

Jacek Chotkowski
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin –
Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie

Rolnictwo precyzyjne oraz systemy wspomaganie decyzji produkcyjnych

Wprowadzenie

Ostatnie kilkadziesiąt lat to okres przyspieszenia w dziedzinie odkrywania i aplikacji do praktyki życia gospodarczo-społecznego innowacji technologicznych. Kolejny z wiodących megatrendów w gospodarce światowej to zwiększenie znaczenia wiedzy i informacji [4]. Trendy te stopniowo obejmują również rolnictwo (rynki rolne). Jednym z przejawów zmian technologicznych w odniesieniu do sektora rynku rolnego jest rewolucja informatyczna. Ogólne kierunki przemian w produkcji rolniczej wskazują, że coraz większe znaczenie będą odgrywały badania naukowe oraz dostęp do informacji [9].

Sprzężenie nowoczesnych, bardziej precyzyjnych i wydajnych maszyn i innych środków produkcji rolniczej z rozwojem systemów informatycznych spowodowało powstanie kierunku rolnictwa precyzyjnego. Termin ten oznacza precyzyjne dostosowanie dawek środków produkcji do zróżnicowanych potrzeb roślin uprawianych w różnych częściach pola [11]. Ogólnie celem rolnictwa precyzyjnego jest zbieranie i analiza informacji dotyczących zmienności przestrzennej gleby i stanu uprawianych roślin dla zoptymalizowania efektywności wykorzystania środków produkcji oraz ograniczenia ryzyka zanieczyszczenia środowiska spowodowanego stosowaniem agrochemikaliów w dawkach wyższych od wymaganych przez rośliny [10]. Nowoczesne technologie informatyczne w rolnictwie to również systemy wspomaganie decyzji produkcyjnych. Znajdują one zastosowanie zwłaszcza w ochronie roślin. Opracowanie wiarygodnych metod szacowania zagrożenia roślin oraz szybkiego udostępniania informacji użytkownikom w formie systemów wspomaganie decyzji w ochronie roślin stanowi warunek wprowadzenia do praktyki zasad integrowanej ochrony roślin [8].

Celem artykułu jest prezentacja ważniejszych elementów nowoczesnych technologii możliwych do zastosowania w rolnictwie. Skoncentrowano się na systemach wspomaganie decyzji (DSS) oraz elementach rolnictwa precyzyjnego.

Elementy rolnictwa precyzyjnego

Większość scharakteryzowanych w skrócie elementów rolnictwa precyzyjnego to w warunkach rolnictwa polskiego dopiero przyszłość. Problemem jest dysponowanie odpowiednio precyzyjnymi maszynami rolniczymi jak rozsiewacze i opryskiwacze. Również oferowane dotychczas rozwiązania odznaczają się wysokimi kosztami. Wśród ważniejszych elementów rolnictwa precyzyjnego należy wymienić m. in. następujące [10]:

1. Sporządzanie map zasobności gleby w potas i fosfor na podstawie pobierania próbek glebowych w poszczególnych częściach pola z wykorzystaniem odbiorników GPS.
2. Precyzyjny wysiew nawozów. Umożliwia dostosowanie dawek do zasobności gleby.
3. Ocena stanu odżywienia roślin azotem, stanu nasilenia agrofagów na podstawie montowanych na maszynach czujników optycznych.
4. Możliwość podejmowania decyzji o realizacji zabiegów technologicznych (np. nawożeniu, nawadnianiu, zbiorze) na podstawie informacji pochodzących ze zdjęć lotniczych lub satelitarnych.
5. Mapowanie plonów – określanie produktywności różnych części pola. Dotychczas systemy monitorujące wielkość plonu montowano głównie na kombajnach zbożowych.

Elementy rolnictwa precyzyjnego oznaczają niewątpliwie korzyści ekonomiczne dla producentów rolnych. Prawdopodobnie spowodują również zmniejszanie negatywnych efektów zewnętrznych generowanych przez rolnictwo, takich jak [6]:

- Straty składników pokarmowych z gleby,
- Monitoring pestycydów i nawozów,
- Azotany i fosforany w źródłach wody pitnej,
- Pestycydy w źródłach wody pitnej,
- Epidemie bakteryjne i wirusowe w żywności

Jednocześnie rolnictwo precyzyjne prawdopodobnie nie wpływa na zmniejszenie pozytywnych efektów zewnętrznych rolnictwa [6]: zachowanie krajobrazu, bioróżnorodności oraz pozostawanie zasobów pracy na obszarach wiejskich.

Prezentacja systemu wspomagania decyzji na przykładzie ochrony roślin

Ochrona roślin jest dziedziną, gdzie wykorzystanie informatycznych narzędzi znajduje szerokie zastosowanie. W ogólnym schemacie systemu decyzyjnego (Decision Support System) znajduje się moduł danych teoretycznych o prawidłowościach rozwoju agrofaga, wzajemnej interakcji między rośliną, środowiskiem a agrofagiem oraz środkach ochrony roślin oraz moduł bieżących danych monitoringu przebiegu pogody oraz stanu zagrożenia infekcją [3].

Przykładem systemu decyzyjnego, który znalazł praktyczne zastosowanie w ochronie przed zarzą ziemniaka (jedna z najgroźniejszych chorób ziemniaka) jest opracowany w Danii w latach 1992-1996 NegFry. Stanowi on kompilację modelu prognostycznego zwanego prognozą negatywną (Ullrich'a i Schrödera) oraz modelu Frya [5]. Prognoza negatywna pozwala na wyznaczenia daty przeprowadzenia pierwszego zabiegu ochrony przed chorobą na podstawie obliczenia tzw. dziennych wartości ryzyka ustalanego w oparciu o pomiary temperatury i wilgotności względnej powietrza oraz opadów deszczu. Termin pierwszego zabiegu przeciwko zarazie ziemniaka przypada na dzień, w którym zakumulowana wartość ryzyka, obliczona po zsumowaniu dziennych wartości ryzyka osiąga wartość progową – 130, przy jednoczesnym osiągnięciu dziennej wartości ryzyka – 7 [5]. Terminy następnych zabiegów ochrony

plantacji ziemniaka przed chorobą system wyznacza na podstawie liczby godzin z wilgotnością względną powietrza co najmniej 90% oraz przebiegu temperatury (obliczanie tzw. jednostek zarazowych) [5].

Wykorzystując prowadzone w IHAR Bonin w latach 2001-2010 doświadczenia polowe, ochrona plantacji ziemniaka przed zarazą ziemniaka prowadzona według wskazań systemu wspomaganego decyzji NegFry pozwala, w porównaniu z tzw. ochroną rutynową, zmniejszyć liczbę zabiegów chemicznych średnio o 1,9 [2]. Pozwala to zmniejszyć koszty ochrony przed zarazą ziemniaka o 356,15 zł na 1 ha uprawy (oszczędność środków ochrony roślin – 226,1 zł oraz 130,15 zł koszt wykonania oprysków). Korzystanie z zaleceń systemu decyzyjnego w ochronie plantacji przed zarazą ziemniaka wymaga zainstalowania w rejonie produkcji ziemniaków stacji meteorologicznej oraz zintegrowania jej z systemem informatycznym. Zakładając, że koszt tego rodzaju inwestycji wyniesie 14 000 zł, powierzchnia uprawy ziemniaków w gospodarstwie (grupie gospodarstw) pozwalająca uzyskać już w pierwszym roku zwrot poniesionych kosztów powinna wynieść 39,3 ha. Oprócz czynnika ekonomicznego walorem opisywanego systemu decyzyjnego jest zgodność z zasadami integrowanej ochrony roślin, które powinny obowiązywać w Polsce od 2014 r. Alternatywna wobec wskazań systemu NegFry, rutynowa metoda zwalczania choroby w odstępach 7-10 dniowych jest bowiem sprzeczna z zasadami dobrej praktyki ochrony roślin, ponieważ w warunkach niewielkiej presji infekcyjnej ze strony sprawcy choroby, może prowadzić do nieuzasadnionego stosowania środków ochrony roślin [5].

Tworzenie w regionach produkcji ziemniaka stacji meteorologicznych może stanowić podstawę wdrożenia innych elementów DSS w produkcji innych roślin uprawnych. Przykładowo w oparciu o monitoring danych pogodowych może być rozwijane doradztwo dotyczące ustalania optymalnych terminów siewu różnych roślin. System decyzyjny ochrony ziemniaka jest przykładem systemu meteorologicznego - bazującego na modelach matematycznych opisujących rozwój chorób i szkodników w zależności od zaistniałych warunków meteorologicznych [8]. Innym stosowanym w Polsce systemem jest sygnalizator parcha jabłoni. Na podstawie przebiegu temperatury i wilgotności powietrza, opadów oraz czasu zwilżenia liści wyznaczane jest prawdopodobieństwo zaistnienia infekcji, a tym samym wyznacza się optymalną datę oprysku [8].

W integrowanej ochronie roślin podstawą podjęcia decyzji o zabiegach chemicznego zwalczania powinna być informacja o przekroczeniu progów szkodliwości dla określonych patogenów. Stąd koncepcja rozwoju DSS w polskim rolnictwie powinna uwzględnić możliwość ustalania i sygnalizacji ww. progów. System monitoringu szkodników i chorób stanowiłby podstawę prognozowania i planowania zabiegów ochrony roślin.

Dotychczas najwięcej uwagi poświęca się tworzeniu możliwości stosowania systemów wspomagających decyzje odnośnie stosowanej technologii produkcji, w tym technologii ochrony roślin. Należy jednak wymienić potrzebę budowy systemów monitorujących poziom plonów roślin uprawnych w określonych regionach, prognozowanych cenach zbytu oraz innych danych rynkowych. Ustalanie tych parametrów

pomagałyby prognozować sytuację na rynku oraz poziom opłacalności produkcji. Wspomagałyby podejmowanie decyzji ekonomicznych w gospodarstwach rolniczych.

System precyzyjnego dawkowania wody i nawozów w produkcji roślin (fertygacja)

W związku ze procesami stopniowego ocieplania się klimatu wzrasta zmienność warunków klimatycznych, co negatywnie oddziałuje na warunki przyrodnicze produkcji roślinnej. W szczególności wzrasta zagrożenie suszą, m. in. w takich regionach jak: Wielkopolska, Kujawy, Mazowsze i pozostałe regiony centralnej Polski. Stąd zwłaszcza w produkcji roślin intensywnych jak: warzywa, owoce, ziemniaki zalecane jest stosowanie nawadniania. W Polsce najczęściej stosuje się nawadnianie deszczujące. Technologia ta powoduje jednak również pewne negatywne skutki jak np.: wymywanie pewnej części składników pokarmowych oraz straty wody, której znaczna ilość w warunkach wysokiej temperatury odparowuje [10]. Stąd jako bardziej nowoczesną metodę uznaje się precyzyjne nawadnianie kropelkowe. Woda aplikowana jest poprzez system ułożonych w glebie rur doprowadzających wodę w bezpośrednie sąsiedztwo korzeni roślin, jest szybko pobierana bez strat powodowanych odparowaniem z powierzchni gleby [10]. Z wodą można podawać roztwory nawozów mineralnych (fertygacja). Stosowanie nawożenia do gleby w formie małych dawek rozpuszczonych w wodzie, zwłaszcza azotu, jest bardziej efektywne [1]. W celu optymalizacji dawek wody oraz azotu mineralnego w postaci płynnej system kropelkowy powinien być wyposażony w komputerowy system DSS. Umożliwia to utrzymanie podczas wegetacji roślin potencjału wody glebowej na poziomie od -20 do -40 kPa, a więc zostawiając pewną pojemność retencyjną na nieoczekiwane duże opady atmosferyczne [7].

W warunkach Polski w latach 2003-2005 w ramach międzynarodowego grantu UE (5PR) pt.: "Improved organic fertilizer management for high nitrogen and water use efficiency and reduced pollution in crop systems" prowadzono doświadczenia polowe nad stosowaniem technologii nawadniania kropelkowego zapewniającego wysoką efektywność wykorzystania azotu i wody przy jednoczesnym ograniczeniu zanieczyszczenia środowiska [7]. Uzyskano pozytywne efekty uzasadniające stosowanie technologii w produkcji ziemniaków. Wdrożenie tej technologii wymaga jednak poniesienia znacznych nakładów inwestycyjnych.

Perspektywy wdrożenia nowoczesnych elementów w uprawie roślin

Trendy dotyczące przyspieszenia postępu technologicznego oraz związanego z zastosowaniem informatyki, mają również zastosowanie w rolnictwie. Systematycznie zwiększa się liczba oferowanych gospodarstwom rolnym rozwiązań z zakresu rolnictwa precyzyjnego. Ich wdrożenie, głównie w silniejszych ekonomicznie, większych obszarowo gospodarstwach może przynieść korzystne efekty gospodarcze. Dostosowanie dawek środków produkcji do wymagań pokarmowych roślin jest zgodne z zasadami

rolnictwa zrównoważonego. Pewne obawy może natomiast budzić fakt, że pogłębi to lukę technologiczną między gospodarstwami rozwojowymi a pozostałymi. Szersze wdrożenie elementów rolnictwa precyzyjnego w naszym kraju to dopiero przyszłość. W większym zakresie mogą być zastosowane już obecnie oferowane przez naukę oraz prywatne firmy systemy wspomagające podejmowanie decyzji produkcyjnych (Decision Support Systems). Oprócz omówionego systemu wspomagającego zwalczanie zarazy ziemniaka oferowane są m. in. następujące rozwiązania [13]: ZeaSoft – system wspomagania decyzji w uprawie kukurydzy, ProgChmiel – system wykorzystujący algorytm zagrożenia plantacji chmielu mączniakiem rzekomym, SPEC – system prognozowania zagrożenia rzepaku przez sucha zgniliznę kapustnych, Rzepinfo – umożliwi utworzenie pełnego programu ochrony plantacji rzepaku, łącznie z doбором odmian oraz identyfikacją chorób i szkodników. Większość oferowanych systemów decyzyjnych dotyczy ochrony roślin. Ze względu na ich opłacalność dla producentów oraz faktu, że stanowią element integrowanej ochrony roślin należy zalecać jak najszersze ich wdrożenie do produkcji. W przypadku niektórych z tych systemów wymaga to współpracy producentów w tworzenie niezbędnej infrastruktury, w tym zakupu i instalowania stacji meteorologicznych w rejonach produkcji określonych gatunków roślin uprawnych.

Streszczenie

Treścią pracy jest prezentacja elementów rolnictwa precyzyjnego oraz systemów wspomagania decyzji produkcyjnych. Rozwiązania te łączą postęp w technologiach produkcji z zastosowaniem informatyki. Są zgodne z zasadami rolnictwa zrównoważonego oraz zasadami integrowanej ochrony roślin. Ich stosowanie jest ekonomicznie uzasadnione, jednak oprócz wiedzy, wymagają znaczących inwestycji w gospodarstwach.

Precision agriculture and Decision Support Systems

Abstrakt

The subject of this work is presentation of precision agriculture (precision farming technology) elements and production Decision Support Systems. These solutions combine progress in production technology with IT application. These are consistent with rules of sustainable agriculture and rules of integrated pest management. Their use is economically justified, but besides general knowledge, they require considerable investments in agricultural farms.

Literatura

- [1]. Fotyma E., Fotyma M., Igras J., Kopiński J.: Sustainable nitrogen management in Poland – Principles and legislation, „Nawozy i Nawożenie”, nr 1/2005.
- [2]. Kapsa J.: Systemy decyzyjne stosowane w ochronie roślin, „Wieś Jutra”, nr 2/2011.
- [3]. Kapsa J.: Opportunities for strengthen the pest monitoring system and Decision Support System. [In:] Sustainable use of pesticides and integrated pest management in East-Central Europe and the Baltics. Book of abstracts. September 4-6, 2011, IHAR-PIB, Radzików, 2011.

- [4]. Kotler P.: Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola, DW Rebis, Poznań, 2005.
- [5]. Krasieński T., Jaczevska-Kalicka A.: Zastosowanie technik informatycznych dla podniesienia efektywności ochrony upraw rolniczych. W: Innowacje i innowacyjność w sektorze agrobiznesu (red. M. Adamowicz), Katedra Polityki Agrarnej i Marketingu SGGW, Warszawa, 2008.
- [6]. Lencses E.: Measuring external effects of agriculture special regard to precision farming technology, „Roczniki Naukowe SERiA”, t. XIII, z. 6/2011.
- [7]. Mazurczyk W.: Produkcyjne i środowiskowe efekty nawadniania i nawożenia kropelkowego ziemniaka – grant UE „FertOrgaNic”. W: Nowoczesne nawożenie i nawadnianie ziemniaka uwzględniające ochronę środowiska i jakość plonu bulw. Seminarium 22.03.2006, IHAR, Jadwisin, 2006.
- [8]. Nieróbca A.: Systemy wspomaganie decyzji w ochronie roślin jako element integrowanej produkcji, „Studia i Raporty IUNG-PIB”, z. 16/2009.
- [9]. Rembeza J.: Tendencje zmian funkcjonowania rynku produktów roślinnych. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych (red. J. Chotkowski), Wieś Jutra, Warszawa, 2005.
- [10]. Samborski S., Gozdowski D., Wańkowicz J., Wilson J.: Zastosowanie rolnictwa precyzyjnego w uprawie ziemniaka. W: Produkcja i rynek ziemniaków (red. J. Chotkowski), Wieś Jutra, Warszawa, 2012.
- [11]. Srinivasan A.: Handbook of precision agriculture – principles and applications, The Haworth Press Inc., New York, 2006.
- [12]. Trawczyński C.: Precyzyjne nawadnianie i nawożenie ziemniaka w oparciu o program DSS (Decision Support System). W: Nowoczesne nawożenie i nawadnianie ziemniaka uwzględniające ochronę środowiska i jakość plonu bulw. Seminarium 22.03.2006, IHAR, Jadwisin, 2006.
- [13]. Zaliwski A. i in.: System doradztwa w zakresie zrównoważonej produkcji roślinnej, www.dss.iung.pulawy.pl, data dostępu 30.04.2012 r.