

EDWARD BERNAT

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy, Radzików
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie

Praktyczne wykorzystanie systemu decyzyjnego NegFry w uprawie ziemniaka

The practical use of decision support system NegFry in potato cultivation

Celem badań przeprowadzonych w latach 2010–2011 było porównanie ochrony chemicznej przeciw zarazie ziemniaka prowadzonej w systemie intensywnym oraz według systemu decyzyjnego (SD) NegFry. Badania przeprowadzono na polu produkcyjnym w Przytocku (woj. pomorskie) na średnio wczesnej, jadalnej odmianie ziemniaka Asterix. Porównywano następujące warianty ochrony przeciwko *Phytophthora infestans*: intensywny (start ochrony chemicznej na początku zwiernania się roślin w rzędzie, aplikacja fungicydów, co 5–10 dni); według SD NegFry (początek ochrony chemicznej oraz termin następných aplikacji wg obliczeń systemu decyzyjnego) a kontrolę stanowiły polećka bez ochrony przeciwko zarazie ziemniaka. Na wariacie intensywnym w 2010 wykonano 11 aplikacji fungicydowych, a w 2011 roku — 9 zabiegów. Na polu, gdzie prowadzono ochronę chemiczną z wykorzystaniem systemu decyzyjnego NegFry, w obu latach badań wykonano po 6 zabiegów. Skuteczność ochrony chemicznej w obu badanych systemach (intensywny i NegFry), w każdym roku badań wynosiła powyżej 90%. Plon użytkowy (bulwy powyżej 30 mm) w wariantach, gdzie zastosowano ochronę chemiczną, był wyższy o 31,5–130% w porównaniu do kontroli.

Słowa kluczowe: ochrona chemiczna, system decyzyjny NegFry, zaraza ziemniaka, ziemniak

The aim of research conducted in 2010–2011 was to compare the chemical protection against potato late blight conducted in an intensive system, and by a decision support system (DSS) NegFry. Research was carried out in the field of production in Przytocko (north part of Poland) for mid-early, table potato variety Asterix. The following variants of protection against *Phytophthora infestans* were compared: intensive (chemical protection starts at the beginning of closing the plant in a row, the application of fungicides every 5–10 days); according to DSS NegFry (the beginning of chemical protection, and the next application deadline according to calculations of DSS) and control (no protection against potato late blight). The intensive variant in 2010 consisted of 11 fungicide applications and in the year 2011 — 9 treatments. In the field, where we conducted chemical protection by decision support system NegFry in both research years 6 treatments were performed. The effectiveness of chemical protection in both treatment variants (intensive and acc. NegFry) in each year of research was more than 90%. The marketable yield (tubers greater than 30 mm) in the variants, which use chemical protection, was higher by about 31.5–130% compared to control.

Key words: chemical protection, decision support system NegFry, late blight, potato

WSTĘP

Ziemniak jest rośliną uprawną atakowaną przez liczne choroby pochodzenia wirusowego, bakteryjnego lub grzybowego. Chorobą o największym znaczeniu gospodarczym jest zaraza ziemniaka, której sprawcą jest organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans*.

Straty plonu wynikające z wystąpienia i rozwoju zarazy na plantacjach ziemniaka bez prowadzonej ochrony chemicznej wynoszą 70% (Oerke i in., 1994) a w skrajnych przypadkach mogą sięgać do 100% (Fry, 1994). W Polsce obserwuje się w ostatnich latach wzrost szkodliwości choroby i straty plonu sięgające powyżej 50% (Kapsa, 2004).

Podstawową metodą ochrony plantacji przed patogenami jest stosowanie optymalnej agrotechniki (przedplon, zdrowy sadzeniak, nawożenie organiczne i mineralne). Jednak w przypadku zarazy ziemniaka stosowanie metod agrotechnicznych okazuje się niewystarczające. W krajach o wysokim poziomie rolnictwa, podstawową metodą ochrony plantacji ziemniaka przed *P. infestans*, jest ochrona chemiczna, polegająca na wielokrotnych aplikacjach fungicydów od chwili wystąpienia pierwszych objawów choroby lub wcześniej (profilaktycznie) w odstępach 7–10 dniowych niezależnie od presji infekcyjnej. Takie podejście do ochrony ziemniaka prowadzi do tego, że liczba aplikacji fungicydowych waha się od 2 do nawet 19 (Hansen i in., 2008), co nie zawsze jest potrzebne, ponadto prowadzi do znacznego obciążenia środowiska naturalnego środkami ochrony roślin.

Nowoczesne podejście do ochrony wymaga wiarygodnego prognozowania i monitorowania wystąpienia tego patogena. Zastosowanie w ochronie ziemniaka różnych systemów decyzyjnych ma na celu bardziej precyzyjne określenie daty pierwszego i kolejnych zabiegów fungicydowych, aby zminimalizować ich ilość, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej skuteczności ochrony.

Celem badań przeprowadzonych w latach 2010–2011 było porównanie ochrony chemicznej przeciw zarazie ziemniaka prowadzonej w systemie intensywnym z systemem decyzyjnym (SD) NegFry.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na polu produkcyjnym w Przytocku (woj. pomorskie) na średnio wczesnej, jadalnej odmianie ziemniaka Asterix, która charakteryzuje się niską odpornością na zarazę ziemniaka — ocena 3,5 wg skali 9-stopniowej. Porównywano następujące warianty ochrony przeciwko *P. infestans*:

- kontrola (bez ochrony przeciwko zarazie ziemniaka),
- intensywny — start ochrony chemicznej na początku zwierania się roślin w rzędzie, aplikacja fungicydów, co 5–10 dni,
- według SD NegFry — początek ochrony chemicznej oraz termin następnych aplikacji wg obliczeń systemu decyzyjnego. Do poprawnego działania SD NegFry potrzebny jest komputer z zainstalowanym oprogramowaniem oraz stacja meteorologiczna z możliwością odczytu w odstępach 1-godzinnych: temperatury i wilgotności powietrza

oraz ilości opadów. System decyzyjny na podstawie danych meteorologicznych oblicza tzw. dzienne jednostki ryzyka (DJR) i skumulowane jednostki ryzyka (SJR) wystąpienia zarazy ziemniaka. Na podstawie wieloletnich badań, w Polsce przekroczenie DJR powyżej wartości 7 i SJR powyżej wartości 130 świadczy o zagrożeniu wystąpienia zarazy ziemniaka na monitorowanym polu oraz konieczności wykonania zabiegu ochrony chemicznej (Hansen i in., 2002; Kapsa i in., 2005).

Sadzeniaki odmiany Asterix były wysadzane w 1. dekadzie maja, gdy temperatura gleby przekraczała 6°C i pozwalały na to warunki atmosferyczne w danym roku. Na wszystkich poletkach doświadczalnych stosowano pełną ochronę mechaniczną oraz chemiczną przeciwko chwastom i stonco ziemniaczanej.

Obserwacje tempa i nasilenia rozwoju *Phytophthora infestans* na roślinach ziemniaka odmiany Asterix przeprowadzano w odstępach 7–10 dniowych od momentu wystąpienia pierwszych objawów choroby do całkowitego zniszczenia części nadziemnej, a w wariancie kontrolnym. Ocena wykonywana była wg skali 9-stopniowej, gdzie 9 oznacza pojedyncze plamy nekrotyczne i zniszczenie powierzchni asymilacyjnej do 0,5%, a 1 — całkowite zniszczenie rośliny (Pietkiewicz, 1972).

Na wariancie intensywnym w 2010 r. wykonano 11 aplikacji fungicydowych, a w 2011 r. — 9 zabiegów, podanych w tabeli 1.

Tabela 1

Zabiegi fungicydowe wykonane na poletkach w systemie intensywnym
Fungicide treatment performed on the plots in intensive system

Data Date	Fungicyd Fungicide	Dawka Dose (l-kg/ha)	Data Date	Fungicyd Fungicide	Dawka Dose (l-kg/ha)
2010			2011		
17.06.	Pyton Consento 450 SC	1,5	20.06.	Altima 500 SC	0,3
25.06.	Ditahne Neo Tec 75 WG	2,0	27.06.	Infinito 687,5 SC	1,5
05.07.	Infinito 687,5 SC	1,6	04.07.	Inter Optimum 72,5 WP	2,0
14.07.	Inter Optimum 72,5 WP	2,0	12.07.	Infinito 687,5 SC	1,6
26.07.	Infinito 687,5 SC	1,6	16.07.	Infinito 687,5 SC	1,6
04.08.	Pyton Consento 450 SC	2,0	24.07.	Revus 250 SC	0,6
10.08.	Infinito 687,5 SC	1,5	01.08.	Ranman TwinPack 400 SC	0,2+0,15
19.08.	Revus 250 SC	0,6	06.08.	Infinito 687,5 SC	1,6
27.08.	Altima 500 SC	0,4	10.08.	Ranman TwinPack 400 SC	0,2+0,15
30.08.	Inter Optimum 72,5 WP	2,0			
07.09.	Unikat 75 WG	2,0			

Na polu, gdzie prowadzono ochronę chemiczną wg systemu decyzyjnego NegFry, w obu latach badań wykonano po 6 zabiegów fungicydowych podanych w tabeli 2.

Kryterium oceny stanowiły:

- skuteczność ochrony chemicznej obliczano wg wzoru Abbotta (Püntener, 1981) obu wariantów ochrony chemicznej przeciwko zarazie ziemniaka (intensywny i wg DS NegFry) w porównaniu do kontroli (bez ochrony chemicznej przeciw zarazie ziemniaka),
- wielkość plonu handlowego (bulw o średnicy powyżej 30 mm) — z każdego wariantu doświadczenia (kontrola, intensywny i wg SD NegFry) pobierano po 4 próby bulw

potomnych odmiany Asterix z powierzchni 7,2 m² (ok. 30 krzaków). Uzyskany plon bulw z każdej próby był rozsortowany na frakcje poniżej 30 mm (odpad) i powyżej 30 mm (handlowy), następnie uzyskany plon handlowy przeliczano na tony z hektara (t·ha⁻¹).

Wyniki badań opracowano za pomocą analizy wariancji ANOVA.

Tabela 2

Zabiegi fungicydowe wykonane na poletkach według SD NegFry
Fungicide treatment performed on the plots according to DSS NegFry

Data Date	Fungicyd Fungicide	Dawka (l·kg/ha) Dose (l·kg/ha)	Data Date	Fungicyd Fungicide	Dawka (l·kg/ha) Dose (l·kg/ha)
2010			2011		
09.07.	Pyton Consento 450 SC	1,5	27.06.	Infinito 687,5 SC	1,5
26.07.	Infinito 687,5 SC	1,6	05.07.	Altima 500 SC	0,3
05.08.	Dithane Neo Tec 75 WG	2,0	14.07.	Pyton Consento	2,0
15.08.	Infinito 687,5 SC	1,6	24.07.	Revus 250 SC	0,6
26.08.	Dithane Neo Tec 75 WG	2,0	01.08.	Ranman TwinPack 400 SC	0,2+0,15
07.09.	Unikat 75 WG	2,0	10.08.	Ranman TwinPack 400 SC	0,2+0,15

WYNIKI I DYSKUSJA

W 2010 r. objawy porażenia roślin odmiany Asterix zaobserwowano po 44. dniach — 19 sierpnia a system decyzyjny (DS) NegFry „zalecał” wykonanie pierwszego zabiegu na dzień 6 lipca. Tak duża rozbieżność wynikała z przebiegu warunków meteorologicznych w sezonie wegetacyjnym w 2010 roku w Przytocku — skrajna susza od połowy czerwca do 2. dekady lipca.

Wpływ różnych systemów ochrony plantacji ziemniaka w roku 2010 na porażenie końcowe, skuteczność ochrony chemicznej oraz plon handlowy (bulwy powyżej 30 mm) przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Wpływ różnych systemów ochrony na porażenie końcowe, skuteczność ochrony i plon handlowy w 2010 roku

The influence of protection systems on the final infection, efficacy of protection and marketable yield in 2010

System ochrony Protection system	Liczba zabiegów Number of sprays	Porażenie końcowe zarazą ziemniaka — 3 września (%) Final infection by late blight — September 3 (%)	Skuteczność ochrony (%) Efficacy of protection (%)	Plon handlowy Marketable yield (t·ha ⁻¹)
Kontrola Control	0	97,0		30,2
Wg NegFry Acc. NegFry	6	0,7	99,3	44,1
Intensywny Intensive	11	0,3	99,7	39,7
NIR _{α=0,05} — LSD _{α=0,05}		5,6		9,1

W Przytocku, w sezonie wegetacyjnym w 2010 roku w wariancie kontrolnym krytyczne zniszczenie naci powyżej 50% (teoretyczny moment końca gromadzenia plonu pod krzakiem) nastąpiło po 12 dniach od zaobserwowania pierwszych objawów zarazy ziemniaka na roślinach a zniszczenie końcowe (97%) w dniu 3 września.

Natomiast porażenie końcowe roślin chorobą na obu wariantach ochrony chemicznej było na znikomym poziomie (0,3-0,9%). Skuteczność ochrony chemicznej prowadzonej według systemu intensywnego i NegFry była na bardzo wysokim poziomie i przekraczała 99%.

W wariancie kontrolnym (bez ochrony chemicznej przeciw zarazie ziemniaka) wielkość plonu handlowego wynosiła 30,2 t·ha⁻¹. W wariantach ochrony chemicznej (intensywny i wg NegFry) zaobserwowano istotny wzrost plonu bulw potomnych odmiany Asterix w porównaniu do kontroli, wzrost ten wynosił odpowiednio 13,9 t·ha⁻¹ i 9,5 t·ha⁻¹.

W 2011 r. pierwsze objawy zarazy ziemniaka zaobserwowano w dniu 14 lipca a DS NegFry „zalecił” wykonanie pierwszego zabiegu 19 dni wcześniej — 25 czerwca. Kapsa i in. (2005) uzyskali podobne wyniki w warunkach poletkowych, gdzie DS NegFry zalecał wykonanie pierwszego zabiegu o 5–11 dni wcześniej niż faktyczny pojaw zarazy ziemniaka na roślinach.

Wpływ różnych systemów ochrony plantacji ziemniaka w roku 2011 na porażenie końcowe, skuteczność ochrony chemicznej oraz plon handlowy (bulwy powyżej 30 mm) przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Wpływ różnych systemów ochrony na porażenie końcowe, skuteczność ochrony i plon handlowy w 2011 roku

The influence of protection systems on the final infection, efficacy of protection and marketable yield in 2011

System ochrony Protection system	Liczba zabiegów Number of sprays	Porażenie końcowe zarazą ziemniaka — 10 sierpnia Final infection by late blight — August 10 (%)	Skuteczność ochrony Efficacy of protection (%)	Plon handlowy Marketable yield (t·ha ⁻¹)
Kontrola Control	0	92,5		18,7
Wg NegFry Acc. NegFry	6	3,6	96,1	43,6
Intensywny Intensive	9	9,8	89,5	39,3
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		5,5		10,8

W sezonie wegetacyjnym pierwsze objawy porażenia roślin odmiany Asterix zaobserwowano w dniu 14 lipca. Krytyczne zniszczenia części nadziemnej roślin na poletkach kontrolnych (powyżej 50%) nastąpiło po 20 dniach a zniszczenie ponad 90% po 24 dniach (10 sierpnia). Skuteczność ochrony chemicznej prowadzonej wg systemu decyzyjnego NegFry (6 aplikacji fungicydowych) była na bardzo wysokim poziomie i wynosiła 96,1%, zaś skuteczność programu intensywnego (9 zabiegów) była nieznacznie niższa — 89,5%.

Zaobserwowano wzrost plonu handlowego bulw na polu produkcyjnym chronionym chemicznie przeciw zarazie ziemniaka wg systemu decyzyjnego NegFry o ponad 130%, zaś na ochronie intensywnej wzrost ten wynosił ponad 110% w porównaniu do kontroli (brak aplikacji fungicydowych).

WNIOSKI

1. Skuteczność ochrony chemicznej przed zarazą ziemniaka była na podobnym poziomie niezależnie od tego, czy zastosowano program intensywny (2010 r. — 11 aplikacji fungicydowych; 2011 — 9 aplikacji), czy też program wg zaleceń SD NegFry (6 aplikacji).
2. Zaobserwowano korzystny wpływ obu badanych wariantów (intensywny i wg NegFry) na ograniczenie porażenia roślin zarazą ziemniaka oraz wielkość plonu handlowego (bulwy powyżej 30 mm) w porównaniu do wariantu kontrolnego (bez ochrony chemicznej przeciwko *Phytophthora infestans*).

LITERATURA

- Fry W. E. 1994. Role of early and late blight suppression in potato pest management. In: Advances in potato pest biology and management. G. W. Zehnder, M. L. Powelson, R. K. Jansson, K. V. Raman. The American Phytopathology Society, St. Paul, Minesota, USA: 166 — 177.
- Hansen J. G. 1995. Meteorological dataflow and management for potato late blight forecasting in Denmark. SP Report, Danish Institute of Plant and Soil science, 10: 57 — 63.
- Hansen J. G., Anderson B., Bain S., Schmiedl J., Soellinger J., Richie F., Bucena L., Cakir E., Cooke L., Dubois L., Filippov A., Hannukkala A., Hausladen H., Hausvater E., Heldak J., Hermansen A., Kapsa J., Pliakhnevich M., Koppel M., Lees A., Musa T., Ronis A., Schepers H., Voglaar K., Vanhaverbeke P. 2008. The development of control Late Blight (*Phytophthora infestans*) in Europe in 2007 and 2008. Proceeding of the 9th Euro Blight Workshop. Special Report No. 13. Hamar, Norway 28–31 October: 11 — 30.
- Hansen J. G., Kleinhenz B., Jörk E., Wander J. G. N., Spits H. G., Dowley L. J., Rauscher E., Michelante D., Dubois L., Steenblock T. 2002. Result of validation trials of *Phytophthora* DSSs in Europe, 2001. Spec. Rep. No. 8, Edinburgh, Scotland, 26-30 September: 231-242.
- Kapsa J. 2004. Zmiany stanu zagrożenia i ochrony plantacji przed zarazą (*P. infestans*) w Polsce na tle krajów europejskich. Prog. in Plant Prot. Post. w Ochr. Roś. 44 (1): 129 — 37.
- Kapsa J., Bernat E., Kasprzak M. 2005. Przydatność systemu decyzyjnego NegFry w ochronie ziemniaka przed zarazą w różnych warunkach meteorologicznych. Biul. IHAR 237/238: 177 — 186.
- Oerke E. C., Dehne M. W., Schonbeck F., Weber A. 1994. Crop production and protection. Elsevier, Amsterdam.
- Pietkiewicz J. 1972. Badanie odporności ziemniaków na zarazę ziemniaczaną (*Phytophthora infestans* de Bary) na odciętych liściach. Biul. Inst Ziemn 9: 17 — 31.
- Püntener W. (red.). 1981. Podręcznik Doświadczalnictwa Polowego w Ochronie Roślin. [tłumaczenie i akceptacja Z. Ginter] Inst. Ochr. Roślin, Poznań: 39 — 41.