

ANDRZEJ WÓJTOWICZ¹**ERICH JÖRG**²¹Instytut Ochrony Roślin, Poznań²Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR)

Rheinessen-Nahe-Hunsrück Rüdeshheimer Str. 60–68, 55545 Bad Kreuznach

Ocena wiarygodności i przydatności komputerowej symulacji rozwoju populacji stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata*) prowadzonej za pomocą programu SimLep 3

Validation and usefulness of Colorado potato beetle development simulations, performed by the system SimLep 3

W latach 2003–2005 w Instytucie Ochrony Roślin przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem była ocena wiarygodności prognoz rozwoju populacji stonki ziemniaczanej opracowanych za pomocą systemu SimLep 3. Symulacje rozwoju szkodnika z zastosowaniem systemu SimLep 3 dotyczą wybranej plantacji ziemniaka, a prowadzone są w oparciu o wyniki pomiarów temperatury oraz lustracji polowych przeprowadzonych w okresie składania pierwszych jaj. We wszystkich latach badań uzyskano całkowitą zgodność pomiędzy prognozą i rzeczywistym terminem maksymalnego nasilenia występowania larw z kategorii L₁/L₂. W dużym stopniu sprawdziły się również wyniki symulacji komputerowych dotyczące terminu wystąpienia na plantacji ziemniaka pierwszych larw L₁ i L₃. Natomiast dwukrotnie odnotowano rozbieżność pomiędzy prognozowanym i rzeczywistym okresem masowego składania jaj. Przeprowadzone eksperymenty wykazały ponadto, że ochrona ziemniaka wg zaleceń systemu SimLep 3 gwarantuje skuteczne zabezpieczenie plantacji ziemniaka przed uszkodzeniami wywołanymi żerowaniem tego szkodnika. Natomiast zabiegi zwalczania stonki ziemniaczanej prowadzone w terminie różnym od zalecanego przez program okazują się pod tym względem mniej efektywne.

Słowa kluczowe: prognozowanie, SimLep, stonka ziemniaczana

A field experiment aimed at validation of forecasts performed by the decision support system SimLep 3 was carried out in the years 2003–2005. The SimLep 3 simulates the phenological dates of Colorado potato beetle population development, taking into account air temperature and the results of field inspections performed at the beginning of eggs laying period. Each year full agreement between real and forecasted maximum abundance of young larvae date was observed. Moreover the results of simulations, describing the first appearance of larvae L₁ and L₃, were also much reliable. However in 2003 and 2005 the real maximum abundance of eggs differed with the forecasted one. The study demonstrates also that chemical treatment recommended by SimLep 3, guarantees effective protection

of potato plantations from damages caused by Colorado potato beetle. Insecticide applications carried out after these periods were less effective.

Key words: Colorado potato beetle, forecast, SimLep

WSTĘP

Komputerowy program wspomaganie decyzji SimLep został opracowany w Niemczech w Instytucie Oceny Skutków Stosowania Ochrony Roślin (Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz). Służy do optymalizacji ochrony chemicznej ziemniaka przed stonką ziemniaczaną i składa się z dwóch modułów SimLep 1 i SimLep 3. Pierwszy symuluje rozwój szkodnika w regionie na podstawie analizy warunków termicznych, a drugi na wybranej plantacji ziemniaka, w oparciu o wyniki pomiarów temperatury oraz lustracji polowych przeprowadzonych w okresie składania pierwszych jaj. SimLep 1 prognozuje datę wystąpienia pierwszych chrząszczy po okresie hibernacji, datę złożenia pierwszych jaj, okres masowego składania jaj, okres wystąpienia pierwszych larw L_1/L_2 , okres masowego wystąpienia larw L_1/L_2 , datę wystąpienia pierwszych larw L_3/L_4 oraz datę wystąpienia chrząszczy drugiego pokolenia. Natomiast SimLep 3 wyznacza okres maksymalnego składania jaj, datę wystąpienia pierwszych larw L_1/L_2 , okres maksymalnego wystąpienia larw L_1/L_2 , oraz datę wystąpienia pierwszych larw L_3/L_4 (Jörg, Preiß, 2002).

Na terenie Niemiec SimLep jest obecnie wprowadzany do praktyki rolniczej. SimLep 1 znajduje zastosowanie w planowaniu lustracji polowych przez służby doradcze, a SimLep 3 jest używany przez rolników przy podejmowaniu decyzji o terminie zwalczania stonki ziemniaczanej. Upowszechnienie tego systemu w innych krajach, wymaga uprzedniego sprawdzenia jego wiarygodności w warunkach lokalnych. Celem pracy była ocena w polskich warunkach środowiskowych systemu SimLep 3, pod względem wiarygodności prognozowania kluczowych, dla ochrony ziemniaka przed stonką ziemniaczaną, faz fenologicznych tego szkodnika.

MATERIAŁ I METODY

Eksperymenty polowe przeprowadzono w latach 2003–2005, w Winnej Górze koło Środy Wlkp. w Polowej Stacji Doświadczalnej Instytutu Ochrony Roślin. Doświadczenie jednoczynnikowe założono w uprawie ziemniaków na mikro poletkach w układzie bloków losowanych w czterech powtórzeniach, a czynnikiem doświadczalnym był termin zabiegu zwalczania stonki ziemniaczanej. Na poletkach podlegających zwalczaniu szkodnika przeprowadzono jeden zabieg ochronny w dwóch różnych terminach: w dniu wyznaczonym przez program SimLep 3, oraz 14 dni później. Powierzchnia poletek wynosiła 66 m². Zwalczanie stonki przeprowadzono za pomocą preparatu Regent 200 SC z zastosowaniem opryskiwacza poletkowego firmy Wintersteiger. Oprócz zwalczania stonki, ochrona ziemniaka polegała na czterokrotnym użyciu pestycydów na wszystkich kombinacjach doświadczalnych. Jeden zabieg przeprowadzono przeciwko chwastom, a trzy przeciwko *Phytophthora infestans*. Wiarygodność prognoz uzyskanych za pomocą

programu SimLep 3, w latach prowadzenia doświadczeń, sprawdzono na podstawie wyników lustracji poletek niepodlegających ochronie ziemniaka przed stonką ziemniaczaną. Poletka traktowane insektycydem, w latach 2004 i 2005, posłużyły do oceny wpływu terminu zwalczania szkodnika na poziom uszkodzeń blaszki liściowej. Redukcję powierzchni blaszki liściowej wywołanej żerowaniem stonki ziemniaczanej oceniono po odnotowaniu wystąpienia pierwszych chrząszczy pokolenia letniego. Na każdym poletku wybrano losowo 50 roślin, które oszacowano pod względem ubytków blaszki liściowej na podstawie porównania ocenianych krzaków ziemniaka do tych, na których w trakcie prowadzenia doświadczenia nie stwierdzono obecności stonki ziemniaczanej. Ocenę ubytków powierzchni blaszki liściowej przeprowadzono posługując się skalą procentową. W roku 2005 zbadano ponadto wpływ terminu zabiegu na plon bulw ziemniaka. Uzyskane dane opracowano za pomocą analizy wariancji wyznaczając najmniejsze istotne różnice na poziomie istotności $p = 0,05$, stosując procedurę Tukeya.

WYNIKI

Charakterystyka przebiegu warunków meteorologicznych w okresie od kwietnia do lipca w latach 2003-2005

Warunki meteorologiczne w Winnej Górze w latach 2003–2005 były zróżnicowane. Rok 2003 w okresie od kwietnia do lipca, wyróżniał się niższą wilgotnością względną powietrza i mniejszą sumą opadów, niż lata 2004 i 2005. Natomiast lata 2003 i 2005 charakteryzowały się nierównomiernym rozkładem opadów w sezonie wegetacyjnym. W 2003 roku najbardziej deszczowym miesiącem okazał się lipiec, a w 2005 roku maj. Rok 2004 odznaczał się niższymi średnimi miesięcznymi temperaturami w maju, czerwcu i lipcu, od zarejestrowanych w tych miesiącach w latach 2003 i 2005. Ponadto w latach 2003–2005 odnotowano różnice w temperaturach panujących w godzinach nocnych. Najwięcej chłodnych nocy, charakteryzujących się średnią temperaturą poniżej 10°C, zarejestrowano w roku 2004, a najmniej w 2003 (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka pogody w Winnej Górze w latach 2003–2005
Weather conditions in Winna Góra in 2003–2005

| Miesiąc Month | Średnia miesięczna wilgotność względna powietrza (%) Mean month air humidity (%) | | | Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C) Mean month air temperature (°C) | | | Suma miesięczna opadów (mm) Sum of month precipitation (mm) | | |
|-------------------|--|------|------|---|------|------|--|------|------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| Kwiecień April | 51 | 65 | 71 | 7 | 9 | 9 | 7 | 16 | 27 |
| Maj May | 61 | 71 | 77 | 15 | 12 | 14 | 28 | 44 | 68 |
| Czerwiec June | 55 | 70 | 69 | 19 | 16 | 18 | 12 | 53 | 4 |
| Lipiec July | 76 | 73 | 70 | 19 | 18 | 21 | 79 | 30 | 45 |

Rozwój populacji stonki ziemniaczanej na plantacji ziemniaka

W roku 2003 na poletkach wszystkich kombinacji doświadczalnych pierwsze złoza jaj stonki ziemniaczanej stwierdzono 3 czerwca, a maksymalne nasilenie składania jaj odnotowano trzy dni później (tab. 2). W dniu 6 czerwca zaobserwowano pierwsze larwy szkodnika, a największą liczbę larw zaliczonych do kategorii L₁/L₂ stwierdzono sześć dni później. Pierwsze larwy kategorii L₃/L₄ wystąpiły 11 czerwca, na poletkach kontrolnych, a na pozostałych jeden dzień później.

Tabela 2

Porównanie wyników symulacji komputerowej z rzeczywistymi terminami faz rozwojowych populacji stonki ziemniaczanej

Comparison of real development of Colorado potato beetle population and the results of computer simulations

| Rozwój szkodnika Pest development | 2003 | | 2004 | | 2005 | |
|--|----------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|
| | prognoza forecast | rzeczywisty rozwój real development | prognoza forecast | rzeczywisty rozwój real development | prognoza forecast | rzeczywisty rozwój real development |
| Maksymalne nasilenie występowania jaj Maximum abundance of eggs | 9.06-17.06 | 6.06 | 20.06-28.06 | 22.06 | 12.06-20.06 | 10.06 |
| Pierwsze L ₁ Appearance of L ₁ | 4.06 | 6.06 | 18.06 | 16.06 | 12.06 | 7.06 |
| Pierwsze L ₃ Appearance of L ₃ | 11.06 | 11.06 | 28.06 | 29.06 | 20.06 | 22.06 |
| Maksymalne nasilenie występowania larw L ₁ /L ₂ Maximum abundance of young larvae | 12.06-19.06 | 12.06 | 28.06-5.07 | 29.06 | 20.06-27.06 | 22.06 |

W roku 2004 na poletkach kontrolnych pierwsze złoza jaj zaobserwowano 9 czerwca, a na pozostałych poletkach 7 dni później. Maksymalne nasilenie składania jaj odnotowano w dniu 22 czerwca na poletkach kontrolnych i chronionych wg programu SimLep, natomiast trzy dni później na poletkach objętych zwalczaniem stonki ziemniaczanej w terminie przypadającym dwa tygodnie po wyznaczonym za pomocą programu SimLep. Pierwsze larwy stonki ziemniaczanej zaobserwowano w dniu 16 czerwca, a największą liczbę larw zaliczonych do kategorii L₁/L₂ odnotowano 29 czerwca. Tego dnia stwierdzono również wystąpienie pierwszych larw kategorii L₃/L₄.

W roku 2005 pierwsze złoza jaj zaobserwowano 2 czerwca a maksymalne nasilenie składania jaj oraz pierwsze larwy szkodnika odnotowano w okresie od 7 do 14 czerwca. W dniu 22 czerwca zarejestrowano maksymalne nasilenie występowania larw z kategorii L₁/L₂ oraz pierwsze larwy kategorii L₃/L₄ na poletkach kontrolnych oraz objętych zwalczaniem stonki ziemniaczanej, w terminie przypadającym dwa tygodnie po wyznaczonym za pomocą systemu SimLep 3. Natomiast na poletkach podlegających zwalczaniu szkodnika w terminie wyznaczonym za pomocą programu SimLep najwięcej larw z kategorii L₁/L₂ oraz pierwsze larwy z kategorii L₃/L₄ odnotowano 17 czerwca.

Wiarygodność prognozowania faz fenologicznych populacji stonki ziemniaczanej za pomocą programu SimLep 3

Wiarygodność prognozowania rozwoju populacji stonki ziemniaczanej, została oceniona na podstawie porównania rezultatów lustracji polowych przeprowadzonych na poletkach kontrolnych, niepodlegających zabiegom zwalczania szkodnika, z wynikami symulacji komputerowych. Pozostałe kombinacje doświadczalne z powodu sztucznej ingerencji w rozwój szkodnika, polegającej na zastosowaniu insektycydu, nie spełniają warunków pozwalających na weryfikację wszystkich faz fenologicznych wyznaczanych za pomocą programu SimLep 3. Teoretycznie na poletkach traktowanych insektycydem można sprawdzić wiarygodność symulacji komputerowych dotyczących terminu maksymalnego nasilenia występowania larw kategorii L_1/L_2 . Jednakże możliwe jest to tylko wtedy, gdy termin zabiegu zwalczania stonki ziemniaczanej przypadnie po terminie maksymalnego występowania larw kategorii L_1/L_2 . W przeciwnym wypadku nie ma pewności czy termin rzeczywisty jest zgodny z prognozowanym. Celem monitoringu rozwoju stonki ziemniaczanej na poletkach podlegających zwalczaniu szkodnika jest natomiast sprawdzenie, czy do momentu zastosowania insektycydu rozwój szkodnika na tych poletkach był zgodny z obserwowanym na poletkach kontrolnych.

W latach prowadzenia badań nie stwierdzono dużego zróżnicowania w rozwoju stonki ziemniaczanej pomiędzy poletkami kontrolnymi i podlegającymi zwalczaniu szkodnika. Większe rozbieżności stwierdzono dopiero po przeprowadzeniu zabiegów zwalczania stonki ziemniaczanej.

W roku 2003 rzeczywisty termin masowego występowania larw kategorii L_1/L_2 na poletkach kontrolnych zawierał się w terminie prognozowanym za pomocą programu SimLep 3. Trafną prognozę uzyskano również odnośnie terminu wystąpienia pierwszych larw L_1 i L_3 . Natomiast maksymalne natężenie składania jaj stwierdzono trzy dni przed okresem prognozowanym za pomocą programu (tab. 2).

W roku 2004 terminy masowego składania jaj oraz masowego występowania larw kategorii L_1/L_2 , odnotowane na poletkach kontrolnych zawierały się w terminach prognozowanych za pomocą programu SimLep 3. Różnica pomiędzy prognozowanym i rzeczywistym terminem wystąpienia larw L_3 wynosiła zaledwie jeden dzień. Natomiast dwa dni różnicy stwierdzono pomiędzy terminem wystąpienia larw L_1 na poletkach doświadczalnych i wynikiem symulacji komputerowej (tab. 2).

W roku 2005 wyniki symulacji komputerowych prowadzone w celu określenia terminów wystąpienia pierwszych larw L_3 oraz maksymalnego nasilenia występowania larw L_1/L_2 trafnie opisały rzeczywistą sytuację na poletkach doświadczalnych. Natomiast prognozy dotyczące okresu masowego składania jaj oraz wystąpienia pierwszych larw L_1 okazały się nie trafne (tab. 2).

Ocena szkodliwości stonki ziemniaczanej

W roku 2004 największe uszkodzenia roślin ziemniaka odnotowano na poletkach niepodlegających ochronie chemicznej. Redukcja powierzchni liści wywołana żerowaniem stonki ziemniaczanej na tej kombinacji wynosiła prawie 7%. Ubytki powierzchni liści oszacowane na poziomie 5% stwierdzono na poletkach opryskanych 14 dni po terminie zalecanym przez program SimLep 3. Natomiast na kombinacjach doświadczalnych

podlegających zwalczaniu stonki wg zaleceń programu SimLep 3 uszkodzenia roślin ziemniaka nie przekroczyły 1% powierzchni liści.

W roku 2005 największe ubytki w powierzchni liści ziemniaka, oszacowane na poziomie 41% stwierdzono ponownie na poletkach niepodlegających ochronie chemicznej. Redukcja powierzchni liści na kombinacji traktowanej insektycydem 14 dni po terminie zalecanym przez program SimLep 3 wynosiła 29%. Natomiast na poletkach doświadczalnych objętych zwalczaniem stonki wg zaleceń programu SimLep 3 uszkodzenia roślin ziemniaka nie przekroczyły 2% powierzchni liści.

Plon bulw ziemniaka zależnie od sposobów zwalczania stonki

W roku 2005 najwyższe plony bulw ziemniaka uzyskano na poletkach traktowanych insektycydem w terminie zalecanym przez program SimLep 3. Natomiast na poletkach kontrolnych, niepodlegających zwalczaniu szkodnika, ziemniak plonował najslabiej. Analiza wariancji wykazała istotne różnice w plonie ziemniaka pomiędzy wszystkimi kombinacjami doświadczalnymi (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ chemicznego zwalczania stonki ziemniaczanej na plon ziemniaka
Influence of chemical control of Colorado potato beetle on potato yield

| Terminy zabiegów zwalczania stonki ziemniaczanej Timing of treatments against Colorado potato beetle | Plon (dt/ha) Yield [dt/ha] | | | |
|---|-------------------------------|---|-------|---|
| | 2004 | | 2005 | |
| Według systemu SimLep 3 According to SimLep 3 | 266,7 | a | 253,9 | a |
| 14 dni po terminie wyznaczonym przez SimLep 14 days after SimLep recommendation | 248,5 | a | 229,1 | b |
| Poletka nie traktowane insektycydem Plots without treatment | 204,4 | b | 202,7 | c |

Srednie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się przy $p=0,05$ według procedury Tukeya
Means within columns followed by the same letter do not differ at $p=0,05$ according to Tukey's tests procedure

DYSKUSJA

Doświadczenia przeprowadzone w Winnej Górze w latach 2003–2005 potwierdzają przydatność programu SmLep 3 do ochrony ziemniaka przed stonką ziemniaczaną. We wszystkich latach badań program prawidłowo przewidział termin maksymalnego występowania larw z kategorii L_1/L_2 , co pozwala na przeprowadzenie zabiegu ochronnego w optymalnym terminie. Stwierdzono, że w ten sposób wykonana ochrona roślin była bardziej skuteczna dla plonu w jednym z badanych lat.

Wyniki badań własnych nad wiarygodnością systemu SimLep 3 w przewidywaniu terminu maksymalnego nasilenia występowania larw L_1/L_2 nie odbiegają od rezultatów badań przeprowadzonych na terenie Włoch, gdzie stwierdzono ścisłą zgodność prognoz z wynikami rzeczywistymi. Natomiast na podstawie wyników 51 doświadczeń przeprowadzonych w latach 1999–2004 na terenie Niemiec, Włoch, Austrii, Polski i Słowenii wiarygodność prognozowania terminu masowego wystąpienia larw L_1/L_2 za

pomocą programu SimLep 3 oceniono na poziomie 86%, a w przypadku prognozowania terminu masowego składania jaj uzyskano 90% poprawnych prognoz (Preiß i in., 2005).

Doświadczenia przeprowadzone w Winnej Górze wykazały też dużą zgodność pomiędzy wynikami symulacji komputerowych oraz rzeczywistym terminem wystąpienia pierwszych larw L_1 i L_3 na plantacji ziemniaka. Natomiast prognozy okresu masowego składania jaj dwukrotnie, w latach 2003–2005, nie znalazły potwierdzenia w wynikach lustracji polowych. Koresponduje to z rezultatami badań przeprowadzonych w latach 2002–2004 na terenie Austrii, gdzie terminy masowego występowania larw, wyznaczone za pomocą programu SimLep 3, sprawdzały się częściej od prognoz dotyczących okresu masowego składania jaj. Natomiast badania niemieckie przeprowadzone w latach 1998–2001 wskazują na większą wiarygodność programu SimLep 3 w prognozowaniu okresu masowego składania jaj, niż terminu masowego występowania larw (Jörg, Preiß, 2003).

Należy jednak podkreślić, że różnice pomiędzy, wyznaczonym za pomocą programu SimLep 3, początkiem okresu składania jaj, oraz datą maksymalnego nasilenia tego procesu, odnotowane na poletkach w Winnej Górze były niewielkie i wynosiły 3 dni w roku 2003 i 2 dni w roku 2005. Ponadto ewentualne błędy w prognozowaniu terminu maksymalnego składania jaj, w przeciwieństwie do nieściśłych prognoz maksymalnego nasilenia występowania larw L_1/L_2 nie pociągają za sobą ujemnych konsekwencji w postaci nieodpowiednich terminów zabiegów zwalczania stonki ziemniaczanej.

Analiza wyników badań nad wpływem terminu przeprowadzenia zabiegu zwalczania stonki ziemniaczanej na uszkodzenia blaszki liściowej wykazały, że ochrona ziemniaka wg zaleceń systemu SimLep 3 gwarantuje skuteczne zabezpieczenie plantacji ziemniaka przed uszkodzeniami wywołanymi żerowaniem tego szkodnika. Natomiast zabiegi zwalczania stonki ziemniaczanej prowadzone po tym okresie okazują się pod tym względem mniej efektywne. Konsekwencją spóźnionego zwalczania szkodnika mogą być straty w plonie ziemniaka, co wykazano w doświadczeniu w roku 2005.

Jest to zgodne z wynikami badań Jörga i Becka (2000), w których wykazano ścisły związek pomiędzy terminem zwalczania stonki ziemniaczanej, oraz poziomem uszkodzeń blaszki liściowej i plonem bulw ziemniaka.

WNIOSKI

1. Program wspomagający podejmowanie decyzji SimLep 3 wiarygodnie określa terminy wystąpienia najważniejszych faz rozwojowych populacji stonki ziemniaczanej.
2. Zastosowanie zabiegu chemicznego zwalczania stonki ziemniaczanej w terminie wyznaczonym za pomocą programu SimLep 3 gwarantuje efektywną ochronę ziemniaka.

LITERATURA

- Jörg E., Beck W. 2000. Schädwirkung und Bekämpfung des Kartoffelkäfers. Kartoffelbau 51: 202 — 204.
Jörg E., Preiß U. 2002. Integrierte Bekämpfung des Kartoffelkäfers basierend auf den SIMLEP-Modell. 53. Deutsche Pflanzenschutztagung Bonn16–19 IX 2002.

- Jörg E., Preiß U. 2003. SIMLEP–Modell helfen bei der Kartoffelkäfer Bekämpfung. Kartoffelbau, 54: 196 — 199.
- Preiß U., Butturini A., Jörg E., Kleinhenz B., Schmiedt J., Wójtowicz A., Zemlijic-Yrbancic M. 2005. Validierung des Prognosemodells SIMLEP 3 in fünf Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU). Phytomedizin 35 (3): 73 — 75.