

**Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie  
Oddział w Radomiu**

**Wyniki badań naukowych  
do zastosowania  
w produkcji roślinnej**

RADOM 2015

**CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE**  
**ODDZIAŁ W RADOMIU**  
**26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18**  
**e-mail: radom@cdr.gov.pl**

**Autorzy:**

Kazimierz Klima, Anna Gorczyca, Andrzej Oleksy, Łukasz Stępień, Agnieszka Waškiewicz, Adam Radkowski, Wojciech Nowacki, Grzegorz Żurek, Wojciech Stępień, Mirosław Nowakowski, Rafał Wawer, Jerzy Kozyra, Artur Łopatka, Mariusz Matyka, Janusz Smagacz, Agnieszka Pszczółkowska, Adam Okorski, Krzysztof J. Jankowski, Tomasz Kurowski, Karol Kotlarz

**Projekt okładki:**

Danuta Guellard, CDR O/Radom

@ Copyright by Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie  
Oddział w Radomiu 2015

ISBN 978-83-63411-43-5

Druk: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu  
ul. Chorzowska 16/18, tel. 48 365 69 00

Nakład: 500 egz.

## Spis treści

I.	Wpływ systemu integrowanego na plonowanie i efektywność ekonomiczną uprawy jęczmienia jarego .....	4
II.	Zdrowotność i plonowanie pszenicy twardej w warunkach klimatyczno-glebowych Polski południowej .....	6
III.	Nawożenie dolistne mikroelementami i stymulatorem wzrostu plantacji nasiennych kostrzewy łąkowej ( <i>Festuca pratensis</i> Huds.) i tymotki łąkowej ( <i>Phleum pratense</i> L.) .....	8
IV.	Problemy we współczesnych systemach i technologiach uprawy ziemniaka (konspekt) .....	20
V.	Aspekty praktyczne prac badawczych realizowanych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym ...	32
VI.	Opracowanie technologii przetwarzania odpadów popieczarkowych na nawóz organiczny i nawozy organiczno-mineralne .....	34
VII.	Wykorzystanie fitosanitarnych międzyplonów oraz technik poprawiających efektywność nawożenia mineralnego w systemach uprawy buraka cukrowego .....	36
VIII.	Innowacyjne narzędzia wspomaganie decyzji w nawadnianiu upraw - system ENORASIS Zagadnienia konfiguracji i utrzymania nowoczesnych komputerowych systemów wspomaganie decyzji w rolnictwie na przykładzie systemu ENORASIS .....	39
IX.	Nowe tendencje w agrotechnice roślin uprawnych oraz ich skutki środowiskowe, przyrodnicze i produkcyjno-ekonomiczne .....	50
X.	Identyfikacja patogenów grzybowych roślin z wykorzystaniem metod molekularnych .....	56
XI.	Znaczenie agrotechniki w integrowanej ochronie rzepaku ozimego (główne tezy referatu) .....	58
XII.	Rola płodozmianu w integrowanej ochronie roślin .....	65

# I. WPŁYW SYSTEMU INTEGROWANEGO NA PLONOWANIE I EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNĄ UPRAWY JĘCZMIENIA JAREGO

*prof. dr hab. Kazimierz Klima  
Uniwersytet Rolniczy Kraków*

Jednym z przejawów aktualnie zalecanego środowiskowego trendu w rolnictwie jest preferowanie systemu integrowanego. System ten zakłada m. in. wyliczanie dawki nawozowej oraz stosowanie zabiegów ochrony roślin po przekroczeniu progu ekonomicznej lub biologicznej szkodliwości. Mimo licznych publikacji dotyczących rolnictwa integrowanego nadal problemem otwartym jest określenie rolniczych i ekonomicznych aspektów uprawy roślin zgodnie z zasadami tego systemu. Przedstawiona okoliczność stała się przesłanką dla przeprowadzenia badań nad rolniczymi i ekonomicznymi efektami uprawy jęczmienia jarego według wskazań systemu integrowanego.

Celem badań było określenie udziału elementów struktury plonowania w zmianie plonu oraz efektywności ekonomicznej uprawy jęczmienia jarego uprawianego w systemie konwencjonalnym i integrowanym.

W pracy przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w latach 2009-2012 w Górskiej Stacji Doświadczalnej Katedry Agrotechniki i Ekologii Rolniczej zlokalizowanej w Czyrnej k. Krynicy (545 m n.p.m. Beskid Niski, położenie geograficzne: N 49°25' E 20°58'). Przedmiotem badań było jednoczynnikowe doświadczenie polowe (uprawa jęczmienia jarego w systemie konwencjonalnym i integrowanym). W systemie integrowanym zastosowano nawozy mineralne, których masę wyliczono biorąc pod uwagę m. in. zasobność gleby i przedplon. Przed orką przedzimową zastosowano 59 kg·ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oraz 99 kg·ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Dawkę azotu wynoszącą 45 kg·ha<sup>-1</sup> N zastosowano przedsiewnie. W systemie konwencjonalnym zastosowano 92 kg K<sub>2</sub>O oraz 104 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Wielkość nakładów na środki produkcji określono według technologii stosowanej w doświadczeniu polowym i rzeczywistego zużycia materiału siewnego, pestycydów i nawozów sztucznych, których ilości przeliczono w stosunku do powierzchni 1 ha. Koszty podanych środków produkcji, oraz wartość towarową produktów zaczerpnięto z Analiz Rynkowych przygotowanych w Zakładzie Badań Rynkowych IERiGŻ-PIB. Glebę pola doświadczalnego określono, jako brunatną wytworzoną ze zwietrzliny skał fliszowych o skła-

dzie granulometrycznym gliny średniej szkieletowej. Zaliczono ją do 12 kompleksu owsiano-ziemniaczanego-górskiego, V klasy bonitacyjnej.

W wyniku badań stwierdzono, iż średnie zmniejszenie plonu ziarna jęczmienia jarego uprawianego w systemie integrowanym w porównaniu z uprawą w systemie konwencjonalnym wyniosło 9%. Obsada kłosów posiadała największy wpływ na różnice w plonie ziarna jęczmienia jarego pomiędzy systemami rolniczymi. Oddziaływanie liczby ziaren w kłosie oraz wypełnienie ziarna było blisko o 1/3 mniejsze w zróżnicowaniu plonu aniżeli obsada kłosów jęczmienia jarego. Koszty bezpośrednie w systemie integrowanym były o 10% mniejsze niż w systemie konwencjonalnym. Nadwyżka bezpośrednia i wskaźnik opłacalności bezpośredniej w obydwu badanych systemach były na zbliżonym poziomie, co oznacza, że wystąpiło ekonomiczne uzasadnienie stosowania systemu integrowanego w zamian konwencjonalnego.

## II. ZDROWOTNOŚĆ I PLONOWANIE PSZENICY TWARDEJ W WARUNKACH KLIMATYCZNO-GLEBOWYCH POLSKI POŁUDNIOWEJ

*Anna Gorczyca<sup>1</sup>, Andrzej Oleksy<sup>2</sup>, Łukasz Stępień<sup>3</sup>, Agnieszka Waśkiewicz<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Katedra Ochrony Środowiska Rolniczego,*

*<sup>2</sup>Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin Instytutu Produkcji Roślinnej,  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie;*

*<sup>3</sup>Zakład Genetyki Patogenów i Odporności Roślin,  
Instytut Genetyki RoślinPAN Poznań;*

*<sup>4</sup>Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

Uprawa pszenicy twardej w warunkach klimatycznych Europy Środkowo-Wschodniej jest problematyczna ze względu na specyficzne wymagania tej rośliny. Pszenicy twardej sprzyjają warunki klimatu śródziemnomorskiego, kontynentalnego, suchego, z występującym tam niedoborem opadów latem, a zimą z opadami w postaci deszczu. Jednak ze względu na wzrastające zainteresowanie związane ze sposobem użytkowania tego gatunku i atrakcyjną ceną ziarna na rynku, rolnicy terenów, gdzie dotychczas nie produkowano na skalę przemysłową pszenicy twardej chcą ją uprawiać. W Unii Europejskiej pszenica twarda uprawiana jest na obszarze 2,8 mln ha, a plonuje w ilości 8,6 mln t (około 25% produkcji światowej).

Celem przeprowadzonych badań była ocena zdrowotności i wybranych parametrów plonu ozimej pszenicy twardej uprawianej w warunkach klimatyczno glebowych Polski południowo-wschodniej (Stacja Doświadczalna Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie w miejscowości Prusy); w zależności od: (1 seria) zastosowanego poziomu agrotechniki, doświadczenie 3-letnie 2008 – 2011 r. oraz (2 seria) zastosowanych terminu i ilości wysiewu, doświadczenie 2-letnie 2011 – 2013 r.

Czynnikami decydującymi w sposób znaczący o zdrowotności roślin, wskaźniku pokrycia liściowego, jakości i ilości plonu testowanych odmian pszenicy twardej w 1 serii badań były warunki pogodowe sezonu wegetacyjnego i intensywność przeprowadzonej agrotechniki. Stosowanie intensywnej ochrony roślin i większego nawożenia azotowego, które przepro-

wadzano w wyższym poziomie agrotechniki sprzyjało ograniczeniu występowania większość chorób grzybowych oraz ilości i jakości uzyskanego plonu w porównaniu do poziomu umiarkowanego. W wyższym poziomie agrotechniki uzyskano wzrost MTZ na poziomie 5 g. Ogólnie poziom podatności zastosowanych w badaniach 1 serii odmian można uznać za zbliżony. Odmiana Riverdur okazała się podatną na rdzę żółtą, ale z kolei była mniej porażona przez łamliwość podstawy źdźbła. U odmiany Istrodur zanotowano zwiększoną podatność na septoriozę liści, ale właśnie tą odmianę oceniono, jako najkorzystniej plonującą w badaniach – wydała najdorodniejszy plon w ilości na średnim poziomie. Istrodur charakteryzowała się też mniejszym porażeniem przez czerń kłosów. Podsumowując wyniki badań 1 serii należy stwierdzić, że testowane odmiany pszenicy twardej: Istrodur, Pentadur i Riverdur można zalecać do uprawy w rejonie badań i rejonach o podobnych warunkach klimatycznych. Uprawa powinna być przeprowadzona z wykorzystaniem optymalnej agrotechniki, bez uproszczeń, co skutkuje mniejszą ilością objawów chorobowych na roślinach i lepszym plonem.

W 2 serii badań oceniono trzy odmiany pszenicy twardej pod kątem występowania fuzarioz. Choroba podsuszkowa – fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni występowała w istotnie większym nasileniu na pszenicy twardej wysianej w optymalnym terminie siewu. Odmianę Pantadur uznano za najpodatniejszą na fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła i korzeni, a odmianę Komnata za najpodatniejszą na fuzariozę kłosa. Gęstość siewu nie decydowała o nasileniu występowania fuzarioz. Skład gatunkowy izolowanych grzybów z rodzaju *Fusarium* można uznać za typowy dla Polski, a warunki klimatyczne sezonu badań były czynnikiem decydującym o nasileniu występowania. Dla odmiany Komnata wykazano największe zawartości w ziarniakach DON, ZON i MON.

### **III. NAWOŻENIE DOLISTNE MIKROELEMENTAMI I STYMULATOREM WZROSTU PLANTACJI NASIENNYCH KOSTRZEWEY ŁĄKOWEJ (*FESTUCA PRATENSIS HUDS.*) I TYMOTKI ŁĄKOWEJ (*PHLEUM PRATENSE L.*)**

*dr inż. Adam Radkowski*

*Institut Produkcji Roślinnej - Zakład Łąkarstwa  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie  
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków*

W warunkach rolnictwa nowoczesnego często stosuje się wysokie dawki nawozów NPK oraz wysiewa nowe plenne odmiany (również w przypadku traw), o wysokiej wydajności nasion, co niejednokrotnie może prowadzić do zakłócenia równowagi jonowej w środowisku glebowym. Sytuacja taka stwarza konieczność stosowania mikroelementów [Michałojć i Szewczuk 2003, Sztuder i Świerczewska 2004]. Nawożenie mikroelementami pomaga zachować równowagę jonową w glebie oraz ciągłość pobierania składników przez rośliny w całym okresie wegetacji, szczególnie w sytuacji słabego przemieszczania się pierwiastków w roślinie, np. miedzi [Ruszkowska i Wojcieszka-Wyskupajtyś 1996, Kulczycki i Grocholski 2004, Sztuder 2009]. Zdrowa roślina w fazie intensywnego rozwoju szybciej i skuteczniej pobiera składniki pokarmowe. Z kolei roślina, u której występuje deficyt ważniejszych składników pokarmowych, zabezpiecza się przed utratą wody i atakiem patogenów zagęszczając strukturę naskórka oraz zmniejszając ilość ektodermy, co ogranicza przenikanie składników stosowanych dolistnie [Szewczuk i Michałojć 2003]. Zdaniem niektórych badaczy przy stosowaniu dolistnym mikroelementów, dodanie niewielkiej ilości mocznika może poprawić ich pobranie. Synergiczne współdziałanie składników działa stymulująco na plony nasion. Na poprawę wzrostu wegetatywnego roślin wpływają azot, fosfor, potas, magnez, wapń, żelazo, miedź, mangan, cynk i tytan, natomiast na rozwój generatywny duży wpływ wywierają fosfor, siarka, bor oraz tytan [Ruszkowska i Wojcieszka-Wyskupajtyś 1996].



Należy podkreślić, że podstawą nawożenia roślin uprawnych jest stosowanie nawozów doglebowych, jednak wykorzystanie mikroelementów z nawozów doglebowych w roku zasilania wynosi tylko około 5%. Na ograniczenie dostępności składników pokarmowych znajdujących się w glebie, mają wpływ warunki pogodowe, do których można zaliczyć suszę oraz zbyt niską temperaturę. Drogą do pełnego pokrycia zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe może być dostarczenie ich w formie nawozów dolistnych. Makroskładniki natomiast, jeśli tylko pozwalają na to warunki, powinny być stosowane doglebowo. W okresie niekorzystnych warunków pogodowych np. w czasie niskich temperatur, kiedy następuje blokowanie przyswajania fosforu z gleby, uzasadnione może być stosowanie go w formie dolistnej [Kulczycki i Grocholski 2004, Stanisławska-Głubiak i Korzeniowska 2007, Sztuder 2009].

Mikroelementy, oprócz regulowania przemian biologicznych i procesów fizjologicznych w roślinie, wpływają na pobieranie oraz efektywność makroskładników stosowanych doglebowo. Niedobór mikroelementów może być przyczyną dużych obniżek plonów, dochodzących nawet do kilkudziesięciu procent oraz pogorszenia ich jakości [Marcinek i Hetman 2008, Radkowski 2008, 2010, Radkowski i Radkowska 2010 a, b].

Spośród mikroelementów największe znaczenie dla traw mają:

- miedź, która wpływa na rozwój i budowę tkanek, bierze udział w syntezie białek i witaminy C, w przemianach żelaza i azotu, wpływa na przebieg procesów oddychania i fotosyntezy, rośliny mają mniejszą skłonność do wylegania, są odporniejsze na choroby oraz na niską temperaturę [Kulczycki 2004],
- mangan wpływa korzystnie na lepsze przyswajanie dwutlenku węgla, zwiększa intensywność oddychania i syntezę węglowodanów, bierze udział w przemianach związków azotu w roślinie oraz wpływa na pobieranie fosforu i żelaza z gleby, korzystnie oddziałuje na zdrowotność roślin [Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Głubiak 2007],
- cynk bierze udział w przemianach węgla i fosforu, w syntezie białek, chlorofilu i witamin oraz w przetwarzaniu kwasów organicznych. Deficyt tego mikroelementu hamuje wzrost roślin i zwiększa ich wrażliwość na choroby, wskutek czego następuje obniżka plonu i pogorszenie jego jakości [Kabata-Pendias i Pendias 1999].

Bezpośrednią metodą oceny potrzeby zastosowania dokarmiania mikroelementami jest analiza laboratoryjna materiału roślinnego. Najprostszym i najskuteczniejszym sposobem pokrycia tych potrzeb jest dostarczenie mikroelementów w formie dolistnej. W porównaniu z nawożeniem doglebowym jest to zabieg działający w zasadzie natychmiastowo, przy którym uzyskuje się dużą efektywność działania przy bardzo małej ilości wniesionego mikroelementu. Zaletą dokarmiania dolistnego jest także uniknięcie sorpcji chemicznej i biologicznej w glebie. Dodatkowo na terenach urzeźbionych nie następuje wymywanie składników mineralnych przez spływy powierzchniowe oraz podpowierzchniowe. Nawożenie dolistne jest jednym spośród wielu czynników nowoczesnej technologii produkcji, decydującym o wielkości plonu nasion i jego jakości. Uzyskanie jednak wysokiej efektywności nawożenia jest uzależnione od odczynu gleby, właściwego nawożenia makroelementami, prawidłowego doboru odmian i pełnej ochrony chemicznej [Spiak 2000].

Dolistna aplikacja umożliwi szybkie wniesienie deficytowych dla roślin składników pokarmowych, spowodowanych ich niedoborem w glebie czy utrudnionym ich pobieraniem. Niektóre badania wskazują, że mikroelementy dostarczone w formie dolistnej są nawet 30-krotnie lepiej przyswajalne przez rośliny w porównaniu z zastosowanymi doglebowo [Wojcieszka-Wyskupajtyś 1996]. Kwaśny odczyn gleby przy bardzo małej zawartości próchnicy, niedobór lub nadmiar opadów oraz niedostatek niezbędnych mikroelementów są przyczyną zahamowania pobierania składników pokarmowych przez korzenie roślin.

Nawożenie dolistne należy traktować, jako zabieg uzupełniający lub interwencyjny w odżywianiu roślin. Nawożenie to jest szczególnie uzasadnione w czasie intensywnego wzrostu roślin, kiedy występuje największe zapotrzebowanie na składniki pokarmowe [Czuba 1996, Kabata-Pendias i Pendias 1999]. W okresie krzewienia się traw oraz w okresie przed i po wykłoszeniu jest wskazany oprysk chelatem miedzi, a na glebach o pH powyżej 6,6 chelatem manganu. Dolistne dokarmianie roślin umożliwi maksymalne wykorzystanie potencjału plonotwórczego roślin. Składniki w formie dokarmiania dolistnego mogą zostać bezpośrednio użyte przez roślinę. Uzupełnione w ten sposób niedobory pozwalają wyrównać zachwiane proporcje i znacznie zwiększyć dostępność azotu, fosforu oraz potasu z gleby [Alexander 1986].

W tabelach 1-5 przedstawiono wyniki badań własnych z doświadczenia, w którym aplikowano mikroelementy. Z przedstawionych badań wynika, że wszystkie badane parametry pod wpływem stosowanych dolistnie mikroelementów, zwiększyły swoje wartości. Na szczególną uwagę zasługuje nawożenie cynkiem, gdzie odnotowano największe przyrosty w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Tabela 1. Porównanie cech morfologicznych roślin kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej pod wpływem nawożenia mikroelementami (średnie z trzech lat badań)

Roślina	Kontrola	Nawożenie		
		Cu	Mn	Zn
Wysokość pędów (cm)				
Kostrzewa łąkowa	98	104	106	107
Tymotka łąkowa	100	107	108	110
Długość liścia flagowego (cm)				
Kostrzewa łąkowa	11,2	11,9	12,2	12,5
Tymotka łąkowa	9,0	9,7	10,2	10,4
Szerokość liścia flagowego (cm)				
Kostrzewa łąkowa	0,3	0,3	0,4	0,5
Tymotka łąkowa	0,5	0,5	0,6	0,7
Długość kwiatostanu (cm)				
Tymotka łąkowa	10,6	11,3	11,6	12,1
Szerokość kwiatostanu (cm)				
Tymotka łąkowa	0,6	0,6	0,6	0,6

Tabela 2. Indeks zazielenienia liści (SPAD) kostrzewy łąkowej „Fantazja” i tymotki łąkowej odmiany „Egida” w fazach rozwojowych w zależności od nawożenia mikroelementami (średnie z trzech lat badań)

Wariant		Faza rozwojowa			
		Strzelanie w źdźbło	Kłoszenie	Kwitnienie	Dojrzałość mleczna
Kostrzewa łąkowa					
Kontrola		38,2a	40,6a	41,7a	38,2a
Nawożenie	Cu	39,3a	42,0a	42,6a	40,1a
	Mn	40,1b	42,8ab	43,5b	40,9a
	Zn	41,0b	43,8b	44,1b	41,8b
Tymotka łąkowa					
Kontrola		37,0a	39,3a	40,4a	37,0a
Nawożenie	Cu	38,1a	40,6a	41,3a	38,8a
	Mn	38,8ab	41,5b	42,1b	39,6ab
	Zn	39,7b	42,4b	43,1b	40,5b

Tabela 3. Plon nasion kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w zależności od nawożenia mikroelementami (średnie z trzech lat badań)

Wariant		Kostrzewa łąkowa „Fantazja”	Tymotka łąkowa „Egida”
Kontrola		659,8	601,5
Nawożenie	Cu	739,0	685,8
	Mn	745,2	694,2
	Zn	758,3	702,4

Tabela 4. Masa tysiąca nasion kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej (g) w zależności od nawożenia mikroelementami (średnie z trzech lat badań)

<b>Wariant</b>		<b>Kostrzewa łąkowa „Fantazja”</b>	<b>Tymotka łąkowa „Egida”</b>
Kontrola		2,08	0,59
Nawożenie	Cu	2,20	0,62
	Mn	2,22	0,65
	Zn	2,26	0,66

Tabela 5. Zdolność kiełkowania nasion kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej (%) w zależności od nawożenia mikroelementami (średnie z trzech lat badań)

<b>Wariant</b>		<b>Kostrzewa łąkowa „Fantazja”</b>	<b>Tymotka łąkowa „Egida”</b>
Kontrola		76,5	86,8
Nawożenie	Cu	81,1	91,1
	Mn	82,4	91,5
	Zn	83,2	92,2

Druga część wystąpienia dotyczy stymulatora wzrostu, jakim jest nawóz o nazwie Tytanit®. Tytanit® zawiera 8,5 g Ti w 1 litrze roztworu. Nawóz ten zaliczany jest do mineralnych stymulatorów wzrostu - decyzja MR i RW nr S-237/11, a produkowany przez Przedsiębiorstwo INTERMAG sp. z o.o. w Olkusz.

Korzystny wpływ jonów tytanu na rośliny jest efektem, co najmniej 4 różnych mechanizmów działania.

### 1. Zwiększona żywotność pyłku kwiatowego

Dyki i Borkowski (1998) wskazują pozytywny wpływ tytanu na przebieg procesu zapylenia. Pyłek kwiatowy roślin traktowany tytanem wykazywał lepsze przyleganie do znamienia słupka powodując wyższą skuteczność

zapłodnienia a w konsekwencji prowadząc do uzyskania wyższego plonu. Odnotowano również fakt, że tytan stymuluje wzrost łagiewki pyłkowej.

## 2. Zwiększona szybkość pobierania składników pokarmowych

Wg Wójcika (2002) występuje zwiększone tempo pobierania składników pokarmowych przez rośliny pod wpływem jonów tytanu, niezależnie od formy zabiegu (dolistnie czy doglebowo).

## 3. Zwiększona aktywność jonów żelaza

W wyniku dolistnej aplikacji tytanu stwierdzono zwiększoną zawartość chlorofilu (Borkowski i in. 2006). Produkcja chlorofilu stymulowana jest przez jony żelaza. Zabieg dolistny zwiększył:

- syntezę chlorofilu,
- intensywność fotosyntezy,
- aktywność enzymów.

## 4. Podwyższona tolerancja na choroby grzybowe.

W badaniach własnych Janas i in. (2002) stwierdzili efekt uboczny aplikacji tytanu polegający na ograniczeniu porażenia roślin przez niektóre patogeny grzybowe. Po zastosowaniu tytanu porażenie przez grzyby *alternaria* oraz mączniaki prawdziwe było istotnie niższe.

W tabelach 6-10 przedstawiono wyniki badań własnych z doświadczenia, w którym zastosowano stymulator wzrostu. Z przedstawionych badań wynika, że wszystkie badane parametry podobnie, jak pod wpływem mikroelementów również i w tym przypadku, zwiększyły swoje wartości.

Tabela 6. Porównanie cech morfologicznych roślin kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej pod wpływem nawożenia Tytanitem (średnie z trzech lat badań)

<b>Roślina</b>	<b>Kontrola</b>	<b>Nawożenie Tytanitem</b>	<b>Zwyżka (cm)</b>	<b>Zwyżka (%)</b>
<b>Wysokość pędów (cm)</b>				
Kostrzewa łąkowa	98	108	10	10
Tymotka łąkowa	101	112	11	11
<b>Długość liścia flagowego (cm)</b>				
Kostrzewa łąkowa	11,4	18,6	7,2	63
Tymotka łąkowa	9,5	12,8	3,3	35
<b>Szerokość liścia flagowego (cm)</b>				
Kostrzewa łąkowa	0,3	0,5	0,2	67
Tymotka łąkowa	0,5	0,6	0,1	20
<b>Długość kwiatostanu (cm)</b>				
Tymotka łąkowa	10,8	14,3	3,5	32
<b>Szerokość kwiatostanu (cm)</b>				
Tymotka łąkowa	0,6	0,7	0,1	17

Tabela 7. Indeks zazielenienia liści (SPAD) kostrzewy łąkowej „Fantazja” i tymotki łąkowej odmiany „Egida” w fazach rozwojowych w zależności od nawożenia Tytanitem (średnie z trzech lat badań)

Wariant	Faza rozwojowa			
	Strzelanie w źdźbło	Kłoszenie	Kwitnienie	Dojrzałość mleczna
Kostrzewa łąkowa				
Kontrola	39,2a	41,3a	41,8a	39,2a
Tytanit	40,3a	43,1b	43,7b	41,1a
Tymotka łąkowa				
Kontrola	37,2a	38,6a	39,4a	36,2a
Tytanit	37,8a	39,3a	42,6b	37,9a

Tabela 8. Plon nasion kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w zależności od nawożenia Tytanitem (średnie z trzech lat badań)

Wariant	Kostrzewa łąkowa „Fantazja”	Tymotka łąkowa „Egida”
Kontrola	524,6	478,2
Tytanit	587,5	545,2

Tabela 9. Masa tysiąca nasion kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej (g) w zależności od nawożenia Tytanitem (średnie z trzech lat badań)

Wariant	Kostrzewa łąkowa „Fantazja”	Tymotka łąkowa „Egida”
Kontrola	2,18	0,62
Tytanit	2,31	0,65



Tabela 10. Zdolność kiełkowania nasion kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej (%) w zależności od nawożenia Tytanitem (średnie z trzech lat badań)

<b>Wariant</b>	<b>Kostrzewa łąkowa „Fantazja”</b>	<b>Tymotka łąkowa „Egida”</b>
Kontrola	80,3	91,2
Tytanit	85,2	95,7

### **Wnioski**

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że:

1. W wyniku dwukrotnego stosowania dolistnie mikroelementów i stymulatora wzrostu w okresie wegetacji, notowano wyższy plon nasion kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej.
2. Stosowane dolistnie mikroelementy i stymulator wzrostu korzystnie wpłynęły na parametry morfologiczne oraz jakość nasion.
3. Dawki nawozów NPK powinny być zastosowane według potrzeb wysoko plonujących roślin.
4. Konieczne jest zapewnienie pełnej ochrony roślin.

## Literatura

1. Alexander A. 1986. Optimum timing of foliar nutrient sprays. 44–60. [In:] Foliar fertilization, A. Alexander (eds), Berlin, Martinus Nijhoff Publishers.
2. Borkowski J., Felczyńska A., Stępowski J., Niekraszewicz A. 2006. Effect of different compounds Biochikol 020 PC, calcium nitrate, Tytanit and Pomonit on the healthiness and the yield of Chinese cabbage. Pol. Chitin Soc. Monogr. 11, 201–207.
3. Dyki B. i Borkowski J. 1998. Wpływ tytanu na ogórki i pomidory. Ogrodnictwo, 5-6, 18-19.
4. Janas R., Szafirowska A., Kłosowski S. 2002. Effect of titanium on eggplant yielding. Veg. Crops Res. Bull. 57, 37-44.
5. Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wydawnictwo Naukowe PWN. 240-243.
6. Kulczycki G. 2004. Wpływ nawożenia siarką elementarną na zawartość mikroelementów w roślinach i glebach. Cz. I. Cynk i miedź. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 502, 199–206.
7. Kulczycki G., Grocholski J. 2004. Zawartość mikroelementów w ziarnie i słomie wybranych odmian pszenicy ozimej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 502, 215–221.
8. Marcinek B., Hetman J. 2008. The effect of foliage feeding on the structure of yield, dry weight content and macroelements in the corms of *Spargaxis tricolor* Ker-Gawl. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus, 7(4), 89-99.
9. Michalójc Z., Szewczuk C. 2003. Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. Acta Agrophysica, 85, 9-17.
10. Radkowski A. 2008. Effect of foliar fertilization with microelements on the macroelement content in meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.). Ecological Chemistry and Engineering A, Vol. 15 (9), 957-962.
11. Radkowski A. 2010. Effect of fertilization with microelements on the macroelement content in Timothy grass (*Phleum pratense* L.). Ecological Chemistry and Engineering A, Vol. 17 (10), 1297-1301.
12. Radkowski A., Radkowska I. 2010a. Effect of foliar fertilization with tytanit on the dry matter yield and macroelements' content in the

- meadow sward. *Ecological Chemistry and Engineering A*, Vol. 17 (12), 1607-1612.
13. Radkowski A., Radkowska I. 2010b. Quality of the grass-legume sward as affected by the phosphorus-potassium foliar fertilization. *Ecological Chemistry and Engineering A*, Vol. 17 (12), 1613-1618.
  14. Ruszkowska M., Wojcieszka-Wyskupajtyś U. 1996. Mikroelementy – fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 434, 1–11.
  15. Sienkiewicz-Cholewa U., Stanisławska-Głubiak E. 2007. Rola mikroelementów w kształtowaniu wielkości i jakości plonu rzepaku ozimego. *Studia i Raporty IUNG – PIB*, 8, 111-125.
  16. Spiak Z. 2000. Mikroelementy w rolnictwie. *Zesz. Prob. Nauk Rol.*, 471, 29-34.
  17. Stanisławska-Głubiak E., Korzeniowska J. 2007. Zasady nawożenia mikroelementami roślin uprawnych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 8, 99-110.
  18. Szewczuk C., Michałojć Z. 2003. Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agroph.*, 85, 19-29.
  19. Sztuder H. 2009. Ocena efektywności dolistnego dokarmiania wybranych gatunków roślin nawozami płynnymi zawierającymi mikroelementy. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 541, 417–424.
  20. Sztuder H., Świerczewska M. 2004. Wpływ dolistnego stosowania nawozów mikroelementowych na wielkość i jakość plonu wybranych zbóż. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 502, 357–362.
  21. Wojcieszka-Wyskupajtyś U. 1996. Efekty dolistnego dokarmiania roślin w świetle referatów wygłoszonych na „Międzynarodowym Sympozjum Dolistnego Nawożenia” w Kairze (10-14.12.1995). *Post. Nauk Rol.*, 5, 123-127.
  22. Wójcik P., 2002. Vigor and nutrition of apple trees in nursery as influenced by titanium sprays. *J. Plant Nutr.* 25, 5, 1129-1138.

# IV. PROBLEMY WE WSPÓŁCZESNYCH SYSTEMACH I TECHNOLOGIACH UPRAWY ZIEMNIAKA (KONSPEKT)

*dr Wojciech Nowacki*

*Zakład Agronomii Ziemiaka, IHAR – PIB Oddział w Jadwisinie*

Powierzchnia uprawy ziemniaka zmniejsza się w bardzo szybkim tempie. Prawdopodobnie w 2014 roku areal uprawy ziemniaka w kraju wynosi już poniżej 300 tys. ha. Wzrosło za to plonowanie tego gatunku. Rok 2014 jest pod tym względem korzystny, a średni krajowy plon zbliżył się do 280 dt/ha. Oblicza produkcji ziemniaka są jednak zróżnicowane.

## **I. Systemy gospodarowania w produkcji ziemniaka**

Technologia produkcji ziemniaka, podobnie jak i innych roślin rolniczych lub ogrodniczych może być prowadzona w systemach konwencjonalnych lub w systemach certyfikowanych, które prawdopodobnie eliminować będą w przyszłości obecnie stosowane systemy intensywnego lub niskonakładowego gospodarowania. Ziemniak może być i jest uprawiany w systemie konwencjonalnym ekstensywnym (niskonakładowym), w systemie konwencjonalnym średnio intensywnym i zbliżonym do niego certyfikowanym systemie integrowanej produkcji (IP), w certyfikowanym systemie ekologicznym oraz w konwencjonalnym systemie intensywnym (wysokonakładowym). Od 2014 roku we wszystkich systemach produkcji (konwencjonalnych) obowiązuje stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin. Udział systemów gospodarowania w produkcji ziemniaka w 2013 roku ilustruje tabela 1.

Tabela 1. Struktura stosowanych systemów produkcji ziemniaka w Polsce w 2013 roku (dane szacunkowe IHAR - PIB Oddział Jadwisin)

<b>Systemy gospodarowania</b>	<b>Liczba gospodarstw (tys.)</b>	<b>Średnia wielkość plantacji w gospodarstwie (ha)</b>	<b>Powierzchnia uprawy ziemniaka (tys. ha)</b>
Niskonakładowy	450,2	0,29	130,2
Ekologiczny	3,9	0,46	1,8
Średnio-intensywny	48,1	2,60	124,9
Intensywny	7,3	11,0	80,3
<b>Ogółem</b>	<b>509,5</b>	<b>0,66</b>	<b>337,2</b>

*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS*

**Niskonakładowy system konwencjonalny** jest aktualnie najbardziej rozpowszechnionym w uprawie ziemniaka w Polsce. Obejmuje on około 40% całkowitego areалу uprawy ziemniaka. Jest on stosowany na plantacjach małych powierzchniowo, lecz stosowany w dużej liczbie gospodarstw rolnych. Specyficznymi cechami tego systemu są: niski wskaźnik użycia kwalifikowanego materiału sadzeniakowego, niski poziom stosowania nawożenia mineralnego, lecz rekompensowanego powszechnym stosowaniem obornika, stosowaniem uproszczonej pielęgnacji mechanicznej plantacji, wąskimi międzyrzędziami (50 lub 62,5 cm), sporadyczną ochroną roślin przed chorobami grzybowymi (0-2 zabiegi w okresie wegetacji) oraz niskim stopniem mechanizacji prac uprawowych. Konsekwencją stosowania tego systemu są: niskie i niestabilne plony, wysoki udział plonu odpadowego oraz generalnie niską rentownością produkcji.

**Wielkoobszarowy system intensywnego gospodarowania** zajmuje coraz poważniejszą pozycję w towarowej produkcji ziemniaka, niezależnie od kierunku użytkowania zbiorów. Jest on stosowany głównie w produkcji surowca dla przetwórstwa spożywczego i krochmalniczego, w produkcji ziemniaka jadalnego konfekcjonowanego, a także częściowo w nasiennictwie ziemniaka. Dotyczy on jednak małej liczby gospodarstw. System ten cechują: powszechne stosowanie kwalifikowanego materiału sadzeniakowego, zaprawianie bulw, wysoki poziom nawożenia mineralnego stosowa-

nego doglebowo oraz stosowanie uzupełniającego dolistnego dokarmiania roślin, eliminowanie stosowania obornika pod ziemniaki, szeroki rozstaw międzyrzędzi (75-90 cm), mechaniczno-chemiczna lub chemiczna kontrola zachwaszczenia, stosowanie szczelnej ochrony plantacji przed chorobami i szkodnikami (8-12 zabiegów), coraz częściej stosowane nawadnianie plantacji, chemiczne lub mechaniczno-chemiczne niszczenie łęcin, a zbiór prowadzony jest przy pomocy wysokowydajnych maszyn zbierających (kopaczek lub kombajnów). Stosowanie tej technologii, chociaż charakteryzującej się wysokimi kosztami uprawy, sprzyja uzyskiwaniu wysokich plonów z dużym udziałem plonu handlowego w plonie ogólnym, osiąganiem wysokich parametrów cech użytkowych plonu, a w połączeniu z dużą koncentracją produkcji także (nie zawsze) wysoką rentownością uprawy ziemniaka. Ujemną cechą tego systemu jest natomiast wysoki stopień chemizacji procesu technologii produkcji.

Tabela 2. Podstawowe elementy technologii uprawy ziemniaka w różnych systemach gospodarowania

Elementy technologii uprawy	Systemy produkcji			
	konwencjonalne		certyfikowane	
	ekstensywny	intensywny	integrowany	ekologiczny
Nawożenie NPK(kg/ha)	60	550-650	180-400	0
Nawożenie obornikiem (t/ha)	20-25	gnojowica	20-25	20-30
% gospodarstw stosujących obornik	85	< 5	65	100
% gospodarstw stosujących dolistne dokarmianie	5-10	95	70	0

% gospodarstw zaprawiających sadzeniaki	0	85	15	0
Częstotliwość wymiany sadzeniaków (% rocznie)	< 10	100	25	25
Rozstawa międzyrzędzi	55-62,5	75-90	62,5-75	62,5-75
Metody kontroli zachwaszcz. (% gosp.)				
– chemiczne	0	85	22	0
– mech.- chem.	0	12	68	0
– mechaniczne	100	3	10	100
Nawadnianie (% pow.)	0	45	10	1
Odkamianie (% pow.)	0	25	0	0
Liczba zabiegów przeciw chorobom grzybowym	0-1	6-12	1-5	0-3 (miedź)
Liczba zabiegów zwalczających szkodniki	0-1	1-3	1-2	0-3 (preparaty biologiczne)

*Źródło: badania własne – dane szacunkowe*

Spośród certyfikowanych systemów produkcji ziemniaka w kraju stosowane są w ograniczonej skali: ekologiczny system gospodarowania, integrowana produkcja (IP) oraz certyfikowane systemy jakości (GlobalGAP, QS, itd.).

**Uprawa ziemniaka w ekologicznym systemie** gospodarowania jest nie-

zwykle trudna i dlatego też gospodarstwa ekologiczne stronią od uprawy tego gatunku. Podstawowymi barierami są: trudności w ochronie plantacji przed stonką ziemniaczaną oraz zarazą ziemniaka, mało skuteczna mechaniczna kontrola zachwaszczenia plantacji oraz niskie i często wadliwe pod względem standardów rynkowych uzyskiwane plony bulw. Jako trudna i pracochłonna uprawa ziemniaka jest wypierana z gospodarstw ekologicznych przez inne gatunki roślin rolniczych lub ogrodniczych. Aktualna krajowa struktura upraw ekologicznych pozostawia wiele do życzenia. Powszechnie jest wykorzystywanie subwencji bez pokrycia w produkcji płodów ekologicznych.

**Integrowana produkcja** jest systemem, który najbardziej powinien odpowiadać polskim rolnikom, a w praktyce jest najmniej popularnym (praktycznie w gatunkach rolniczych nie istnieje). Dzieje się tak za sprawą wymogów formalnych procesu certyfikacji oraz słabego rozpoznawania na rynku produktów rolnych produkowanych w tym systemie, a więc mało konkurencyjnych do produktów konwencjonalnych. System ten uznawany jest za najbardziej zrównoważony i najbardziej zbliżony do stosowanego aktualnie systemu uprawy w średniej wielkości gospodarstwach w kraju. Cechuje się umiarkowanym poziomem nawożenia mineralnego uzupełnianego stosowaniem nawozów rolniczych, obowiązkowym stosowaniem płodozmianu oraz umiarkowaną ochroną roślin wynikającą z uwzględnienia progów ekonomicznej szkodliwości występujących agrofagów. Podstawą stosowania IP jest właściwy dobór odmian do warunków przyrodniczych środowiska, co w konsekwencji generuje dość dobrą rentowność produkcji. System IP jest w wielu aspektach zgodny z zasadami integrowanej ochrony roślin.

Poziom plonowania każdego gatunku z roślin uprawnych w powszechnej praktyce zależy w największym uproszczeniu od warunków klimatycznych okresu wegetacji i od stosowanego przez rolnika w swym gospodarstwie systemu gospodarowania (intensywności stosowanej technologii uprawy). Każdy rolnik ma prawo wyboru określonego systemu produkcji ziemniaka, licząc się z konsekwencjami zróżnicowanego poziomu plonowania w poszczególnych systemach.



Tabela 3. Plon ogólny ziemniaków (t/ha) w zależności od stosowanego systemu uprawy w Polsce w latach 2002-2013

Lata badań	System produkcji				Średnio w kraju wg GUS
	konwencjonalny		certyfikowany		
	intensywny	ekstensywny	integrowany	ekologiczny	
2002	40,5	16,8	32,8	29,1	19,3
2003	39,1	16,2	33,8	17,7	17,9
2004	40,3	17,4	43,6	33,9	19,4
2005	38,1	15,2	26,8	16,5	17,6
2006	36,7	13,1	21,4	22,0	15,0
2007	45,2	18,3	32,0	22,6	20,7
2008	50,5	18,1	30,5	32,0	19,1
2009	50,3	16,7	28,0	34,1	19,1
2010	44,7	15,3	23,6	21,9	17,9
2011	54,2	18,6	38,6	24,2	23,5
2012	51,9	18,8	43,2	27,7	24,2
2013	36,8	16,5	30,2	19,3	21,1
Średnio	44,0	16,8	32,0	25,1	19,6
%	100	38,2	72,7	57,0	44,5

Statystyczny plon ogólnokrajowy ziemniaka jest niski z uwagi na bardzo duży udział w powierzchni upraw ziemniaka plantacji prowadzonych w systemie niskonakładowym. Różnice w wysokości plonów w poszczególnych latach wynikają ze zmienności warunków klimatycznych okresów wegetacji. Różnice plonów w latach dla konkretnych plantacji mogą być jeszcze większe od tych podanych, jako uśrednionych.

## II. Kierunki produkcji i użytkowania ziemniaka

Ziemniak jest generalnie rośliną wielokierunkowego wykorzystania plonów,

(jako warzywo, surowiec w przetwórstwie spożywczym i przemysłowym, jako pasza gospodarska oraz wegetatywny materiał rozmnożeniowy). Technologia uprawy tego gatunku zależy w znacznym stopniu od przyszłego, planowanego kierunku użytkowania zbiorów. Różnice w poszczególnych specjalistycznych technologiach wynikają z odmiennych wymagań jakościowych stawianych przez odbiorców rynkowych. Wymagania te z każdym rokiem wzrastają. Wyodrębnić, więc można następujące technologie uprawy i kierunki użytkowania zbiorów ziemniaka.

### **Uprawa ziemniaka jadalnego na wczesny zbiór**

Celem tej uprawy jest uzyskanie względnie wysokiego plonu (około 20 t/ha) tzw. „młodych ziemniaków” o niedojrzałej łuszczącej się skórce w dość krótkim okresie od posadzenia (po 60-75 dniach). Jest to uprawa lokalizowana najczęściej w rejonach o najkorzystniejszym, cieplejszym klimacie, wykorzystująca odmiany o najszybszym tempie kumulacji plonu. W agrotechnice tego kierunku produkcji wykorzystuje się w okresie wiosennym okrywy z agrowłókniny zabezpieczające rośliny ziemniaka przed przymrozkami. Ważnym elementem tej technologii jest podkiełkowanie sadzeniaków (przyspieszenie rozwoju roślin), właściwa proporcja aplikowanych składników pokarmowych (niski poziom nawożenia azotem - do 70 kg/ha) oraz optymalną wielkość sadzeniaków (bulwy większe) i zagęszczoną obsadę roślin na jednostce powierzchni. Zbiór „ziemniaka młodego” pochodzącego z kraju rozpoczyna się z końcem maja i trwa przez czerwiec oraz lipiec. W produkcji ziemniaka na wczesny zbiór wykorzystuje się odmiany bardzo wczesne, wczesne, a nawet średnio wczesne. Do najpopularniejszych odmian użytkowanych w tym kierunku produkcji należą: Irys, Irga, Lord, Denar, Vineta, Impala, Arielle, Altesse, Berber, Bila, Viviana, Fresco, Ingrid, Krasa, Courlan, Miłek oraz Riviera. Plantacje odmian wczesnych przeznaczonych na wczesny zbiór są niekiedy (przy spadku cen rynkowych) pozostawiane na zbiór jesienny do osiągnięcia pełnej dojrzałości.

### **Uprawa ziemniaka jadalnego zbioru jesiennego**

Jest to podstawowy, najbardziej rozpowszechniony kierunek produkcji ziemniaka jadalnego w naszym kraju. Obejmuje produkcję tradycyjną ziemniaka prowadzoną w różnych systemach gospodarowania. Bogactwo

wyboru odmian jadalnych ziemniaka (około 100 odmian), które są wpisane w Krajowym Rejestrze a także coraz częstsze korzystanie z odmian wpisanych do Katalogu UE (aktualnie ponad 50 odmian uprawianych w Polsce) umożliwia produkcję ziemniaków, jako warzywa pod wszelkie potrzeby konsumentów (puree, sałatki, galanteria spożywcza, gotowane z wody, pieczone itp.) zużywanych od początku jesieni, poprzez całą zimę aż do przyszłych zbiorów następnego roku. Węższą specjalnością jest uprawa ziemniaków jadalnych na duże bulwy przeznaczone do pieczenia lub odwrotnie, produkcja małych bulw ziemniaka tzw. „baby potato” gotowanych w całości i serwowanych, jako dodatek do mięs czy ryb. Najbardziej polecanymi systemami w uprawie ziemniaka jadalnego jest Integrowana Produkcja oraz system ekologiczny. Najpopularniejszymi odmianami ziemniaka jadalnego kraju są obecnie: Irga, Irys, Bryza, Vineta, Lord, Denar, Satina, Tajfun, Owacja, Gracja, Michalina, Finezja, Stasia. W ostatnich latach następuje w kraju proces koncentracji i profesjonalizacji produkcji ziemniaka jadalnego poprzez jego konfekcjonowanie i zaopatrywanie hurtowni oraz bezpośrednio sieci sklepowych. Powoduje to także unowocześnianie procesu uprawy (nawadnianie, precyzyjne nawożenie i ochrona), a tym samym zwiększanie poziomu plonowania ziemniaka w gospodarstwach, które specjalizują się w tym kierunku produkcji. Na targowiskach miejskich w dalszym ciągu duży udział w ich zaopatrywaniu mają ziemniaki pochodzące z mniejszych gospodarstw rolnych.

### **Uprawa ziemniaka, jako surowca dla przetwórstwa spożywczego**

Ten kierunek produkcji stawia producentom bardzo wysokie wymagania jakościowe i użytkowe (technologiczne) dla zbieranego plonu (na poziomie 35-50 t/ha), a w technologii uprawy stosuje się tylko wybrane odmiany najbardziej przydatne do produkcji frytek, chipsów lub suszy ziemniaczanych. Produkcja frytek oparta jest na odmianach o wydłużonym kształcie i podwyższonej zawartości suchej masy, a produkcja chipsów na odmianach z bulwami okrągłymi i także podwyższonej zawartości suchej masy. Podstawowym parametrem surowca w obu kierunkach przetwarzania jest niska zawartość cukrów redukujących, co zabezpiecza gotowy produkt przed przypalaniem podczas smażenia, a w konsekwencji uzyskiwanie złocistego koloru. Przemysł produktów smażonych ziemniaka w Polsce

rozwinął się na początku lat 90-tych ubiegłego wieku i jest zdominowany przez kapitał zagraniczny. Nieco starszym segmentem przetwórstwa spożywczego jest w naszym kraju produkcja spożywczych suszy ziemniaczanych w formie granulatu lub płatków. Ważnymi elementami technologii uprawy ziemniaka na cele spożywcze jest odpowiednia architektura ładu (szeroka rozstawa międzyrzędzi), właściwe proporcje składników pokarmowych ze szczególnym uwzględnieniem azotu i potasu, nawadnianie plantacji niwelujące deficyt opadów oraz stosowanie szczelnej wielokrotnie wykonywanej ochrony plantacji przed chorobami i szkodnikami ziemniaka. Dla produkcji chipsów ważne jest doprowadzenie plantacji do właściwej wielkości bulw (niezbyt duże), co niekiedy powoduje konieczność stosowania desykcji plantacji i tym samym obniżenie plonu ogólnego bulw. Produkcja surowca na cele spożywcze jest najbardziej skoncentrowana. Zajmują się nią specjalistyczne gospodarstwa rolne współpracujące z zakładami przetwórczymi o dużej skali produkcji (powyżej 50 ha ziemniaka w gospodarstwie) posiadające przechowalnie. Skala produkcji surowca na cele przetwórcze oscyluje wokół 1mln ton rocznie.

### **Uprawa ziemniaka skrobiowego dla krochmalnictwa**

Zasadniczą ideą tej technologii jest uzyskanie maksymalnego plonu skrobi z jednostki powierzchni, a wszystkie stosowane zabiegi agrotechniczne w połączeniu z właściwościami odmian skrobiowych ziemniaka mają za zadanie podnieść zawartość skrobi w bulwach i uzyskać wysoki plon ogólny bulw na poziomie 35-60 t/ha. Wielkość i wygląd zewnętrzny bulw nie odgrywa w tym kierunku produkcji większego znaczenia. Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka odmian skrobiowych waha się od 16 do ponad 23%. Plon skrobi z ha zależny jest także od poziomu plonowania, ale w korzystnych warunkach waha się od 6 do ponad 10 ton. Odmiany skrobiowe ziemniaka należą do grupy odmian późniejszych. Coraz częściej hodowcy oferują także odmiany skrobiowe średnio-wczesne a nawet wczesne. Do odmian najpopularniejszych należą: Hinga, Inwestor, Jasia, Kuras, Rudawa, Skawa, Bzura, Sonda, Ikar, Zuzanna, Kuba, Rumpel, Pasat, Głada i Harpun. Z każdym rokiem następuje w kraju koncentracja produkcji surowca przeznaczonego dla krochmalnictwa.

### **Uprawa ziemniaka na własne potrzeby gospodarstw rolnych**

Tego typu uprawa ziemniaka odbywa się głównie w mniejszych gospodarstwach rolnych na bardzo małych arealach. Jej celem jest samozaopatrzenie w ziemniaki jadalne rodziny rolniczej, zagospodarowanie nadwyżki zbiorów w formie lokalnej sprzedaży rynkowej lub przeznaczenie ziemniaków na paszę dla zwierząt gospodarskich (trzoda, bydło, ptactwo domowe). Technologia uprawy ziemniaka może być bardzo różna, ale przeważa system niskonakładowy. Technologia ta oparta jest o wykorzystaniu odmian o najwyższej odporności na wszystkie występujące agrofagi ziemniaka (choroby i szkodniki) i o dużym potencjale gromadzenia plonu. Z reguły, plony ziemniaka w tych gospodarstwach są bardzo niskie i w dużym stopniu uzależnione od przebiegu pogody w okresie wegetacji. Z uwagi na niski poziom stosowania ochrony plantacji przed chorobami oraz stosowanie sadzeniaków z własnych rozmnożeń, plony nie przekraczają 20 t/ha. Niestety gospodarstw z tego typu produkcją ziemniaka jest w Polsce najwięcej. Mieszczą się one w grupie poniżej 1ha uprawy ziemniaka. Ich koncentracja dotyczy rejonów południowej, południowo-wschodniej, wschodniej i centralnej części kraju.

### **Produkcja nasienna kwalifikowanych sadzeniaków**

W ramach tego kierunku można wyodrębnić następujące technologie produkcji:

- a) tradycyjna polowa produkcja kwalifikowanych sadzeniaków ziemniaka. Cechą tej technologii jest uzyskanie bardzo wysokiej zdrowotności bulw w zbieranym plonie (ziemniaki wolne od chorób wirusowych i grzybowych) oraz uzyskanie wysokiego współczynnika rozmnożenia (bulwy drobne o średnicy 35-55 mm). Plantacje nasienne są bardzo trudne w prowadzeniu, bardzo kosztowne i obciążone wysokim ryzykiem dyskwalifikacji przez służby fitosanitarne kraju. Muszą być izolowane przestrzennie i szczególnie chronione przed zawleczeniem organizmów kwarantannowych z zewnątrz (np. nieuprawnione wchodzenie na plantację). Zbiór kwalifikowanego materiału sadzeniakowego odbywa się dość wcześnie po uprzednim zniszczeniu łącin (przerwanie okresu wegetacji celem uzyskania odpowiedniego kalibrażu bulw i zachowania ich wysokiej zdrowotności). Polowa produkcja nasienna ziemniaka zlokalizowana jest w kraju w najzdrowszych regionach (północne regiony oraz dawne rejony tzw. zamknięte o najniższej presji infekcyjnej mszyc – wektorów chorób wirusowych. Od kilku już lat całkowita powierzchnia plantacji nasiennych ziemniaka w kraju nie przekracza 5 tys.ha, a zbiory

kwalifikowanych sadzeniaków nie przekraczają 100 tys.ton. Znaczący jest coroczny import sadzeniaków ziemniaka krajów UE (głównie z Niemiec i Holandii),

- b) szklarniowa (pod osłonami) produkcja minibułw ziemniaka prowadzona w obiektach zamkniętych, niedostępna dla obcych osób,
- c) laboratoryjna produkcja mikrobułw ziemniaka prowadzona w izolowanych, niedostępnych dla osób trzecich zamkniętych pomieszczeniach.

Produkcja kwalifikowanych sadzeniaków powinna być i jest prowadzona przez wybitnych rolników - profesjonalistów z zakresu nasiennictwa.

### **Ziemniak dla gorzelnictwa**

Generalnie nie prowadzi się obecnie w kraju specjalistycznej uprawy ziemniaka dla gorzelnictwa. Na ten cel wykorzystuje się ziemniaki najgorszej jakości, które nie kwalifikują się do sprzedaży na rynek ziemniaka jadalnego czy dla przetwórstwa spożywczego. W okresie wysokiej skali produkcji ziemniaka w Polsce w latach 60. i 70. ubiegłego wieku funkcjonowało w Polsce około 900 gorzeln rolniczych zlokalizowanych w majątkach rolniczych, które wykorzystywały nadwyżki rynkowe zbiorów ziemniaka. Aktualnie funkcjonuje w kraju kilkadziesiąt gorzeln rolniczych, ale podstawowym surowcem do przerobu na spirytus są zboża, kukurydza oraz melasa. Tylko niektóre gorzelnie rolnicze wykorzystują ziemniaki do produkcji spirytusu. Skala przerobu ziemniaka w gorzelniach systematycznie spada i wynosi obecnie poniżej 100 tys.ton rocznie. Dzieje się tak z powodu małej konkurencyjności ziemniaka, jako zbyt drogiego surowca do przetwarzania na spirytus. Gdyby gorzelnie rolnicze przetwarzały ziemniaki odmian skrobiowych na spirytus, kalkulacja ekonomiczna zdecydowanie poprawiłaby pozycję ziemniaka wśród surowców dla gorzelnictwa. Uprawa ziemniaka skrobiowego na potrzeby gorzelnictwa przy uzyskiwaniu wysokich plonów byłaby pożądana. Z jednego ha uprawy odmian skrobiowych można uzyskać w gorzelnictwie nawet 7 tys.l spirytusu surowego. Jest to jedna z najwyższych wydajności wśród roślin rolniczych do potencjalnego wykorzystania w odnawialnych źródłach energii. Warto zwrócić także uwagę na wysoką jakość spirytusu ziemniaczanego określanego od 1918 roku jako luksusowego, przewyższającego

czystością spirytus wyborowy wytwarzany ze zbóż oraz spirytus zwykły wytwarzany z melasy. Ten fakt wykorzystują niektóre firmy produkujące alkohole markowe.

### **Podsumowanie**

Ziemniak w produkcji (uprawie i przechowywaniu) jest gatunkiem bardzo trudnym i kosztownym i dlatego też trwa proces redukcji i koncentracji jego arealu w Polsce. Proces taki jest z wielu powodów bardzo niekorzystny dla całego rolnictwa i dla wielu gałęzi przetwórczych oraz gospodarki paszowej. Ziemniak dostarcza bardzo wartościowy (najwyższej jakości) surowiec dla przetwórstwa ale z uwagi na niską konkurencyjność ekonomiczną przegrywa z innymi gatunkami roślin rolniczych (kukurydza, zboża, rzepak). Ziemniak będzie w przyszłości doceniony, jeśli bardziej doceniać się będzie jednostkową produktywność uzyskiwaną z jednostki powierzchni oraz jakość technologiczną surowca przetwarzanego.

# V. ASPEKTY PRAKTYCZNE PRAC BADAWCZYCH REALIZOWANYCH W INSTYTUCIE HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN – PAŃSTWOWYM INSTYTUCIE BADAWCZYM

*dr hab. Grzegorz Żurek*

*Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*

*Państwowy Instytut Badawczy, Radzików, 05 – 870 Błonie*

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Państwowy Instytut Badawczy (IHAR-PIB) zajmuje się realizacją prac badawczych w dziedzinie hodowli i nasiennictwa rolniczych roślin uprawnych. Główne cele działalności to: tworzenie i wykorzystanie postępu biologicznego w hodowli roślin uprawnych, opracowanie nowych elementów technologii produkcji roślin oleistych i korzeniowych oraz przechowalnictwa ziemniaków, gromadzenie i utrzymywanie w stanie żywym zasobów genowych roślin, wytwarzanie materiałów wyjściowych do hodowli twórczej roślin rolniczych. Oprócz tego IHAR-PIB prowadzi prace wdrożeniowe, upowszechnieniowe, normalizacyjne i unifikacyjne w powyższym zakresie. W obszarze zainteresowania pracowników Instytutu znajduje się zdecydowana większość roślin uprawnych z wyłączeniem roślin sadowniczych, ogrodniczych, grzybów oraz roślin zielarskich i włóknistych.

Niezbędnym elementem działalności Instytutu, będącym swego rodzaju ukoronowaniem prac badawczych, jest transfer wyników badań na zastosowania praktyczne w działalności rolniczej bądź w pracach hodowlanych.

Przykładami prac adresowanych do zastosowania praktycznego (produkcja rolnicza, przetwórstwo itp.) mogą być: opracowanie i wdrożenie metody chemicznej inaktywacji *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, sprawcy bakteriozy pierścieniowej ziemniaka, na powierzchni różnych materiałów w warunkach zróżnicowanej temperatury i wilgotności, czy też opracowanie i wdrożenie metody ograniczenia zageszczenia w glebie populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*), organizmu kwarantannowego, w następstwie uprawy gorczyicy białej. Dzięki aktywności



pracowników IHAR-PIB dokonano wdrożenia do produkcji pierwszej krajowej odmiany trawy dedykowanej na cele energetyczne - odmiany „Bamar” perzu energetycznego.

Z kolei w zakresie prac wdrażanych w działalności hodowlanej można wymienić: wdrożenie nowej technologii hodowli odmian rzepaku ozimego opartej o linie podwojonych haploidów (DH) oraz otrzymanie tą metodą pierwszej w Polsce odmiany, wdrożenie do praktyki metody hodowli odmian mieszańcowych zrestorowanych rzepaku ozimego wspomaganą markerami molekularnymi czy opracowanie i wdrożenie metody podwojonych haploidów pszenżyta. Wymienione wdrożenia zostały nagrodzone Nagrodami Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Bardzo duże znaczenie w praktyce hodowlanej mają również wyniki badań z wykorzystaniem markerów molekularnych jak np. selekcja form odpornych na wirusa S ziemniaka z genem Ns, zmapowanie nowych genów odporności na wirusa Y, opracowanie markerów selekcyjnych genów Ny-1, Ny-2, opracowanie metody selekcji ziemniaków odpornych na zarazę ziemniaka z genem Rpi-phu 1 czy zmapowanie locus odporności na zarazę ziemniaka w odmianach Sarpo i Mira.

# **VI. OPRACOWANIE TECHNOLOGII PRZETWARZANIA ODPADÓW POPIECZARKOWYCH NA NAWÓZ ORGANICZNY I NAWOZY ORGANICZNO-MINERALNE**

*dr hab. Wojciech Stępień*

*Zakład Chemii Rolnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,  
Warszawa*

Celem badań było zagospodarowanie odpadów popieczarkowych w formie: nawozu organicznego dla gospodarstw rolniczych, nawozów organiczno-mineralnych o różnej zawartości składników przystosowanych dla różnych upraw, podłoża dla ogrodnictwa i ogrodów przydomowych. Badania dotyczące technologii kompostowania i wytwarzania nawozów organiczno-mineralnych były przeprowadzone w Wydziałowej Stacji Doświadczalnej w Skierniewicach. Uzyskane wyniki trzyletnich badań wskazują, że zużyte podłoże po uprawie pieczarek ze względu na skład chemiczny i walory nawozowe może być wykorzystane do nawożenia roślin uprawnych. Obecne w podłożu pieczarkowym składniki nie tworzą zagrożeń dla środowiska rolniczego. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że jego działanie i zachowanie w środowisku glebowym jest porównywalne do obornika. Zużyte podłoże pieczarkowe może być zastosowane do celów nawozowych bezpośrednio, jako materiał świeży. Najczęściej jednak ze względów na rolnicze terminy agrotechniczne surowiec ten wymaga przechowywania, co wymaga zastosowania odpowiedniej techniki kompostowania w celu ograniczenia strat azotu, którego emisja może zagrażać środowisku. Obok celów badawczych, które realizowano w projekcie, uzyskane wyniki pozwoliły na uzyskanie następujących efektów o charakterze praktycznym; opracowano siedem projektów technologicznych, w formie kart technologicznych, które zawierają opisy technologii przetwarzania odpadów popieczarkowych na nawozy, w formie gotowej do wykorzystania przez producentów, złożono dwa wnioski patentowe dotyczące sposobu przetwarzania odpadów popieczarkowych na nawozy: nawóz poprawiający właściwości gleby na bazie zużytego podłoża popieczarkowego, oraz na sposób wytwarzania granulowanego nawozu organicznego i organiczno-mineralnego z produktów uzyskanych w wyniku procesu kompostowania odpadowego podłoża popieczarkowego.

## **Niskonakładowy i bezpieczny dla środowiska system nawożenia i siewu kukurydzy. AZOMAIS.**

Celem praktycznym projektu jest opracowanie nowej, niskonakładowej technologii produkcji kukurydzy z przeznaczeniem na ziarno i kiszonkę wraz z dostarczeniem specjalistycznego nawozu UreaPhoS(Micro) oraz wyposażeniem w agregat uprawowo-siewny MaisKomb do równoczesnego wysiewu nasion kukurydzy i nawozu specjalistycznego.

W projekcie założono monokulturową uprawę kukurydzy, z pozostawianiem na polu rozdrobnionych resztek pozbiorowych w formie mulczu, punktowy siew bezpośredni nasion oraz rzędowe i wgłębne stosowanie granulowanego nawozu specjalistycznego NPS(M) o roboczej nazwie UreaPho(Micro). Pozostawianie mulczu, zwłaszcza z kukurydzy ziarnowej, ma znaczenie ochronne przed erozją i niszczeniem struktury roli oraz częściowo regeneruje zawartość glebowej materii organicznej SOM. Rzędowe (w formie granul) i wgłębne (w formie supergranul) stosowanie nawozu UreaPhoS(Micro) o nieco spowolnionym działaniu zmniejsza rozmiar strat azotu poprzez ułatwienie amoniaku i wymywanie azotanów oraz tym samym zwiększa wykorzystanie azotu przez kukurydzę. Do łącznego wysiewu nasion i nawozu (na obydwie głębokości równocześnie) opracowany został model siewnika kombinowanego pod wstępnie zaproponowaną nazwą MaisKomb. Dzięki temu korzenie przybyszowe (tak zwane podporowe) będą mogły wrastać pionowo w głębsze, lepiej uwilgotnione warstwy gleby gdzie zostaną umieszczone supergranule nawozu UreaPhoS(Micro). Może to mieć znaczenie w uprawie perspektywicznych odmian kukurydzy, które będą hodowane również pod kątem bardziej zwartego i głębiej sięgającego do gleby systemu korzeniowego, przypominającego korzeń palowy. Tym samym proponowany system uprawy ogranicza zagrożenia środowiskowe wynikające z monokulturowej uprawy kukurydzy.

## **VII. WYKORZYSTANIE FITOSANITARNYCH MIĘDZYPLONÓW ORAZ TECHNIK POPRAWIAJĄCYCH EFEKTYWNOŚĆ NAWOŻENIA MINERALNEGO W SYSTEMACH UPRAWY BURAKA CUKROWEGO**

*dr hab. Mirosław Nowakowski  
IHAR-PIB Oddział Bydgoszcz*

W integrowanej produkcji i ochronie buraka cukrowego międzyplony odgrywają ważną rolę, jako zielony nawóz (uprawa tradycyjna) lub mulcz (uprawa konserwująca). Gorczyca biała jest najchętniej wysiewana w międzyplonie, gdyż charakteryzuje się szybkim wzrostem, wiernym plonowaniem i odpornością na suszę. Opóźnia ona rozwój chwastów (allelopatia), a wiele jej odmian (Bamberka, Bardena, Barka, Concerta, Dara, Maryna, Metex, Radena, Rota, Sirola, Tango, Warta) ogranicza o 30-40% liczebność mątwika burakowego w glebie. Bardzo skuteczne działanie antymątwikowe stwierdzono również po uprawie niektórych odmian rzodkwi oleistej (Adagio, Colonel, Pegletta i Romesa). Badania IHAR-PIB wykazały ponadto zahamowanie rozwoju populacji mątwika w następstwie uprawy facelii błękitnej. Dłuższy okres wegetacji gorzycy i rzodkwi oraz nawożenie NK sprzyja lepszemu odmątwiczeniu pola. Do wczesnego siewu należy wybierać późno kwitnące odmiany (Sirola, Metex), gdyż w ten sposób można spowolnić proces dojrzewania gorzycy, objawiający się drewnieniem łodyg oraz zawiązywaniem i osypywaniem nasion. Najkorzystniej jest wysiewać międzyplon od 2. dekady sierpnia do połowy września. Gorczyca wysiana w tym terminie osiąga zwykle ok. 30-60 cm wysokości, a jej łodygi po wystąpieniu minusowych temperatur więdną i okrywają rolę organiczną warstwą (mulcz), która łatwo daje się wymieszać agregatem uprawowym z glebą, stwarzając warunki do siewu buraka standardowym siewnikiem. Niekiedy mulcz pozostawia się na polu aż do momentu siewu buraka i wówczas konieczne jest użycie siewnika wyposażonego w kroje tarczowe, tnące masę organiczną celem przygotowania miejsc do wysiewu nasion. Rośliny międzyplonu pozostawione na polu aż do wiosny, chronią glebę przed erozją wietrzną i wodną, wymywaniem składników pokarmowych oraz ograniczają rozwój wielu szkodliwych mikroorganizmów

(m. in. *Rhizoctonia solani*, *Plasmodiophora brassicae*) i zatrzymują znaczną część wody pochodzącej z opadów. Ich korzenie skutecznie regenerują strukturę gleby i podglebia. Wieloletnie doświadczenia IHAR-PIB w Bydgoszczy wykazały, że w porównywalnych ilościach biomasy do średniej dawki obornika, czyli w plonie 30 t z ha gorczyca białej lub facelii błękitnej, bądź też w 40 t z ha rzodkwi oleistej mogą być nagromadzone znaczne ilości makroskładników: 70-100 kg N, 15-30 kg P i 120-160 kg K. Po wymieszaniu z glebą biomasa międzyplonu ulega szybkiej mineralizacji, a zawarte w niej składniki pokarmowe stają się dostępne dla rośliny następczej.

Z uwagi na wyjątkowo duże znaczenie plonotwórcze oraz ekonomiczne i środowiskowe nawożenia, zintensyfikowane zostały badania nad poprawieniem efektywności wykorzystania wprowadzanych do gleby składników pokarmowych oraz zredukowaniem dawek nawozów w uprawie buraka. Tematem badań w IHAR-PIB w Bydgoszczy stały się nowe rozwiązania w technice nawożenia, a zwłaszcza nawożenie zlokalizowane. Polega ono na wprowadzeniu nawozu do gleby, w bliskiej odległości od korzenia. Znaczna, lokalna koncentracja składników mineralnych w glebie umożliwia roślinie łatwe i szybkie ich pobieranie, ze zmniejszonym nakładem energetycznym na rozbudowę systemu korzeni bocznych, co jest bardzo korzystnym zjawiskiem. Z różnych form nawożenia zlokalizowanego największe uznanie w praktyce rolniczej znalazło nawożenie rzędowe, czyli wgłębne, liniowe stosowanie nawozu, w pobliżu rzędu z nasionami (korzeniami). Aby technologia ta mogła w pełni wykazać swoje walory, konieczne jest zamontowanie aplikatora nawozowego na siewniku rzędowym. Jeden przejazd po polu oznaczać będzie wówczas wysiew nasion i równoczesne ułożenie obok nich nawozów. Takie rozwiązanie poprawia efektywność działania NPK w uprawie roślin z szeroką rozstawą rzędów i obniża istotnie koszty nawożenia.

Nawożenie rzędowe powinno być preferowane w stosunku do nawożenia tradycyjnego w przypadku:

- uprawy roślin z szeroką rozstawą rzędów (burak, cykorja, kukurydza i ziemniak) i uprawy roślin o początkowym wolnym tempie wzrostu korzeni (burak i kukurydza),
- stosowania dużych dawek nawozów na wiosnę (potas) lub tzw. startowych dawek,
- gleby o niskiej zasobności w przyswajalne formy składników lub silnie uwsteczniającej fosfor i potas,
- terenu z częstym występowaniem suszy atmosferycznej lub chronionego pod względem ekologicznym (ujęcia wody).

Podstawowe zalety nawożenia rzędowego stosowanego w uprawie buraka cukrowego:

- zaoszczędzenie ok. 30% dawki N i P wynikające z efektywniejszego wykorzystania składników nawozowych (saletra amonowa, superfosfat potrójny granulowany),
- w nawożeniu rzędowym – wykorzystanie składników: 50-70%, a nawożeniu całopowierzchniowym – 30-50%,
- mniejsze zagrożenie zanieczyszczeniem wód,
- dwa przejazdy mniej po polu (bez nawożenia przedsięwziętego i pogłównego N) w następstwie jednoczesnego siewu i nawożenia; lepszy stan struktury gleby,
- nie stwarza zagrożenia dla wschodów, przyspiesza wzrost siewek (szybsze zakrycie międzyrzędzi, zahamowanie rozwoju chwastów),
- istotny wzrost technologicznego plonu cukru związany ze zwiększeniem zawartości cukru i zmniejszeniem zawartości melasotworów.

Nawożenie rzędowe – startowe polega ono na umieszczeniu w rzędzie razem z nasionami buraka niewielkich (20-30 kg), startowych ilości nawozu NP z mikroskładnikami, w postaci mikrogranulatu. W kraju są dostępne dwa tego typu nawozy dla buraka: Physio-Start i Microstar PZ. Z badań IHAR-PIB wynika, że przyczyniają się one do pozytywnych efektów plonotwórczych. Nawożenie rzędowe azotem wykorzystywane jest także w trakcie realizacji niskonakładowej uprawy pasowej (Strip-Till), która umożliwia poczynienie istotnych oszczędności w zakresie uprawy roli i nawożenia w produkcji buraka cukrowego.

Drugą techniką nawożenia, znaną już dobrze w praktyce rolniczej i sprzyjającą bardzo efektywnemu wykorzystaniu makro i mikroskładników nawozowych, jest dolistne dokarmianie roślin, w tym zwłaszcza buraka cukrowego, który wyróżnia się dużą powierzchnią liści. Badania Oddziału IHAR-PIB w Bydgoszczy wykazały istotne pozytywne efekty w zawartości cukru, melasotworów i zarazem w technologicznym plonie cukru, w następstwie dolistnego nawożenia mikroskładnikami B-Mn-Zn-Cu-Mo oraz magnezem, w trakcie bezobornikowej uprawy buraka cukrowego.

Nawożenie dolistne powinno być stosowane w warunkach:

- uprawy bezobornikowej,
- pojawienia się na roślinach objawów niedoboru mikro i makroskładników,
- wystąpienia suszy lub stwierdzenia kwaśnego odczynu gleby.

# **VIII. INNOWACYJNE NARZĘDZIA WSPOMAGANIA DECYZJI W NAWADNIANIU UPRAW – SYSTEM ENORASIS ZAGADNIENIA KONFIGURACJI I UTRZYMANIA NOWOCZESNYCH KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI W ROLNICTWIE NA PRZYKŁADZIE SYSTEMU ENORASIS**

*dr inż. Rafał Wawer, dr hab. Jerzy Kozyra, mgr Artur Łopatka,  
dr hab. Mariusz Matyka  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa  
– Państwowy Instytut Badawczy*

## **Wstęp**

Na rynku istnieje wiele rozwiązań doradczych służących optymalizacji nawodnień w rolnictwie. Większość z dostępnych rozwiązań skupia się jednak na maksymalizacji plonu, nie uwzględniając ani rachunku ekonomicznego produkcji roślinnej ani oszczędności wody. Dlatego też konsorcjum projektu ENORASIS (ENvironmental Optimization of IRrigAtion Management with the Combined uSe and Integration of High PreciSlon Satellite Data, Advanced Modeling, Process Control and Business Innovation) uzyskało w roku 2012 finansowanie z 7 Programu Ramowego UE w ramach tematu Eko-Innowacja. Projekt ma na celu wdrożenie nowoczesnego, opartego o nowoczesne narzędzia informatyczne i telekomunikacyjne (ICT), systemu usług wspomagania decyzji (DSS) dla zrównoważonego nawadniania upraw. W projekcie ENORASIS, IUNG-PIB jest odpowiedzialny za szereg zadań, m.in. analizę systemową komponentów tworzonego systemu oraz organizację techniczną i naukową wdrożeń pilotażowych platformy ENORASIS w Polsce, Turcji, Serbii i na Cyprze.

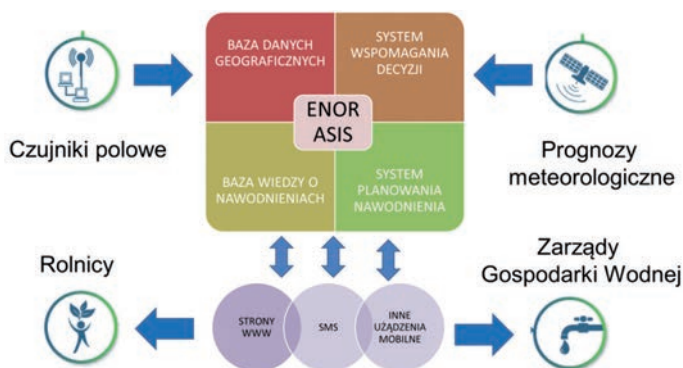
Tworzona platforma informatyczna ENORASIS ma za zadanie wspierać rol-

nika w podejmowaniu decyzji o tym, kiedy i ile nawadniać. Tworzony system informatyczny określa potrzeby nawodnienia upraw na podstawie modeli matematycznych z wykorzystaniem bieżących warunków meteorologicznych, zdjęć satelitarnych, prognozy pogody na kolejne dni oraz pomiarów wilgotności gleby pod uprawą. Informacja o terminie i dawce wody potrzebnej do nawodnienia jest przesyłana do rolnika przez sieć telefonii komórkowej za pomocą krótkiej wiadomości tekstowej (SMS), jest również dostępna po zalogowaniu się na stronach systemu ENORASIS w Internecie oraz w aplikacji na telefony komórkowe.

Nowością tworzonego Systemu jest wykorzystywanie bezprzewodowych sieci czujników wilgotności gleby, które przez sieć telefonii komórkowej przesyłają wyniki pomiarów wilgotności gleby do platformy ENORASIS. O tym, kiedy i ile nawadniać, może decydować rolnik na podstawie uzyskanych informacji, jednak system dostarcza również możliwość sterowania automatycznego z wykorzystaniem elektrozaworów współpracujących z siecią czujników wilgotności gleby.

### Architektura systemu

System realizuje potrzeby dwóch grup użytkowników końcowych: rolników oraz instytucji zarządzających wodą; zapewniając rolnikom informację, kiedy i ile nawadniać a zarządcom wód – jakie są prognozy zużycia wody w sektorze rolniczym, co pozwala lepiej zarządzać jej zasobami, zgodnie z zapisami Ramowej Dyrektywy Wodnej.



Rys 1. Schemat ideowy budowy systemu ENORASIS



System ENORASIS pobiera dane z czujników polowych oraz serwerów dostarczających prognozę pogody dla danego obszaru i określa na podstawie tych danych aktualny deficyt wody dla poszczególnej uprawy w danej lokalizacji (rys. 1). Deficyt ten stanowi podstawę do dalszych wyliczeń, uwzględniających optymalizację ekonomiczną produkcji. Wynikiem działania modułu systemu wspomaganie decyzji (DSS) jest plan nawodnieniowy na najbliższy dzień, uwzględniający prognozę pogody (opad i parowanie) na następne 3 dni.

System jest oparty o rozległą bazę danych charakterystyk:

- Roślin uprawnych;
- Gleb;
- Systemów nawodnieniowych.

Implementacja Systemu oparta została o architekturę usług (SOA), realizowanych przez serwery:

- Pośredniczące w transferze danych, zbierające dane od bezprzewodowych sieci czujników, wysyłanych via GPRS;
- Wykonujące prognozę pogody na bazie Weather Research & Forecasting model. Serwery zlokalizowane są w Niemczech, Francji i Grecji, każdy realizuje prognozę inną konfiguracją modelu prognostycznego;
- Serwer SUPSI SOS, stanowiący implementację Open Source otwartego standardu OGC Sensor Obserwator Service (OGC SOS), który pobiera dane ze wszystkich serwerów pośredniczących, przekształcając je do jednego formatu zgodnego ze standardem OGC SOS;
- Serwer realizujący rozbudowany moduł Systemu Wspierania Decyzji, zlokalizowany w Rumunii;
- Serwer udostępniający aplikację GIS dla doradców rolniczych <http://gis.enorasis.eu/>
- Serwer udostępniający środowiska użytkownika [www http://app.enorasis.eu](http://app.enorasis.eu)
- Serwer udostępniający środowisko użytkownika w wersji mobilnej na system Android.

### **Algorytmy decyzyjne**

System wspomaganie decyzji dotyczących nawadniania ułatwia rolnikowi decydowanie w dwu kwestiach: czasie, w którym należy nawadniać oraz ilości wody, którą należy zużyć w pojedynczym nawodnieniu. Obie te decyzje są ze sobą powiązane a mianowicie im nawodnienia są częstsze tym zuży-

wana w każdym z nich ilość wody powinna być mniejsza. Odpowiedź na pytanie, którą ze strategii nawadniania wybrać: nawadniać często i mało czy nawadniać rzadko i dużo, jest trudna. Gleba ma zdolność zatrzymywania wody, która jest tym większa im więcej jest w niej cząstek drobnoziarnistych i próchnicy. Gleby piaszczyste zatrzymują niewiele wody a przy tym woda przesącza się przez nie szybko wymywając składniki pokarmowe. Gleby gliniaste zatrzymują dużo wody, lecz wsiąka ona w nie wolno. Maksymalną ilość wody użytecznej dla roślin AW (Available Water) równoważną opadowi w [mm], jaką może pomieścić gleba w strefie zasięgu korzeni roślin uprawnych określają trzy parametry: głębokość strefy korzeniowej roślin RD (Root Depth) wyrażona w [mm], połowa pojemności wodna FC (Field Capacity), czyli wilgotność wyrażona w [%], powyżej której każda dodatkowa ilość wody odpływa z gleby, ponieważ nie wiążą ją siły kapilarne, oraz wyrażona w [%] wilgotność punktu trwałego wędnięcia WP (Wilting Point), poniżej której woda jest związana siłami kapilarnymi tak dużymi że siła ssąca korzeni nie jest w stanie ich pokonać:

$$AW[mm] = RD[mm] * (FC[\%]-WP[\%]) / 100$$

Częste i małe nawodnienia mają, więc tą, że w przypadku roślin płytko ukorzenionych lub na glebach piaszczystych o małej pojemności wodnej AW, nie stwarzają ryzyka strat wody w wyniku odpływu w głąb poza zasięg korzeni roślin. Na glebach gliniastych o dużej pojemności wodnej AW, w szczególności nachylonych małe dawki nawodnieniowe ograniczają ryzyko spływu powierzchniowego. Nawadnianie małymi ilościami wody pozwala ograniczyć ilość zużywanej do nawodnień poprzez pełniejsze wykorzystanie wody pochodzącej z opadów. Częste nawadnianie zwłaszcza, gdy nie jest w pełni zautomatyzowane jest jednak czasochłonne, bardziej energochłonne a w sytuacjach ograniczeń w dostępie do wody może stwarzać poważne ryzyko wyczerpania zasobów wody dostępnej AW dla roślin w glebie i w efekcie spadku plonów. Dlatego wybór strategii nawadniania zależy od posiadanego systemu nawodnień, jego energochłonności, stopnia automatyzacji, ciągłości dostępu do wody dla nawodnień, cen wody i energii w stosunku do przychodu z plonów, zasięgu korzeni roślin, rodzaju gleb i ukształtowania terenu. System wspomaganie decyzji DSS (Decision Support System) opracowany w ramach projektu ENORASIS pozwala na wybór dwu trybów nawodnień korespondujących z opisanymi powyżej strategiami. Tryb pierwszy ustawiony w systemie, jako wybór domyślny to wariant

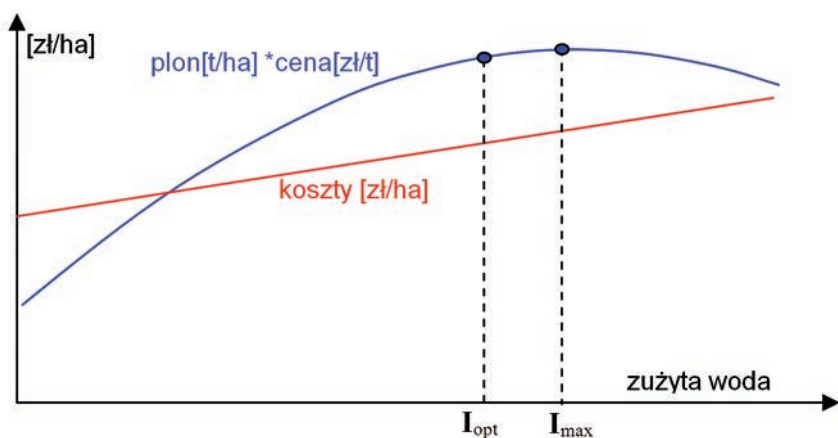
popularnego, klasycznego modelu nawodnień CROPWAT. Model ten został opracowany i jest udostępniany nieodpłatnie przez FAO (Food Agricultural Organization). Model CROPWAT jest oparty na zasadzie uzupełniania ilości wody w glebie do poziomu połowej pojemności wodnej FC w dniu, w którym wilgotność spadła do poziomu, poniżej którego rozpoczyna się redukcja plonów. Poziom wilgotności [%], od którego zaczyna się redukcja plonów dla większości roślin uprawnych można w przybliżeniu określić, jako średnią z połowej pojemności wodnej FC i punktu trwałego wędnięcia WP. Ilość wody **I** określona w [mm], jaką należy zużyć w jednorazowym nawodnieniu może być, więc w przybliżeniu wyliczona ze wzoru:

$$I [mm] = RD[mm] * (FC[%] - 0,5 * (FC[%] + WP[%]) / 100) = 0,5 * AW[mm]$$

Przykładowo przyjmując parametry typowe dla piasków gliniastych: FC=15[%], WP=5[%] i dla korzeni większości roślin: RD=500[mm] uzyskujemy AW=50[mm] i typową ilość wody zużywaną w jednym nawodnieniu: I25[mm]. Zważywszy, że w warunkach klimatycznych Polski ewapotranspiracja ET czyli łączne parowanie wody z gleby oraz z roślin w szczycie sezonu wegetacyjnego w słoneczne, ciepłe dni wynosi około 5[mm/dzień] nawodnienia w tym trybie w tym okresie będą musiały być ponawiane mniej więcej co 5 dni. System określa codziennie wilgotność gleby w strefie korzeniowej roślin w oparciu o odczyty z umieszczonego w niej czujnika wilgotności. W przypadku awarii czujnika system działa dalej poprawnie obliczając wilgotność gleby SM [mm] w oparciu o dane z najbliższych stacji meteorologicznych dotyczące opadów P [mm] oraz innych parametrów takich jak maksymalna i minimalna temperatura powietrza, wilgotność powietrza, usłonecznienie czy prędkość wiatru, które są niezbędne do określenia wysokości ewapotranspiracji rzeczywistej ET[mm] metodą określaną, jako FAO56. W metodzie FAO56 ewapotranspiracja rzeczywista ET jest obliczana, jako iloczyn zależnej tylko od parametrów meteorologicznych ewapotranspiracji potencjalnej ET0 oraz dwu czynników korygujących. Pierwszy czynnik korygujący związany jest ze stopniem rozwoju rośliny w danej chwili a drugi z wilgotnością gleby w strefie korzeniowej. Inną cechą systemu opracowanego w projekcie ENORASIS jest ograniczenie zużycia wody, ponieważ system ten obliczając zalecaną ilość wody do nawodnień uwzględnia prognozowane na 3 najbliższe dni opady i ewapotranspirację.

Tryb drugi nawodnień oferowany przez system to tzw. nawadnianie deficy-

towe (deficit irrigation), które polega na takiej optymalizacji zużycia wody, przy której zysk z produkcji jest maksymalny. Osiąga się to poprzez częste i niewielkie nawodnienia realizowane przy wilgotności gleby nieco niższej od poziomu wilgotności, przy którym zaczyna się redukcja plonów. Oznacza to, że plony uzyskane w tym trybie są niższe od plonów w wariacie pierwszym, jednak korzyść uzyskana w rezultacie ograniczenia kosztów zużycia wody i energii związanej z pracą urządzeń nawadniających przewyższa straty w przychodach z plonów. Idea takiego rozwiązania została przedstawiona na poniższym wykresie gdzie krzywa koloru niebieskiego obrazuje typową zależność przychodu (wpływ nawadniania na plon) od ilości wody zużytej do nawodnień a czerwona prosta obrazuje zależność kosztów od ilości zużytej do nawodnień wody. Jak widać optymalnym ekonomicznie rozwiązaniem, które sugeruje system jest nawadnianie ilością wody  $I_{opt}$  mniejszą od ilości  $I_{max}$ , która gwarantuje maksymalny plon.



Rys 2. Model ekonomicznej optymalizacji nawodnień w systemie ENORASIS

## Wdrożenia pilotażowe

Weryfikację przyjętych metod i poprawność funkcjonowania systemu ENORASIS mają zapewnić wdrożenia pilotażowe, w warunkach ścisłych doświadczeń poletkowych oraz warunkach pól produkcyjnych. Mając na uwadze zróżnicowanie warunków glebowo-klimatycznych w Europie oraz wynikających z nich potrzeb w zakresie nawadniania wdrożenia zlokalizowano w 4 krajach: Polsce, Serbii, Turcji i Cyprze (tab. 1).

Tabela 1. Lokalizacja i główne charakterystyki wdrożeń pilotażowych

Wyszczególnienie	Pilotaż 1		Pilotaż 2	Pilotaż 3		Pilotaż 4	Pilotaż 5
<i>Kraj</i>	<i>Polska</i>		<i>Polska</i>	<i>Serbia</i>		<i>Turcja</i>	<i>Cypr</i>
Roślina doświadczalna	Ziemniak	Kukurydza	Malina	Jabłoń (Breaburn)	Czerśnia (Burlat)	Kukurydza	Bawełna
Typ wdrożenia	Doświadczenie poletkowe		Pole produkcyjne	Pole produkcyjne		Doświadczenie poletkowe	Pole produkcyjne

Testowe obiekty pilotażowe wyposażono w bezprzewodową sieć czujników wilgotności gleby, automatyczną stację meteorologiczną oraz serwis numerycznych prognoz pogody przygotowywanych dla tych lokalizacji. Kontrola systemu nawadniania w obiektach pilotażowych możliwa była przez aplikację ENORASIS działającą w przeglądarce Internetowej oraz aplikację mobilną na telefony z systemem Android (rys. 3).



Rys 3. Implementacja pilotażowa systemu ENORASIS

Doświadczenia wdrożeniowe ENORASIS w Polsce zlokalizowano w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB w Grabowie (ziemniak i kukurydza; 2013 i 2014 rok) i gospodarstwie sadowniczym w okolicach Opola Lubelskiego (malina, 2014 rok). Obiekt doświadczalny w Grabowie założono w układzie losowanych podbloków (ang. *split plot*), w trzech powtórzeniach (rys. 4).

Łączna powierzchnia eksperymentu wynosiła 0,8 ha brutto, z czego powierzchnia netto 0,6 ha. Roślinami doświadczalnymi były ziemniaki konsumpcyjne i kukurydza uprawiana na ziarno. W schemacie doświadczenia uwzględniono obiekty: bez nawadniania, nawadnianie bez systemu wspomagania, nawadnianie przy pomocy systemu wspomagania decyzji. W doświadczeniu produkcyjnym w uprawie malin wydzielono do analiz jeden rząd roślin o długości 160 metrów.



Rys 4. Schemat doświadczenia poletkowego w Grabowie w 2013 r.

W trakcie prowadzenia wdrożeń pilotażowych gromadzono dane dotyczące:

- plonowania roślin [t/ha],
- cen zbytu ziemiopłodów [euro/t],
- zużycia wody [ $m^3$ /ha],
- kosztów wody [euro/ $m^3$ ],
- zużycia energii [kWh],
- kosztów energii [euro/kWh].

Zgromadzone dane posłużyły do skonstruowania wskaźników umożliwiających ocenę przydatności systemu wspomagania decyzji opracowanego w ramach projektu ENORASIS. Do tego celu wykorzystano następujące wskaźniki:

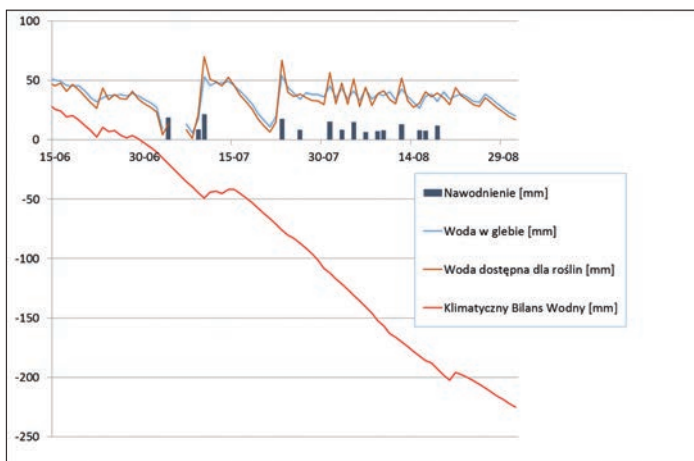
#### *Agro-środowiskowe*

- Zużycie wody na jednostkę plonu [ $m^3$ /t],
- Zużycie wody na jednostkę przyrostu plonu [ $m^3$ /t]

### *Ekonomiczne*

- Koszty zużycia wody na jednostkę plonu [euro/t],
- Koszty zużycia energii na jednostkę plonu [euro/t],
- Efektywność ekonomiczna nawadniania [euro/t],
- Wskaźniki jakości plonu.

Zasada działania systemu ENORASIS sprowadza się do utrzymywania odpowiedniego poziomu wilgotności gleby, który jest określony przez modele matematyczne zgodnie z przyjętymi ustawieniami systemu. Np. w 2013 roku w Grabowie wykonano 15 razy nawadnianie w celu utrzymania wilgotności gleby odpowiadającej zasobności 50 mm wody dostępnej dla roślin w glebie.(rys. 5).



*Rys 5. Wpływ nawadniania ENORASIS na dostępność wody dla kukurydzy w RZD Grabów*

W Grabowie w 2013 roku nawadnianie według systemu ENORASIS doprowadziło do wzrostu plonów kukurydzy o 61% a ziemniaka o 110% w porównaniu do obiektu bez nawadniania (tab. 2), przy niskich kosztach eksploatacyjnych systemu nawodnieniowego (tab.3). Nawadnianie pozwoliło na znaczne zwiększenie opłacalności uprawy badanych roślin. Wyniki doświadczenia polowego w Grabowie wskazują również, że zastosowanie nawadniania wpłynęło na poprawę jakości plonów badanych roślin (tab. 4 i 5). Zwiększył się udział suchej masy w kolbach kukurydzy oraz wzrosła masa tysiąca ziaren. W przypadku ziemniaka znacznie wzrósł udział plonu przeznaczanego na konsumpcje oraz zmniejszyło się porażenie przez choroby.

Tabela 2. Efektywność nawodnienia wg systemu ENORASIS w Grabowie (2013 r.)

Wskaźnik	Kukurydza			Ziemniak		
	Bez nawodnienia	ENO-RASIS	Różnica	Bez nawodnienia	ENO-RASIS	Różnica
Plon (t/ha)	6,9	10,6	3,7	38,0	79,8	41,8
Przychody (zł/ha)	4 498	6 947	2 449	28 883	72 349	43 466

Tabela 3. Zużycie wody i jej koszty oraz koszt zużytej energii w doświadczeniu ENORASIS w Grabowie (2013 r.)

Wskaźnik	Kukurydza	Ziemniak
Zużycie wody na jednostkę plonu (m <sup>3</sup> /t)	180,1	28,7
Koszty zużycia wody na jednostkę plonu (zł/t)	39,0	6,0
Koszty zużycia energii do nawadniania na jednostkę plonu (zł/t)	6,3	1,1



Tabela 4. Parametry jakościowe kukurydzy – doświadczenie w Grabowie (2013 r.)

<b>Pole</b>	<b>Powtórzenie</b>	<b>Sucha masa kolb (%)</b>	<b>Masa tysiąca ziaren (g)</b>
Nawadniane z systemem ENORASIS	I	65	300
	II	62	274
	III	67	308
	<i>średnia</i>	<b>65</b>	<b>294</b>
Nie nawadniane	I	62	272
	II	57	289
	III	59	266
	<i>średnia</i>	<b>59</b>	<b>276</b>

Tabela 5. Parametry jakościowe ziemniaka w doświadczeniu pilotażowym w Grabowie (2013 rok)

<b>Pole</b>	<b>Powtórzenie</b>	<b>Udział bulw przeznaczonych na konsumpcje [%]</b>	<b>Udział bulw porażonych przez choroby [%]</b>
Nawadniane z systemem ENORASIS	II/1	71	10
	II/2	68	10
	III/3	76	10
	III/3	72	15
	<i>średnia</i>	<b>72</b>	<b>11</b>
Nie nawadniane	II/1	42	32
	II/2	39	30
	III/3	59	30
	III/3	63	20
	<i>średnia</i>	<b>51</b>	<b>28</b>

# **IX. NOWE TENDENCJE W AGROTECHNICIE ROŚLIN UPRAWNYCH ORAZ ICH SKUTKI ŚRODOWISKOWE, PRZYRODNICZE I PRODUKCYJNO-EKONOMICZNE**

*dr hab. inż. Janusz Smagacz*

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut  
Badawczy w Puławach

Uprawa roli jest najstarszym elementem agrotechniki roślin uprawnych. Jednakże taki sposób przygotowania pola pod zasiew (płużna uprawa roli z odwracaniem skiby) jest najbardziej energochłonnym, a przez to i kosztownym elementem w produkcji roślinnej. Szacuje się, że pochłania ona, w zależności od gatunku uprawianej rośliny i warunków siedliskowych, od 30 do 60% całego nakładu paliwa zużywanego na produkcję danej rośliny, a jej udział w nakładach pracy waha się od 20 do 40%. Jednocześnie z uwagi na narastający w ostatnich latach w skali światowej deficyt energii oraz systematyczny wzrost cen podstawowych jej nośników w powiązaniu z względami ochrony środowiska przyrodniczego praktyka rolnicza poszukuje różnych sposobów jej modyfikacji i ograniczenia nakładów.

Podstawowym zadaniem uprawy roli jest stworzenie w glebie jak najkorzystniejszych warunków dla wzrostu i rozwoju roślin uprawnych. W przeszłości, tj. do momentu wprowadzenia przemysłowych środków produkcji do rolnictwa (sztuczne nawozy mineralne, środki ochrony roślin, w tym głównie herbicydy) uprawa roli była elementem agrotechniki o podstawowym znaczeniu dla wielkości i stabilności uzyskiwanych plonów roślin i sprowadzała się zasadniczo do:

- udostępniania składników pokarmowych dla roślin, w tym głównie azotu, w wyniku lepszego napowietrzenia gleby i szybszej mineralizacji resztek poźniwnych i glebowej substancji organicznej (próchnicy)
- ograniczenia zachwaszczenia, ponieważ był to jedyny i skuteczny sposób ich redukcji w produkcji polowej
- stworzeniu warunków do uzyskania szybkich i wyrównanych wschodów oraz ograniczaniu konkurencji dla uprawianej rośliny ze strony chwastów i samosiewów rośliny przedplonowej, szczególnie w początkowym okresie wzrostu.

Obecnie zadania uprawy roli uległy pewnemu przewartościowaniu i polegają głównie na:

- ograniczeniu nasilenia erozji wodnej i wietrznej,
- gromadzeniu wody w glebie i ograniczeniu bezproduktywnych jej strat,
- zwiększeniu biologicznej aktywności gleby,
- wymieszaniu z glebą resztek poźniwnych rośliny przedplonowej oraz nawozów naturalnych, organicznych i mineralnych,
- osiągnięciu optymalnego zagęszczenia poszczególnych warstw gleby z utrzymaniem płynnego przejścia pomiędzy warstwą orną i podorną oraz poprawa struktury gleby.

Należy też wspomnieć, że współczesne rolnictwo dysponuje już odpowiednimi środkami produkcji, które mogą w zdecydowany sposób kompensować wpływ uprawy roli na plonowanie roślin. Także dzięki znacznemu postępowi w technice rolniczej (dostępność maszyn i narzędzi umożliwiających precyzyjne umieszczenie nasion w glebie) znaczenie uprawy roli jest stosunkowo małe. W związku z tym w wielu krajach Europy Zachodniej, a także i w Polsce znacznie wzrosło zainteresowanie uproszczeniami w uprawie roli, które dość powszechnie stosuje się od szeregu lat w USA i Kanadzie oraz krajach Ameryki Południowej. Uproszczenia te dotyczą zarówno poźniwnej jak i podstawowej uprawy roli.

Do podstawowych celów i zadań wykonywanej w ten sposób uprawy należy:

- ograniczenie intensywności, głębokości i ilości zabiegów uprawowych w celu zmniejszenia tempa mineralizacji próchnicy,
- pozostawienie na powierzchni gleby resztek pozbiorowych rośliny przedplonowej lub międzyplonów w postaci mulczu w celu ochrony gleby przed erozją, poprawy jej struktury oraz przeciwdziałanie jej zaskorupianiu,
- wzrost zawartości substancji organicznej w glebie, zwiększenie jej biologicznej aktywności i zasiedlenia przez różnorodną faunę glebową (szczególnie przez dżdżownice),
- zmniejszenie przynajmniej o 20-30% nakładów na paliwo i robociznę.

W uprawie poźniwnej obecnie unika się stosowania pługów tzw. podorywkowych. Powszechnie uważa się, że funkcje i zadania uprawy poźniwnej lepiej spełniają agregaty złożone z kultywatorów o sztywnych łapach (tzw. grubery) wyposażonych w wały strunowe lub sekcje brony talerzowej. Do zasadniczych zalet tych agregatów należy:

- lepsze wymieszanie z glebą ścierni i słomy (pług układa je warstwowo)

oraz to, że w przypadku agregatów pewna część resztek pozbiorowych pozostaje na powierzchni gleby w formie mulczu, co sprzyja m.in. zmniejszeniu nasilenia erozji,

- mniejsze zużycie paliwa i większa wydajność pracy,
- mniejszy koszt narzędzia w porównaniu z pługiem,
- przygotowanie pola do siewu w jednym przejściu roboczym.

Rezygnacja z uprawy późniejszej doprowadza często do przesuszenia gleby, co przyczynia się do zwiększenia nakładów na przedsięwzięcie doprowadzenie roli i prowadzi niemal każdorazowo do wzrostu zachwaszczenia (szczególnie perzem), gorszych wschodów rośliny uprawnej, a w konsekwencji do spadku jej plonów.

W przypadku podstawowej uprawy roli rolnictwo dysponuje obecnie szeroką gamą maszyn i narzędzi przygotowujących rolę do siewu, w związku z tym uproszczenia mogą tu być znaczące. W gospodarstwach dużych, lepiej wyposażonych w sprzęt, wprowadza się tzw. bezorkowe systemy uprawy. Mogą to być np. zestawy uprawowo-siewne, które po uprzednim wykonaniu uprawy późniejszej umożliwiają wykonanie w jednym przejściu roboczym uprawy podstawowej i siewu. Na powierzchni gleby pozostaje wówczas sporo resztek późniejszych, co korzystnie wpływa na stan gleby.

W ostatnich latach upowszechnia się tzw. zachowawcza – konserwująca uprawa roli. Jest to taka koncepcja produkcji rolniczej, której głównym celem jest zachowanie naturalnych zasobów przyrody przy równoczesnym osiągnięciu zadowalających plonów. Uprawa ta bazuje na wspieraniu naturalnych procesów biologicznych w glebie. Wszelkiego rodzaju zabiegi uprawowe są zredukowane do niezbędnego minimum. Środki produkcji pochodzenia organicznego lub syntetycznego są w tym systemie uprawy w ten sposób stosowane, aby nie naruszać procesów odtwarzających życie biologiczne i naturalnej struktury gleby. Uprawę konserwującą określają trzy podstawowe cechy:

- długotrwała, znacznie ograniczona intensywność uprawy roli,
- całoroczne przykrycie powierzchni gleby resztkami późniejszymi, mulczem lub roślinami okrywowymi,
- znacznie zróżnicowane zmianowanie uwzględniające stosowanie międzyplonów.

Skrajnym sposobem uproszczenia uprawy jest siew bezpośredni, czyli siew w glebę nie uprawioną. Najczęściej przed przystąpieniem do siewu konieczne jest zastosowanie odpowiedniego herbicydu na bazie glifosatu niszczącego

samosiewy rośliny przedplonowej i chwasty. Poza tym ważnym elementem tej techniki siewu jest pozostawienie na powierzchni pola resztek pozbiorowych rośliny przedplonowej, jako mulczu. Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że siewy bezpośrednie powinny być preferowane:

- w terenach silnie erodowanych (erozja wodna i wietrzna),
- we wstępnym zagospodarowaniu pól odłogowanych,
- w gospodarstwach nastawionych na maksymalizację wydajności pracy,
- w tych ogniwach zmianowania, w których okres od zbioru przedplonu do wysiewu rośliny następczej jest zbyt krótki.

W celu skutecznej ochrony gleby przed erozją, wzrostu biologicznej jej aktywności oraz ograniczeniu wymywania azotanów powinno się wprowadzać mulczowanie gleby międzyplonami, które w przypadku uprawy roślin jarych można pozostawić do wiosny. W ten sposób wierzchnia warstwa gleby będzie praktycznie cały czas pod ochroną mulczu. Należy także zaznaczyć, że pod wpływem siewu bezpośredniego zachodzą pewne zmiany w chemicznych właściwościach gleby – wyraźna akumulacja substancji organicznej, fosforu i potasu w wierzchniej warstwie gleby (0-5 cm). Towarzyszy temu nieznaczne zakwaszenie, natomiast pewnemu zubożeniu w te składniki ulega głębsza warstwa gleby. Należy także liczyć się z konsekwencją większego nasilenia niektórych szkodników (ploniarka, nornice) oraz uciążliwych gatunków chwastów, jak miotła zbożowa, przytulia czepna, chwastnica jednostronna.

Należy stwierdzić, że stosowanie uproszczeń w uprawie roli wymaga dużej wiedzy fachowej z zakresu m.in. techniki uprawy (dobór odpowiednich narzędzi i maszyn uprawowych w gospodarstwie), ochrony roślin (np. kwestia nasilonego występowania uciążliwych gatunków chwastów), nawożenia przed-siewnego i pogłównego, itp. Uprawa uproszczona, bowiem to cały zespół działań i wzajemnych zależności, gdzie podjęcie jednych implikuje wprowadzenie innych zabiegów agrotechnicznych. Należy też liczyć się z pewnym obniżeniem plonowania roślin w pierwszym okresie wprowadzenia takiego systemu uprawy. Jednak już po pewnym czasie, tj. w kolejnych latach i rotacjach, wytworzy się nowy stan równowagi w siedlisku i spadki plonów nie będą się pogłębiać.

Jednocześnie mając na uwadze obniżenie kosztów produkcji roślinnej, głównie poprzez mniejsze zużycie paliwa oraz nakładów pracy ludzkiej, należy w najbliższych latach dążyć do zmniejszenia areалу uprawianego metodą klasyczną (płużną) przez wprowadzenie na większą skalę bezorkowych technik

uprawy. Dodatkowo w ostatnim czasie, w ramach koncepcji rozwoju rolnictwa zrównoważonego, upowszechnia się tzw. konserwująca (zachowawcza) uprawa roli, której celem jest ochrona środowiska przyrodniczego, wzrost żyzności gleby oraz racjonalne zmniejszenie nakładów bez wyraźnego ujemnego wpływu na plonowanie roślin. Energooszczędne techniki uprawy roli doskonale wpisują się w tę tematykę.

W związku z powyższym istnieje pilna potrzeba wdrożenia do szerokiej praktyki rolniczej uzyskanych dotychczas wyników badań naukowych oraz prac badawczo-rozwojowych nad produkcyjno-ekonomicznymi, energetycznymi oraz środowiskowymi konsekwencjami uproszczeń w uprawie roli. Proponowane rozwiązania charakteryzują się, bowiem wieloma zaletami. Ograniczenie ilości, głębokości i intensywności wykonywania zabiegów uprawowych może prowadzić do eliminowania procesów degradacji gleby, sprzyjać nagromadzeniu się próchnicy i poprawiać jej biologiczną aktywność. Pozostawienie resztek poźniwnych na powierzchni gleby może przyczynić się do zmniejszenia spływów powierzchniowych, zwiększenia retencji wodnej gleby, a tym samym – zmniejszenia ilości wody dopływającej do rzek (zmniejszenie zagrożenia powodziowego). Poza tym zmniejszenie intensywności uprawy powoduje spowolnienie rozkładu materii organicznej, zmniejszenie wydzielania CO<sub>2</sub>, a w konsekwencji ograniczenie efektu cieplarnianego.

Przeprowadzone przez IUNG prace badawczo-rozwojowe w zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych Polski wskazują też na korzyści finansowe takiego sposobu gospodarowania. Zmniejszają się nakłady energetyczne na produkcję roślinną – mniejsze zużycie paliwa oraz nakłady pracy ludzkiej, co zbliża nas wielkością uzyskanego parametru do nakładów ponoszonych na uprawę m.in. w krajach Europy Zachodniej – Francja, Niemcy.

Praktycznym osiągnięciem przeprowadzonych prac jest również wskazanie możliwości ograniczania degradacji środowiska rolniczego, a w szczególności gleb zagrożonych erozją wodną oraz wymywaniem składników pokarmowych (głównie związków azotu) do cieków wodnych i w głąb profilu glebowego. W wyniku zastosowania na szerszą skalę proponowanych rozwiązań technicznych i technologicznych rolnictwo w Polsce może w znacznym stopniu przyczynić się do ochrony rolniczej przestrzeni produkcyjnej oraz walorów ekologicznych przyrodniczo cennych obszarów krajobrazowych.

Wymiernym efektem przeprowadzonych prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych powinna być bez wątpienia kwestia dotycząca zastąpienia

dominującego w naszym rolnictwie tradycyjnego systemu uprawy płużnej nowymi, bezorkowymi technikami uprawy i wskazania szerokiej praktyce rolniczej na wiele korzyści płynących w następstwie wprowadzenia ekonomicznie uzasadnionych oraz ekologicznie bezpiecznych i sprzyjających poprawie środowiska przyrodniczego, przyjaznych technologii produkcji, dostosowanych do różnych warunków siedliska oraz poziomu agrotechniki. Dlatego dziś należy kierować się zasadą: *„zabiegów uprawowych powinno się stosować tak dużo jak to jest konieczne, aby stworzyć roślinie uprawnej korzystne warunki wzrostu i rozwoju, a zarazem tak mało, jak to jest możliwe.”*

# **X. IDENTYFIKACJA PATOGENÓW GRZYBOWYCH ROŚLIN Z WYKORZYSTANIEM METOD MOLEKULARNYCH**

*Agnieszka Pszczółkowska, Adam Okorski*  
Katedra Diagnostyki i Patofizjologii Roślin  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Identyfikacja patogenów grzybowych roślin ma kluczowe znaczenie dla wielu aspektów patologii, epidemiologii oraz ich ograniczania. W przypadku diagnostyki patogenów grzybowych z różnych gatunków roślin uprawnych wykorzystywane są metody klasyczne, immunologiczne oraz molekularne.

Metody klasyczne (mikroskopowe) oparte na morfologii oraz metody immunologiczne wymagają długiego czasu oczekiwania na wyniki, co w przypadku tych pierwszych związane jest z izolacją i hodowlą patogena na pożywkach. Metody molekularne oparte na polimorfizmie DNA przyspieszają i usprawniają identyfikację czynników patogenicznych, ponadto charakteryzują się wysoką specyficznością oraz dają możliwość identyfikacji patogena w fazie bezobjawowej. Metody molekularne zapewniają szybką i wiarygodną identyfikację grzybów z różnego rodzaju materiału roślinnego oraz żywności. Techniki oparte na analizach DNA (klasyczny PCR, Real-Time PCR, metody sekwencjonowania: Sangera oraz NGS) są szczególnie przydatne do identyfikacji wielu gatunków grzybów stanowiących poważne zagrożenie dla upraw rolniczych. Ponadto wiele patogenów roślin nie tylko zanieczyszcza surowce roślinne, ale także może być przyczyną syntezy mykotoksyn, groźnych dla zdrowia ludzi i zwierząt. Metody te są standardowymi procedurami stosowanymi przez EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) do wykrywania patogenów kwarantannowych w różnorodnym materiale roślinnym.

Metody wykorzystywane w identyfikacji patogenów będą odgrywały kluczową rolę w regulacjach prawnych dotyczących integrowanej ochrony roślin. Przepisy te zostały uprawomocnione odpowiednimi dokumentami Komisji Europejskiej (Art. 14 Dyrektywy 2009/128/WE oraz Rozporządzeniem nr 1107/2009 i Rozporządzeniem nr 546/2011 dotyczącymi integrowanej ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi) oraz krajowymi (Ustawa



z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. poz. 455), rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505) oraz rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505)). Powyższe regulacje prawne obowiązują od 1 stycznia 2014 roku i nakładają na podmioty prowadzące zorganizowaną produkcję roślinną obowiązek stosowania zabiegów ochronnych w oparciu o prawidłową diagnostykę występowania organizmów patogenicznych z uwzględnieniem progów szkodliwości.

# XI. ZNACZENIE AGROTECHNIKI W INTEGROWANEJ OCHRONIE RZEPAKU OZIMEGO (GŁÓWNE TEZY REFERATU)

*dr hab. Krzysztof J. Jankowski*

Katedra Agrotechnologii i Zarządzania Produkcją Roślinną  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

## **Wybrane czynniki plonotwórcze**

Do najważniejszych beznakładowych plonotwórczych czynników agrotechnicznych w uprawie rzepaku ozimego zaliczamy przede wszystkim właściwy termin siewu i następstwo roślin, natomiast do nakładowych – nawożenie mineralne.

W strukturze zasiewów na glebach dobrych województw północnych, rzepak zajmuje od 15 do nawet 25-30%. W konkretnym gospodarstwie za poziom bezpieczny fitosanitarnie przyjmuje się **wysycenie zmianowań** nie większe niż 25%, pozwalające na 3 letnią przerwę w uprawie. Jest kilka względów, dla których należy bezwzględnie przestrzegać uprawy rzepaku w maksymalnie 20-25% procentowym wysyceniu w zmianowaniu. Po pierwsze – ze względu na realne zagrożenie kiłą kapusty, która występuje w województwach (regionach) o tradycyjnie dużym udziale rzepaku w strukturze zasiewów, w stopniu określanym, jako epidemicznym (choroby tej nie można zniszczyć chemicznie). Na północy kraju kiła kapusty występuje już prawie na 50% pól przeznaczonych pod rzepak, stając się dużym problemem gospodarczym. Po drugie – ze względu na kompensację niektórych gatunków chwastów, głównie rumianowatych (kosztowne zwalczanie). Po trzecie - dlatego, że zagrożenie szkodnikami (szczególnie chowaczem brukwiaczką i pryszczarką kapustnikiem) takich plantacji jest znacznie większe, a ochrona oczywiście droższa. Po czwarte - na takich plantacjach występuje bardzo duża ilość samosiewów przekrzyżowanych ze sobą i z chwastami (tzw. chwastów fakultatywnych), które krzyżując się z roślinami uprawnymi podwyższają w ich nasionach zawartość kwasu erukowego i glukozyzolanów (GLS) oraz mogą być źródłem rozwoju kiły kapusty.

Warto zwrócić uwagę, iż uprawa roślin kapusty (rzepak, gorczyca) w poplo-

nach ozimych przez gospodarstwa specjalizujące się w uprawie rzepaku nasila zagrożenie ze strony sprawców chorób grzybowych oraz kiły kapustnych. Niestety w praktyce rolniczej główną rośliną poplonową jest gorczyca biała (roślina odznaczająca się większą wrażliwością na kiłę kapusty niż rzepak). Z przyrodniczego i ekonomicznego punktu widzenia uprawa rzepaku w większym niż przyrodniczo-optimalnym (20-25%) udziale w strukturze zasiewów jest poważnym błędem. Reasumując – dobór przedplonu (szerzej zmianowanie) jest jednym z ważniejszych beznakładowych ogniw technologii produkcji nasion rzepaku ozimego, a jednocześnie głównym sposobem ograniczenia presji agrofagów.

Głównym wyznacznikiem wartości użytkowo-rolniczej **odmian** rzepaku ozimego jest wysokość i jakość plonu nasion. Niemniej jednak w integrowanej technologii produkcji winno uwzględniać się dodatkowe cechy, w tym: (i) ułatwiające organizację pracy (wczesność odmiany, odporność na wyleganie), odporność na choroby oraz zimotrwałość. Wykorzystanie (uprawa) nowych odmian umożliwi producentowi korzystanie z postępu biologicznego, który te odmiany wnoszą. Postęp przejawia się głównie w bardzo dużym potencjale plonowania (średnio rocznie ok. 80 kg nasiona z 1 ha). Efekt prac hodowlanych w zakresie odporności odmian na podstawowe choroby jest widoczny, aczkolwiek zdecydowanie niewystarczający. Tylko w przypadku kiły kapusty hodowla odpornościowa rzepaku ozimego odniosła sukces. W krajach UE status odmian odpornych na podstawowe patogeny kiły kapusty posiada mniej niż 10 odmian (na ponad 1000 zarejestrowanych).

**Termin siewu** ma być taki, aby umożliwił osiągnięcie optymalnego pokroju roślin jesienią z 7-8 liści w rozecie osadzonymi na 3-4-centymetrowej łodyżce, grubej u nasady na 5-8 mm. Taka rozeta sprzyja zainicjowaniu 6-7 rozgałęzień bocznych (powstają jesienią w kącie każdego liścia), na których w przyszłości powstanie ok. 100-120 łuszczyn.

Krępa, 7-9 listna jesienna rozeta, zapewnia dobry wczesnowiosenny wigor, dobrą konkurencyjność wobec chwastów, małą wrażliwość na wyleganie przed zbiorem. Tylko wczesny siew daje gwarancję właściwego rozwoju systemu korzeniowego, a ten – dobre zimowanie, efektywne wykorzystanie wody i składników nawozowych. Do rozwoju właściwej rozety w warunkach przeciętnej pogody we wrześniu i październiku, rzepak potrzebuje 75-80 dni wegetacji (ze średniodobową temperaturą powietrza powyżej 5°C). Wyniki ścisłych doświadczeń polowych wykazują, że obniżka plonu nasion na skutek

opóźnienia siewu wynosi od 25 do 90 kg dziennie (w zależności od warunków termicznych panujących podczas zimy). Wszystkie typy odmian rzepaku ozimego reagują niższą plonem (populacyjne, mieszańcowe złożone, mieszańcowe zrestorowane) na opóźnienie terminu siewu. Nie należy spodziewać się odmian o innej reakcji na ten czynnik. Jedynym uzasadnieniem do niewielkiego opóźnienia terminu siewu może być siew rzepaku na polu tzw. „kiłowym”. W naszych badaniach odmiany odporne na niektóre patotypy *P.brassicae* zapewniały w warunkach występowania czynnika chorobotwórczego w glebie i dużej ilości opadów w czasie wegetacji przedzimowej – dostateczną zimotrwałość i wierność plonowania. Formy nieodporne w identycznych warunkach wymarzały. W roku o łagodnej zimie plony nasion odmian odpornych były obfitsze niż odmian nieodpornych. Wczesny termin siewu w warunkach występowania, w glebie zarodników przetrwalnikowych kiły, zwiększał stopień porażenia roślin, obniżał zimowanie i plon nasion u obu typów odmian (odpornych i nieodpornych).

**Nawożenie** jest niewątpliwie najdroższym czynnikiem technologii produkcji. Może być ono jednocześnie najbardziej efektywnym elementem plonotwórczym pod warunkiem jednak, że łan jest dostatecznie zwarty a rośliny właściwie rozwinięte. Niemniej należy pamiętać, iż wysoką efektywność rolniczą (i tym samym ekonomiczną) nawożenia mineralnego można osiągnąć jedynie przy uregulowanym odczynie gleby (w zakresie 5,8–7,2 pH). W innym przypadku następuje hamowanie wzrostu korzeni, utrudnienie pobierania P, Mg, a także K i Mn oraz uruchamianie wolnych jonów glinu etc.

Pobieranie składników na 1 tonę plonu nasion (ze słomą) wynosi: 51 kg N, 28 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 45 kg K<sub>2</sub>O, 6 kg Mg, 18 kg S. W technologiach integrowanych należy stosować tzw. zachowawcze nawożenie mineralne uwzględniające prosty bilans wynosu składników z pola i ich zwrotu. Łatwo obliczyć, że dla plonu 3,5 ton nasion należy przewidzieć nawożenie na poziomie: 180 kg N, 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 160 kg K<sub>2</sub>O, 20 kg Mg, 60 kg S na 1 ha.

Do nawożenia P, K, Mg przydatne są wszystkie na rynku formy nawozów – pojedyncze, blendingi i wieloskładnikowe – pod warunkiem, że można będzie je zastosować w wyliczonych proporcjach. Fosfor i potas można aplikować w całości przed siewem lub w równych częściach – przed siewem i bardzo wczesną wiosną. Przeniesienia całości dawki P i K na wiosnę może znacznie obniżyć zimowanie roślin rzepaku ozimego oraz efektywność agronomiczną i ekonomiczną stosowanych nawozów.

Potrzeby rzepaku ozimego względem azotu są bardzo duże w okresie wiosennej wegetacji. W obliczeniu wiosennej dawki azotu winno uwzględnić się oprócz prognozowanego plonu nasion również zawartość  $N_{\min}$  w warstwie 0-60 (90) cm gleby. Wiosenna dawka azotu nieprzekraczająca 120 kg powinna być zastosowana jednorazowo. Podział niskich dawek nie zwiększa rozgałęziania produktywnego, wiązania i wypełniania nasionami łuszczyń, podnosi jedynie koszt produkcji. Pierwszą dawkę azotu należy zastosować, gdy na korzeniu głównym pojawiają się tegoroczne, białe korzonki boczne. Szybko pobrany azot będzie stymulował proces odbudowy rozet liściowych po zimie oraz zahamował naturalną redukcję organów generatywnych. W przypadku ustalenia wiosennej dawki N powyżej 120 kg – należy ją podzielić. Pierwsza część powinna wynosić nie mniej niż 90 kg. Pierwszą część dawki azotu należy wysiać tak jak w przypadku aplikacji jednorazowej (ruszenie wegetacji), drugą – na początku pąkowania.

Siarkę najlepiej stosować doglebowo wiosną (aplikacja dolistna siarki może łagodzić niedobory pierwiastka nie zabezpiecza jednak ilości odpowiedniej dla zaspokojenia potrzeb pokarmowych) wraz z pierwszą wczesnowiosenną dawką azotu.

Warto zwrócić uwagę na interakcję nawożenia z nasileniem występowania agrofaga, która może wyrażać się poprzez: (i) polepszenie wigoru, wzrostu i rozwoju roślin, dzięki czemu lepiej znoszą atak agrofaga; (ii) przyspieszenie wzrostu i skrócenie okresów największej wrażliwości roślin na agrofaga; (iii) zwiększenie grubości kutikuli bądź nabłonka, poprawę cech mechanicznych tkanek okrywowych roślin, dzięki czemu wzrasta ich odporność na agrofaga. Nawożenie może także wpływać na szkodliwość lub infekcyjność agrofaga przez bezpośredni wpływ toksyczny nawozu, wpływ na rozmnażanie się grzybów czy szkodników, wpływ na zdolność przemieszczania się etc. Z drugiej strony nawożenie mineralne może zwiększać atrakcyjność roślin dla agrofagów. Nasze badania wykazały, iż obfite nawożenie azotem rzepaku ozimego zwiększa skutki żerowania szkodników (procent uszkodzonych organów oraz straty w plonie nasion były większe w warunkach obfitszego nawożenia azotem). Wykazano także, że w miarę zwiększania dawek azotu wzrasta atrakcyjność rzepaku ozimego dla chowaczy łodygowych, słodyszka rzepakowca i szkodników łuszczykowych mierzona zarówno ich liczebnością, jak i stopniem uszkodzenia roślin. Straty w plonie, jakie czyni nieregulowana populacja szkodników w łanie również wzrastały w miarę zwiększenia dawek N i wyno-

siły, w warunkach intensywnego nawożenia, nawet 12,3 dt z ha, co stanowi około 30% plonu formy ozimej oraz do 22% (7 dt) u formy jarej. Drugi ważny składnik nawozowy w uprawie rzepaku ozimego – siarka, odgrywa najczęściej korzystną rolę w układzie roślina – patogen. Podczas redukcji siarczanów w roślinie do atmosfery uwalniane są znaczne ilości siarki (2-3 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>) w postaci H<sub>2</sub>S, która pomaga roślinie zwalczyć ataki grzybów na powierzchni liści. Oddziaływanie pośrednie nawożenia siarką na występowanie chorób na roślinach rzepaku ozimego wynika z wpływu tego makroskładnika na biosyntezę GLS w tkankach roślin kapustnych. Zwiększona zawartość glukozynolanów w roślinie (efekt nawożenia siarką) może ograniczać nasilenie występowania chorób grzybowych. Badania prowadzone *in vivo* i *in vitro* wykazały, że niektóre produkty rozkładu GLS hamowały rozwój takich gatunków grzybów, jak: *Peronospora parasitica* (Pers. ex Fr./Fr.), *Fusarium graminearum* (L.), *Rhizoctonia solani* (Kühn) i z rodzaju *Alternaria*.

### Wybrane czynniki plonochronne

Żaden inny gatunek uprawny nie posiada tylu czynników wpływających redukująco na różne elementy składowe plonu, w różnych stadiach jego wytwarzania. Dlatego szczególnego znaczenia nabiera tzw. kompleksowość technologii, czyli niezbędność wykonania wielu zabiegów w ściśle określonej sekwencji.

W ostatnich latach wzrasta zagrożenie plantacji przez **chwasty i samosiewy** zbóż, bowiem prawie 90% zasiewów lokalizuje się po zbożach. W rzepaku najgroźniejszymi chwastami są te z górnego piętra, najsilniej zacieniające – a więc samosiewy zbóż, perz właściwy, przytulia czepna oraz maruna bezwonna. Dowiedziono, że stopień zachwaszczenia jesienią i wczesną wiosną ma związek nie tylko z konkurencją międzygatunkową, ale także z występowaniem chorób (są źródłem infekcji lub pogarszają warunki mikroklimatyczne w łanie poprzez jego zagęszczenie) i ślimaków.

Wrażliwość rzepaku na chwasty jest jesienią znacznie większa niż wiosną – gdyż może być powodem gorszego przezimowania na skutek wybudzenia rozet w zagęszczonym (samosiewami i gwiazdnicą) łanie. Tak, więc właściwym terminem regulacji zachwaszczenia w rzepaku jest jesień, a nie wiosna. Różnica w plonie wynikająca z samego terminu odchwaszczania wynosi 2,5–3,0 dt z ha. Zaniechanie zwalczania powoduje utratę plonu rzędu 6–10 dt z ha, przy wysoce niekorzystnym wpływie, na jakość plonu.

Warto podkreślić, iż spośród czynników agrotechnicznych najsilniej na

zachwaszczenie plantacji wpływa przedplon oraz sposób uprawy roli. Nasze badania wykazały, iż splotenie płuźnej uprawy roli lub zastąpienie jej uprawą bezorkową powodowało znaczący wzrost liczby (o 11-66%) i świeżej masy (aż 2-4-krotny) chwastów w łanie rzepaku ozimego.

Wyniki badań IOR dowodzą, że straty w plonie nasion na skutek zaniechania **ochrony przed szkodnikami** wynoszą średnio 14–18 dt z 1 ha i rosną w miarę intensywności nawozowej technologii. Warto zauważyć, że straty w łanach niechronionych mogą również narastać na skutek zwiększającego się udziału rzepaku w strukturze zasiewów oraz licznych uproszczeń w technologii produkcji. Obecnie najgroźniejszymi gospodarczo jest słodyszek rzepakowy, chowacz brukwiacek i czterozębny oraz pryszczarek kapustnik. Według prognoz IOR rośnie znaczenie takich szkodników, jak: mszyce, rolnice, nicienie i ślimaki. Od bieżącego roku wyraźnie wzrosło zagrożenie ze strony szkodników wczesnojesiennych (pchełek, gnatarza rzepakowca, śmietki kapuścianej etc.), ze względu na unijny zakaz stosowania zapraw nasiennych zawierających neonikotynoidy.

W zasadzie nie występuje zróżnicowanie genotypów (odmiany populacyjne, mieszańcowe) w atrakcyjności dla poszczególnych szkodników. Można natomiast stwierdzić, że odmiany wczesne są w większym stopniu uszkodzane przez chowacze łądogowe i szkodniki łuszczyn. Z kolei słodyszek uszkodza w większym stopniu odmiany późno zakwitające.

Zwalczanie szkodników w rzepaku staje się coraz trudniejsze ze względu na pojawiającą się lokalnie ich odporność na masowo i nieprzebieżnie stosowane pyretroidy. Niezbędne jest skuteczne monitorowanie występowania chowaczy (np. żółte naczynia), bowiem najczęściej niesłusznie opóźnia się pierwszy zabieg. Wcześniej – od początku pąkowania - należy także przystępować do skutecznej regulacji populacji słodyszka. Jego szkodliwość w miarę wydłużania się kwiatostanu oraz w kwitnieniu jest już niewielka. Przydatne są tu tabele progów szkodliwości opracowane przez IOR. W przypadku wyraźnych symptomów nieskuteczności pyretroidów trzeba bezwzględnie zaniechać ich aplikacji, a ochronę oprzeć na środkach z innych grup chemicznych. Warto podkreślić, iż ochrona przed szkodnikami jest w rzepaku wysoce efektywna ekonomicznie, a więc warta nawet kilku zabiegów.

Zwiększanie udziału rzepaku w strukturze zasiewów sprzyja rozprzestrzenianiu się **chorób**. Chociaż profilaktyka i przestrzeganie tzw. dobrych praktyk w ochronie roślin, może na wielu plantacjach chronić przed stratami, to jed-

nak wzrost zużycia fungicydów w najbliższym czasie wydaje się być nieunikniony. Istotnym elementem agrotechnicznej metody jest prawidłowa lokalizacja plantacji, tak aby nie sąsiadowała z innymi uprawami rzepaku ozimego i jarego z uwagi na możliwość przenoszenia zarodników z wiatrem. Do siewu należy stosować tylko zdrowy i kwalifikowany materiał siewny, który winien być wysiany w zalecanej dla typu odmiany gęstości siewu na głębokość nie większą niż 2 cm. Zbyt duże zagęszczenie roślin powoduje wytworzenie w łanie specyficznego mikroklimatu sprzyjającego namnażaniu patogenów. Z kolei zbyt głębokie umieszczenie nasion w glebie opóźnia wschody i tym samym sprzyja porażeniu siewek przez grzyby zgorzelowe. Zrównoważone nawożenie może przyczyniać się pośrednio do zwiększenia odporności roślin na choroby. Z drugiej strony duże dawki azotu - uzasadnione w technologiach wysokich plonów - mogą zwiększać porażenie roślin przez sprawców zgorzeli siewek, szarej pleśni, czy zgnilizny twardzikowej. Dla dobrej kondycji roślin istotne znaczenie ma utrzymanie optymalnego pH gleby (>6,2), które jest szczególnie ważne w profilaktyce kiły kapusty. Ważnym zabiegiem technologicznym, w niechemicznym ograniczaniu występowania chorób rzepaku ozimego, jest regulacja zachwaszczenia. Chwasty mogą być bezpośrednim źródłem infekcji roślin rzepaku lub pośrednim – zagęszczając łan mogą stwarzać dobre warunki mikroklimatyczne do namnażania patogenów rzepaku ozimego.

Większość chorób (za wyjątkiem zgnilizny twardzikowej) może wystąpić na roślinach rzepaku już w okresie jesiennej wegetacji. Wiosną następuje dalszy rozwój grzybów i rośnie ich potencjał infekcyjny. Decyzję o wczesnowiosennej (po ruszeniu wegetacji) interwencji fungicydowej należy podjąć po zauważeniu objawów chorób na roślinach. Należy bezwzględnie unikać profilaktycznego stosowania fungicydów. Jest to nie tylko niezgodne z zasadami integrowanej ochrony roślin, ale bardzo często koszty zabiegu mogą znacznie przewyższać wartość uratowanego plonu. Przy podejmowaniu decyzji o stosowaniu fungicydów należy uwzględnić progi ekonomicznej szkodliwości (wszystkie podstawowe choroby), system SPEC - System Prognozowania Epidemii Chorób (sucha zgnilizna kapustnych) oraz test płatkowy (zgnilizna twardzikowa).



## XII. ROLA PŁODOZMIANU W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN

*prof. dr hab. Tomasz Kurowski, mgr inż. Karol Kotlarz*  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Według przepisów Unii Europejskiej (Dyrektywa 2009/128/WE) państwa członkowskie UE zostały zobligowane do wprowadzenia w życie od 1 stycznia 2014 roku zasad integrowanej ochrony roślin. W integrowanej ochronie należy używać takich rozwiązań, które pozwolą na utrzymanie agrofagów na poziomie niestanowiącym zagrożenia dla uprawianej rośliny i jednocześnie pozwolą na uzyskanie zdrowego plonu przy jak najmniejszych zakłóceniach w funkcjonowaniu ekosystemu rolniczego.

Jednym z podstawowych założeń integrowanej ochrony roślin jest stosowanie w pierwszej kolejności metod agrotechnicznych, a zwłaszcza przyrodniczo poprawnego płodozmienu. Właściwie zaplanowane następstwo roślin pozwala na spełnienie wielu regulacyjnych funkcji wobec organizmów niepożądanych w uprawie roślin. Materia organiczna resztek poźniwnych wprowadzanych do gleby przy uprawie wielu gatunków roślin jest gwarancją równowagi biologicznej gleby i wpływa na korzystne warunki przemiany węgla w glebie. Jednostronna uprawa prowadzi do tzw. zmęczenia gleby – zmniejszenia urodzajności spowodowanego jednostronnym wykorzystaniem zasobów glebowych. Prawidłowo ułożony, dostosowany do zaistniałych warunków płodozmienu, wpływa dodatnio na życie biologiczne w glebie, a przez to na jej żyzność i produktywność. Ponadto płodozmienu pozwala na ograniczenie stosowania chemicznych środków produkcji, zwłaszcza herbicydów.

W praktyce rolniczej przyrodniczo poprawny płodozmienu jest stosowany niezwykle rzadko. W wielu gospodarstwach spotyka się niekiedy tylko jedną uprawę lub stosuje się płodozmienu skrócony. To względy ekonomiczne, organizacyjne i techniczne warunkują skład gatunkowy uprawianych roślin. Rachunek ekonomiczny oraz stale rosnąca konkurencja powodują, że rolnicy starają się osiągać wysokie plony przy jak najmniejszych nakładach na produkcję.

W strukturze zasiewów Polski dominują zboża z 72,6% udziałem. Wśród nich na największym areale uprawiana jest pszenica ozima, która szczególnie narażona jest na patogeny grzybowe. Wysoki udział roślin zbożowych

powoduje, iż stosowane są uproszczenia w płodozmianie (np. ogniwo płodozmiannu: rzepak ozimy – pszenica ozima, stosowane, jako „płodozmian”), bądź też dochodzi do sytuacji, w której wysiewane są one rokrocznie po sobie, w krótko- i długotrwałych monokulturach. Jednocześnie ograniczane są areale upraw roślin strączkowych, motylkowatych wieloletnich czy okopowych, które stanowią dobry przedplon dla roślin zbożowych. Konieczność uprawy tych samych gatunków roślin po sobie prowadzi do wielu zakłóceń w agroekosystemie.

Konsekwencją uproszczeń w płodozmianie oraz uprawy w monokulturach są wzrastające problemy ze zdrowotnością roślin uprawnych, które prowadzą do zwiększenia wydatków na chemiczną ochronę upraw, a co za tym idzie wzrost ogólnych kosztów produkcji przy jednoczesnej obniżce plonu. Jest to jednak sprzeczne z zasadami integrowanej ochrony roślin.

Uproszczone płodozmiany z dużym udziałem roślin zbożowych oraz monokultury zbożowe są szczególnie narażone na szereg niekorzystnych zjawisk prowadzących do obniżenia uzyskiwanego plonu. Jak wykazał Niewiadomski na podstawie wieloletnich badań, spośród najczęściej uprawianych w Polsce gatunków i form zbóż, najsilniej na uprawę w monokulturze reaguje pszenica ozima (plon niższy o ok. 31% w stosunku do uprawianej w płodozmianie), następnie jęczmień jary (19%), żyto (15%) oraz owies (13%). Wyniki te potwierdziło wielu autorów.

Niższy poziom plonowania zbóż uprawianych rokrocznie po sobie spowodowany jest zmianami zachodzącymi w składzie jakościowym i ilościowym mikroorganizmów glebowych przy wprowadzaniu do gleby jednorodnych resztek poźniwnych. Zboża, w tym głównie najczęściej uprawiana pszenica, są zbyt często wysiewane po sobie, co powoduje wzrost zagrożenia roślin ze strony patogenów gromadzących się i żyjących w glebie. Uprawa roślin kłosowych, jako przedplonu, sprzyja zwiększonemu występowaniu sprawców chorób, głównie chorób podstawy źdźbła oraz systemu korzeniowego. Do najgroźniejszych chorób zbóż uprawianych zbyt często po sobie, a związanych ze środowiskiem glebowym zalicza się tzw. choroby podsuszkowe: zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*), łamliwość źdźbła zbóż (*Tapesia yallundae*) oraz fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium spp.*). Zdaniem wielu autorów straty spowodowane przez te patogeny są wysokie i mogą wynosić od 10 do 50%, a przy wystąpieniu epidemii nawet więcej.

Zdaniem wielu autorów to płodozmian jest najważniejszym czynnikiem agrotechnicznym pozwalającym na poprawę stanu sanitarnego gleby i roślin, zwłaszcza zbożowych. Pewnym sposobem ograniczania negatywnych skutków uprawy tych samych gatunków roślin po sobie jest wprowadzanie roślin regenerujących, czy też stosowanie międzyplonów. Wprowadzenie międzyplonów ścierniskowych w celu ich przyorania jest jednym ze sposobów ograniczenia skutków uproszczeń w płodozmianie. Wielu autorów podaje, że rolę tę najlepiej spełnia uprawa roślin z rodziny bobowatych (dawniej motylkowatych) oraz kapustowatych (dawniej krzyżowych).

W przypadku roślin kapustowatych na polskich polach najczęściej uprawia się rzepak ozimy. Dominacja zbóż w strukturze zasiewów sprawia jednak, że brakuje dobrych przedplonów dla tej rośliny. W takiej sytuacji rzepak ozimy wysiewany jest po przedplonach zbożowych, często przerywając uprawę zbóż po sobie. Niekiedy też możliwa jest uprawa tej rośliny po sobie, lecz nastęcza to wiele problemów, spowodowanych silniejszym porażeniem patogenami grzybowymi i częstszym występowaniem szkodników. Prawidłowo ułożony płodozmian wpływa na plon nasion rzepaku, bowiem jest to roślina reagująca nie tylko na przedplon, ale też i na przedprzedplon. Gdy przedplonem rzepaku jest roślina strączkowa, plonuje on lepiej niż w przypadku, gdy przedplonem jest zboże. Jeśli rzepak uprawia się po roślinie zbożowej, istotny wpływ na jego plonowanie ma roślina poprzedzająca zboże. Kiedy jest nią ziemniak, lucerna, burak czy roślina strączkowa, to rzepak plonuje znacznie lepiej niż wtedy, gdy przed przedplonem jest zboże czy rzepak. Duży udział rzepaku w areale upraw w Polsce, wysiewanie gorczyicy białej w międzyplonach oraz zmiany w technologii zbioru sprawiły, że od szeregu lat na terenie kraju szerzy się bardzo trudna do zwalczania choroba - kiła kapusty powodowana przez pierwotniaka *Plasmodiophora brassicae*.

## Literatura:

1. Adamiak J. 1988. Pszenica ozima w płodozmianach z wysokim udziałem zbóż i w monokulturze. Acta Acad. Agricult. T. Olst., Agricultura 46, supl.B: 3-43
2. Adamiak J. 2005. Płodozmian w rolnictwie zintegrowanym. Manuskrypt. ART w Olsztynie; 9-13.
3. Bleharczyk A. 2002. Reakcja żyta ozimego i jęczmienia jarego na system następstwa roślin i nawożenie w doświadczeniu wieloletnim. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk 326: 1-127.
4. Bleharczyk A., Małecka I., Pudelko J. 2005. Reakcja roślin na monokulturę w wieloletnim doświadczeniu w Brodach. Fragmenta Agronomica, 2005 (XXII), nr 2(86): 20-29
5. Dworakowski T. 1998. Działanie międzyplonu ścierniskowego w ogniwie zmianowania zboża ozime – zboża jare. Fragn. Agron. 3, 90–99. Jaczewska - Kalicka A., 2000. Zmienność strat plonu pszenicy ozimej powodowanych przez choroby grzybowe w latach 1996–1999. Prog. Plant Prot., 40 (2): 623–625.
6. Jaskulska I., Gałęzewski L. 2009. Aktualna rola międzyplonów w produkcji roślinnej i środowisku. Fragn. Agron. 26 (3): 48–57.
7. Kurowski T., 2002. Studia nad chorobami podsuszkowymi zbóż uprawianych w wieloletnich monokulturach. Rozprawy i Monografie 56, UWM Olsztyn, 86 ss.
8. Kuś J., Mróz M. 1997. Różnice odmianowe w podatność pszenicy ozimej na porażenia przez *Gaeumannomyces graminis*. Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl. 37(2), 301–304. edplonu na plonowanie rzep Rudnicki F., Kotwica K., Sawińska E. 2005. Wpływ jakości gleby i rzepaku ozimego.
9. Smagacz J., Martyniuk S. 2001. Porażenie podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach przez patogeny ze szczególnym uwzględnieniem *Gaeumannomyces graminis*. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 41(2): 745–748.
10. Urbanowski S., Rajs T. 1997. Plonowanie rzepaku ozimego w zmianowaniach i wieloletniej monokulturze. Acta Acad. Agricult. T. Olst., Agricultura 64: 253-260.