

Received: 07.03.2021 / Accepted: 08.09.2021

ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY

Platformy informatyczne jako narzędzie do wdrażania systemów wspomaganie decyzji w ochronie roślin na przykładzie Platformy Sygnalizacji Agrofagów i eDWIN

The IT platforms as tools for implementation of decision support system for plant protection strategies on an example of the Pest Warning System and eDWIN project

Magdalena Jakubowska^{A,1*}, Maciej Zacharczuk², Lidia Sychalska³, Marcin Baran^{B,1}, Anna Tratwal^{C,1}, Adam Fojud²

Streszczenie

Skuteczne wykorzystanie systemów informatycznych w zarządzaniu gospodarstwem rolnym niesie za sobą szereg korzyści, począwszy od najbardziej ogólnych, w postaci zarządzania gospodarstwem jako całości i polepszeniu przepływu informacji, poprzez korzyści mierzalne znajdujące odzwierciedlenie w poprawie wskaźników ekonomicznych oraz poprawie jakości żywności produkowanej w gospodarstwie. Celem pracy jest zaprezentowanie platform decyzyjnych z zakresu ochrony roślin: Platformy Sygnalizacji Agrofagów oraz powstającego krajowego systemu informatycznego ochrony roślin, którego zadaniem jest wdrożenie zrównoważonej produkcji rolniczej w zakresie ochrony roślin. System krajowy będzie narzędziem dedykowanym dla rolników, doradców oraz wsparciem dla innych producentów rolnych i konsumentów żywności. W niniejszym artykule przedstawiono obecnie zgromadzone zasoby wiedzy z zakresu ochrony roślin, prowadzonego monitoringu agrofagów oraz efekty dwuletnich prac nad wdrożeniem systemu w pięciu wojewódzkich ośrodkach doradztwa rolniczego.

Słowa kluczowe: system informatyczny, system wspomaganie decyzji, eDWIN projekt, Platforma Sygnalizacji Agrofagów

Abstract

An effective use of information systems in farm management brings a number of benefits, ranging from the most general, in the form of management of the farm as a whole and improvement of information flow, through measurable benefits reflected in the improvement of economic indicators on the farm. The aim of this study is to present the issue related to the practical use of decision support systems on the example of the Pest Warning System or the emerging decision-making platforms used in agriculture. The subject of the project with the acronym eDWIN will be the creation of a national IT system for plant protection, which will significantly affect the quality and quantity of food produced in Poland. The system will be a work tool for farmers, advisors, support for other food producers and consumers. The project is an answer to the needs related to production efficiency and the quality of plant protection. This article presents the results of two-year research on the implementation of the system in five Voivodeship agricultural advisory centers and connection of knowledge and collected field observations posted on the Platform of Pest Warning System.

Key words: IT system, decision support system, eDWIN project, Pest Warning System

¹Institut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

²Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu, Sieradzka 29, 60-163 Poznań

³Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Powiatowy Zespół Doradztwa Rolniczego w Pleszewie, Marszew 25, 63-300 Pleszew

*corresponding author: m.jakubowska@iorpib.poznan.pl

ORCID: ^A0000-0001-9108-8965, ^B0000-0002-3995-1570, ^C0000-0001-9611-8799

Systemy wspomaganie decyzji w ochronie roślin – wprowadzenie / Decision support system in plant protection – introduction

Wzrost świadomości konsumentów dotyczący jakości produktów żywnościowych trafiających na rynek oraz troska o środowisko promuje zrównoważony sposób produkcji żywności, z jak najmniejszą ilością stosowanych środków ochrony roślin. Sprzyja to poszukiwaniu nowych narzędzi informatycznych ułatwiających producentom rolnym, spełnienie tych wymogów. Jednym z możliwych rozwiązań optymalizujących zużycie środków ochrony roślin w uprawach polowych jest zastosowanie systemów decyzyjnych w podejmowaniu decyzji w ochronie przed agrofagami. Światowe tendencje do zmniejszania ilości stosowanych środków chemicznych w ochronie roślin polegają na większej precyzji ich stosowania. Podstawą jest precyzyjne określenie terminu aplikacji oraz właściwy dobór preparatów chemicznych w ochronie roślin. Spóźnione zabiegi chemiczne na plantacjach są przyczyną małej skuteczności ochrony lub całkowitego jej braku. Wyznaczenie optymalnego terminu wykonania zabiegu można łatwo uzyskać korzystając z systemu wspomagającego podejmowanie decyzji w ochronie chemicznej. Czym zatem jest **system wspomaganie decyzji (SWD)**? Najbardziej ogólna definicja określa system wspomaganie decyzji w ochronie roślin, jako zbiór instrukcji, mający na celu ułatwienie rolnikowi lub doradcy podjęcie decyzji o wykonaniu zabiegu chemicznego (Power i Sharda 2007; Zaliwski 2013, 2015; Matysek 2014; Wójtowicz i wsp. 2016). Systemy te analizują różne informacje, najczęściej dane meteorologiczne, rachunek ekonomiczny – próg ekonomicznej szkodliwości. W praktyce systemy wspomaganie decyzji wykorzystywane w rolnictwie spełniają wiele funkcji, np. doradcze w procesie produkcji rolniczej (Zaliwski 2013; Horoszkiewicz-Janka i wsp. 2014; Tratwal i wsp. 2014; Jakubowska i wsp. 2015, 2020), mogą być to kalkulatory nawozowe (Cupiał 2005; Pietruch 2006), kalkulatory sum temperatur efektywnych (stopniodni) – do oceny rozwoju roślin, jak i agrofagów (Marimon i wsp. 2020), wyliczające dawkę preparatu z możliwością mieszania z innymi preparatami (Cupiał 2002), czy modele matematyczne bazujące na danych meteorologicznych do zwalczania agrofagów (Praczyk i Kierzek 2020). Systemy w rolnictwie wspierają nie tylko ochronę roślin, ale także wspomagają producenta rolnego w zarządzaniu i biznesie, które powinny ułatwiać mu zarządzanie swoim gospodarstwem (Bojar i wsp. 2014; Praczyk i Kierzek 2020). Istotna funkcjonalność obserwowana współcześnie w SWD to:

- krótki czas reakcji systemu do wygenerowania raportu,
- intuicyjność interfejsu,
- możliwość zagnieżdżania wymiarów w przygotowywaniu raportu tabelarycznego,
- zdolność rozwijania i gromadzenia danych,
- filtrowanie i sortowanie danych,

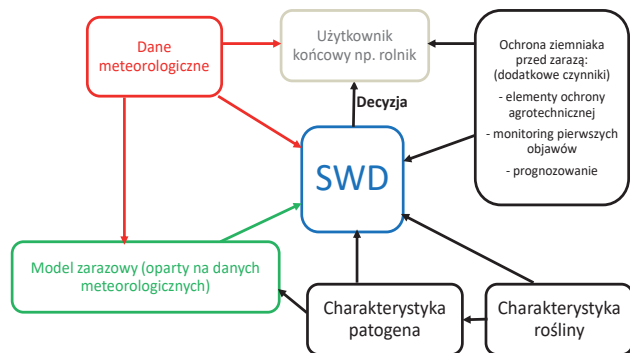
- rotacja,
- przeobrażenia raportu tabelarycznego w graficzny,
- projektowanie wykonywalnych raportów,
- dostęp do danych z wykorzystaniem innych aplikacji (tj. MS Excel, MS Access, Power Point),
- tworzenie baz wiedzy,
- tworzenie baz danych czy baz modeli (Kwiatkowska 2007; Zaliwski 2013; Bojar i wsp. 2014; Nieróbca i Zaliwski 2014; Praczyk i Kierzek 2020).

Celem niniejszego opracowania jest zaprezentowanie zagadnienia związanego z praktycznym wykorzystaniem systemów wspomaganie decyzji na przykładzie Platformy Sygnalizacji Agrofagów i powstających platform decyzyjnych stosowanych w rolnictwie.

Schemat funkcjonalny systemu decyzyjnego na przykładzie ziemniaka / Functional diagram of the decision system on the example of potato

Obecnie do wspomaganie podejmowania decyzji w ochronie ziemniaka w Europie wykorzystywanych jest około 20 różnych systemów (Matysek 2014). Ogólny schemat decyzyjny w ochronie ziemniaka zbudowany jest z wielu modułów, które połączone są w logiczny ciąg działań umożliwiających ocenę kilku czynników, a mający wpływ na rozwój patogenu. Niezbędnymi elementami budowy schematu decyzyjnego na przykładzie zarazy ziemniaka jest szereg parametrów, takich jak: temperatura powietrza, wilgotność względna powietrza, ilość opadów (moduł z danymi meteorologicznymi), stopień podatności odmiany na zarazę ziemniaka, data wschodów ziemniaka (charakterystyka rośliny), monitoring pierwszych objawów chorobowych, rozwój i tempo rozprzestrzeniania się choroby (charakterystyka patogena), rodzaj zastosowanego środka ochrony roślin, termin, dawka (moduł: ochrona roślin). Na podstawie wyżej wymienionych parametrów oraz obliczonych w sposób matematyczny algorytmów, wylicza się tzw. indeks ryzyka, który jest podstawą do przeprowadzenia zabiegu ochronnego (model zarazowy). Informacje zebrane w moduły dają zbiór instrukcji, mających na celu ułatwienie rolnikowi lub doradcy podjęcie decyzji o wykonaniu zabiegu chemicznego, w oparciu o aktualną prognozę meteorologiczną. Końcowym beneficjentem systemu wspomaganie decyzji jest producent rolny i to on podejmuje decyzję czy koniecznym i uzasadnionym jest zastosowanie preparatu chemicznego do zwalczania agrofaga (rys. 1).

Z powodzeniem, od wielu lat stosowany jest internetowy program wspomaganie decyzji do zwalczania zarazy ziemniaka wykorzystujący prognozę negatywną z systemu duńskiego NegFry (Chodkowski 2012) (<https://docplayer.pl/10253273-Negfry-online-system-wspomagania-decyzji-w-zwalczaniu-zarazy-ziemniaka1.html>). Stanowi on kompilację modelu prognostycznego zwanego prognozą nega-



Rys. 1. Schemat decyzyjny na przykładzie zarazy ziemniaka
Fig. 1. Scheme of decision support system of potato blight

tywną (Ullrich'a i Schrödera) oraz modelu Fry'a (Kraśniński i Jaczewska-Kalicka 2008). Prognoza negatywna pozwala na wyznaczenie daty przeprowadzenia pierwszego zabiegu ochrony przed chorobą na podstawie obliczonych 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 (Kraśniński i Jaczewska-Kalicka 2008). System wyznacza terminy następnych zabiegów ochrony plantacji ziemniaka przed zarazą na podstawie liczby godzin z wilgotnością względną powietrza co najmniej 90% oraz przebiegu dobowego temperatury (obliczanie tzw. jednostek zarazowych). Badania prowadzone przez wiele lat na polstkach doświadczalnych i w warunkach polowych z wykorzystaniem systemu Neg-Fry potwierdziły przydatność tego narzędzia w skutecznym ograniczaniu zarazy ziemniaka (Wójtowicz i Piekarczyk 1998; Bernat i Osowski 2010; Wójtowicz i wsp. 2012, 2016). Ponadto wykazano, że precyzyjnie określony termin aplikacji umożliwił nie tylko osiągnięcie wysokiej skuteczności ochrony, ale też zmniejszenie o 1–2 liczby zabiegów w porównaniu z rutynową kontrolą (Matysek 2014). Podobny poziom skuteczności uzyskano w warunkach produkcyjnych w badaniach prowadzonych przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Boninie. Zastosowanie systemu decyzyjnego pozwoliło na zmniejszenie liczby zabiegów (3 do 6, w zależności od sezonu wegetacyjnego), przy jednoczesnym zmniejszeniu o 30% ilości środków ochrony wprowadzanych do środowiska (Kapsa 2002; Schepers 2004).

Platforma Sygnalizacji Agrofagów / Online Pest Warning System

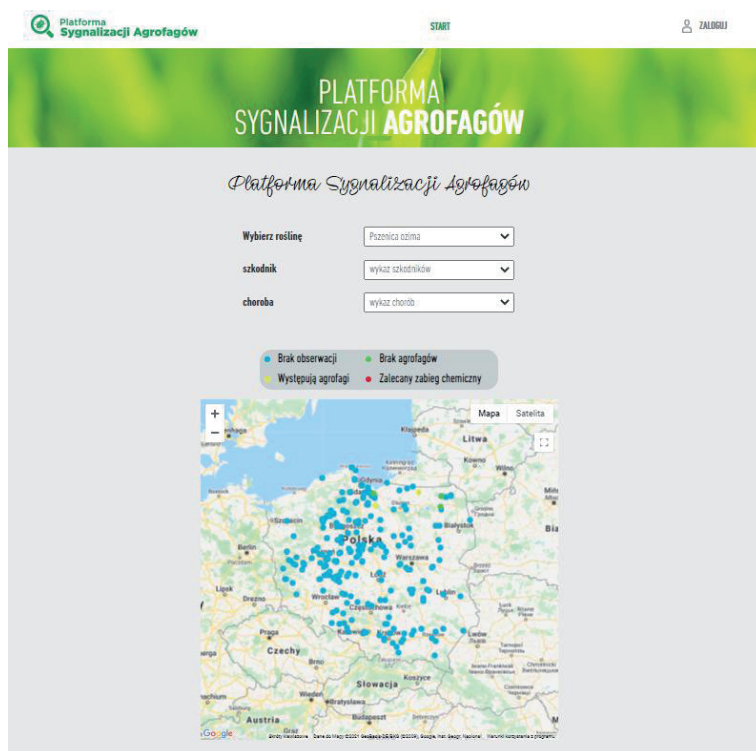
W Polsce, podobnie jak w pozostałych krajach Unii Europejskiej, od 1 stycznia 2014 r. obowiązuje wszystkich

profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin – integrowana ochrona roślin. Zasady i wytyczne integrowanej ochrony roślin przekazane w załączniku III „Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin”, kładą bardzo duży nacisk na wykorzystanie wszystkich możliwych i dostępnych metod ograniczenia organizmów szkodliwych w uprawach (Dyrektywa 2009/128/WE). Ponadto w Krajowym Planie Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony na lata 2018–2022, w działaniu 10. zakłada się m.in.: „Utrzymanie platformy internetowej poświęconej ochronie roślin”.

W efekcie tych potrzeb w roku 2016 został uruchomiony internetowy portal – Platforma Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl) koordynowany przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy przy współpracy jednostek naukowych i branżowych związanych z rolnictwem. Głównym zadaniem platformy jest zapewnienie swobodnego dostępu do informacji z zakresu integrowanej ochrony roślin i narzędzi do monitorowania organizmów szkodliwych. Serwis informacyjny zawiera bazę wielu opracowań z zakresu ochrony roślin, takich jak: metodyki integrowanej ochrony, programy ochrony, poradniki, broszury, ulotki, plakaty informacyjne, czy filmy instruktażowe. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że dostępne opracowania są oparte na solidnej i sprawdzonej wiedzy naukowej popartej doświadczeniami.

W internecie dostępnych jest wiele portali, które oferują swoje zasoby online w formie odpłatnej, abonamentowej lub też oferują darmowy dostęp do zasobów wiedzy. Wszystkie portale ze względu na swoją branżę oferują podobne informacje, jednak informacje pochodzące z konkretnych firm komercyjnych, najczęściej promują własne produkty. Portal Platforma Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl), oferuje obszerną bibliotekę wszystkich dostępnych materiałów oraz aktualizowanych publikacji pochodzących z instytutów i instytucji z branży rolniczej. Zdecydowanym plusem oferowanej wiedzy jest bezstronność poparta badaniami naukowymi. Ważną funkcjonalnością Platformy Sygnalizacji Agrofagów jest baza sygnalizacyjna roślin rolniczych dostępna w sezonie wegetacyjnym, informująca o zagrożeniach ze strony chorób i szkodników rolniczych (rys. 2). Udowodniono, że umiejętne wykorzystanie wyników obserwacji polowych, przyczynia się do zminimalizowania ryzyka ewentualnych szkód i wyeliminowania nadmiernego, często niepotrzebnego stosowania środków ochrony roślin (Tratwal i Baran 2018, 2019).

Monitorowaniem objętych jest trzynaście upraw, przy czym pszenica ozima, rzepak ozimy i kukurydza to najczęściej obserwowane plantacje (tab. 2). Punkty rozmieszczone są na mapie kraju podzielonej na województwa. Po „kliknięciu” punktu użytkownik otrzymuje konkretną informację o ilości lustracji, rodzaju uprawy, monitorowanym zagrożeniu oraz preferencje, co do wykonania zabiegu chemicznego, po przekroczeniu progu ekonomicznej szkodliwości



Rys. 2. Sygnalizacja agrofagów – moduł dla użytkowników – wynik wpisywania obserwacji polowych
Fig. 2. Pest signaling – module for users – result of typing field observations

Tabela 1. Dostępne Metodyki integrowanej ochrony roślin na Platformie Sygnalizacji Agrofagów
Table 1. Integrated pest management methodologies available on the Pest Warning System

Lp. No.	Kategoria Category	Metodyki integrowanej ochrony roślin Integrated pest management guides	Uprawy Crops	Liczba Number
1	2	3	4	5
1.1	Rośliny rolnicze	dokumenty dla producentów documents for producers	bobik, burak cukrowy i pastewny, facelia błękitna, gorczyca biała sarepska i czarna, groch siewny, gryka, jęczmień ozimy i jary, kapusta pastewna, komonica, koniczyna, kukurydza, łubin wąskolistny żółty i biały, mieszanki zbożowe, owies, proso, pszenica ozima i jara, pszenżyto ozime i jare, rzepak ozimy i jary, rzodkiew oleista, słonecznik, soja, wybrane gatunki traw, wyka siewna i kosmata, ziemniak, żyto horse bean, sugar and fodder beet, blue phacelia, white and black mustard, pea, buckwheat, winter and spring barley, fodder cabbage, trefoil, clover, maize, yellow and white narrow-leaved lupine, cereal mixtures, oats, millet, winter wheat and spring triticale, winter and spring triticale, winter and spring rape, oilseed radish, sunflower, soybean, selected species of grass, vetch and hairy vetch, potato, rye	25
1.2	Agricultural plants	dokumenty dla doradców documents for advisers	bobik, burak cukrowy i pastewny, facelia błękitna, gorczyca, groch, gryka, jęczmień ozimy i jary, komonica zwyczajna, koniczyna, konopia, len, lnianka siewna, kukurydza, lucerna siewna, ochrona łubinów, owies, proso, pszenżyto, mak, magazyny zbożowe, mieszanki zbożowe, pszenica ozima i jara, rzepak ozimy i jary, saradela siewna, słonecznik, soja, wyka siewna i kosmata, żyto, ziemniak horse bean, sugar and fodder beet, blue phacelia, mustard, peas, buckwheat, winter and spring barley, trefoil, clover, hemp, flax, flax, maize, alfalfa, lupine protection, oats, millet, triticale, poppy, warehouses cereals, cereal mixtures, winter and spring wheat, winter and spring rape, saradela, sunflower, soybean, vetch and hairy vetch, rye, potato	29

Tabela 1. Dostępne Metodyki integrowanej ochrony roślin na Platformie Sygnalizacji Agrofagów – cd.
Table 1. Integrated pest management methodologies available on the Pest Warning System – continued

1	2	3	4	5
2.1	Rośliny warzywne	dokumenty dla producentów documents for producers	bób, burak ćwikłowy, cebula, fasola, groch, kalafior, kapusta głowiasta, kapusta pekińska, kapusta włoska, marchew, ogórek pod osłonami, ogórek w uprawie polowej, papryka, pomidor pod osłonami, pomidor w uprawie polowej, por, rabarbar ogrodowy, sałata w uprawie polowej i pod osłonami, seler, szparag broad beans, beetroot, onion, beans, peas, cauliflower, head cabbage, Chinese cabbage, savoy cabbage, carrots, cucumber under cover, cucumber in field cultivation, pepper, tomato under cover, tomato in field cultivation, leek, garden rhubarb, lettuce in field cultivation and under covers, celery, asparagus	20
2.2	Vegetable plants	dokumenty dla doradców documents for advisers	bób, burak ćwikłowy, cebula, fasola, groch, kalafior, kapusta głowiasta, kapusta pekińska, kapusta włoska, marchew, ogórek pod osłonami, ogórek w uprawie polowej, papryka, pieczarka, pomidor pod osłonami, pomidor w uprawie polowej, por, rabarbar ogrodowy, sałata w uprawie polowej i pod osłonami, seler, szparag broad beans, beetroot, onion, beans, peas, cauliflower, head cabbage, Chinese cabbage, savoy cabbage, carrots, cucumber under cover, cucumber in field cultivation, pepper, mushroom, tomato under cover, tomato in field cultivation, leek, garden rhubarb, lettuce grown in the field and under cover, celery, asparagus	21
3.1	Rośliny sadownicze	dokumenty dla producentów documents for producers	agrest, borówka wysoka, brzoskwinia, czereśnia, grusza, jabłoń (3), malina, morela porzeczką, śliwa truskawka, wiśnia winorośl gooseberry, highbush blueberry, peach, cherry, pear, apple tree (3), raspberry, apricot currant, strawberry plum, cherry grapevine	15
3.2	Fruit plants	dokumenty dla doradców documents for advisers	agrest, borówka wysoka, brzoskwinia, czereśnia, grusza, jabłoń (3), malina, morela, porzeczką, śliwa, truskawka, wiśnia, winorośl gooseberry, highbush blueberry, peach, cherry, pear, apple tree (3), raspberry, apricot currant, strawberry plum, cherry grapevine	13
4.1	Rośliny przemysłowe	dokumenty dla producentów documents for producers	chmiel, len włóknisty, tytoń, wierzba krzewiasta hops, flax, tobacco, bush willow	4
4.2	Industrial plants	dokumenty dla doradców documents for advisers	chmiel, len włóknisty, tytoń, wierzba krzewiasta hops, flax, tobacco, bush willow	4
5.1	Rośliny ozdobne	dokumenty dla producentów documents for producers	róża pod osłonami, rośliny ozdobne w ogrodach przydomowych, Rosaceae, świerk na choinki rose under covers, ornamental plants in home gardens, Rosaceae, spruce for Christmas trees	4
5.2	Ornamental plants	dokumenty dla doradców documents for advisers	róża pod osłonami, Rosaceae, świerk na choinki rose under covers, Rosaceae, spruce for Christmas trees	3
6.1	Inne Others		drzewostany iglaste, drzewostany liściaste coniferous stands, deciduous stands	2

dla danego agrofaga (rys. 2). Jest to aktualna informacja o spodziewanym lub występującym już zagrożeniu w danym punkcie obserwacyjnym. Materiały są dostępne dla każdego użytkownika bez potrzeby logowania oraz podawania danych osobowych. Użytkownik uzyskuje informacje, że w okolicy interesującego go pola w zależności od wystąpienia choroby lub gradacji owadów, zagrożenie to może pojawić się także na jego okolicznych uprawach. Dla ziem-

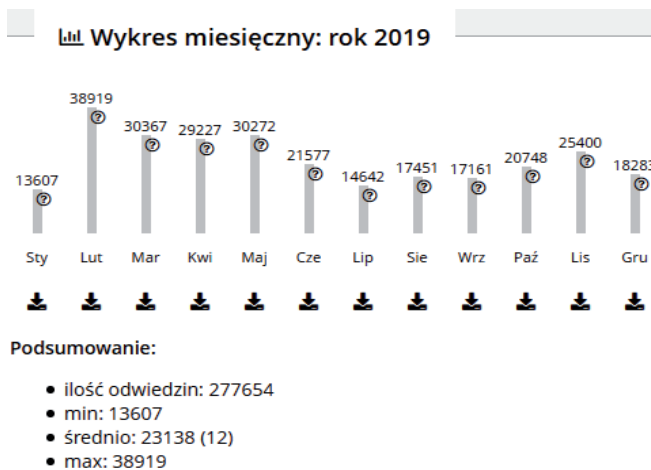
niaka monitorowane są pojawy stonki ziemniaczanej oraz zarazy ziemniaka. Użytkownik otrzymuje bieżące informacje o nasileniu występowania agrofaga z komunikatem o proponowanym wykonaniu zabiegu ochrony chemicznej w danej okolicy, przedstawioną w prosty graficzny sposób na mapie Polski. System wspomaganie decyzji może w ten sposób ułatwić podjęcie walki chemicznej z monitorowanym agrofagiem (Kapsa 2011). Około

Tabela 2. Monitorowane agrofagi w różnych roślinach rolniczych prezentowane na Platformie Sygnalizacji Agrofagów
Table 2. Monitored pests in various agricultural plants presented on the Pest Warning System

Uprawa – Crops	Szkodnik – Pest	Choroba – Disease
Bobik Horse bean	<i>Aphids</i> <i>Sitona lineatus</i>	–
Burak cukrowy Sugar beet	<i>Aphids</i> <i>Agrotis</i> <i>Pegomyia hyoscyami</i>	<i>Cercospora beticola</i>
Groch Pea	<i>Aphids</i> <i>Sitona lineatus</i>	–
Kukurydza Corn	<i>Aphids</i> <i>Ostrinia nubilalis</i> <i>Oscinella frit</i> <i>Diabrotica virgifera</i>	–
Łubin wąskolistny Narrow-leaved lupine	<i>Aphids</i> <i>Sitona lineatus</i>	–
Łubin żółty Yellow lupine	<i>Aphids</i> <i>Sitona lineatus</i>	–
Pszenica jara Spring wheat	<i>Rhopalosiphum padi</i> <i>Sitobion avenae</i> <i>Aphids</i> <i>Oscinella frit</i> <i>Oulema</i> spp.	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> <i>Erysiphales</i> spp. <i>Mycosphaerella graminicola</i> <i>Septoria</i> <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> <i>Puccinia striiformis</i>
Pszenica ozima Winter wheat	<i>Rhopalosiphum padi</i> <i>Sitobion avenae</i> <i>Aphids</i> <i>Oscinella frit</i> <i>Oulema</i> spp.	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> <i>Erysiphales</i> spp. <i>Mycosphaerella graminicola</i> <i>Septoria</i> <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> <i>Puccinia striiformis</i>
Pszennyto ozime Winter triticale	<i>Rhopalosiphum padi</i> <i>Sitobion avenae</i> <i>Aphids</i> <i>Oscinella frit</i> <i>Oulema</i> spp.	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> <i>Mycosphaerella graminicola</i> <i>Septoria</i> <i>Puccinia</i> spp. <i>Erysiphales</i> spp.
Rzepak ozimy Winter oilseed rape	<i>Ceutorhynchus napi</i> <i>Ceutorhynchus pallidactylus</i> <i>Ceutorhynchus assimilis</i> <i>Alticini</i> <i>Meligethes aeneus</i> <i>Delia radicum</i>	<i>Alternaria brassicicola</i> <i>Erysiphales</i> spp. <i>Leptosphaeria maculans</i>
Soja Soy	<i>Aphids</i> <i>Sitona lineatus</i>	
Ziemniak Potato	<i>Aphids</i> <i>Alticini</i> <i>Agrotis</i> <i>Leptinotarsa decemlineata</i>	<i>Phytophthora infestans</i>
Żyto ozime Winter rye	<i>Rhopalosiphum padi</i> <i>Sitobion avenae</i> <i>Aphids</i> <i>Oscinella frit</i> <i>Oulema</i> spp.	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> <i>Erysiphales</i> spp. <i>Mycosphaerella graminicola</i> <i>Septoria</i> <i>Puccinia recondita</i>

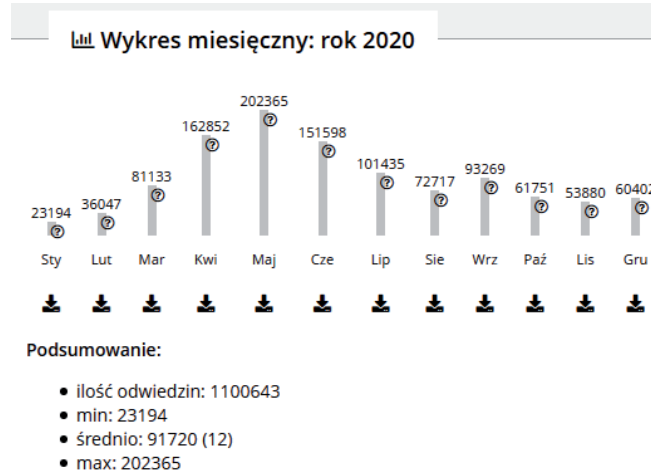
500 punktów obserwacyjnych w całej Polsce, to poważne zaplecze informacyjne, dzięki któremu każdego roku na Platformie Sygnalizacji Agrofagów pojawia się blisko 1000 informacji o stwierdzonych zagrożeniach dla upraw rolniczych.

Liczba odwiedzających Platformę Sygnalizacji Agrofagów (w 2019 r. – 277 654, w 2020 r. – 1 100 643 wejść na stronę) (rys. 3, 4) (Baran i wsp. 2019) nie odzwierciedla jej rzeczywistego wpływu na polskie rolnictwo. Ze strony bowiem



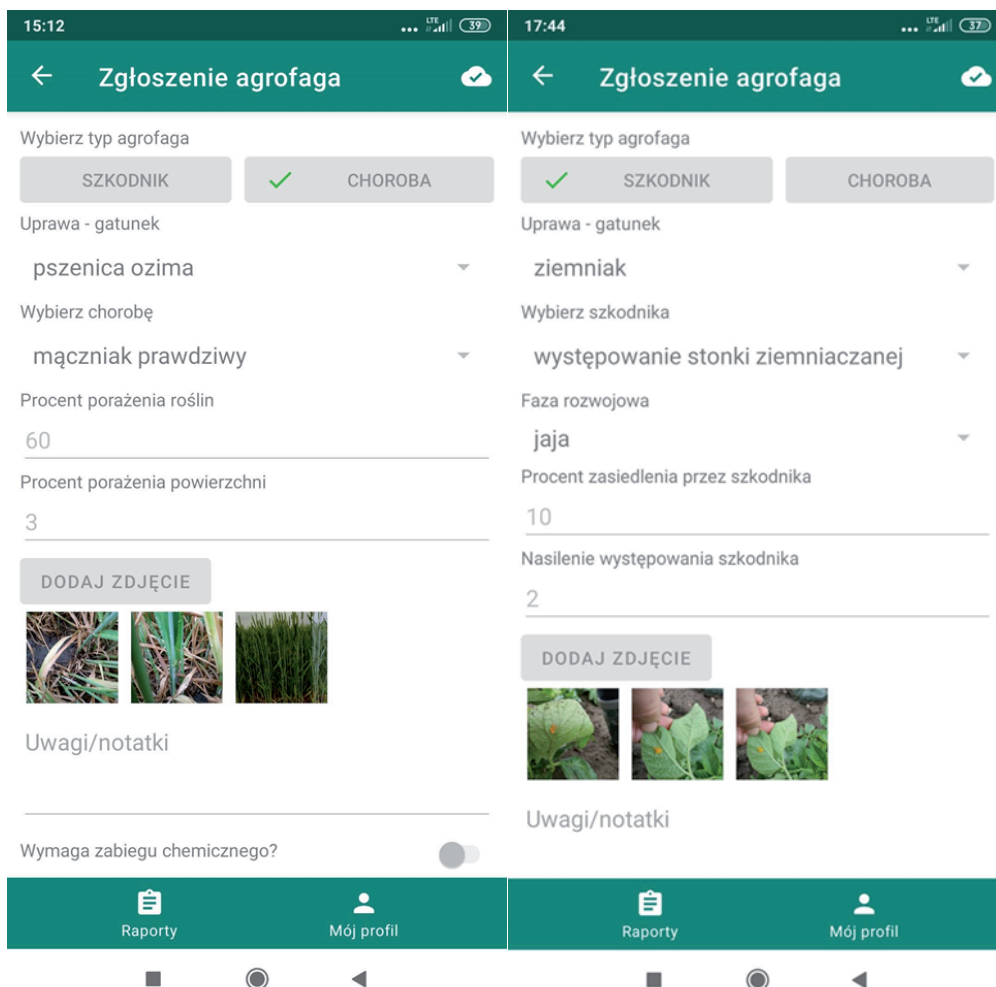
Rys. 3. Przebieg miesięcznych ilości odwiedzin portalu Platformy Sygnalizacji Agrofagów w sezonie wegetacyjnym 2019

Fig. 3. The course of the monthly number of visits to the Pest Warning System in the 2019 vegetation period



Rys. 4. Przebieg miesięcznych ilości odwiedzin portalu Platformy Sygnalizacji Agrofagów w sezonie wegetacyjnym 2020

Fig. 4. The course of the monthly number of visits to the Pest Warning System in the 2020 vegetation period



Rys. 5. Aplikacja eODR – moduł dla doradców związanych z obsługą zbierania danych polowych i raportowania

Fig. 5. eODR application – a module for advisors related to field data collection and reporting

w dużej mierze korzystają doradcy rolni, którzy następnie tę wiedzę przekazują dalej.

Baza danych Platformy Sygnalizacji Agrofagów zawiera około 800 plików w formie pdf oraz około 50 przekierowań na inne strony internetowe. Udostępniona wiedza może być wykorzystywana w praktyce rolniczej zarówno na poziomie służb doradczych, jak i indywidualnych producentów. Platforma Sygnalizacji Agrofagów zapewnia dostęp do wiedzy z zakresu integrowanej ochrony wszystkich najważniejszych upraw rolniczych, warzywnych, sadowniczych i przemysłowych, które przedstawiono w tabeli 1.

Koncepcja projektu „Internetowa Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin – eDWIN”/ Design concept: Online Platform of Advisory and Decision Support in Integrated Plant Protection – eDWIN

Tworzona internetowa platforma doradztwa i wspomagania decyzji w ramach realizowanego projektu eDWIN ma stać się „łącznikiem” pomiędzy wiedzą teoretyczną a praktyczną, wspomagając służby doradcze w ich pracach. Projekt eDWIN to Internetowa Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin. Celem realizowanego projektu jest wykreowanie krajowego systemu informatycznego na rzecz ochrony roślin, który ułatwi produkcję żywności w sposób zrównoważony, co będzie miało pozytywny wpływ na jakość i ilość produkowanej w Polsce żywności.

Na cel główny składają się cele szczegółowe:

- wsparcie realizacji unijnej dyrektywy dotyczącej obowiązków stosowania zasad integrowanej ochrony roślin i krajowego planu działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin;
- racjonalizacja stosowania przez producentów rolnych środków ochrony roślin i wspaganie podejmowania decyzji w ochronie roślin;
- zwiększenie bezpieczeństwa produkowanej żywności;
- poprawa operacjonalizacji danych dotyczących monitoringu zagrożeń przez podmioty realizujące zadania publiczne;
- zwiększenie skuteczności działań i decyzji podejmowanych przez instytucje publiczne;
- wyposażenie kadry doradczej ośrodków doradztwa rolniczego w kompetencje umożliwiające wykorzystanie w praktyce systemów wspomagania decyzji w zakresie stosowania środków ochrony roślin.

Realizacja projektu uwzględniła potrzeby potencjalnych odbiorców, które zostały określone na podstawie ankiety internetowej i wywiadu. Analiza uzyskanych wyników pozwoliła zdefiniować potrzeby i sprecyzować odbiorców (Zacharczuk 2019). W czerwcu 2022 roku na rynku pojawiają się cztery elektroniczne usługi, które będzie można

realizować dzięki nowej platformie i aplikacji opracowanych w projekcie eDWIN.

1. Wirtualne gospodarstwo – aplikacja „Wirtualne Gospodarstwo”

Pierwsza z usług będzie miała kilka zastosowań. Jednym z nich będzie wspomaganie decyzji rolników, czy, kiedy i w jakiej ilości stosować środki do ochrony uprawy. Wprowadzona do systemu uprawa będzie monitorowana. Dlatego, w przypadku wystąpienia zagrożenia uprawy przez chorobę lub szkodnika, system będzie o tym informować.

Poza tym „Wirtualne Gospodarstwo” umożliwi kontakt z doradcą w celu weryfikacji zaobserwowanych zagrożeń. Każdy użytkownik będzie posiadał przypisanego automatycznie do konta doradcę, z możliwością zmiany np. na doradcę, z którym najczęściej utrzymuje kontakt. „Wirtualne Gospodarstwo” będzie także udostępniało rolnikom raporty agrometeorologiczne. Będą one opracowywane przez wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego i będą miały charakter ogólny lub spersonalizowany. Raporty ogólne będą przygotowywane dla powiatów i będą uwzględniać prowadzone na terenie powiatu uprawy i panujące tam warunki agrometeorologiczne. Z kolei raporty spersonalizowane będą przygotowywane na indywidualne zamówienie usługobiorcy i będą przedstawiać analizę agrometeorologiczną wskazanego przez niego pola. „Wirtualne Gospodarstwo” pozwoli na pozyskiwanie, gromadzenie i udostępnianie informacji o wystąpieniu na danym obszarze agrofagów. Oprócz tego rolnicy będą mieli do dyspozycji wirtualną kartę pola, która umożliwi ewidencjonowanie pracy oraz układanie e-planów ochrony roślin. To właśnie dzięki informacjom zawartym w karcie pola, możliwe będzie otrzymywanie powiadomień dotyczących możliwych zagrożeń na polu (Zacharczuk 2019).

2. Śledzenie pochodzenia produktów pochodzących z rolnictwa i stosowanych środków ochrony roślin

Drugą e-usługą, dostępną w ramach projektu eDWIN, będzie „Śledzenie pochodzenia produktów”. Jest ona skierowana do producentów rolnych, ale także konsumentów, czyli w praktyce każdego z nas. Dzięki tej usłudze producenci będą mogli wprowadzić do rejestru dane o pochodzeniu danego produktu, w tym warunkach i historii jego uprawy. Z kolei konsumenci będą mogli zapoznać się z tymi informacjami.

3. Raportowanie zagrożeń – usługa umożliwiająca generowanie raportów, zarówno w formie tabelarycznej, jak i graficznej

Trzecia usługa będzie przeznaczona dla samorządów, instytucji publicznych odpowiedzialnych za nadzór lub realizację ochrony roślin oraz instytucji naukowych. Dzięki tej usłudze możliwe będzie generowanie raportów z systemu monitoringu zagrożeń chorobami i szkodnikami w rolnictwie czy ogrodnictwie.

Aplikacja eODR – moduł dla doradców związanych z obsługą zbierania danych polowych i raportowania. Obecnie w projekcie rozbudowano aplikację mobilną dla doradców. System eODR wzbogacony został o funkcje generowania raportów z obserwacji polowych i testów modeli wspomagania decyzji. Podczas obserwacji polowych, optymalnym i nowoczesnym narzędziem pracy doradcy w warunkach terenowych jest aplikacja mobilna. Założeniem aplikacji było umożliwienie doradcy szybkiego wprowadzenia raportu sygnalizacji agrofagów oraz obserwacji polowych, na przykład w ramach testów modeli wsparcia decyzji. Prace nad implementacją aplikacji mobilnej rozpoczęły się w roku 2019 i zostały poprzedzone analizą wymagań funkcjonalnych. Aplikacja została udostępniona pierwszym użytkownikom w maju 2020 roku. Testy aplikacji mobilnej na polach na jesieni 2020 roku pozwoliły na zdefiniowanie kolejnych zadań w projekcie w celu ulepszenia i rozszerzenia zestawu funkcji aplikacji. W podsumowaniu sygnalizacji jesiennych uwzględniono kolejne usprawnienia, które powinny znaleźć się w aplikacji mobilnej podczas prac sygnalizowania agrofagów zaplanowanych na marzec 2021 roku (Zacharczuk i wsp. 2021). Dopracowane zostały komponenty związane ze zbieraniem informacji na temat ontogenezy wybranych roślin uprawnych. Zoptymalizowano działanie aplikacji, szczególnie pod kątem prostoty obsługi w polu. Dostęp do aplikacji jest obecnie realizowany przez uwierzytelnienie użytkownika w systemie eODR. Doradcom wyświetlana jest lista punktów monitorowania, w których powinien wykonać raportowanie. W zależności czy jest to sygnalizacja agrofagów czy raport dla systemów wspomagania decyzji aplikacja rozróżnia rodzaj raportowania. Aplikacja umożliwia nie tylko zgłoszenie szkodnika czy choroby, ale także określenie ontogenezy zgodnie z przyjętym modelem. Wartością dodaną aplikacji mobilnej jest umożliwienie dołączenia określonej liczby zdjęć do raportu. Raport wraz ze zdjęciami jest wysłany na serwer, gdzie zostanie dalej przetwarzany przez system eODR. Aplikacja mobilna jest także przystosowana do pracy w przypadku braku internetu. Operacja transferu danych na serwer eODR odbywa się, gdy smartfon uzyska zasięg sieci (na przykład w biurze). Aplikacja mobilna jest kierowana do doradców posiadających urządzenia służbowe z systemem Android. Od marca 2021 roku uruchomiona została metoda pobrania aplikacji mobilnej przez sklep Google Play (rys. 5).

4. Udostępnianie danych meteorologicznych

Ostatnią dostępną usługą w ramach projektu eDWIN będzie „Udostępnianie danych meteorologicznych”. Do realizacji wymienionych usług posłużą istniejące bazy dostępne w zasobach doradztwa i ochrony roślin, w tym funkcjonujące już sieci stacji agrometeorologicznych i istniejące systemy teleinformatyczne. Użytkownicy platformy otrzymają dostęp do aktualnych oraz archiwalnych danych meteorologicz-

nych pochodzących z sieci stacji agrometeorologicznych. To z kolei pozwoli na prowadzenie analiz umożliwiających identyfikację cyklicznie powtarzających się zdarzeń, wysyłanie ostrzeżeń pogodowych czy określanie klęsk żywiołowych. W tym celu w całej Polsce budowana jest sieć stacji meteorologicznych (łącznie będzie ich prawie 600). Dane ze stacji przetwarzane będą także przez modele, które pozwolą na przygotowanie sprecyzowanego pod daną uprawę komentarza agrometeorologicznego, dzięki któremu rolnik będzie mógł podjąć decyzję np. o terminie wysiewu konkretnej rośliny. Te wszystkie dane w połączeniu z danymi ze stacji meteorologicznych pomogą rolnikowi podjąć decyzję, kiedy, w jakiej ilości i jakie środki ochrony roślin stosować (Zacharczuk i wsp. 2021).

Kolejne powstające platformy decyzyjne / Different arise the Decision System

W internecie jest kilka dostępnych platform z zakresu doradztwa rolniczego, między innymi nowo powstała platforma: Akademia PSOR (<https://akademiapsor.bezpiecznie.org/>) (2021). Polskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin (PSOR) w ramach kampanii społecznej „Inicjatywa bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin”, utworzyło platformę informacyjną odnośnie użytkowania, utylizacji i składowania preparatów chemicznych dopuszczonych do stosowania na terenie kraju. Platforma składa się z dziewięciu modułów, gdzie można znaleźć interesujące, praktyczne i ważne informacje na temat: jak chronić środowisko dzięki prawidłowemu wykonywaniu zabiegów chemicznych, gdzie można dokonać zakupu certyfikowanych środków ochrony roślin, w jakich miejscach należy składować opakowania czy pozostałości po zużytych preparatach, jak efektywnie i precyzyjnie stosować środki chemiczne oraz bardzo ciekawy moduł dotyczący jak chronić owady zapylające podczas pracy ze środkami ochrony roślin.

Kolejną platformą, która jest tworzona w ramach projektu zainicjowanego przez Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie i Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy jest Agrobank (<https://www.cdr.gov.pl/projekty-i-wspolpraca/projekty-krajowe/121-projekty-i-instytucje-wspolpracujace/agrobank>) (2020). Jest to system zarządzania narodowymi zasobami genowymi roślin użytkowych oraz rozwoju kapitału społecznego i gospodarczego kraju poprzez ochronę i wykorzystanie tych zasobów w procesie świadczenia usług doradztwa rolniczego. Celem projektu jest rozwój nowoczesnego sektora rolno-spożywczego w Polsce poprzez usprawnianie procesu transferu wiedzy i innowacyjności do praktyki rolniczej. System będzie skierowany i szeroko promowany wśród wielu grup społecznych, w tym rolników, a jego użytkowanie będzie wzmacniać kapitał społeczny.

Podsumowanie / Summary

Powszechne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin ułatwiło zwalczanie agrofagów. Jednak nadmierne, a nie zawsze uzasadnione, stosowanie substancji chemicznych powoduje szereg niekorzystnych zmian w środowisku, w tym najważniejsze: presję na środowisko powodującą ograniczenie bioróżnorodności i coraz częściej wzrost odporności agrofagów na substancje chemiczne, które mają na celu kontrolę nad nimi. Jednym ze sposobów realizacji hasła prośrodowiskowej ochrony roślin, jest włączenie do programów uprawy wykorzystywania w praktyce rolniczej systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie roślin. Wpisują się one również w nowe strategie unijne, tj. „Od pola do stołu” i „Zielony ład”. Odpowiednia ochrona roślin, troska o środowisko oraz cyfryzacja i wprowadzenie nowych rozwiązań to podstawa funkcjonowania oraz jedne z kluczowych aspektów dzisiejszego i przyszłego rolnictwa. Trendy dotyczące przyspieszenia postępu technologicznego oraz związanego z zastosowaniem informatyki, mają również zastosowanie w rolnictwie. Systematycznie zwiększa się liczba oferowanych rozwiązań dla gospodarstw rolnych z zakresu rolnictwa precyzyjnego (Doruchowski 2005). Takie rozwiązania są możliwe do wdrożenia, głównie w silniejszych ekonomicznie i większych obszarowo gospodarstwach. Szersze wdrożenie elementów rolnictwa precyzyjnego w naszym kraju będzie możliwe dopiero w przyszłości. W większym zakresie mogą być zastosowane oferowane przez naukę oraz prywatne firmy, systemy wspomagające podejmowanie decyzji. Oprócz omówionego systemu wspomagającego zwalczanie zarazy ziemniaka oferowane są m.in. następujące rozwiązania: ZeaSoft – system wspomagania decyzji w uprawie kukurydzy (Zaliwski i Hołaj 2005), ProgChmiel – system wykorzystujący algorytm zagrożenia plantacji chmielu mączniakiem rzekomym (Kozyra

i wsp. 2007; Dwornikiewicz i wsp. 2008), SPEC – system prognozowania zagrożenia rzepaku przez suchą zgniliznę kapustnych (Jędryczka i wsp. 2004), Rzepinfo – umożliwia utworzenie pełnego programu ochrony plantacji rzepaku, łącznie z doбором odmian oraz identyfikacją chorób i szkodników (Kozłowski i Weres 2008). Wymienione systemy służą szybkiej identyfikacji zagrożeń i doborom właściwych metod ochrony roślin. Są to doradcze systemy ekspertowe i stanowią przykład zastosowania w praktyce rolniczej. Dużą popularność wśród sadowników zyskała także usługa Info Karta. Aplikacja ta generuje i wysyła komunikaty w formie skróconej poprzez wysyłkę SMS i pełnowymiarowej za pomocą informacji wysłanej na email. Rozsyłane komunikaty zawierają powiadomienia o zagrożeniach chorobami, szkodnikami, zalecenia nawozowe i ostrzeżenia o ekstremalnych warunkach pogodowych dla sadowników (<https://info-karta.pl/>). Większość oferowanych systemów decyzyjnych dotyczy ochrony roślin, które stanowią element integrowanej ochrony. Należy zalecać jak najszersze ich wdrożenie do praktyki rolniczej. W przypadku niektórych systemów doradczych wymagana jest współpraca producentów z doradcami i naukowcami w tworzeniu niezbędnej infrastruktury np. zakupu i instalowania stacji meteorologicznych, a często tworzenia zespołów tworzących i nadzorujących funkcjonowanie SWD, czy też w celu bieżącego opracowania komunikatów wysyłanych do rolników.

Postęp w tworzeniu lub udoskonalaniu tych integrowanych systemów – platform w ochronie roślin, wymaga powszechnych, nowoczesnych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych, co z kolei wyznacza kierunek rozwoju usług oferowanych przez ośrodki doradztwa rolniczego – kierunek dążący do cyfryzacji oraz ułatwienia dostępu rolnikom do informacji i usług świadczonych przez internet.

Literatura / References

- Agrobank 2020. <https://www.cdr.gov.pl/projekty-i-wspolpraca/projekty-krajowe/121-projekty-i-instytucje-wspolpracujace/agrobank> [dostęp: 30.07.2021].
- Akademia PSOR 2021. <https://akademiapsor.bezpiecznie.org/> [dostęp: 30.07.2021].
- Baran M., Jakubowska M., Tratal A. 2019. Platforma Sygnalizacji Agrofagów – narzędzie wspomagające naukę i praktykę rolniczą. [Online Pest Warning System – a tool supporting learning and agricultural practice]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Rolnictwa* 285: 281–282.
- Bernat E., Osowski J. 2010. Zastosowanie systemu decyzyjnego NegFry do zwalczania zarazy ziemniaka. [Application of the NegFry decision system to combat potato blight]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Rolnictwa* 256: 153–162.
- Bojar W., Dzieża G., Sikora M., Śpiewak J., Wyszowska Z., Januszewski A., Żółtowski M. 2014. Wybrane metody ograniczania działania czynników ryzyka w rolnictwie w świetle współczesnych wyzwań. [Selected methods of reducing risk factors in agriculture in the light of contemporary challenges]. *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich* 101 (4): 7–18.
- Chodkowski J. 2012. Rolnictwo precyzyjne oraz systemy wspomagania decyzji produkcyjnych. [Precision agriculture and Decision Support Systems]. *Logistyka* 4: 885–890.
- Cupiał M. 2002. Komputerowe wspomaganie chemicznej ochrony roślin przy pomocy programu „Herbicyd-2”. [Computer aided chemical crop protection „Herbicyd-2” software program]. *Inżynieria Rolnicza* 6 (94): 21–26.

- Cupał M. 2005. Program wspomagający nawożenie mineralne „Nawozy 2”. [Software supporting mineral fertilization „Nawozy 2”]. Inżynieria Rolnicza 9 (14): 65–69.
- Doruchowski G. 2005. Elementy rolnictwa precyzyjnego w ochronie roślin. [Elements of precision agriculture in plant protection]. Inżynieria Rolnicza 9 (6): 131–139.
- Dwornikiewicz J., Pietruch C., Kozyra J. 2008. System sygnalizacji zagrożenia plantacji chmielu na mączniaka rzekomego. Studia i Raporty IUNG-PIB 13: 121–129.
- Horoszkiewicz-Janka J., Korbas M., Kubsik K., Tratwal A. 2014. Ochrona pszenicy ozimej przed chorobami przy zastosowaniu systemu wspomagania decyzji. [Protection of winter wheat against diseases using a decision support system.]. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego 3: 82–92.
- Jakubowska M., Bocianowski J., Tratwal A., Ławiński H. 2015. Przydatność aplikacji komputerowej do wyznaczenia optymalnego terminu zwalczania rolnic w buraku cukrowym. [Usefulness of a computer application to determine the optimal date of combating agriculture in sugar beet]. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego 3: 103–114.
- Jakubowska M., Bocianowski J., Nowosad K., Kowalska J. 2020. Decision support system to improve the effectiveness of chemical control against cutworms in sugar beet. Sugar Tech 22: 911–922. DOI: 10.1007/s12355-020-00808-z
- Jędrzycka M., Matysiak R., Bandurowski R., Rybacki D. 2004. SPEC – system wspierający ochronę rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych w Polsce. [SPEC – the decision support system against stem canker of oilseed rape in Poland]. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 25: 637–644.
- Kapsa J. 2002. Zastosowanie systemów decyzyjnych w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą. [The use of decision-making systems in the protection of potato plantations against late blight]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 42 (1): 317–323.
- Kapsa J. 2011. Systemy decyzyjne stosowane w ochronie roślin. Wieś Jutra 1–2: 1–3.
- Kozłowski R.J., Weres J. 2008. Internetowy system doradczy „Rzepinfo” wspomagający ochronę plantacji rzepaku ozimego. [Decision support system „Rzepinfo” for winter oilseed rape protection]. Inżynieria Rolnicza 12 (2): 101–109.
- Kozyra J., Dwornikiewicz J., Nieróbca A., Pietruch C. 2007. Agrometeorologiczny system ochrony plantacji chmielu przed mączniakiem rzekomym (*Pseudoperonospora humuli* Miyabe and Takah.). [Agrometeorological system for the protection of hops against downy mildew (*Pseudoperonospora humuli* Miyabe and Takah.)]. Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska 16 (3): 48–54.
- Krasiński T., Jaczewska-Kalicka A. 2008. Zastosowanie technik informatycznych dla podniesienia efektywności ochrony upraw rolniczych. [Application of information technology for improvement of plant protection efficiency]. Prace Naukowe. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego. Wydział Nauk Ekonomicznych. Katedra Polityki Agrarnej i Marketingu 45 (1): 305–318.
- Kwiatkowska A.M. 2007. Systemy wspomagania decyzji. Jak korzystać z wiedzy i informacji? Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 136 ss. ISBN 830-11-508-53.
- Marimon N., Eduardo I., Martinez-Minaya J., Vicent A., Luque J. 2020. A decision support system based on degree-days to initiate fungicide spray programs for peach powdery mildew in Catalonia, Spain. Plant Disease 104 (9): 2418–2425. DOI: 10.1094/PDIS-10-19-2130-RE
- Matysek K. 2014. Systemy wspierające podejmowanie decyzji w ochronie upraw ziemniaka przed zarazą. Ziemniak Polski 24 (2): 46–50.
- NegFry online – system wspomagania decyzji w zwalczaniu zarazy ziemniaka1. <https://docplayer.pl/10253273-Negfry-online-system-wspomagania-decyzji-w-zwalczaniu-zarazy-ziemniaka1.html> [dostęp: 30.07.2021].
- Nieróbca A., Zaliwski A.S. 2014. Expert systems as a tool for decision support in integrated pest management. [Systemy eksperckie jako narzędzia wspierające decyzje w integrowanej ochronie roślin]. Agricultural Engineering 18 (4): 185–193. DOI: 10.14654/ir.2014.152.093
- Pietruch C. 2006. Kalkulator potrzeb pokarmowych roślin uprawnych. Projekt Transition Facility 2006/018-180.04.02 „Rozwój integrowanego systemu doradczego” [dostęp: 30.07.2021].
- Power J.D., Sharda R. 2007. Model-driven decision support systems: Concepts and research directions. Decision Support Systems 43 (3): 1044–1061. DOI: 10.1016/j.dss.2005.05.030
- Praczyk T., Kierzek R. (red.) 2020. Kodeks dobrej praktyki ochrony roślin. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, 59 ss. ISBN 978-83-64655-66-1.
- Schepers H.T.A.M. 2004. The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe in 2003. Special Report no. 10 (2004). Proc. 8th Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight (C.E. Westerdijk, H.T.A.M. Schepers, red.). Jersey, England–France, 31.03.–4.04.2004. Applied Plant Research, Wageningen, 319 ss.
- Tratwal A., Horoszkiewicz-Janka J., Beres P., Walczak F., Podleśny A. 2014. Przydatność aplikacji komputerowej do wyznaczania optymalnego terminu zwalczania rdzy brunatnej pszenicy. [Usefulness of a computer application to determine the optimal date of chemical control wheat brown rust]. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego 3 (12): 106–113.
- Tratwal A., Baran M. 2018. The role of guidelines in pest monitoring and warning systems in integrated pest management. Journal of Plant Protection Research 58 (3): 211–214. DOI: 10.24425/122941
- Tratwal A., Baran M. 2019. Platforma Sygnalizacji Agrofagów – nauka praktyce rolniczej. [Online Pest Warning System – science for practice]. Progress in Plant Protection 59 (1): 119–125. DOI: 10.14199/ppp-2019-016
- Wójtowicz A., Piekarczyk J. 1998. Porównanie skuteczności wybranych systemów wspierających podejmowanie decyzji w zwalczaniu zarazy ziemniaka. [Comparison of the effectiveness of selected decision support systems in fighting potato blight]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 38 (2): 358–361.
- Wójtowicz A., Krasiński T., Czarczyk Z. 2012. Zastosowanie Internetu do wspomagania decyzji w ochronie ziemniaka przed *Phytophthora infestans*. [Using of Internet for DSS in potatoes protection against *Phytophthora infestans*]. Technika Rolnicza Ogrodnicza i Leśna 1: 18–21.
- Wójtowicz A., Pasternak M., Mroczek I., Zacharczuk M. 2016. Systemy wspomagające podejmowanie decyzji w ochronie roślin – wyzwanie dla nauki i doradztwa rolniczego. [Decision support systems in plant protection – a challenge for science and agricultural consulting]. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego 1 (83): 62–75.

- Zacharczuk M. 2019. Internetowa Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin – stadium wykonalności dla projektu w ramach II Osi priorytetowej POPC – „E-administracja i otwarty rząd” Działania 2.1 „Wysoka dostępność i jakość e-usług publicznych” Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa na lata 2014–2020, 328 ss.
- Zacharczuk M., Płóciennik M., Błaszak M. 2021. Internetowa Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin. Raport z realizacji zadania nr 5 „Oprogramowanie systemu-etap 2-systemy mobilne i lokalne – wersja beta”, 24 ss.
- Zaliwski A.S., Hołaj J. 2005. Zeasoft - system wspomagania decyzji w uprawie kukurydzy. [ZEASOFT - decision support system for maize cultivation]. *Inżynieria Rolnicza* 9 (14): 385–393.
- Zaliwski A.S. 2013. Informacja, wiedza, decyzje i systemy wspomagania decyzji. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 33 (7): 45–68.
- Zaliwski A.S. 2015. Systemy wspomagania decyzji jako źródło informacji decyzyjnej w integrowanej produkcji roślinnej. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 44 (18): 25–51.