

Wacław Leszczyński
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wpływ czynników działających w okresie wegetacji ziemniaka na jego jakość

Jakość ziemniaka, jego wartość odżywcza i technologiczna zależą od składu chemicznego i cech jakościowych bulw. Zarówno skład chemiczny bulw, jak i cechy jakościowe są znacznie zróżnicowane [37]. Wynika to z uwarunkowań genetycznych oraz oddziaływania różnych czynników na roślinę ziemniaka w okresie wegetacji: warunków środowiska (klimatycznych, meteorologicznych, glebowych), zabiegów uprawowych, porażenia patogenami itp.

Odmiana

Uwarunkowania genetyczne jakości ziemniaka wyrażają się zróżnicowaniem wzrostu i rozwoju roślin, ich odporności na warunki siedliskowe i patogeny oraz różnicami składu chemicznego i cech jakościowych bulw, występującymi między różnymi odmianami [46].

W wyniku zabiegów hodowlanych wykształcone zostały odmiany ziemniaka o różnym okresie wegetacji, różnych cechach użytkowych i składzie chemicznym bulw, przeznaczone do bezpośredniej konsumpcji, do przetworzenia na produkty spożywcze, do przerobu w krochmalni itd. W hodowli ziemniaka, obok takich cech jak plenność, odporność na choroby i szkodniki oraz inne cechy rolnicze, zwraca się uwagę w coraz większym stopniu na cechy jakościowe bulw: regularność kształtu, głębokość oczek, podatność miąższu na ciemnienie, właściwości kulinarne (smak, aromat, konsystencja), trwałość przechowalnicza oraz skład chemiczny bulw, a zwłaszcza zawartość suchej masy, skrobi, cukrów, witaminy C, białka i glikoalkaloidów.

W pracach hodowlanych prowadzonych w Europie Zachodniej i USA ostatnio szczególnie zwraca się uwagę na główny składnik bulwy ziemniaka, skrobię — jej zawartość, budowę i właściwości [94], a także na enzymy mające związek z przemianą skrobi w cukry zachodzącą w bulwach w obniżonej temperaturze [8]. Wyhodowano odmiany ziemniaka o małej podatności bulw do akumulowania cukrów powstających ze skrobi podczas ich przechowywania w niskich (2–5°C) temperaturach [7]. Wyselekcjonowano też mutanty ziemniaka, których skrobia nie zawiera jednej z dwóch

swych frakcji — amylozy [26]. Jej udział w skrobi ziemniaczanej normalnie wynosi ok. 20%. Podobne rezultaty uzyskano metodami bioinżynierii [32]. Prowadzone są badania, w których drogą inżynierii genetycznej zaczęto wyprowadzać nowe odmiany ziemniaka, których bulwy odznaczają się podwyższoną zawartością skrobi oraz zawierają skrobię o pożądanym składzie i właściwościach [83].

Uwarunkowane genetycznie cechy i skład chemiczny bulw ulegają wahaniom pod wpływem oddziaływania na roślinę ziemniaka warunków środowiska. Poszczególne odmiany różnie reagują na wpływ tych warunków. Dlatego duże znaczenie ma dostosowanie odpowiedniej odmiany do regionu uprawy oraz stosowanie właściwych dla odmiany i regionu zabiegów uprawowych. Niezbędna do tego jest jednak znajomość działania poszczególnych czynników środowiska na jakość ziemniaka.

Warunki klimatyczne, meteorologiczne i glebowe (sezon wegetacji i miejsce uprawy)

Wpływ miejsca uprawy ziemniaka na jego jakość wiąże się przede wszystkim z warunkami klimatycznymi danego rejonu. Na terenie kraju wyróżnia się regiony, w których zrejonizowane powinny być odmiany najlepiej dostosowane do danych warunków klimatycznych. Spośród tych warunków największy wpływ na jakość plonu ma nasłonecznienie, suma opadów i temperatura oraz ich rozkład w okresie wzrostu ziemniaka, a zwłaszcza w czasie kwitnienia. Wskutek tego odmiana dająca w całym kraju wysokie plony, uprawiana w różnych regionach, może różnić się składem chemicznym i cechami jakościowymi bulw.

Podobnie na jakość bulw wpływają warunki meteorologiczne (nasłonecznienie, opady, temperatura) występujące w określonym sezonie wegetacyjnym. Ta sama odmiana ziemniaka uprawiana w tej samej miejscowości, ale w różnych sezonach wegetacyjnych, o różnym przebiegu pogody, może się różnić cechami i składem chemicznym bulw.

W tej samej miejscowości może występować znaczna zmienność glebowa zarówno pod względem zwięzłości i przewiewności gleby oraz poziomu wody gruntowej, jak i zasobności w składniki pokarmowe. Plony ziemniaka ze zróżnicowanych glebowo pól różnić się będą tak wysokością, jak i jakością.

Ziemniak znajduje odpowiednie warunki do rozwoju przy temperaturze umiarkowanej, zwłaszcza w zakresie 15–20°C. Zarówno temperatury niższe od 10°C, jak i wyższe od 25°C wpływają hamująco na normalny rozwój ziemniaka. Duży wpływ na plony ziemniaka ma odpowiednia ilość opadów zapewniająca właściwe stosunki wilgotnościowe w glebie. Ważny zwłaszcza jest ich rozkład w okresie wegetacji. Szczególnie korzystne są umiarkowane opady w pierwszej fazie wzrostu bulw, a także w okresie ich najintensywniejszego wzrostu. Ziemniak jest wrażliwy na długotrwały

brak opadów, gdyż główna masa jego korzeni znajduje się w górnej (do 40 cm) warstwie gleby. Stolony i bulwy do dalszego rozwoju potrzebują swobodnego dostępu powietrza. Dlatego ziemniak wymaga gleby raczej lekkiej, niezbyt zwartej, zapewniającej dobre przewietrzanie. Niewłaściwa dla niego jest gleba ciężka, zimna i podmokła. Niezbyt odpowiednie, głównie ze względu na warunki wilgotnościowe, są gleby bardzo lekkie, ale na takich glebach ziemniak również wydaje plony, i to względnie lepsze niż większość innych roślin uprawnych.

Wielokrotnie stwierdzono, że miejsce uprawy, rodzaj gleby oraz sezon wegetacyjny może wpływać na jakość plonu: na zawartość suchej masy, skrobi, białka, popiołu i witaminy C oraz na cechy organoleptyczne bulw [46]. Wpływ tych czynników, jak również wpływ stosowanych zabiegów uprawowych na ogół jest pośredni, np. obfite opady we wrześniu lub susza w tym okresie, względnie późniejszy czy wcześniejszy termin sprzętu ziemniaka powodują wydłużenie lub skrócenie okresu jego wegetacji, czego rezultatem jest odmienny stopień dojrzałości fizjologicznej i technologicznej bulw oraz związany z tym różny ich skład chemiczny.

W latach o dużej ilości opadów bulwy ziemniaka zawierają mniej skrobi [81], mniej suchej masy i związków azotowych, przy większym udziale azotu białkowego w ogólnym [80]. Bulwy ziemniaka z lat wilgotnych charakteryzują się bardziej wyrównanym kształtem, wyższą masą i głębszymi oczkami oraz mniejszą mączystością niż z lat suchych [93].

Duża ilość opadów i niska temperatura w czasie wegetacji powodują wzrost zawartości fenoli i cukrów w bulwach [98]. W latach ciepłych, suchych, o dużym nasłonecznieniu bulwy ziemniaka zawierają więcej skrobi [3] i są mało podatne na ciemnienie miąższu surowego i po ugotowaniu [98]. Wysoka temperatura (25–35°C) występująca w okresie wegetacji ziemniaka powoduje obniżenie zawartości suchej masy w bulwach, przy równoczesnym gromadzeniu się podwyższonych ilości asymilatów w łętach [15]. Niedobór wilgotności w glebie w okresie wzrostu rośliny do końca fazy kwitnienia, nawet przy obfitości wody w późniejszym okresie, powoduje obniżenie ilości skrobi oraz zwiększenie zawartości cukrów redukujących i sacharozy w bulwach [46], a także zmniejszenie udziału dużych bulw w plonie [52].

W warunkach podwyższonej temperatury gleby i niedoboru opadów ziemniak jest podatny na porażenie parchem zwykłym [82]. Nieodpowiednia temperatura gleby, zwłaszcza 10–15°C w okresie zawiązywania bulw, może stać się przyczyną występowania rdzawej plamistości i pustowatości bulw [73]. Występowanie wspomnianych wad bulw (na które podatność jest cechą odmianową ziemniaka) może być wywołane również obfitymi opadami po okresie suszy, powodującymi gwałtowny wzrost ziemniaka po okresie zastoju [73]. Nie mniej ważnym czynnikiem, jak temperatura czy wilgotność gleby, jest jej zasobność w składniki pokarmowe i ich dostępność dla roślin. Bulwy ziemniaka z uprawy na glebie zasobnej w fosfor, potas i magnez zawierają mniej azotanów niż z gleby ubogiej w te składniki [6].

Nawożenie i nawadnianie

Ziemniak w czasie swego wzrostu pobiera z gleby określone ilości składników pokarmowych. Wielkość plonu oraz jego skład chemiczny zależą od dostępności tych składników dla rośliny. Gleba ulega zubożeniu o ilość składników z niej pobranych i wraz z plonem zabieranych z pola. Celem uzupełnienia w glebie pobranych przez rośliny składników oraz dla zwiększenia plonów stosuje się nawożenie organiczne i mineralne.

Dawki nawozów określa się na podstawie analizy zasobności gleby, z uwzględnieniem dostępności składników dla rośliny, wzorca stanu odżywiania roślin (według analizy składu chemicznego plonu) oraz wymagań pokarmowych rośliny, a także współczynnika związanego z jakością plonu [13].

Nawożenie, zwłaszcza mineralne, stosowane w postaci łatwo przyswajalnych soli, intensyfikując procesy fizjologiczne roślin ziemniaka — wpływa na skład chemiczny bulw. Użycie obornika może powodować zwiększenie zawartości potasu i witaminy C [85]. Przy zbyt wysokich dawkach obornika może następować obniżenie zawartości skrobi w bulwach [90].

Nawożenie mineralne (NPK) w wysokich dawkach może wywoływać obniżenie zawartości suchej masy [65], skrobi [62] i zwiększenie ilości związków azotowych w bulwach [33], w tym tyrozyny (substratu procesu ciemnienia enzymatycznego) oraz kwasów glutaminowego i asparaginowego [35], pogarszających smak ziemniaka.

Nawozy mineralne mogą być zanieczyszczone metalami ciężkimi, które wraz z nimi wprowadzane są do gleby. Wskutek tego, w wyniku stosowania nawozów azotowych w wysokich dawkach, może nastąpić zwiększenie zawartości niklu, wanadu i chromu w bulwach [84]. Użycie wysokich dawek nawozów fosforowych może spowodować wzrost ilości kadmu w bulwach [88]. Przechodzenie kadmu do plonu intensyfikowane jest na ogół kwaśnym odczynem gleby. Jednakże na glebach próchnicznych, o wysokiej zawartości żelaza, wapnowanie nie wpływa na obniżenie pobierania oraz zawartości kadmu w bulwach [87].

Spośród stosowanych składników w nawożeniu największy wpływ na skład chemiczny bulw ziemniaka wywiera azot. Użyty w wysokich dawkach, na ogół większych od 120 kg/ha, wywołuje obniżenie jakości ziemniaka poprzez zmiany w składzie chemicznym i cechach bulw. Nawożenie azotem może spowodować obniżenie zawartości suchej masy [27], skrobi [39] i potasu [80] w bulwach oraz zwiększenie w nich zawartości związków azotowych [43], w tym aminokwasów i amidów [40] oraz azotanów [72]. Zawartość większości z wymienionych składników w bulwach zmienia się pod wpływem wzrastających dawek azotu w sposób liniowy [80]. Intensywne nawożenie azotem może wpływać na obniżenie udziału azotu białkowego w ogólnym [80] oraz zawartości witaminy C [31], kwasu cytrynowego [77] i cech smakowych bulw [67]. Nawożenie azotowe może wywoływać podwyższenie zawartości kwasu chlorogenowego [77] i cukrów redukujących w bulwach i podatności na

ciemnienie enzymatyczne miąższu [98]. Może ono również wpływać na zawartość lotnych składników aromatu bulw [12]. Wpływ dawek azotu na zmiany składu chemicznego bulw w większości przypadków jest niezależny od proporcji N:P:K w nawożeniu [80]. Problem znacznego zwiększania zawartości azotanów w bulwach w efekcie nawożenia azotem, zwłaszcza w przypadku odmian wczesnych [71], usiłuje się złagodzić przez stosowanie wraz z nawożeniem azotowym inhibitorów nityfikacji [64]. Obniżenie jakości plonu ziemniaka wywołane nawożeniem azotowym powoduje ograniczenie wielkości jego dawek [65] mimo plonotwórczego działania azotu [67].

Nawożenie potasem powoduje zwiększenie zawartości potasu i kwasu cytrynowego w bulwach, dzięki czemu są one też mniej podatne na ciemnienie miąższu [61]. Potas stosowany w wysokich dawkach, zwłaszcza w formie chlorków, może powodować obniżenie zawartości suchej masy [4] i skrobi [18] oraz związków azotowych, fosforu i witaminy C [86] w bulwach. Szczególnie duży wpływ na wymienione zmiany występuje przy stosowaniu potasu w formie chlorku na wiosnę [86]. Podawany w formie siarczanu może wpływać na podwyższenie zawartości skrobi, witaminy C i aminokwasów egzogennych [68]. Brak nawożenia potasowego powoduje obniżanie się jego zawartości w glebie [61]. Nawożenie potasem, zwiększając jego ilość w glebie, zapobiega przechodzeniu do bulw ziemniaka radioaktywnego ¹³⁷Cezu [28].

Fosfor stosowany w nawożeniu wpływa na ogół korzystnie na jakość ziemniaka, wykazując tendencję do podwyższania w bulwach zawartości skrobi i poprawiania jej właściwości [46]. Nawożenie fosforem powoduje wzrost jego zawartości [88] oraz ilości witaminy C i ogranicza nagromadzenie się azotanów w bulwach [46].

Wapnowanie gleby powoduje jej odkwaszenie i wzbogacenie w wapń. Może ono wpływać na skład chemiczny bulw, m.in. podwyższając w nich zawartość skrobi [54]. Nawożenie magnezem, zwłaszcza w postaci siarczanu, może powodować podwyższenie zawartości białka w bulwach [60] i zmniejszenie intensywności ich ciemnienia enzymatycznego [57].

Uzupełniające stosowanie mikroelementów w nawożeniu również może wpływać na skład chemiczny bulw ziemniaka. Bor, stosowany w nawożeniu, może wywoływać obniżenie zawartości skrobi i zwiększenie ilości azotu białkowego w bulwach [46], a użyty dolistnie może wpływać na podwyższenie w nich zawartości witaminy C oraz obniżenie ilości fenoli i skłonności do ciemnienia enzymatycznego miąższu [59]. Cynk i miedź, stosowane na glebach mineralnych, mogą powodować obniżenie zawartości skrobi w bulwach [46]. Nawożenie cynkiem powoduje zwiększenie jego ilości w bulwach, a w wysokich dawkach zawartości witaminy C [56]. Stosowanie cynku może wywołać również wzrost zawartości azotu białkowego. Podobny wpływ może wykazywać stosowany w nawożeniu mangan [46]. Molibden może spowodować obniżenie zawartości glikoalkaloidów ("solaniny") i azotanów w bulwach, zwłaszcza przy stosowaniu dolistnym [58].

W celu zapobieżenia niedostatkowi wody w glebie stosuje się sztuczne nawodnienie. Przeprowadzone we właściwym okresie może zapobiec obniżeniu jakości zie-

mniaka, powodując podwyższenie zawartości skrobi i obniżenie ilości cukrów redukujących w bulwach [46]. Zwłaszcza w suche lata nawadnianie może powodować zwiększenie udziału w plonie bulw dużych i zawartości w nich suchej masy [10] oraz zmniejszenie zawartości w nich azotu [11]. Poszczególne odmiany ziemniaka różnią się reakcją na nawadnianie. U wielu z nich nawadnianie, zwłaszcza stosowane w wysokich dawkach lub w niekorzystnych warunkach meteorologicznych, powoduje zmniejszenie zawartości skrobi [30], białka i witaminy C oraz wzrost skłonności do ciemnienia enzymatycznego [78]. U innych odmian nawadnianie może zniwelować niekorzystny wpływ wysokich dawek nawożenia azotowego, obniżając zawartość amidów i aminokwasów w bulwach [48]. Zbyt wysokie dawki nawadniania mogą wywoływać tworzenie się rdzawej plamistości i pustowatości bulw [53]. Nawadnianie upraw ziemniaka powoduje obniżenie stopnia porażenia bulw parchem prószystym i innymi patogenami, ale stosowanie go w pierwszym okresie wzrostu ziemniaka może spotęgować porażenie chorobami [1]. Stosowanie nawadniania metodą intensywnego deszczowania okazało się lepsze od rozpylania wody, w wyniku którego może następować wprawdzie obniżenie ilości azotynów, ale równocześnie także znaczne podwyższenie zawartości glikoalkolidów w bulwach [17]. W efekcie prób częściowego zastąpienia nawadniania środkiem obniżającym transpirację roślin ziemniaka uzyskano w plonie zwiększenie liczby bulw dużych i zmniejszenie zawartości w bulwach cukrów redukujących [89].

Sadzenie i sprzęt ziemniaka

Efektywność pobierania składników nawozowych (zwłaszcza azotu) z gleby przez rośliny ziemniaka jest większa, gdy ich rozwój przypada we wczesnym okresie (na wiosnę). Przesunięcie rozwoju na wcześniejszy okres: 7–14 dni można uzyskać m.in. przez sadzenie podkiełkowanych bulw. Może to wywołać wzrost efektywności nawożenia i zwiększenia udziału dużych bulw w plonie [96] oraz zawartości suchej masy i skrobi w bulwach, a także obniżenie ich podatności na ciemnienie enzymatyczne [85]. Zwiększenie zawartości skrobi w bulwach w wyniku podkiełkowania sadzeniaków zaznacza się szczególnie u odmian późnych, zwłaszcza przy wcześniejszych terminach sprzętu [92]. Wcześniejszy rozwój roślin można również uzyskać poprzez sadzenie ziemniaka we wczesnych terminach. Uzyskany plon odznacza się większą zawartością suchej masy i skrobi, a mniejszą cukrów redukujących [47] niż z sadzenia późniejszego.

Obsada roślin na jednostkę powierzchni oraz wielkość powierzchni przypadająca na 1 roślinę zależą od rozstawy rzędów i gęstości sadzenia ziemniaka w rzędach. Wpływa to na warunki wzrostu, co wiąże się z jakością plonu. Ziemniak sadzony gęściej (nie mniej niż 40 tys. roślin na hektar) odznacza się na ogół wyższą suchą masą i większym plonem bulw "handlowych" (4,8–8,8 cm) niż przy większej rozstawie w

rzędzie [75]. Przy rzadkim sadzeniu ziemniaka może występować pustowatość w znacznej liczbie dużych bulw, większych od 8,8 cm [74]. Gęstsze sadzenie ziemniaka wpływa też na zwiększenie zawartości skrobi w bulwach [92].

Sprzętu ziemniaka dokonuje się zazwyczaj po zaschnięciu łętów. Jeżeli nie są one zaschnięte w okresie zbliżającego się terminu sprzętu, dokonuje się ich niszczenia mechanicznie lub środkami chemicznymi. Na ogół plon z upraw, na których zniszczono nać, odznacza się niższą suchą masą bulw w porównaniu do plonu zebranego po naturalnym zaschnięciu łętów [20]. W zależności od rodzaju stosowanych preparatów zmiany metabolizmu roślin, wywołane ich użyciem, mogą powodować wzrost suchej masy bulw i zmniejszenie się w nich zawartości cukrów (przy użyciu Reglone czy Puriwalu) lub też efekt odwrotny (przy stosowaniu Ephetonu). Zbyt wczesne zniszczenie naci wpływa na obniżenie suchej masy bulw i zwiększenie zawartości w nich cukrów, zbyt późne — na zwiększenie liczby bulw uszkodzonych [46].

Wydłużenie okresu wegetacji ziemniaka, w wyniku późniejszego terminu sprzętu, powoduje wzrost zawartości suchej masy i skrobi w bulwach, zmniejszenie ilości w nich cukrów [45] oraz zwiększenie plonu bulw "handlowych" [75]. Wraz z opóźnieniem terminu sprzętu odmian wczesnych maleje zawartość azotanów w bulwach [29]. Zbytne opóźnienie sprzętu ziemniaka może wpłynąć na wzrost pustowatości bulw [63]. Sprzęt powinien być dokonany po osiągnięciu przez bulwy dojrzałości technicznej, w odpowiednich warunkach meteorologicznych, przy temperaturze gleby nie niższej od 10°C. W miarę wzrostu wilgotności gleby i obniżenia się temperatury wzrasta ilość uszkodzeń mechanicznych, zwiększa się zawartość cukrów w bulwach i zmniejsza się trwałość przechowalnicza ziemniaka.

Podczas sprzętu, zwłaszcza przy użyciu kombajnów, następuje mechaniczne uszkodzenie bulw. Powoduje to powstawanie ciemnej plamistości pouszkodzeniowej [97], wzrost porażenia bulw chorobami i zwiększenie ubytków naturalnych [34] oraz obniża się wartość handlowa ziemniaków, zwłaszcza po przechowywaniu [55]. Bulwy uszkodzone mechanicznie wymagają szczególnie odpowiednich warunków przechowywania.

Szkodniki, choroby i chemiczna ochrona roślin

Szkodniki i choroby roślin nie tylko obniżają plony ziemniaka, ale wskutek wywołanych zmian metabolizmu roślin (np. przez zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej, zaburzenia w przewodzeniu asymilatów itp.) wpływają na jakość bulw. Choroby wirusowe mogą wywoływać nekrozy, zdrobnienie [16] i deformację bulw, a także zmiany ich składu chemicznego. Różne choroby wirusowe powodują zmiany poszczególnych składników bulw, na ogół obniżając w nich zawartość suchej masy, skrobi, cukrów oraz witaminy C, a podwyższając zawartość związków azotowych, zwłaszcza niebiałkowych [42]. Mogą one też wpływać na wzrost ciemnienia enzy-

matycznego bulw i pogorszenie ich cech organoleptycznych [46]. Choroby bakteryjne i grzybowe zmieniają cechy organoleptyczne bulw i obniżają ich trwałość przechowalniczą. Porażenie ziemniaka chorobą bakteryjną lub grzybową powoduje zwiększenie liczby bulw o nieregularnym kształcie oraz zmiany składu chemicznego bulw, m.in. zmniejszając zawartość w nich suchej masy [66]. W porażonych bulwach następuje nagromadzenie się substancji hamujących infekcje [49] — fenoli [2] i fitoaleksyn [76]. W wielu przypadkach choroba kończy się całkowitym rozkładem opanowanych przez patogena bulw.

W celu zapobieżenia stratom wyrządzonym przez szkodniki i choroby, a także przez chwasty, stosuje się ich zwalczanie przy użyciu różnych środków chemicznych — pestycydów, głównie insektycydów, fungicydów i herbicydów. Zastosowanie tych preparatów ogranicza działanie szkodników, chorób i chwastów, co wywiera wpływ nie tylko na jakość plonu, ale i na jakość ziemniaka. Różnice jakości plonu ziemniaka, spowodowane stosowaniem pestycydów, wynikać mogą z różnego metabolizmu roślin w warunkach swobodnego lub ograniczonego rozwoju szkodników, chorób czy chwastów. Mogą one być też efektem bezpośredniego oddziaływania pestycydów i produktów ich degradacji na rośliny.

Wiele pestycydów jest toksycznych dla ludzi i zwierząt, dlatego dla każdego preparatu określone są dopuszczalne pozostałości jego substancji aktywnej w plonie oraz długość okresu karencji (od zabiegu do zbioru). W tym to okresie następują w tkankach rośliny przemiany biochemiczne pestycydów [9] i stopniowe ich rozłożenie [69], co prowadzi do zmniejszenia ich ilości oraz ilości ich metabolitów [14]. Stosowane w odpowiednich dawkach i terminach pestycydy występują w ziemniaku w nieznacznych ilościach i nie powodują istotnych zmian składu chemicznego bulw [44].

Pozostałości pestycydów oraz ich przemiany w czasie rozkładu w tkankach rośliny ziemniaka mogą jednak wpływać na jej procesy życiowe. Pod wpływem oddziaływania niektórych insektycydów [19], fungicydów [46] czy herbicydów [70], obecnych w tkankach ziemniaka, następują zmiany aktywności szeregu enzymów, co z kolei może wywoływać zaburzenia metabolizmu roślin i zmiany składu chemicznego bulw [14] zwłaszcza przy stosowaniu pestycydów w wysokich dawkach.

Stosowanie różnych preparatów owadobójczych może powodować zwiększenie zawartości skrobi [2] i witaminy C [79], zmniejszenie zawartości cukrów ogółem i cukrów redukujących [45] oraz zmniejszenie [19] lub zwiększenie [46] zawartości azotu w bulwach. Porażenie ziemniaka chorobami można ograniczyć działając fungicydami na sadzeniaki [25]. Fungicydy stosuje się również dogłębowo [24] i na rośliny podczas ich wzrostu [5]. Oddziałują one na jakość plonu, m.in. wiele preparatów zawierających związki miedzi, manganu, cynku i cyny może wywoływać zwiększenie zawartości suchej masy i skrobi [95] oraz cukrów [91] w bulwach.

Wskutek mechanicznego uszkodzenia bulw w czasie sprzętu ulegają one łatwo zakażeniu chorobami rozwijającymi się w okresie przechowywania. Poddając bulwy

przed przechowywaniem działaniu fungicydów, można zapobiec rozwojowi patogenów [22], zwłaszcza przy opóźnionym spręczeniu ziemniaka [23].

Do zwalczania chwastów w uprawach ziemniaka stosowane są powszechnie herbicydy, fitotoksyczne preparaty należące do wielu grup związków chemicznych. Wnikając do tkanek roślin ziemniaka, oddziałują one na ich procesy metaboliczne, co powoduje zmiany składu chemicznego bulw [46]. Szereg preparatów spośród herbicydów triazynowych może m.in. powodować zmniejszenie zawartości suchej masy [38] i witaminy C [50] w bulwach, a zwiększenie w nich zawartości cukrów redukujących oraz związków azotowych, zwłaszcza aminokwasów wolnych i amidów [38]. Preparaty mocznikowe mogą wpływać na zwiększenie średniego ciężaru bulw [4] oraz zawartości w nich cukrów redukujących i azotu amidowego [38]. Herbicydy z grupy kwasów fenoksyoctowych mogą spowodować obniżenie w bulwach zawartości skrobi [5], cukrów redukujących [41] i azotu amidowego [38]. Również preparaty należące do innych grup, takie jak Racer, Bandren czy Lanray, mogą wpływać na zmniejszenie zawartości suchej masy i skrobi w bulwach oraz na zwiększenie w nich ilości azotu [41]. Szereg herbicydów może wywierać wpływ nie tylko na skład chemiczny bulw ziemniaka, ale także na właściwości zawartej w nich skrobi [36].

Zmiany składu chemicznego bulw ziemniaka wywołane działaniem herbicydów są różne, w zależności od odmiany oraz roku i miejsca uprawy [38]. Mogą one być bardzo małe m.in. wskutek nakładania się wpływu różnych, nieraz przeciwnie działających czynników środowiska. Dlatego też wielu autorów nie stwierdzało wpływu stosowania herbicydów (podobnie jak i innych pestycydów) na jakość ziemniaka.

Podsumowanie

Ziemniak powinien odpowiadać określonym wymaganiom jakościowym, różniącym się w zależności od sposobu użytkowania. Pominąwszy możliwość użycia sadzeniaków nieodpowiedniej jakości czy błędów w agrotechnice, główną przyczyną częstego niespełniania przez ziemniak tych wymagań jest wpływ na niego czynników środowiska. Dzięki znajomości tego wpływu istnieje możliwość kształtowania jakości ziemniaka poprzez świadome stosowanie zabiegów uprawowych, dobranych do określonych warunków. Wszystkie zabiegi agrotechniczne muszą mieć na celu przede wszystkim uzyskanie wysokiej jakości plonu, gdyż ma ona większe znaczenie aniżeli jego wysokość, zwłaszcza w warunkach niewystępowania niedoborów produktów rolnych. Do tego niezbędne jest stałe prowadzenie prac badawczych nad otrzymaniem (również przy użyciu bioinżynierii) nowych odmian ziemniaka do różnych sposobów użytkowania oraz nad ich reakcją (zwłaszcza w zakresie jakości plonu) na czynniki siedliskowe, zabiegi agrotechniczne i warunki przechowywania.

Ziemniak, niezależnie od różnych zmiennych trendów, zajmuje i będzie zajmował w Polsce ważną pozycję w produkcji rolniczej. Wynika to z warunków klimatyczno-

-glebowych odpowiednich dla jego uprawy (również tam, gdzie słabo udają się inne rośliny). Wynika to również z wysokiej wartości biologicznej ziemniaka jako produktu spożywczego, z jego wartości technologicznej jako surowca do rozwijającego się dopiero przetwórstwa na wyroby spożywcze i jako głównego surowca krochmalniczego, dającego produkt wysokiej jakości, jakim jest skrobia ziemniaczana, a także z jego przydatności do innych celów — przetwórczych i paszowych. Ziemniak musi spełniać określone dla każdego z wymienionych sposobów użytkowania wymagania jakościowe. Poprzez stałe prowadzenie badań jakościowych można doprowadzić do tego, aby zbierane w Polsce plony ziemniaka odpowiadały tym wymaganiom. Co więcej, istnieje szansa na ustrzeżenie się błędów poczynionych w krajach uprzemysłowionych, dotyczących przemijającej tam już intensywnej chemizacji upraw.

Literatura

- [1] Adams M.J., Read I.J., Lapwodd D.H., Cayley G.R., Hide G.A. 1987. The effect of irrigation on powdery scab and other diseases of potatoes. *Ann.Appl.Biol.* **110**: 187–294.
- [2] Ampomah Y.A., Triend J. 1988. Insoluble phenolic compounds and resistance of potato tuber disc to Phytophthora and Phoma. *Phytochemistry.* **27**: 2533–2541.
- [3] Boligłowa E., Trętowski J. 1986. Porównanie plenności i zawartości skrobi w zrejonizowanych odmianach ziemniaków. *Zesz. Nauk. WSRP Siedlce Rol.* **16**: 71–83.
- [4] Chapman K.S.R., Sparrow L.A., Hardman P.R., Wright D.N., Thorp J.R.A. 1992. Potassium nutrition of Kennebec and Russet Burbank potatoes in Tasmania: Effect of soil and fertiliser potassium on yield, petiole and tuber potassium concentrations, and tuber quality. *Austr. J. Exp. Agric.* **32**: 521–527.
- [5] Ciećko Z., Wyszkowski M., Bieniaszewska J. 1993. Reakcja ziemniaka na fungicydy przy zróżnicowanym nawożeniu azotem. *Pestycydy* (1) 1–8.
- [6] Cieślak E., Międzybrodzka A., Sikora E. 1990. Zawartość azotanów i azotynów w ziemniakach uprawianych w różnych warunkach. *Przem. Spoż.* **44**: 65–66.
- [7] Claassen P.A.M., Budde M.A.W., Calker M.H.van. 1993. Increase in phosphorylase activity during cold — induced sugar accumulation in potato tubers. *Potato Research.* **36**: 205–217.
- [8] Cottrell J.E., Duffus C.M., Paterson L., Mackay G.R., Allison M.J., Bain H. 1993. The effect of storage temperature on reducing sugar concentration and the activities of three amylolytic enzymes in tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L. *Potato Research.* **35**: 107–117.
- [9] Edwards R., Owen W.J. 1989. The comparative metabolism of the s- triazine herbicides Atrazine and Terbutryne in suspension cultures of potato and wheat. *Pestic. Biochem. Physiol.* **34**: 246–254.
- [10] Ekeberg E. 1986. Irrigation and fertilizer amounts for potatoes. I Yields and quality. *Forsk. Fors. Lanbr.* **37**: 187–196.
- [11] Ekeberg E. 1986. Irrigation and fertilizer amounts for potatoes II Contents of N, P and K. *Forsk. Fors. Lanbr.* **37**: 197–204.
- [12] Fischer J., Hippe J. Müller K. 1988. Gaschromatographische Untersuchungen über flüchtige Aromastoffe in Kartoffeln. *Kartoffel — Tagung Detmold* 10: 29–38.
- [13] Fotyma M., Mercik S. 1992. *Chemia rolna*. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.
- [14] Galoux M., De Proft M., Bernes A. 1992. Aldicarb in edible potato crops: agronomic interest and residues in tubers during growth and after cooking. *J. Agric. Food Chem.* **40**: 139–141.
- [15] Gawrońska H., Thornton M.K., Dwelle R.B. 1992. Influence of heat stress on dry matter production and photoassimilate partitioning by four potato clones. *Am. Potato J.* **69**: 653–665.

- [16] Gladders P., Cambell-Hill C.E. 1988. Effect of potato virus Y on the yield of potato cultivar Morene. *Ann Appl. Biol.* 112. *Suppl. Tests of Agrochemicals and Cultivars.* 9: 90–91.
- [17] Gosselin B., Mondy N.I., Evans W.D. 1988. Effect of method of irrigation on the total glycoalkaloid and nitrate content of Rosa potatoes. *Am. Potato J.* 65: 99–103.
- [18] Grzeškiewicz H., Gastoł J., Kundzicz K., Jabłoński K., Szulc J. 1986. Wpływ nawadniania na efektywność wzrastających dawek potasu stosowanego w różnych terminach w uprawie ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 284: 411–425.
- [19] Habiba R.R., Ali H.M., Ismail S.M.M. 1992. Biochemical effect of Profenos residues in potatoes. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1852–1855.
- [20] Halderson J.L., Haderlie L.C., Corsini DL. 1985. Potato vine killing and rolling effects on yield and quality of Russet Burbank. *Amer. Potato J.* 62: 281–288.
- [21] Hassan R.A., Kady M.M., Said A.A.A., EL-Gazar T. 1984. The influence of some insektizides on some chemical constituents of seven potatoes varieties. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.* 9: 104–106.
- [22] Hide G.A., Cayley G.R. 1985. Effects of delaying fungicide treatment of wounded potatoes on the incidence of Fusarium dry rot in store. *Ann. Appl. Biol.* 107: 429–438.
- [23] Hide G.A., Cayley G.R. 1987. Effects of delaying fungicide treatment and of curing and chlorpropylham on the incidence of skin spot on stored potato tubers. *Ann. Appl. Biol.* 110: 617–627.
- [24] Hide G.A., Read P.J. 1991. Effects of rotation length, fungicide treatment of seed tubers and nematicide on diseases and the quality of potato tubers. *Ann. Appl. Biol.* 119: 77–87.
- [25] Hide G.A., Read P.J., Sandison J.P., Hall S.M. 1987. Control of potato diseases with fungicides applied to seed tubers. *Ann. Appl. Biol.* 110. *Suppl.: Tests of Agrochemicals and Cultivars.* 8: 72–73.
- [26] Hovenkamp — Hermelink J.H.M., Jacobsen E., Ponstein A.S., Visser R.G.F., Vos-Scheperkeuter G.H., Bijmolt E.W., Vries J.N.de, Witholt B., Feenstra W.J. 1987. Isolation of an amylose-free starch mutant of the potato (*Solanum tuberosum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 75: 217–221.
- [27] Huett D.O., Dettman E.B. 1991. Nitrogen response models of zucchini squash, head lettuce and potato. I. Effect of N on growth, dry matter partitioning and on fresh yield and quality. *Plant and Soil.* 134: 243–254.
- [28] Judinceva E.V., Levina E.M. 1982. O roli kalja v dostupnosti cezja-137 rastenijami. *Agrochimia* 1(4): 75–81.
- [29] Juzl M. 1993. Vyživa dusikem ve vztahu k vynosu a obsahu dusičnanu v hlizach velmi ranych brambor. *Rostl. Vyroba* 39: 987–993.
- [30] Kaczmarczyk S., Koszański Z., Laskowski S., Nowicka S. 1986. Produktywność nawożenia ziemniaków potasem i azotem we współdziałaniu z deszczowaniem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 284: 377–390.
- [31] Kaczorek S. 1983. Wpływ proporcji N:P i terminów stosowania azotu na niektóre cechy jakości bulw młodych ziemniaków wczesnych. *Biul. Inst. Ziemn.* 29: 81–92.
- [32] Kuipers A.G.J., Jacobsen E., Visser R.G.F. 1994. Formation and deposition of amylose in the potato tuber starch granule are affected by the reduction of granule-bound starch synthase gene expression. *Plant.Cell.* 6: 43–52.
- [33] Kukret N.P. 1984. Vlijanije udobrenija na urožaj i krachmalistost klubnej kartofelja na legkosuglinjastoj počve. *Počv. Issl. Primen. Udobr.* 15: 68–75.
- [34] Kuźniewicz-Czerko M., Bitter K., Fechter E. 1993. Wpływ uszkodzeń mechanicznych na trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka oraz na zdrowotność i plonowanie roślin odmian Beryl i Duet. *Biul. Inst. Ziemn.* 42: 65–76.
- [35] Lavrowskij V.I., Braginec Z.Ja. 1984. Vlijanie doz vnesenija navoza i mineralnych udobrenij na aminokislrotnyj sosstav klubnej kartofelja. *Zemled. Rastenov.BSSR.* 28: 83–87.
- [36] Leszczyński W. 1986. Differences in the properties of potato starch as an effect of the application of herbicides in potato cultivation. *Food Chem.* 22: 41–49.
- [37] Leszczyński W. 1994. Ziemniak jako produkt spożywczy. *Post.Nauk Rol.* 41/46 (1): 15–29.
- [38] Leszczyński W., Lisińska G. 1985. Effect of herbicides on chemical composition of potato tubers and quality of the subsequent chips and starch. *Starch/Stärke* 37: 329–334.

- [39] Leszczyński W., Lisińska G. 1986. Wpływ nawożenia azotem i terminu sadzenia ziemniaka odmian Atol, Cisa i Reda na zmiany jakości bulw. *Biul. Inst. Ziemn.* 34: 63–73.
- [40] Leszczyński W., Lisińska G. 1988. Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of potato tubers. *Food Chem.* 28: 45–52.
- [41] Leszczyński W., Lisińska G., Golachowski A. 1986. Wpływ herbicydów stosowanych w uprawie ziemniaka na skład chemiczny i cechy jakościowe bulw. *Mat. Konf. Tow. Nauk. Toruń* 141–142.
- [42] Leszczyński W., Lisińska G., Sobkowicz G. 1984. Wpływ porażenia ziemniaka chorobami wirusowymi na skład chemiczny bulw. *Zesz. Nauk AR Wroc. Techn. Żywn.* 3: 83–98.
- [43] Leszczyński W., Lisińska G., Sobkowicz G. 1984. Wpływ różnych dawek nawozów azotowych na jakość bulw ziemniaka. *Zesz. Nauk AR Wroc. Techn. Żywn.* 3: 131–143.
- [44] Leth T., Kirknel E. 1986. The nutrient content in potatoes after treatment with pesticides. *Levneds-middelstyrelsen. Soborg.*
- [45] Lisińska G. 1981. Wpływ różnych czynników na skład chemiczny bulw ziemniaka i jakość otrzymanych z nich czipsów. *Zesz. Nauk. AR Wroc. Rozprawy* 31: 5–55.
- [46] Lisińska G., Leszczyński W. 1989. *Potato Science and Technology.* Elsevier Applied Science. London-New York.
- [47] Lisińska G., Leszczyński W., Malkiewicz H. 1989. Effect of planting dates and nitrogen fertilization on chemical composition of potato and quality of chips. *Zesz. Nauk. AR Wroc. Techn. Żywn.* 5: 61–73.
- [48] Lisińska G., Pęksa A., Leszczyński W., Golachowski A. 1991. Wpływ zabiegów uprawowych na wartość technologiczną ziemniaka odmian Bliza i Bóbr jako surowca do produkcji frytek. *Zesz. Nauk. AR Wroc. Techn. Żywn.* 6: 27–39.
- [49] Lyon G.D. 1989. The biochemical basis of resistance of potatoes to soft rot *Erwinia* spp.-a review. *Plant Pathol.* 38: 313–339.
- [50] Łęgowski Z., Domańska H. 1987. Porównanie skuteczności kilku herbicydów w pielęgnacji ziemniaków. *Mat. XX sesji Nauk. Inst. Ziemn. Jadwisin-Bonin* 63–64.
- [51] Mangat B.S., Kerson G., Wallace D. 1984. The effect of 2,4-D on tuberization and starch content of potato tubers produced on stem segments cultured in vitro. *Am. Potato J.* 61: 355–361.
- [52] Martin R.J., Jamieson P.D., Wilson D.R., Francis G.S. 1992. Effects of soil moisture deficits on yield and quality of Russet Burbank potatoes. *N. Zealand J. Crop. Hortic. Sci.* 20: 1–9.
- [53] McCann I.R., Stark J.C. 1989. Irrigation and nitrogen management effects on potato brown center and hollow heart. *Hort Science* 24: 950–952.
- [54] Miča B. 1986. Einfluss von Calcium auf Gehalt und Ertrag an Trockensubstanz und Stärke bei Kartoffeln. *Starch/Stärke.* 38: 342–345.
- [55] Misener G.C., McLeod C.D., Walsh J.R., Everett C.F. 1989. Effect of potato harvesting injury on post-storage marketability. *Can. Agric. Eng.* 31: 7–10.
- [56] Mondy N.I., Chandra S., Munshi C.B. 1993. Zinc fertilization increase ascorbic acid and mineral contents of potatoes. *J. Food Sci.* 58: 1375–1377.
- [57] Mondy N.I., Gosselin B., Pannampalam R. 1987. Effect of soil application of magnesium sulfate and dolomite on the quality of potato tubers. *Am Potato J.* 64: 27–34.
- [58] Mondy N.I., Munshi C.B. 1993. Effect of soil and foliar application of molybdenum on the glycoalkaloid and nitrate concentration of potatoes. *J. Agric. Food Chem.* 41: 256–258.
- [59] Mondy N.I., Munshi C.B. 1993. Effect of boron on enzymatic discoloration and phenolic and ascorbic acid contents of potatoes. *J. Agric. Food Chem.* 42: 554–556.
- [60] Mondy N.I., Pannampalam R. 1986. Potato quality as affected by source of magnesium fertilizer: nitrogen, minerals and ascorbic acid *J. Food Sci.* 51: 352–354.
- [61] Müller K. 1988. Zur Frage der Kalidüngung zu Kartoffeln. *Kartoffelbau* 39(3): 102, 104–105.
- [62] Murakami N. 1983. Studies on variation and selection of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) II Effect of fertilizer level on genetic parameter of agronomic characters. *Japan. J. Breed.* 33(2): 160–170.
- [63] Nelson D.C., Thoreson M.C. 1986. Relationship between tuber size and time of harvest to hollow heart initiation in dryland Norgold Russet potatoes. *Am. Potato J.* 63: 155–161.

- [64] Neubauer W., Pienz G. 1993. Der Nitratgehalt von Kartoffeln im Ergebnis von Feldexperimenten zu umweltschonender Anbautechnik. *Agribiol. Res.* 46(2): 120–125.
- [65] Østgard O., Andersen I.L. 1988. Effects of different fertilizing on yield and quality of the table potato varieties "Gullauge" and "Ottar". *Norsk. Landbruksforsk* 2: 93–98.
- [66] Otrysko B.E., Banville G.J. 1992. Effect of infection by *Rhizoctonia solani* on the quality of tubers for processing. *Am. Potato J.* 69: 645–652.
- [67] Padmos L. 1986. Nitrogen fertilization of potatoes: Effect on yield and quality. *Netherl. Fertilizer Techn. Bull.* 16: 1–41.
- [68] Panitkin V.A., Dzikovič K.A., Valeeva N.P., Perepravo N.I., Gribkova V.N. 1981. Vlijanije dlitel'nogo primenienija kalijnych udobrenij na uražaj i kačestvo kartofelja. *Agrochimija* 18(8): 26–29.
- [69] Petručenja N.V., Vojnilo N.V. 1984. Dinamika insekticidov v rastenijach. *Kart. Ovošč.* 29(9): 10.
- [70] Pireaux J.C., Dizengremel P., Botton B. 1992. Effects of pesticides on oxidative phosphorylation and electron transfer on potato tuber mitochondria. *Plant. Sci.* 83: 23–30.
- [71] Reda S., Łojkowska E., Jastrzębska Z. 1993. Wpływ nawożenia azotem na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Komunikat. *Biul. Inst. Ziemn.* 42: 29–37.
- [72] Reust W., Quinche J.P. 1988. Influence des methodes culturales sur les teneurs en nitrates des pommes de terre. *Rev suisse Agric.* 20: 289–291.
- [73] Rex B.L., Mazza G. 1989. Cause, control and detection of hollow heart in potatoes: a review. *Am. Potato J.* 66: 165–183.
- [74] Rex B.L., Russel W.A., Wolfe H.R. 1987. The effect of spacing of seed pieces on yield, quality and economic value for processing of Shepody potatoes in Manitoba. *Am. Potato J.* 64: 177–189.
- [75] Rex B.L., Russel W.A., Wolfe H.R. 1989. The effect of seed piece population and harvest date on yield and economic value of Carlton potatoes in Manitoba. *Can. J. Plant Sci.* 69: 1019–1025.
- [76] Röber K.Ch. 1989. Untersuchungen zur Dynamik der Polyphenol und Phytoalexinsynthese fauleinfizierter Kartoffelknollen. *Biochem. Physiol. Pflanzen.* 184: 277–284.
- [77] Rogozińska I. 1987. Wpływ nawożenia azotowego i warunków przechowywania na skład chemiczny oraz wartość konsumpcyjną i użytkową bulw różnych odmian ziemniaków. ATR w Bygoszczy Rozprawy. 23: 5–92.
- [78] Rojek S. 1982. Jakość plonów ziemniaków uprawianych w warunkach nawodnień. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 236: 215–229.
- [79] Rouchand J., Moons C., Detroux L., Haguene W., Sentin E., Nys L. 1986. Quality of potatoes treated with selected insecticides and potato-haulm killers. *J. Hortic. Sci.* 61: 239–242.
- [80] Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 6(6): 33–75.
- [81] Roztropowicz S., Wierzejska A. 1986. Wpływ naturalnych warunków wilgotnościowych na efektywność nawożenia potasem w uprawie ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 284: 347–356.
- [82] Rudkiewicz F., Zakrzewska B. 1987. Wpływ niektórych elementów pogody na porażenie bulw parchem zwykłym i ocena reakcji odmian na tę chorobę. *Biul. Inst. Ziemn.* 35: 91–102.
- [83] Shewmaker Ch.K., Stalker D.M. 1992. Modifying starch biosynthesis with transgenes in potatoes. *Plant Physiol.* 100: 1083–1086.
- [84] Soloviev G.A., Golubov M.V. 1981. Vlijanije mineralnych udobrenij na soderažnie tjaželych metallov v rastenijach. *Agrochimija.* 18(11): 114–119.
- [85] Somorowska K. 1980. Wpływ niektórych zabiegów agrotechnicznych na jakość plonu ziemniaków. *Biul. Inst. Ziemn.* 25: 11–123.
- [86] Somorowska K. 1987. Wpływ nawożenia dużymi dawkami soli potasowej i nawadniania na niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 35: 61–72.
- [87] Sparrow L.A., Salardini A.A., Bishop A.C. 1993. Field studies of cadmium in potatoes (*Solanum tuberosum* L.) I Effect of lime and phosphorus on cv. Russet Burbank. *Aust. J. Agric. Res.* 44: 845–853.

- [88] Sparrow L.A., Salardini A.A., Bishop A.C. 1993. Field studies of cadmium in potatoes (*Solanum tuberosum* L.) II Response of cvv. Russet Burbank and Kennebec to two double superphosphates of different cadmium concentration. *Aust. J. Agric. Res.* **44**: 855–861.
- [89] Stark J.C., Dwelle R.B. 1989. Antitranspirant effects on yield, quality and water use efficiency of Russet Burbank potatoes. *Am. Potato J.* **66**: 563–574.
- [90] Ščerbakova N.I., Gromyko O.I. 1983. Vlijanie udobrenij na urožaj kartofelja i soderžanie krachmala v klubniach. *Agrochimija* **20**(11): 49–54.
- [91] Šimek J. 1985. Pestidni přípravky se žřetelem na nutrični a zpracovatelskou kvalitu brambor. *Agrochemia.* **25**(2): 48–50.
- [92] Szysz H., Songin W. 1986. Wpływ gęstości sadzenia oraz podkietkowania na skrobiowość ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR Szczecin Rol.* **41**: 155–164.
- [93] Trętowski J., Boligłowa E., Dzieńka S. 1986. Odmiany ziemniaków zrejonizowane w województwie siedleckim. *Zesz. Nauk WSRP Siedlce Rol.* **16**: 55–69.
- [94] Visser R.G.F., Jacobsen E. 1993. Towards modifying plants for altered starch content and composition. *Trends Biotechn.* **11**: 63–68.
- [95] Vonsavičiene V., Dyriene G., Litvinaite L. 1983. Vlijanie nekotorych fungicidov na rost kartofelja i kačestvo klubnej. *Nauč. Tr. VUZ Lit. SSR. Biol.* **21**: 64–73.
- [96] Wierzejska A. 1981. Rola podkietkowania w podwyższaniu plonów i efektywności nawożenia azotem u nowych odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* **26**: 51–73.
- [97] Zgórska K. 1989. Biologiczne i ekologiczne czynniki warunkujące podatność bulw ziemniaka na powstawanie ciemnej plamistości pouszkodzeniowej. Instytut Ziemniaka. Bonin.
- [98] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1981. Wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem i temperatury przechowywania na ubytki i zmiany zawartości niektórych składników chemicznych bulw ziemniaka 7 nowych odmian. *Biul. Inst. Ziemn.* **26**: 75–92.