

*Aleksander Szeptycki  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach  
Oddział w Warszawie*

## **INŻYNIERIA ROLNICZA – POŻĄDANE KIERUNKI BADAŃ W PRODUKCJI ZIEMNIAKÓW**

### **Streszczenie**

Przedstawiono pożądane i potrzebne kierunki badań w procesie produkcji ziemniaków. Kierunki te dotyczą zagadnień, w których może i powinna uczestniczyć inżynieria rolnicza. Podejmowane tematy powinny wpisywać się w bardzo szeroki wachlarz zagadnień, tworzących cały system produkcji polowej, przetwórstwa, organizacji rynku i dystrybucji ziemniaków.

**Słowa kluczowe:** ziemniaki, produkcja, rynek, kierunki badań, inżynieria rolnicza

### **Wstęp**

Ziemniaki są rośliną uprawianą w Polsce na areale ok. 500 tys. ha [GUS 2010], dobrze znaną plantatorom i wydawałoby się, że obszar badań, potrzebnych w zakresie techniki rolniczej, pozostał już niewielki. Jednak zmieniające się warunki otoczenia gospodarczego, rynkowego, ekologicznego, społecznego itp., a także postęp techniczny sprawiają, że dla nauki wciąż jeszcze pozostaje wiele wyzwań. Rozwijające się metody badawcze umożliwiają dokładniejsze poznawanie zjawisk i procesów mogących wpływać na plony, jakość bulw, ekonomiczną efektywność produkcji ziemniaków itp.

W pracy przeanalizowano najważniejsze zjawiska i ich wpływ na zakres badań, których wyniki powinny wskazać optymalne techniki i technologie, a także rozwiązania organizacyjne do stosowania w całym systemie produkcji tej popularnej rośliny. Rozpatrzono je w kolejności wykonywania zabiegów na plantacjach ziemniaków oraz omówiono ogólne zagadnienia, wykraczające poza produkcję polową.

### **Uprawa gleby**

Ziemniaki, do wytworzenia dużej ilości dorodnych, kształtnych bulw wymagają, aby redliny były uformowane z pulchnej gleby, bez brył i kamieni. Aby umożliwić ich zbiór bez strat i uszkodzeń, redliny powinny być wysokie, mieć jednakowy kształt i wymiary na całym polu. Wymagania w zakresie uprawy gleby są więc bardzo duże. Dlatego przed posadzeniem ziemniaków, pod-

czas sadzenia i po posadzeniu wykonuje się zabiegi intensywnie oddziałujące na glebę, w liczbie nieporównywalnie większej niż w jakichkolwiek innych uprawach polowych. Stanowi to istotne zagrożenie zjawiskiem, na które dopiero w drugiej połowie XX w. zwrócono uwagę, a mianowicie tzw. erozją uprawową, czyli przemieszczaniem gleby przez narzędzia uprawowe i maszyny do zbioru, a także wywożeniem części gleby wraz ze zbieranym plonem, np. ziemniaków czy buraków [Tiessen i in. 2007].

Nasilenie tego zjawiska występuje szczególnie wyraźnie, jeżeli ziemniaki występują w płodozmianie bezpośrednim lub w krótkich odstępach po sobie i oczywiście również na polach pochylonych.

Technologia pasowego usuwania kamieni i brył ziemi, dość często stosowana w uprawie ziemniaków dla przemysłu przetwórczego, jako bardzo intensywnie działająca na glebę, stwarza również duże zagrożenie taką erozją.

Podczas pojedynczych zabiegów przemieszczanie gleby jest niewielkie, ale w sumie są to już ruchy znaczące. Zwiększają one zmienność warunków rozwoju roślin ziemniaka, a w konsekwencji może występować również zmienność plonu wzdłuż i w poprzek pola, niewyrównanie wielkości bulw i ich niejednakowy kształt. Nierównomierny kształt redlin może zmuszać do częstego regulowania intensywności pracy zespołów separujących kombajnu podczas zbioru.

Potrzebne są więc dokładne badania, zmierzające do poznania zjawisk erozji uprawowej w różnych warunkach glebowych, klimatycznych i przy różnym ukształtowaniu terenu. W wyniku tych badań powinny zostać wskazane praktyki uprawy gleby, zapewniające optymalne warunki rozwoju roślin ziemniaka oraz jak najwyższy plon bulw wysokiej jakości, z jednoczesnym ograniczeniem możliwości erozji. Zaproponowane technologie uprawy gleby, specjalnie w produkcji ziemniaków, powinny też uwzględniać jej podatność na erozję wodną i wietrzną – w przypadku tej rośliny powierzchnia pola pozostaje długo bez osłony z szaty roślinnej, a redliny są wyjątkowo podatne na rozmywanie i wywiewanie cząstek gleby.

Wobec coraz powszechniejszego stosowania stymulatorów funkcji życiowych gleby [Zimny 1999] należałoby podjąć badania nad wpływem licznych zabiegów oddziałujących na glebę w uprawie ziemniaków, w tym też sadzenia, obsypywania i przesiewania podczas zbioru, na obecność i dystrybucję w warstwie uprawnej oraz skuteczność działania tych substancji i mikroorganizmów.

## **Nawadnianie**

Udowodniono dodatni wpływ nawadniania na wysokość i stałość plonów ziemniaków oraz ich jakość. Jest to jednak zabieg wymagający dużej wiedzy

i precyzji w stosowaniu. Nadmiar wody stwarza niebezpieczeństwo wystąpienia licznych chorób (zwłaszcza w wysokiej temperaturze powietrza), niepotrzebne zużycie deficytowej wody, zbędne nakłady energetyczne i finansowe, a także możliwość wymywania składników pokarmowych, szczególnie azotu, do głębszych warstw gleby i do wód gruntowych. Zbyt mało wody oznacza straty plonu i straty finansowe.

Dawki wody, termin i sposób jej stosowania muszą być bardzo precyzyjnie dobrane, dla każdego pola oddzielnie, odpowiednio do rodzaju gleby, ukształtowania terenu, okresu wegetacji, prognoz meteorologicznych itp. [Shock 2008].

Inżynieria rolnicza ma zatem poważne zadania do wykonania. Systemy nawadniania, zwłaszcza dużych pól, muszą być zautomatyzowane, a komputery sterujące wyposażone w odpowiednie oprogramowanie, przygotowane na podstawie szczegółowych badań. Sposoby aplikacji wody, wraz z ewentualnymi dawkami nawozów, muszą uwzględnić wyjątkową podatność ukształtowanych redlin na rozmywanie i erozję. Zabieg nawadniania, zwłaszcza przez deszczowanie, choć ma dobroczynny wpływ na rozwój ziemniaków to jednak niszczy strukturę wierzchniej warstwy gleby podobnie jak silne deszcze, zwiększa też zasolenie gleby.

### **Niszczenie łęcin przed zbiorem**

Jest to zabieg, którego znaczenie w Polsce jest wyraźnie niedoceniane. Oprócz bezpośredniego ułatwienia zbioru na skutek zmniejszenia masy naci oddzielanej przez kombajny, co na ogół jest przez plantatorów rozumiane i doceniane, zabieg ten ma wiele innych zalet, takich jak:

- przyspieszenie dojrzewania bulw i ułatwienie odrywania ich od stolonów, co ogranicza uszkodzenia podczas zbioru, transportu i obróbki;
- pozwala w pewnym stopniu sterować jakością plonu ziemniaków w zależności od potrzeb, np. wcześniejsze zniszczenie łęcin i przerwanie wegetacji – to więcej bulw drobniejszych, najcenniejszych w produkcji sadzeniaków;
- przyspieszenie dojrzewania odmian późnych, co umożliwia wykonanie zbioru przed nastaniem niskich temperatur;
- ograniczenie rozprzestrzeniania chorób roślin.

Niszczenie łęcin przeprowadza się na kilka sposobów [Kampenaar, Struik 2008]:

- mechaniczne rozdrobnienie;
- wrywanie;
- niszczenie chemiczne, czyli desykacja oraz mechaniczno-chemiczne ze zmniejszoną dawką środka chemicznego;
- termiczne – niszczenie łęcin płomieniem.

Uzyskanie wyżej wymienionych, pozytywnych efektów niszczenia łęcin ziemniaków, gdy istnieje różnorodność metod wykonania tego zabiegu i bardzo

duża rozpiętość warunków glebowo-klimatycznych, stawia przed inżynierią rolniczą rozliczne zadania badawcze. Jako przykłady pożądaných kierunków badań można podać:

- poszukiwanie mniej toksycznych środków chemicznych i sposobów ich aplikacji, ograniczających skażenie środowiska;
- wpływ zabiegów niszczenia naci na stopień ograniczenia chorób rozwijających się na ziemniakach i w glebie;
- optymalizacja terminu wykonania niszczenia łęcin w powiązaniu z przebiegiem i prognozami pogody;
- transport środka chemicznego do bulw;
- skuteczność zabiegu a nakłady energetyczne i finansowe;
- monitoring zmian podatności bulw na uszkodzenia mechaniczne w okresie po zniszczeniu łęcin jako podstawa do wyboru optymalnego terminu rozpoczęcia zbioru.

### **Zbiór ziemniaków**

Zbiór jest operacją wieńczącą całoroczny trud rolnika, która może przynieść oczekiwany dochód albo, gdy jest źle przygotowana i wykonana, może trud ten zniweczyć. Zbiór ziemniaków powinien być traktowany jako operacja przygotowywana przez cały rok poprzez prawidłowe, staranne wykonanie wszystkich zabiegów poprzedzających. Takie podejście do całej technologii produkcji ziemniaków nabiera szczególnego znaczenia, jeśli do zbioru mają być użyte 2- lub 4-rzędowe, skomplikowane i bardzo drogie maszyny. Efektywność ich zakupu i użytkowania można osiągnąć tylko na plantacjach dużych i bardzo dobrze przygotowanych do zbioru.

Tematyka badawcza, w której udział powinna brać inżynieria rolnicza wraz z pokrewnymi dyscyplinami nauk rolniczych, może się koncentrować m.in. na:

- ocenie przydatności i doborze odmian nadających się do zbioru w pełni zmechanizowanego;
- ocenie kosztów i nakładów energii na prawidłowo i nieprawidłowo wykonany zbiór; w tych badaniach uszkodzenia bulw trzeba traktować jako źródło strat obniżających wartość plonu handlowego;
- ocenie innych strat energii i finansowych, np. w trakcie przechowywania, wożenia ziemi i bulw nieprzydatnych do handlu itp.;
- optymalizacji układów technologicznych kombajnów do konkretnych warunków zbioru.

Należy przyjąć, że nie ma maszyn uniwersalnych, pracujących dobrze w każdym warunkach. Nowoczesne maszyny są produkowane w wielu wersjach i ich optymalny dobór jest możliwy dla konkretnego plantatora. Rolnikowi powinni zatem pomagać doradcy i sprzedawcy specjalistycznego sprzętu, wykorzystując wyniki badań.

Konstruktorom, a więc i reprezentantom nauk technicznych oraz inżynierii rolniczej można wskazać np. następujące kierunki prac badawczych:

- nowe rozwiązania zespołów separująco-odsiewających, ograniczających uszkodzenia bulw z zachowaniem dużej skuteczności działania;
- zastosowanie nowych tworzyw o ograniczonej podatności na zużycie i zwiększonej elastyczności w porównaniu ze stalą (np. przenośniki z prętami z tworzyw sztucznych);
- nowe rodzaje wykładzin na elementy robocze, mające kontakt z bulwami, zachowujące swe właściwości w szerokim zakresie temperatury;
- zwiększenie odporności łożysk na zużycie w ekstremalnie trudnych warunkach pracy podczas zbioru ziemniaków;
- szerokie zastosowanie elektroniki do regulacji i monitorowania pracy zespołów roboczych tak, aby możliwa była praca przez 24 godziny na dobę;
- ograniczenie nacisków na glebę, wywieranych przez elementy jezdne kombajnów;
- poprawa warunków i bezpieczeństwa pracy operatorów i obsługi maszyn.

Ze zbiorem ziemniaków, ich transportem, przeładunkami, obróbką i przechowywaniem wiąże się problem uszkodzenia bulw. Wiele ośrodków naukowych na świecie pracuje nad tym zagadnieniem i można odnotować znaczny postęp w zrozumieniu mechanizmów powstawania uszkodzeń [Marks 2009].

Potrzebne są jednak dalsze badania i wskazówki dla konstruktorów, jak ograniczyć uszkodzenia, a dla eksploatorów maszyn, jak te maszyny regulować, żeby szkody, spowodowane różnymi rodzajami uszkodzeń ziemniaków były jak najmniejsze.

Współpraca różnych światowych ośrodków jest wciąż niedostateczna i nadal brakuje zestandaryzowanych metod badań samych uszkodzeń, ich klasyfikacji i jednoznacznych opisów, a także takich sposobów pomiaru podatności bulw na uszkodzenia, które mogłyby być przydatne w pracach hodowlanych.

Straty ponoszone przez rolnictwo i przetwórstwo ziemniaka są bardzo dotkliwe. Storey [2008] podaje, że szacuje się, iż w USA ograniczenie ilości uszkodzonych bulw tylko o 1% dałoby w skali tego kraju oszczędności wynoszące ok. 7,5 mln USD rocznie, zaś w Wielkiej Brytanii uszkodzenia kosztują rolników ok. 26 mln GBP lub  $200 \text{ GBP} \cdot \text{ha}^{-1}$  rocznie.

Stały wzrost wydajności maszyn do zbioru pozwala już w pewnym zakresie dostosować termin zbioru ziemniaków do zmian warunków glebowo-klimatycznych (temperatura i wilgotność gleby) tak, aby operację tę wykonać w warunkach jak najbardziej zbliżonych do optymalnych, zapewniających minimalizację uszkodzeń i strat.

Dalsze studia nad uszkodzeniami ziemniaków są niewątpliwie potrzebne i można wskazać następujące, pożądane ich kierunki:

- identyfikacja miejsc stwarzających największe zagrożenie obciami i uszkodzeniami w istniejących maszynach i liniach technologicznych;
- ustalenie skuteczności urządzeń regulacyjnych i zakresów regulacji w celu ograniczenia uszkodzeń;
- badanie zmian odporności bulw na uszkodzenia po desykacji;
- badanie wpływu przebiegu pogody i wilgotności gleby na te zmiany, w celu podania wytycznych odnośnie do optymalnego terminu zbioru;
- optymalizacja układów technologicznych maszyn do zbioru i obróbki ziemniaków z punktu widzenia minimalizacji uszkodzeń bulw;
- podjęcie prób, we współpracy z genetykami, modyfikacji genetycznej ziemniaków w kierunku zwiększenia ich odporności na uszkodzenia; wobec zakazu stosowania GMO w Polsce byłyby to badania wybiegające daleko w przyszłość, ale warte podjęcia.

### **Konieczność informatyzacji systemu „Ziemniak”**

Konieczność intensywnych prac naukowych w kierunku informatyzacji staje się zrozumiała, jeśli przyjrzeć się bliżej stopniowi skomplikowania systemu produkcji i przetwórstwa ziemniaków, w którym biorą udział:

- producenci ziemniaków – rolnicy;
- przemysł przetwórczy wytwarzający szeroką gamę produktów;
- organa prawodawstwa, rejestracji i kontroli rynku;
- dostawcy rozmaitych usług, niezbędnych w procesach produkcji i przetwórstwa.

Istnieją cztery kierunki użytkowania ziemniaków, a każdy ze specyficznymi wymaganiami: ziemniaki jadalne, ziemniaki dla przetwórstwa spożywczego, ziemniaki skrobiowe oraz sadzeniaki.

Wyraźnymi podsystemami są:

- agrotechnika i agronomia, wraz ze specyfiką stosowanych środków produkcji (woda, maszyny, nawozy, środki ochrony itp.);
- hodowla nowych odmian wraz z nasiennictwem;
- ochrona chemiczna roślin wraz z identyfikacją chorób, szkodników, chwastów i sposobów ich zwalczania, z uwzględnieniem wymogów ochrony środowiska;
- przechowalnictwo – odmienne dla każdego kierunku użytkowania ziemniaków.

Omawiając złożoność rynku produkcji i przetwarzania ziemniaka należy też zwrócić uwagę na takie czynniki, jak:

- różnorodność warunków glebowych i klimatycznych (ziemniaki „zdobywają” nowe rejony uprawy, gdzie nie ma żadnej tradycji ich użytkowania, np. Afryka i Azja);

- różnorodność rynków, ich organizacji;
- kontrola jakości, audytowanie, logistyka transportu, koszty pracy itp.

Trzeba też mieć na uwadze, że z pola jest zbierany produkt, będący żywym organizmem, trudnym do transportu i przechowania, bez pogorszenia jakości.

Przedstawiona, z pewnością niepełna, lista zagadnień i problemów stanowi ogromne pole do prac naukowych i badawczych dla inżynierii rolniczej.

Stworzenie spójnego systemu wspomagania zarządzaniem produkcją, obrotem i przetwórstwem ziemniaka wraz z wielkimi bazami danych o odpowiednim układzie hierarchicznym jest dużym wyzwaniem, a wartość takiego systemu jest wprost trudna do przecenienia. Wiedza z tego zakresu jest już bardzo duża, ale rozproszona między różnymi instytucjami, organizacjami i środowiskami, toteż uporządkowanie jej i dostarczenie w formie łatwej do stosowania przez użytkownika trzeba uznać za bardzo aktualny i potrzebny kierunek prac badawczych i aplikacyjnych.

## **Podsumowanie**

Na podstawie wymienionej literatury przedstawiono pożądane kierunki badań, które mogą i powinny stać się przedmiotem zainteresowania specjalistów z zakresu inżynierii rolniczej w Polsce. Artykuł nie wyczerpuje z pewnością listy potrzeb badawczych, ale mam nadzieję, że będzie inspiracją do podjęcia ciekawych, choć trudnych w realizacji tematów. Systemy produkcji ziemniaków zmieniają się – od amatorskiej uprawy na samozaopatrzenie na małych polach do wielkoobszarowej, w pełni profesjonalnej produkcji dużych partii jednolitych odmianowo i dobrych jakościowo ziemniaków dla przetwórstwa i handlu. Nauka powinna te zmiany obserwować i reagować na nie, podejmując tematykę badawczą aktualną i potrzebną wszystkim sektorom zaangażowanym w produkcję, przetwórstwo, organizację rynku i dystrybucji tego plonu, wciąż jeszcze popularnego w Polsce.

## **Bibliografia**

GUS 2010. Rocznik statystyczny 2010. Warszawa ss. 511.

Kampenaar C., Struik P.C. 2008. The canon of potato research. Haulm killing. Potato Research. Vol. 50 no. 3/4 s. 341–345.

Marks N. 2009. Mechaniczne uszkodzenia ziemniaków. Kraków. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej ss. 119.

Shock C.C. 2008. The canon of potato research. Irrigation. Potato Research. Vol. 50 no. 3/4 s. 331–338.

Storey R.M.J. 2008. The canon of potato research. Damage and bruising. Potato Research. Vol. 50 no. 3/4 s. 391–394.

Tiessen K.H.D., Lobb D.A., Mehuys G.R., Rees H.W. 2007. Tillage translocation and tillage erosivity by planting, hilling and harvesting operations common to potato production in Atlantic Canada. *Journal of Soil and Tillage Research*. Vol. 97 iss. 2 s. 123–129.

Zimny L. 1999. Uprawa konserwująca. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 5 s. 45–52.

## **AGRICULTURAL ENGINEERING – DESIRABLE RESEARCH DIRECTIONS IN POTATO PRODUCTION**

### **Summary**

Author presented the research directions, desirable and necessary, in the process of potato production. Suggested research directions include the problems which may and ought to be solved by application of agricultural engineering as the scientific discipline. The research subjects being undertaken should be fitted to very wide range of problems, creating the whole system of potato field cropping (soil tillage, irrigation, haulm removal, harvesting), processing, organization of potato market and distribution.

**Key words:** potatoes, production, market, research directions, agricultural engineering

Praca wpłynęła do Redakcji: 08.07.2011 r.

*Recenzenci: prof. dr hab. Edmund Kamiński  
dr hab. Jacek Przybył, prof. nadzw.*

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Aleksander Szeptycki  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
Oddział w Warszawie  
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa  
tel. 22 542-11-90; e-mail: alszept@ibmer.waw.pl