie.

Rok 2007 charakteryzował się korzystnymi warunkami do wystąpienia infekcji oraz rozwoju choroby (współczynnik hydrotermiczny 2,53 — okres o dużym uwilgotnieniu). Pierwsze infekcje na odmianach podatnych zaobserwowano już pod koniec trzeciej dekady czerwca (suma opadów — 83,4 mm, średnia temperatura — 15,7°C oraz wilgotność względna powietrza 86,7%).



Rys. 1. Termin wystąpienia zarazy w zależności od warunków meteorologicznych w latach 2005–2007
Fig. 1. The time of late blight appearance depending on meteorological conditions in 2005–2007

Tempo szerzenia się zarazy ziemniaka oraz termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej (tab. 3) różnił się w zależności od grupy ocenianych odmian oraz roku prowadzenia badań. Najwyższe wartości tempa szerzenia w grupie odmian podatnych (2° – 4°) stwierdzono w roku 2006 (średnio 0,904). Także termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej (teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu) był najkrótszy — średnio 7 dni od daty wystąpienia pierwszych objawów choroby. Wyniki pozostałych lat nie wykazywały tak wysokich wartości tempa szerzenia zarazy i układały się na podobnym poziomie. Zróżnicowanie tempa szerzenia zarazy ziemniaka wśród odmian o podwyższonej odporności (5° – 6°) było na niższym poziomie. Tak jak dla odmian podatnych w tej grupie także stwierdzono najwyższe tempo rozwoju *Phytophthora infestans* (średnio 0,703) w roku 2006. Teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu był dłuższy o 3 dni w porównaniu do odmian podatnych w roku 2006, w roku 2005 o 10 dni i w roku 2007 o 18 dni.

W grupie odmian odpornych ($6,5^{\circ}$ – 8°) stwierdzono najwolniejszy rozwój zarazy ziemniaka (średnie tempo szerzenia wynosiło 0,316). Dla tej grupy odnotowano także najdłuższe przedziały czasu od wystąpienia choroby do momentu zniszczenia 50% naci (teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu). Liczba dni wynosiła odpowiednio 30 (rok 2005), 13 (2006) i 38 (2007).

Różnice wynikające z poziomu odporności miały także swoje odzwierciedlenie w ocenie zniszczenia powierzchni asymilacyjnej na koniec okresu wegetacji. Stwierdzono zmniejszanie wielkości zniszczenia części nadziemnej w miarę wzrostu stopnia

odporności. Najmniejsze wartości zniszczenia powierzchni asymilacyjnej stwierdzono dla odmian z grupy trzeciej (odporność powyżej 6,5°) — średnio 30,1% (zakres zniszczenia wahał się od 11,5% rok 2006 do 44,7% w roku 2007).

Tabela 3

Różnice w terminie zniszczenia 50% naci i tempie szerzenia zarazy ziemniaka w latach 2005–2007
The differences in time of 50% haulm destruction and rate of late blight development in 2005–2007

Odporność Resistance	Rok Year	Termin zniszczenia 50% naci (dni) Time of 50% haulm destruction (days)	Zniszczenie naci na koniec sezonu wegetacyjnego (%) Haulm destruction at the end of growing season (%)	Tempo szerzenia zarazy ziemniaka Rate of potato late blight
Podatne Susceptible	2005	14	96,6	0,451
	2006	7	80,5	0,904
	2007	14	94,1	0,484
	średnio mean	12	90,4	0,613
Średnio odporne Mid resistant	2005	24	65,9	0,284
	2006	10	54,0	0,703
	2007	32	48,8	0,200
	średnio mean	22	56,2	0,396
Odporne Resistant	2005	30	34,2	0,273
	2006	13	11,5	0,513
	2007	38	44,7	0,189
	średnio mean	27	30,1	0,325

Wśród ocenianych odmian, w każdej z grup odporności, występowało duże zróżnicowanie w tempie rozwoju *Phytophthora infestans*, czasie od wystąpienia choroby do zatrzymania gromadzenia plonu, końcowej wielkości zniszczenia powierzchni asymilacyjnej oraz wielkości uzyskanego plonu bulw potomnych (tab. 4).

Wśród odmian podatnych (2–4°) zaraza ziemniaka najszybciej rozwijała się (tempo szerzenia) na odmianach: Augusta, Bard, Lady Florina, Lord, Orlik oraz Irga. Różnice w tempie rozwoju choroby w porównaniu z pozostałymi odmianami tej grupy były istotne statystycznie (NIR — 0,158). Średnie zniszczenie powierzchni asymilacyjnej roślin ziemniaka dla odmian podatnych wynosiło 90,4%, jedynie dla odmian Orlik, Zebra i Irga stwierdzono istotnie wyższe zniszczenie naci (NIR — 17,4%) w porównaniu do pozostałych. Wysoka podatność na sprawcę zarazy, znajdowała swoje odzwierciedlenie w krótkich odstępach czasu między wystąpieniem pierwszych objawów choroby a momentem zatrzymania plonowania (termin zniszczenia 50% naci), średnio 12 dni. Istotnie dłuższy termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej stwierdzono dla odmian Albatros, Clarissa i Zebra (NIR — 5 dni).

Średni termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej dla odmian o podwyższonej odporności (5–6°) wynosił 22 dni — w zakresie od 16 (Agnes) do 31 dni (Zeus). Teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu dla odmian Skawa i Zeus (odporność 6) różnił się istotnie od pozostałych ocenianych w tej grupie odmian (NIR — 7 dni).

Tabela 4

Zróźnicowanie terminu zniszczenia 50% naci i tempa szerzenia zarazy ziemniaka w zależności od odporności odmian w latach 2005–2007
The differentiation of 50% haulm destruction time and rate of late blight development depending on cultivar resistance in the years 2005–2007

Odmiana Cultivar	Stopnie odporności Resistance degree	Termin zniszczenia 50% naci Time of 50% haulm destruction (dni; days)	Zniszczenie naci na koniec sezonu wegetacyjnego Haulm destruction at the end of growing season (%)	Tempo szerzenia zarazy Rate of late blight development	AUDPC	Plon Yield (t/ha)
Odmiany podatne — Susceptible cultivars						
Augusta	3	10	89,1	0,679	0,4487	26,9
Bard	2	10	93,3	0,690	0,3684	28,1
Krasa	3,5	10	91,2	0,688	0,4168	28,1
Lady Florina	4	10	90,8	0,648	0,3092	30,2
Lord	3	9	95,6	0,731	0,3985	32,7
Molli	2	11	87,9	0,598	0,3515	30,1
Nora	4	12	90,4	0,569	0,3758	31,7
Orlik	3	10	96,1	0,715	0,3030	28,3
Rosalind	2	10	89,1	0,646	0,3856	35,0
Vitara	3	11	82,1	0,576	0,3089	33,8
Albatros	4	16	78,3	0,525	0,3670	25,9
Cekin	4	12	94,9	0,603	0,4605	28,6
Clarissa	4	15	93,6	0,539	0,4356	24,5
Irga	2	10	99,5	0,712	0,4491	27,5
Pirol	3	12	88,0	0,554	0,4184	25,5
Romula	4	16	88,5	0,495	0,3118	23,1
Roxana	4	15	89,9	0,544	0,3558	23,9
Zebra	4	12	96,8	0,610	0,5442	29,8
Żagiel	4	13	82,4	0,518	0,4083	26,7
Średnio — Mean		12	90,4	0,613	0,3904	28,4
NIR–LSD 0,05		5	17,4	0,158	0,2040	11,3
Odmiany o podwyższonej odporności — Cultivars with increased resistance						
Agnes	5	16	78,0	0,512	0,2694	33,6
Bartek	5	21	56,1	0,366	0,2097	34,8
Tajfun	5	23	38,0	0,328	0,1055	34,8
Monsun	5	20	54,6	0,421	0,1729	31,2
Czapla	5,5	22	71,1	0,431	0,2673	35,4
Jelly	5,5	19	90,6	0,508	0,3895	27,4
Zeus	6	31	15,3	0,229	0,0259	41,5
Pasja Pom.	5	23	63,6	0,396	0,1618	35,3
Skawa	6	24	38,8	0,322	0,1292	37,8
Średnio — Mean		22	56,2	0,390	0,1924	34,6
NIR–LSD 0,05		7	37,3	0,216	0,1970	9,2
Odmiany odporne — Resistant cultivars						
Ursus	6,5	14	70,8	0,463	0,1869	31,7
Neptun	7	31	21,3	0,256	0,0520	38,7
Sonda	7	30	14,5	0,285	0,0346	42,2
Ślęza	8	32	13,8	0,261	0,0340	32,8
Średnio — Mean		27	30,1	0,316	0,0769	36,4
NIR–LSD 0,05		19	42,6	0,229	0,1050	4,9

Wartości tempa szerzenia notowane podczas prowadzenia doświadczenia były znacznie niższe w porównaniu do odmian podatnych. Zakres tempa szerzenia wahał się w granicach od 0,229 (odmiana Zeus) do 0,512 (Agnes). Rozwój *Phytophthora infestans* na odmianach Agnes i Jelly przebiegał istotnie szybciej (NIR — 0,216) w porównaniu do odmian ocenianych w tej grupie. Stwierdzono, w stosunku do odmian podatnych (odporność 2°–4°), znacznie mniejsze zniszczenie powierzchni asymilacyjnej (liczone na koniec okresu wegetacji) średnio 56,2%. Najmniejsze zniszczenie części nadziemnej przez chorobę stwierdzono dla odmian: Zeus (15,3%), Tajfun (38,0%) i Skawa (38,8%). Wydłużenie okresu gromadzenia plonu (dłuższe terminy od wystąpienia choroby do momentu zatrzymania plonowania) wpłynęło na wysokość plonu bulw potomnych. Wzrost plonu w porównaniu do grupy odmian podatnych wynosił 6,2 t ha⁻¹.

Najwolniejsze tempo rozwoju zarazy ziemniaka stwierdzono w grupie odmian odpornych (powyżej 6°). Średnie wartości tempa szerzenia wynosiły 0,316. Rozwój choroby dla wszystkich ocenianych odmian przebiegał na tym samym poziomie (NIR — 0,229). Teoretyczny termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej dla tej grupy odmian był najdłuższy w porównaniu do terminów pozostałych ocenianych grup. Zniszczenie powierzchni asymilacyjnej w stopniu zatrzymującym gromadzenie plonu nastąpiło średnio po 27 dniach od momentu wystąpienia choroby i było dłuższe o 5 dni w porównaniu do odmian o podwyższonej odporności i 12 dni od odmian podatnych. Wielkość zniszczenia części nadziemnej liczona na koniec okresu wegetacji była istotnie wyższa tylko dla odmiany Ursus (odporność 6,5°), zniszczenie na pozostałych odmianach tej grupy było na podobnym poziomie. Dłuższy okres gromadzenia plonu oraz mniejsze zniszczenie części nadziemnej roślin ziemniaka odmian odpornych wpłynęło korzystnie na wielkość plonu bulw potomnych. Średni plon dla odmian tej grupy wynosił 36,4 t ha⁻¹ (zakres 31,7 do 42,2 t ha⁻¹) i był wyższy o 2,2 t ha⁻¹ od odmian o podwyższonej odporności i 8 t ha⁻¹ od odmian podatnych.

DYSKUSJA

Zaraza ziemniaka jest najgroźniejszą chorobą występującą na plantacjach ziemniaka w okresie wegetacji, a jej infekcyjność znacznie wzrosła w ostatnim dwudziestolecu (Sawicka i in., 2006). Jedną z przyczyn wzrostu patogeniczności mogło być pojawienie się w Europie w latach osiemdziesiątych typu kojarzeniowego A2 (Sujkowski i in., 1994). Możliwość kojarzenia się starej populacji z nową, jak uważa Kapsa (2001), prowadzi do wcześniejszego występowania epifitozy, gwałtowniejszego przebiegu choroby, zmian w występowaniu i rozwoju pierwotnych infekcji sprawcy na roślinach ziemniaka oraz spadku skuteczności ochrony plantacji przed patogenem. Zarzycka i Sobkowiak (1997 c) przyczyn zmian dopatrują się w obecności w środowisku oospor, które stanowią ważne źródło infekcji pierwotnej sprawcy (Anderson, Sandström, 1999).

Według Bourke (1964) rolnictwo preferując uprawę na dużych powierzchniach odmian podatnych sprzyja rozwojowi epifitozy, czego najlepszym przykładem może być rozwój zarazy na odmianie Lumper w Irlandii w latach 40. dziewiętnastego stulecia. Jarosz i Burdon (1991) uważają, że w środowisku naturalnym taka skłonność do gwałtownych i

szybkich epidemii jest trudniejsza do osiągnięcia ze względu na duże lokalne zróżnicowanie genotypów.

W sprzyjających do swojego rozwoju warunkach środowiska i przy braku jakiejkolwiek ochrony zaraza ziemniaka może zniszczyć 100% części nadziemnych roślin odmian podatnych (Harrison, 1992). W Polsce straty na plantacjach niechronionych jak oceniają Kapsa (2001) oraz Kapsa i Sawicka (2001) sięgają do 70%. Skuteczność rozwoju infekcji według Fry i Goodwin (1997) zależy od warunków środowiska oraz odmiany ziemniaka.

Kapsa (2001) w rozwoju zarazy wyróżnia dwie fazy: wczesną (ukrytą) i epidemiczną. Podczas fazy ukrytej następuje rozmnażanie się sprawcy, które prowadzi do lokalnych infekcji i wzrostu pierwotnych ognisk infekcyjnych zależnego od: gęstości i lokalizacji tych ognisk, podatności odmian, stanu fizjologicznego roślin oraz warunków atmosferycznych.

Znaczenie warunków klimatycznych dla wystąpienia i rozwoju infekcji na polach ziemniaczanych podkreślają także Waggoner (1986), Harrison (1992) i Kapsa (2007) uważając, że rozwój zarazy przebiega szybciej w wilgotnych i chłodnych warunkach, ponieważ zarodniki do swojego rozwoju wymagają wody i odpowiedniej temperatury. Występujące przedłużające się okresy sprzyjających rozwojowi choroby warunków, mogą stanowić źródło powstania infekcji, szczególnie niekorzystne, jeśli wystąpi wcześniej w okresie wegetacji.

Występowanie i rozwój choroby a także tempo jej szerzenia jest, jak uważają Pietkiewicz i Rutkiewicz (1979) oraz Rutkiewicz (1980), związane z rozkładem opadów i temperatur w miesiącach czerwiec-sierpień. W badaniach przeprowadzonych w latach 2005-2007 (rys. 1) rozwój choroby nastąpił tylko w jednym roku wcześniej w okresie wegetacji (3.d. czerwca 2007 rok) — w pozostałych pierwsze objawy zarazy stwierdzano w sierpniu (1.d. 2005 i 2.d. 2006). Za warunki korzystne do rozwoju choroby Beaumont (1947), Rotem i wsp. (1970) oraz Waggoner (1986) uważają wilgotną, chłodną pogodę z opadami deszczu oraz wilgotnością względną powietrza powyżej 90% i temperaturą od 7°C do 21°C. W takich warunkach, jak uważa Rutkiewicz (1985), zarodnik rozwijający się na trzonku konidialnym zmienia się w zoosporangium, w którym tworzy się 6–16 zoospor, zwiększając o 6 do 16 razy prawdopodobieństwo infekcji lub zwiększając jej presję infekcyjną. Takie warunki odnotowano w roku 2006, kiedy rozwój infekcji miał bardzo gwałtowny przebieg (średnie tempo szerzenia wynosiło odpowiednio: 0,904, 0,703 i 0,513).

W przeprowadzonych badaniach cechy odpornościowe odmian decydowały o terminie porażenia 50% powierzchni asymilacyjnej blaszek liściowych oraz tempie szerzenia się *Phytophthora infestans* na częściach nadziemnych roślin (tab. 4). Najwyższe wartości tempa szerzenia się choroby, największe zniszczenie powierzchni asymilacyjnej oraz najkrótsze terminy zniszczenia 50% naci stwierdzono w grupie odmian podatnych (odporność 2°–4°). Wartości badanych parametrów w pozostałych grupach odporności malały wraz ze wzrostem poziomu odporności testowanych odmian. Wpływ odporności związanej z odmianą na badane cechy zdrowotności potwierdzają także badania Croxalla i Smitha (1976), Kapsy (2000, 2001), Pietkiewicza (1985) i Sawickiej (2005).

Wyniki uzyskane dla odmian: Zebra, Zeus i Ursus różniły się istotnie od pozostałych ocenianych odmian. Jak ocenia Sawicka (1993, 1999) różnice stwierdzone dla tych odmian mogły wynikać nie tylko ze zmienności genetycznej, ale także dużą rolę mogła odgrywać zmienność środowiskowa (jakość sadzeniaka, zdrowotność, niejednorodność środowiska glebowego, błędy agrotechniczne, różny stopień porażenia przez choroby i szkodniki), powoduje to bowiem modyfikację procesów regulacji wewnętrznej zarówno w obrębie krzaka, jak i rośliny.

WNIOSKI

1. Na występowanie i rozwój *Phytophthora infestans* w ocenianym okresie czasu miała wpływ temperatura oraz ilość opadów w miesiącach czerwiec-sierpień (wysoki współczynnik hydrotermiczny).
2. Najwyższe tempo szerzenia się zarazy, najkrótsze terminy zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej oraz zniszczenie powierzchni blaszek liściowych roślin ziemniaka stwierdzano w grupie odmian podatnych (odporność 2–4^o) w każdym z badanych lat. Wielkość ocenianych parametrów malała wraz ze wzrostem poziomu odporności.

LITERATURA

- Anderson B., Sandström M. 1999. Late blight in Sweden — new problems with an old disease. 14th Triennial Conference of EAPR, Sorento, Italy: 56 — 57.
- Beaumont, A. 1947. The dependence on the weather of the dates of outbreak of potato blight epidemics. — Trans. Br. Mycol. Soc. 31: 45 — 53.
- Bourke P. M. A. 1964. Emergence of potato blight, 1843-46. Nature 203: 805 — 808.
- Croxall M. E., Smith L. P. 1976. The epidemiology of potato blight in the east Midlands. Ann. Biol. 82: 451 — 466.
- Fry, W. E., Goodwin, S.B. 1997. Resurgence of the Irish potato famine fungus. Bioscience 47: 363 — 371.
- Hansen J. G., Lassen P., Koppel M., Valskyte A., Turka I., Kapsa J. 2003. Web-blight — regional late blight monitoring and variety resistance information on Internet. J. Plant Prot. Res. 43: 263 — 273.
- Harrison, J. G. 1992. The effect of aerial environment on late blight of potato foliage — a review. Plant Pathology 41: 384 — 416. In: Leonard, K. J. & Fry, W.E. (eds.): Plant Disease Epidemiology, Vol. 2. MacMillan, New York: 3 — 37.
- Jarosz A. M., Burdon J. J. 1991. Host-pathogen interactions in natural populations of *Linum marginale* and *Melampsora lini*. II. Local and regional variation in patterns of resistance and racial structure. Evolution, 45, 1618 — 1627.
- Kapsa J. 2000. Incidence of late blight (*Phytophthora infestans*) at potato crops and its control in Poland in 1995-1999. Proceedings of the Workshop on the European network for development of an integrated control strategy for potato late blight. Kristiansand, Sweden, 3-6. 10: 119 — 126.
- Kapsa J. 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans*/Mont./de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR 11: 7 — 10.
- Kapsa J. 2004. Zmiany stanu zagrożenia i ochrony plantacji przed zarazą (*P. infestans*) w Polsce na tle krajów europejskich. Progress in Plant Protection. Postępy w Ochronie Roślin, Vol. 44 (1): 129 — 137.
- Kapsa J. 2007. Effect of climatic conditions on infection pressure of *Phytophthora infestans* and harmfulness of the pathogen to potato crops. J. Plant Protection Res. 47 (4): 357 — 366.
- Molga M. 1986. Meteorologia rolnicza. PWRiL Warszawa: 447 — 460.

- Pietkiewicz J. B. 1989. Zwalczanie zarazy ziemniaka. Instrukcja Upowszechnieniowa 1/89. Instytut Ziemniaka, Bonin: 20 ss.
- Pietkiewicz J., Rudkiewicz F. 1979. Efekty ochrony ziemniaka przed zarazą (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) w zależności od miejscowości i reakcji odmian. Ziemniak: 207 — 223.
- Pietkiewicz J. B. 1985. Metodyka oceny porażenia części nadziemnych ziemniaka przez zarazę (*Phytophthora infestans*). Biul. Inst. Ziemn. 32: 51 — 62.
- Rotem, J., Palti, J., Lomus, J. 1970. Effects of sprinkler irrigation at various times of the day on development of potato late blight. Phytopathology 60: 839 — 843.
- Rudkiewicz F. 1985. Zaraza ziemniaka [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]. W: „Biologia Ziemniaka”. (W. Gabriel, red.). PWN, Warszawa: 381 — 397.
- Rudkiewicz F. 1980. Dates of potato late blight appearance and spread (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) in the conditions of middle-eastern Poland. Biul. Inst. Ziemn. 25: 153 — 167.
- Sawicka B. 1993. Zmienność pojawu i szerzenia się zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) w warunkach ochrony plantacji i nawożenia azotem. Biul. Inst. Ziemn. 42: 116 — 122.
- Sawicka B. 1999. Die Bedrohung der Kartoffelpflanze *Phytophthora infestans* in frühen Änderungen unter Geschützen. 14 ter EAPR Zusammenfassungen, Sorrento, Italy, 02-07.05.1999: 726 — 727.
- Sawicka B. 2005. Terminy pojawiania się i rozwoju *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary w zmiennych warunkach pola uprawnego. Acta Agrophysica, 6 (2): 537 — 547.
- Sawicka B., Kapsa J. 2001. Effect of varietal resistance and chemical protection on the potato late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) development. Potato Res. 44 (3): 303 — 304.
- Sawicka B., Pszczółkowski P., Krochmal-Marczak B. 2006. Efektywność różnych strategii ochrony ziemniaka przed *Phytophthora infestans*. Pamiętnik Puławski, 142: 411 — 428.
- Sujkowski L. S., Goodwin S. B., Dyer A. T., Fry W. E. 1994. Increased genotypic diversity via migration and possible occurrence of sexual reproduction of *Phytophthora infestans* in Poland. Phytopathology 84: 201 — 207.
- Van der Plank J. E. 1963. Plant Disease: Epidemics and Control. Academic Press, New York: 345 ss.
- Waggoner P. E. 1986. Progress curves for foliar diseases: their interpretations and use. In: Leonard, K. J., Fry, W. E. (eds.): Plant Disease Epidemiology, Vol. 2. MacMillan, New York: 3 — 37.
- Zarzycka H., Sobkowiak S. 1997 c. Zagrożenie upraw ziemniaka przez zarazę ziemniaka w świetle zmian zachodzących w polskiej populacji *Phytophthora infestans*. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 37 (1): 171 — 177.

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Krystyna Rykaczewska	Rola agronomii w rozwoju rolnictwa wielofunkcyjnego — w świetle X Kongresu Europejskiego Towarzystwa Agronomicznego The role of agronomy in development of multi-functional agriculture — in the light of X Congress of the European Society for Agronomy	3
Wiesław Pilarczyk Ewa Bakinowska Jan Bocianowski Bogna Zawieja	Optimalizacja wstępnych doświadczeń hodowlanych z jęczmieniem jarym Optimization of preliminary plant breeding trials with spring barley	13
Bogna Zawieja Ewa Bakinowska Wiesław Pilarczyk	Porównanie zgodności trzech metod wyboru najlepszych genotypów w hodowlanych doświadczeniach jednopowtórzeniowych The comparison of three methods of selection of best genotypes in unreplicated plant breeding trials	27
Jan Bocianowski Waldemar Brukwiński	Analiza jednopowtórzeniowego doświadczenia hodowlanego z mieszańcami żyta (<i>Secale cereale</i> L.) Analysis of an unreplicated breeding experiment with rye (<i>Secale cereale</i> L.) hybrids	37
Marek Gugąła Krystyna Zarzecka Bogumiła Zadrozniak	Wpływ adiuwantów na plonowanie i ograniczenie zachwaszczenia na plantacji ziemniaka An effect of adjuvants on potato yielding and limiting weed infestation in potato stands	47
Marek Gugąła Krystyna Zarzecka	Zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka w zależności od sposobów pielęgnacji The weed infestation and yielding of potato depending on the method of weed control	59
Krystyna Zarzecka Alicja Baranowska Marek Gugąła	Efektywność odchwaszczania ziemniaka w warunkach tradycyjnego i uproszczonego systemu uprawy roli The effectiveness of weed control in potato crops under conditions of traditional and simplified soil tillage systems	67
Krystyna Zarzecka Marek Gugąła Alicja Baranowska	Zawartość i pobranie azotu, fosforu i potasu przez chwasty w uprawie ziemniaka w warunkach zróżnicowanych zabiegów agrotechnicznych Content and uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by weeds in potato cultivation at different agrotechnical treatments	77
Zbigniew Czerko	Wyznaczenie optymalnych terminów rozpoczęcia i zakończenia sezonu przechowalniczego ziemniaków na obszarze Polski The determination of optimal start and end dates of potato storage season on the area of Poland	85
Maria Pytlarz-Kozicka	Porównanie produkcji nasiennej ziemniaka w systemie ekologicznym i konwencjonalnym Comparison of potato seed production in ecological versus conventional cultivation system	101

Jerzy Osowski	Tempo szerzenia zarazy ziemniaka (<i>Phytophthora infestans</i>) odmian w latach 2005–2007 zależnie od warunków klimatycznych i odporności The rate of potato late blight development (<i>Phytophthora infestans</i>) in 2005–2007 depending on weather conditions and cultivar resistance	109
---------------	---	-----