

Received: 28.10.2022 / Accepted: 18.11.2022

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Analiza poziomu zasiedlenia pszenicy ozimej przez mszycę zbożową (*Sitobion avenae* F.) w różnych rejonach Polski w latach 2009–2018

Analysis of the level of colonization of winter wheat by grain aphid (*Sitobion avenae* F.) in various regions of Poland in 2009–2018

Kamila Roik^{1,A*}, Przemysław Strażyński^{1,B}, Marcin Baran^{1,C}, Jan Bocianowski^{2,D}

Streszczenie

Mszycza zbożowa (*Sitobion avenae* F.) jest jednym z ważnych gospodarczo szkodników zbóż w Europie, powodującym zarówno szkody wynikające z bezpośredniego żerowania (szczególnie na kłosach), jak i pośrednio poprzez przenoszenie wirusów. Z tego względu kluczowy w ochronie pszenicy ozimej i innych roślin zbożowych jest systematyczny monitoring jej nasilenia na uprawach oraz powodowanych przez nią uszkodzeń w celu określenia aktualnego poziomu zagrożenia. Zestawienie obserwacji zobrazowało zmieniające się nasilenie występowania mszycy zbożowej na przestrzeni wybranych lat w poszczególnych regionach kraju i województwach.

Słowa kluczowe: mszycza zbożowa, pszenica ozima, zarządzanie ryzykiem

Abstract

The grain aphid (*Sitobion avenae* F.) is one of the most economically important cereal pests in Europe, causing both direct feeding damage (especially on the ears) and indirect virus transmission. For this reason, systematic monitoring of its intensity on crops and the damage it causes is crucial in the protection of winter wheat and other cereal plants in order to determine the current level of risk. The summary of observations illustrated the changing intensity of the occurrence of grain aphids over selected years in individual regions of the country and provinces.

Key words: grain aphid, winter wheat, risk management

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

²Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

*corresponding author: k.roik@iorpib.poznan.pl

ORCID: ^A0000-0002-0899-5490, ^B0000-0003-1766-2214, ^C0000-0002-3995-1570, ^D0000-0002-0102-0084

Wstęp / Introduction

Rośliny zbożowe, a w szczególności pszenica ozima podczas wzrostu i rozwoju w sezonie wegetacyjnym narażone są na atak wielu gatunków agrofagów, takich jak: mikroorganizmy chorobotwórcze, chwasty oraz liczne szkodniki, które ograniczają jej wzrost, rozwój i plonowanie (Mrówczyński i wsp. 2009). Obserwowane od lat zmiany klimatu przyczyniają się do nieoczekiwanych zmian w rozwoju wszystkich żywych organizmów, na które szczególnie dynamicznie reagują mszyce. Mszyce zbożowe obok skrzyplonek należą do najważniejszych szkodników zbóż (Mrówczyński i wsp. 2005; Walczak 2010; Strażyński i Mrówczyński 2019). Rozwojowi licznych kolonii tych pluskwiaków sprzyjają ciepłe i umiarkowanie wilgotne lata, a w optymalnych warunkach w ciągu kilkunastu dni mogą one zwiększyć nawet kilkudziesięciokrotnie swoją liczebność (Ruszkowska 2002). Mszyce zbożowe należą do najbardziej uciążliwych szkodników roślin (głównie jako wektory wirusów), stąd wymagają stałego monitorowania pojawu i nasilenia występowania na uprawach zbóż oraz chemicznego zwalczania po przekroczeniu progu szkodliwości (Ruszkowska 2004; Walczak 2010; Tratwal i wsp. 2017b).

Jako owady charakteryzujące się dużymi zdolnościami adaptacyjnymi do zmiennych warunków środowiskowych są szczególnie ważną grupą agrofagów (Strażyński i wsp. 2011; Parry 2013). Powodują straty bezpośrednie przez wysysanie soków z roślin i ich osłabienie oraz pośrednie, będąc wektorami wielu groźnych wirusów (Plumb 1995; Ruszkowska 2006; Klueken i wsp. 2009). Gatunki, takie jak mszyca zbożowa – *Sitobion avenae*, występując masowo mogą powodować straty plonu do 20%. Masowe występowanie mszyc na zbożach w Europie powodujące straty w plonach obserwowano już od ponad stu lat (Ruszkowska 1993).

Monitorowanie upraw pod kątem występowania organizmów szkodliwych na plantacjach jest jednym z podstawowych elementów integrowanej ochrony roślin. Dane uzyskiwane z takich obserwacji są źródłem wiedzy o stanie fitosanitarnym roślin uprawnych na polach. Na ich podstawie podejmowane są decyzje o potrzebie wykonania zabiegów chemicznych w precyzyjnie ustalonym terminie. Umożliwiają też w poszczególnych latach śledzenie zmian w nasileniu szkodliwości, rejonizacji i zasięgu występowania szkodników oraz określenie ich znaczenia gospodarczego. Pozyskane wieloletnie dane są pomocne w prognozowaniu długoterminowym (Tratwal i wsp. 2016a).

Celem pracy była analiza zasiedlenia źdźbeł pszenicy ozimej przez mszycę zbożową w różnych rejonach Polski w latach 2009–2018.

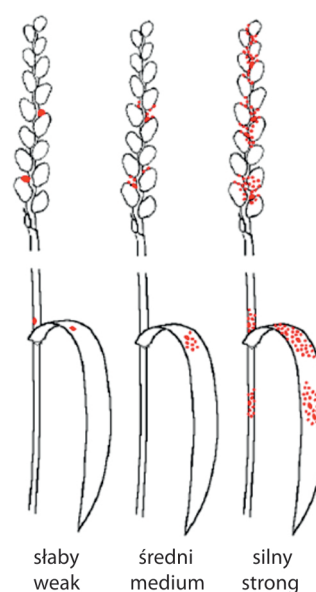
Materiały i metody / Materials and methods

Obserwacje polowe prowadzone były w latach 2009–2018 przez pracowników Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin

i Nasiennictwa (PIORiN) w Oddziałach i Delegaturach oraz pracowników Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu. Ocenę wyrządzonych szkód przez mszycę zbożową przeprowadzano w różnych terminach na terenie kraju. Terminy były ściśle związane z okresem końca wykłoszenia się pszenicy ozimej (Tratwal i wsp. 2017b). Analizowano poziom zasiedlenia przez mszyce szczytowych partii roślin. Stopień opanowania określano według trzystopniowej skali: słaby – pojedyncze mszyce na źdźbłach – do 10% opanowanych źdźbeł/kłosów; średni – mszyce występują na źdźbłach w małych koloniach liczących od kilku do kilkunastu osobników – od 10 do 30% opanowanych źdźbeł/kłosów; silny – mszyce masowo żerują na źdźbłach w dużych koloniach liczących od kilkudziesięciu do kilkuset osobników – powyżej 30% opanowanych źdźbeł (rys. 1) (www.agrofagi.com.pl).

Wyniki obserwacji w postaci procentowego zasiedlenia pszenicy ozimej przez mszycę zbożową zostały przesłane do Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu, gdzie zestawiono otrzymane dane i dokonano analizy uzyskanych wyników. Zgromadzone przez pracowników PIORiN dane zostały zaprezentowane w postaci map przedstawiających stopień uszkodzenia roślin pszenicy ozimej na skutek żerowania mszycy zbożowej. Praca ta stanowi podsumowanie obserwacji prowadzonych na przestrzeni 10 lat.

Uzyskane wyniki zostały poddane analizie statystycznej. Dwuczynnikowa analiza wariancji posłużyła do zwerifikowania hipotez zerowych o braku różnic pomiędzy latami i województwami oraz hipotezy zerowej o braku wpływu interakcji rok \times województwa na procent uszko-



Rys. 1. Stopień opanowania źdźbeł przez mszycę zbożową (www.agrofagi.com.pl)

Fig. 1. The degree of infestation of the stem by grain aphid (www.agrofagi.com.pl)

dzeń spowodowanych przez mszycę zbożową. Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe obserwowanej cechy. Najmniejsze istotne różnice (NIR) Fishera zostały ocenione na poziomie istotności 0,05. Analiza wpływu roku prowadzenia obserwacji na procent uszkodzeń spowodowanych przez mszycę zbożową przeprowadzona została na podstawie analizy regresji. Oceniono i przetestowano współczynnik regresji oraz stałą regresyjną. Dla obu tych charakterystyk skonstruowano 95-procentowe przedziały ufności. Wszystkie analizy statystyczne przeprowadzono w pakiecie GenStat 18.

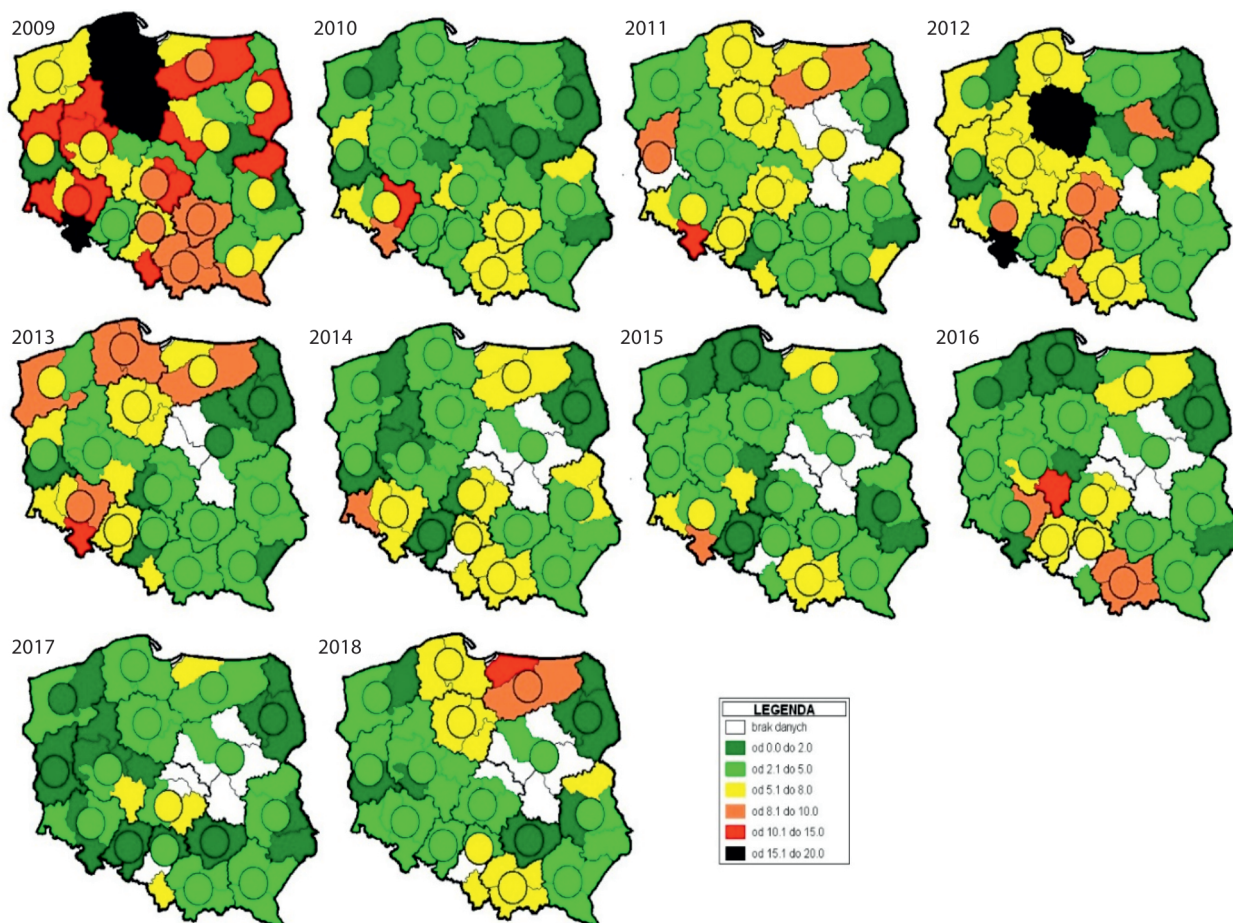
Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Zestawienie obserwacji zobrazowało zmieniające się nasilenie występowania mszycy zbożowej na przestrzeni wybranych lat w poszczególnych regionach kraju i województwach. W pracy określono rejony, w których agrofag wyrządził największe szkody w uprawach pszenicy ozimej. Poziom uszkodzeń pszenicy ozimej przez mszycę zbożową w poszczególnych latach i regionach Polski przedstawiono na rysunku 2.

W roku 2009 w skali kraju odnotowano średnio 8,8% opianowanych źdźbeł. Mszyca zbożowa najliczniej występowała w województwach: pomorskim, gdzie opianowanych zostało średnio 18,0% źdźbeł, kujawsko-pomorskim – 17,4% (lokalnie Świecie – 57,0% i Radziejów – 85,0%) oraz dolnośląskim – 13,1% (lokalnie Dzierżonów – 76,0%, Środa Śląska – 70,0) (Walczak i wsp. 2009).

W roku 2010 mszyca zbożowa wystąpiła w znacznie mniejszym nasileniu w porównaniu do roku 2009, opianowując średnio 4,0% źdźbeł pszenicy ozimej. Najliczniej mszycę zbożową obserwowano na terenie województw: dolnośląskiego – 7,7% (lokalnie Świdnica – 42,0% i Dzierżonów – 40,0%), małopolskiego – 5,5%, świętokrzyskiego – 5,3% (lokalnie Jędrzejów – 67,0%) i pomorskiego – 5,0% (Walczak i wsp. 2010).

W 2011 roku średnie nasilenie występowania mszycy zbożowej, wyrażone liczbą opianowanych źdźbeł wyniosło 5,5% i było to o 1,5% więcej w porównaniu do roku 2010. Agrofag najwięcej źdźbeł opianował w województwach: lubuskim – 8,8% (lokalnie Świebodzin – 50,0%, Wschowa – 30,0%), mazowieckim – 8,0%, pomorskim – 8,0% (lokalnie Gdańsk – 46,0%), dolnośląskim – 7,0% (lokalnie Dzierżonów – 70,0%, Świdnica – 44,0% i Kłodzko – 28,0%),



Rys. 2. Opanowanie źdźbeł pszenicy ozimej przez mszycę zbożową (*Sitobion avenae*) w Polsce w latach 2009–2018 [%]
Fig. 2. Colonization of winter wheat stalk by grain aphid (*Sitobion avenae*) in Poland in the years in 2009–2018 [%]

warmińsko-mazurskim – 6,9% (lokalnie Kętrzyn – 20,0%), kujawsko-pomorskim – 6,5%, opolskim – 6,3% (lokalnie Prudnik – 61,0%) (Walczak i wsp. 2011).

W roku 2012 rejestrowana na pszenicy ozimej mszyca zbożowa w skali całego kraju zasiedlała średnio 6,0% źdźbeł, co było wartością o 0,5% większą w porównaniu do roku poprzedniego. Licznie szkodnik wystąpił w województwach: kujawsko-pomorskim – 17,6% (lokalnie Brodnica – 92,0%), łódzkim – 8,8%, śląskim – 8,1% (lokalnie Częstochowa – 40,0%), małopolskim – 6,8% oraz wielkopolskim – 6,0% (Walczak i wsp. 2012).

W roku 2013 mszyca zbożowa wystąpiła w mniejszym nasileniu o 1,2% niż w roku 2012 i wynosiło ono średnio 4,8%. Najliczniejsze zasiedlenie źdźbeł pszenicy ozimej przez mszycę zbożową obserwowano w województwach: dolnośląskim – 8,4% (lokalnie Świdnica – 85,0%, Strzelin – 60,0% i Wałbrzych – 47,0%), opolskim – 7,7% (lokalnie Brzeg – 39,0%), warmińsko-mazurskim – 7,2% (lokalnie Giżycko – 50,0%) (Walczak i wsp. 2013).

W roku 2014 w skali całego kraju opanowanych zostało średnio 4,0% źdźbeł pszenicy ozimej. Mszyca zbożowa licznie wystąpiła w województwach: dolnośląskim, gdzie średnio opanowała 6,6% źdźbeł pszenicy ozimej (lokalnie Lwówek Śląski i Zgorzelec – 20,0%), śląskim – 6,6% (lokalnie Cieszyn – 15,0%), małopolskim – 6,4% (lokalnie Limanowa – 34,0%), łódzkim – 6,0% (lokalnie Radomsko – 12,0%), warmińsko-mazurskim – 5,7% (lokalnie Braniewo – 18,0%), kujawsko-pomorskim – 4,7% (lokalnie Brodnica – 18,0%) oraz świętokrzyskim – 4,0% (lokalnie Jędrzejów – 62,0%) (Tratwal i wsp. 2014).

W roku 2015 monitorowana na pszenicy ozimej mszyca zbożowa w skali kraju zasiedliła średnio 3,2% źdźbeł. Licznie agrofag ten wystąpił w województwach: małopolskim – 5,6% (lokalnie Gorlice – 28,0% i Limanowa – 33,0%), warmińsko-mazurskim – 5,4% (lokalnie Giżycko, Braniewo, Działdowo, Nowe Miasto Lubawskie – 12,0–20,0%), dolnośląskim – 5,3% (lokalnie Świdnica – 44,0%, Oława i Dzierżoniów – 20,0%), śląskim – 4,0% (lokalnie Cieszyn – 15,0%), wielkopolskim – 4,0% (lokalnie Wągrowiec – 62,0%), kujawsko-pomorskim – 3,6% (lokalnie Włocławek – 10,0% i Tuchola – 12,0%) i lubuskim – 3,6% (lokalnie Żagań – 17,0%) oraz częściowo na terenie województw: łódzkiego, podkarpackiego (lokalnie Przemyśl – 12,0%) i zachodniopomorskiego (lokalnie Goleniów – 12,0%) (Tratwal i wsp. 2015).

W roku 2016 w Polsce opanowanych zostało średnio 4,3% źdźbeł pszenicy ozimej. Większą liczebność tego agrofaga obserwowano w województwach: małopolskim – 9,9%, śląskim – 6,3%, opolskim – 6,1%, łódzkim – 5,7%, warmińsko-mazurskim – 5,3%, wielkopolskim – 4,8% i dolnośląskim – 4,6% (Tratwal i wsp. 2016b).

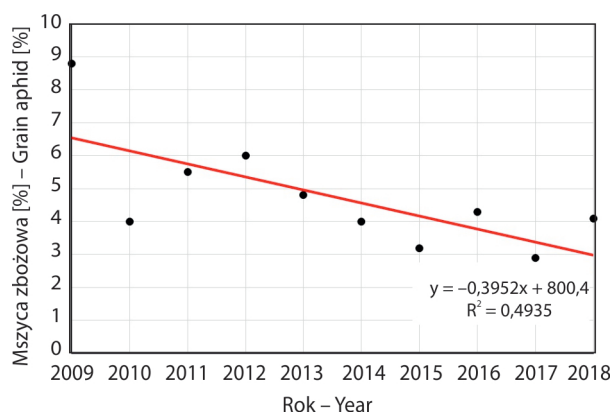
W roku 2017 obserwowana na pszenicy ozimej mszyca zbożowa zasiedlała średnio w skali kraju 2,9% źdźbeł. Liczniej wystąpiła w województwach: łódzkim, opanowując średnio 5,5% źdźbeł (lokalnie Piotrków Trybunalski –

7,0%, Sieradz, Wieruszów – 10,0%), małopolskim – 4,6% (lokalnie Limanowa – 25,0%), kujawsko-pomorskim – 4,5% (lokalnie Tuchola – 15,0%), warmińsko-mazurskim – 4,5% (lokalnie Giżycko – 12,0%), śląskim – 4,0% (lokalnie Cieszyn – 10,0%) oraz podkarpackim – 3,4% (lokalnie Krosno – 15,0%) (Tratwal i wsp. 2017a).

W 2018 odnotowano średnio w skali kraju 4,1% opanowanych źdźbeł pszenicy ozimej przez mszycę zbożową. Większą liczebność mszycy zbożowej odnotowano w województwach: warmińsko-mazurskim – 9,9% (lokalnie Elbląg – 10,6% i Olsztyn – 9,2%), pomorskim – 5,5%, śląskim – 5,5%, małopolskim – 5,4%, kujawsko-pomorskim – 5,1%, łódzkim – 4,7% i lubelskim – 4,3% (Tratwal i wsp. 2018).

W analizowanej pracy średnie procentowe zasiedlenie źdźbeł pszenicy ozimej przez mszycę zbożową dla kraju mieściło się w zakresie 2,9–8,8%. Największą liczebność odnotowano w 2009 roku (średnio 8,8%), nieco mniejszą w latach 2011, 2012, 2013 i 2016 (odpowiednio 5,5%, 6,0%, 4,8% i 4,3%) oraz w 2010 i 2014 r. (4,0%). Najmniejsza liczebność tego agrofaga została zaobserwowana w 2017 r. (średnio 2,9%) i w 2015 r. (3,2%).

Wyniki analizy wariancji wskazują na wysoce istotne statystycznie różnice poziomu zasiedlenia źdźbeł przez mszycę zbożową w poszczególnych latach oraz w poszczególnych województwach. Zaobserwowano również istotny statystycznie wpływ interakcji lat z województwami na wartości obserwowanej cechy (tab. 1). Uzyskane wyniki wskazują na istotny statystycznie (na poziomie 0,05) odwrotnie proporcjonalny wpływ lat prowadzenia badań (y) na uszkodzenia spowodowane przez mszycę zbożową (x). Uzyskany model regresyjny ma postać $y = -0,3952x + 800,4$ (rys. 3). Zmienność zasiedlenia źdźbeł przez mszycę zbożową w ponad 49% jest wyjaśniana przez zmienność lat. Oszacowany 95-procentowy przedział ufności dla współczynnika kierunkowego prostej regresyjnej ma postać $(-0,722; 0,069)$ (tab. 2).



Rys. 3. Wyniki analizy regresji lat prowadzenia doświadczeń na % opanowanych źdźbeł przez mszycę zbożową (*Sitobion avenae*)

Fig. 3. Results of the regression analysis of the years of experiments on % colonization stalks by grain aphid (*Sitobion avenae*)

Tabela 1. Wartości średnie i odchylenia standardowe (s.d.) procentu uszkodzeń spowodowanych przez mszyce zbożową w poszczególnych latach i województwach
Table 1. Mean values and standard deviations (s.d.) of percentage colonization of winter wheat stems by grain aphids (*Sitobion avenae*) in particular years and provinces

Rok – Year	2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.	średnie mean	s.d.
Województwo Voivodeship	13,075	5,361	7,725	4,171	6,975	4,722	8,7	5,383	8,35	3,477	6,575	1,863	5,35	1,989	4,625	2,994	2,7	1,18	3,45	0,772
Dolnośląskie	17,4	0	4,6	0	6,5	0	17,6	0	5,9	0	4,7	0	3,6	0	4	0	4,5	0	5,1	0
Kujawsko-pomorskie	8,625	5,154	4,4	1,23	5,3	0,887	8,75	1,5	3,25	0,866	6	3,464	2,667	2,309	5,667	2,309	5,5	2,121	4,667	0,289
Łódzkie	5,125	6,101	3,675	2,533	3,175	2,085	4,55	2,216	3,05	0,493	4,35	1,215	1,925	0,866	2,925	1,607	2,375	1,652	4,3	2,399
Lubelskie	6,9	6,93	3,9	4,101	8,8	0	4,6	3,677	3,05	2,899	2,15	1,626	3,6	0	2,75	0,354	1,5	0,707	2,55	2,192
Lubuskie	8,2	0	5,5	0	5	0	6,8	0	4,9	0	6,4	0	5,6	0	9,9	0	4,6	0	5,4	0
Międzyrzeckie	5,84	5,035	2	1,581	8	0	3,875	3,966	1,5	2,121	3	0	3	0	4	0	2,5	0	3	0
Opolskie	5	0	4,7	0	6,3	0	3,8	0	7,7	0	1,8	0	0,9	0	6,1	0	0,7	0	2,7	0
Podkarpackie	6,4	3,418	2,867	1,155	3,167	1,767	3,6	0,52	3,1	1,389	3,133	0,551	2,933	0,971	3,733	0,643	3,367	0,551	3,967	0,252
Podlaskie	6,4	5,889	1,7	1,212	2,933	1,102	1,1	1,015	1,7	0,361	1,367	0,709	1,667	0,577	1,433	0,603	1,3	0,819	1,933	0,115
Pomorskie	18	0	5	0	8	0	5,7	0	8,7	0	2,8	0	1,9	0	1,7	0	2,3	0	5,5	0
Śląskie	8,4	3,119	3,9	0,608	4,767	2,658	8,1	1,825	4,767	2,658	6,6	0,141	4	1,414	6,35	2,333	4	4,243	5,5	2,121
Świętokrzyskie	8,2	0	5,3	0	4,3	0	4,7	0	4,3	0	4	0	2,7	0	3,3	0	1,3	0	2	0
Warmińsko-mazurskie	9,5	5,94	4,35	0,919	6,9	2,404	4,3	0,424	7,15	2,333	5,7	0,424	5,45	1,768	5,3	0,424	4,5	1,556	9,9	0,99
Wielkopolskie	7,18	3,168	3,14	1,311	3,06	0,261	6	0	4,32	0,829	2,2	0,686	3,98	2,33	4,78	3,534	2,62	1,627	3,04	0,619
Zachodniopomorskie	6,7	0,707	2,05	0,071	4	1,414	4	5,657	5,3	3,96	2,3	2,546	2,55	1,485	1,55	2,192	1,95	2,758	2,15	1,626
NIR (0,05)	rok – year: 0,943; województwo – voivodeship: 1,584; interakcja rok × województwo – interaction year × voivodeship: 5,010																			
LSD (0.05)	rok – year: 23,87***; województwo – voivodeship: 12,44***; interakcja rok × województwo – interaction year × voivodeship: 1,91***; ***P < 0,001																			
F-ANOVA																				

Tabela 2. Wyniki analizy regresji lat prowadzenia doświadczeń na % opanowanych źdźbeł przez mszycę zbożową (*Sitobion avenae*)
Table 2. Results of the regression analysis of the years of experiments on % colonization stalks by grain aphid (*Sitobion avenae*)

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody The number of degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square
Model – Model	1	12,882*
Błąd – Residual	8	1,653
Razem – Total	9	2,900
Parametr – Parameter	ocena estimate	95% przedział ufności 95% confidence interval
Stała regresji – Regression constant	800,4*	(143,2; 1458)
Rok – Year	–0,395*	(–0,722; 0,069)
Procent wyjaśnianej zmienności – Percentage variance accounted	49,35	–

*P < 0,05

Nasilenie występowania *S. avenae* w kolejnych latach jest zmienne i ma związek głównie z warunkami klimatycznymi występującymi w poszczególnych sezonach. Oprócz wpływu klimatu wskazuje się na różnice w liczebności *S. avenae* w zależności od struktury upraw w otaczającym krajobrazie, płodozmianu, poziomu nawożenia, liczebności wrogów naturalnych czy sąsiedztwa trwałych użytków zielonych (Loxdale i wsp. 1985; De Barro i wsp. 1995; Simon i wsp. 1999; Plantegenest i wsp. 2001; Llewellyn i wsp. 2003, 2004; Papura i wsp. 2003; Vialatte i wsp. 2007; Dedryver i wsp. 2009). Dynamika populacji *S. avenae* zarówno w skali krajowej (Dedryver 1978; Carter i wsp. 1982; Entwistle i Dixon 1986; De Barro i wsp. 1995; Plantegenest i wsp. 1996), jak i regionalnej (Harrington i wsp. 2001) była intensywnie badana w przeszłości, co doprowadziło do powstania narzędzi prognostycznych (Carter i wsp. 1982; Pierre i Dedryver 1984; Plantegenest i wsp. 2001).

Znajomość biologii mszycy zbożowej, systematyczny monitoring oraz sygnalizacja stanowią podstawę w walce z tym szkodnikiem. Monitoring i sygnalizacja są prowadzone w celu określenia aktualnego poziomu zagrożenia. Dzięki systematycznej sygnalizacji możliwe jest wykrycie mszycy zbożowej na wczesnym etapie rozwoju populacji, kiedy nasilenie liczebności (zatem i szkodliwość) jest sto-

sunkowo niskie. Wówczas można łatwiej zminimalizować ryzyko ewentualnych szkód i uwzględniając próg ekonomicznej szkodliwości podjąć decyzję o wykonaniu zabiegu zwalczania w optymalnym terminie. Analiza uzyskanych informacji ułatwia również prognozowanie długoterminowe występowania mszycy zbożowej oraz opracowanie strategii jej zwalczania.

Wnioski / Conclusions

1. W latach 2009–2018 mszyca zbożowa opanowała w Polsce źdźbła pszenicy ozimej na poziomie 2,9–8,8%, przy czym najwyższy średni odsetek uszkodzonych źdźbeł odnotowano w 2009 r., a najniższy w 2017 r.
2. Na przestrzeni 10 lat badań, najmniej uszkodzeń powodowanych przez *S. avenae* stwierdzono w województwie podlaskim.
3. Wyniki monitoringu stanowią narzędzie wspierające producentów i doradców rolniczych w efektywnej i ekonomicznie uzasadnionej ochronie pszenicy ozimej realizowanej zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin.

Literatura / References

- Carter N., Dixon A.F.G., Rabbinge R. 1982. Cereal aphid populations: biology, simulation and prediction. Wageningen, The Netherlands, 91 ss.
- De Barro P.J., Sherratt T.N., Brookes C.P., David O., Maclean N. 1995. Spatial and temporal genetic variation in British field populations of the grain aphid *Sitobion avenae* (F.) (Hemiptera: Aphididae) studied using RAPD-PCR. *Proceedings of the Royal Society B* 262 (1365): 321–327. DOI: 10.1098/rspb.1995.0212
- Dedryver C.A. 1978. Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France. 1. Distribution et développement des populations de *Sitobion avenae* F., *Metopolophium dirhodum* Wlk., et *Rhopalosiphum padi* L., de 1974 to 1977 sur le blé d'hiver dans le Bassin de Rennes. *Annales de Zoologie Ecologie Animale* 10: 483–505.
- Dedryver C.A., Fievet V., Plantegenest M., Vialatte A. 2009. An overview of the functioning of *Sitobion avenae* populations at three spatial scales in France. *Redia* XCII: 159–162.
- Entwistle J.C., Dixon A.F.G. 1986. Short-term forecasting of peak population density of the grain aphid (*Sitobion avenae*) on wheat. *Annals of Applied Biology* 109 (2): 215–222. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1986.tb05313.x

- Harrington R., Verrier R., Denholm C., Hullé M., Maurice D., Bell N., Knight J., Rounsevell M., Cocu N., Barbagallo S., Basky Z., Coceano P.G., Derron J., Katis N., Lukasoვა H., Marrkula I., Mohar J., Pickup J., Rolot J.L., Ruskowska M., Schliephake E., Seco-Fernandez M.V., Sigvald R., Tsitsipis J., Ulber B. 2001. EXAMINE (EXploitation of Aphid Monitoring In Europe): an European thematic network for the study of global change impacts on aphids. s. 45–49. W: Aphids in a new millennium. Proceedings of the Sixth International Symposium on Aphids (C.A. Dedryver, M. Hulle, C. Rispe, J.C. Simon, red.). Proceedings 6th International Symposium on Aphids: Aphids in a New Millennium, Rennes, 3–7 September 2001.
- Klueken A.M., Hau B., Ulber B., Poehling H.-M. 2009. Forecasting migration of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) in autumn and spring. *Journal of Applied Entomology* 133 (5): 328–344. DOI: 10.1111/j.1439-0418.2009.01387.x
- Llewellyn K.S., Loxdale H.D., Harrington R., Brookes C.P., Clark S.J., Sunnucks P. 2003. Migration and genetic structure of the grain aphid (*Sitobion avenae*) in Britain related to climate and clonal fluctuation as revealed using microsatellites. *Molecular Ecology* 12 (1): 21–34. DOI: 10.1046/j.1365-294x.2003.01703.x
- Llewellyn K.S., Loxdale H.D., Harrington R., Clark S.J., Sunnucks P. 2004. Evidence for gene flow and local clonal selection in field populations of the grain aphid (*Sitobion avenae*) in Britain revealed using microsatellites. *Heredity* 93: 143–153. DOI: 10.1038/sj.hdy.6800466
- Loxdale H.D., Tarr I.J., Weber C.P., Brookes C.P., Digby P.G., Castañera P. 1985. Electrophoretic study of enzymes from cereal aphid populations. III. Spatial and temporal genetic variation of populations of *Sitobion avenae* (F.) (Hemiptera: Aphididae). *Bulletin of Entomological Research* 75 (1): 121–141. DOI: 10.1017/s0007485300014218
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Boroń M. 2005. Szkodniki zbóż – aktualne zagrożenia w Polsce. [Cereals pests – current threats in Poland]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 45 (2): 929–932.
- Mrówczyński M., Walczak F., Korbas M., Paradowski A., Roth M. 2009. Zmiany klimatyczne a zagrożenia roślin rolniczych przez agrofagi. *Studia i raporty IUNG – PIB* 17: 139–148.
- Papura D., Simon J.-C., Halkett F., Delmotte F., Le Gallie J.-F., Dedryver C.-A. 2003. Predominance of sexual reproduction in Romanian populations of the aphid *Sitobion avenae* inferred from phenotypic and genetic structure. *Heredity* 90 (5): 397–404. DOI: 10.1038/sj.hdy.6800262
- Parry H.R. 2013. Cereal aphid movement: general principles and simulation modelling. *Movement Ecology* 1 (14): 1–15. DOI: 10.1186/2051-3933-1-14
- Pierre J.S., Dedryver C.A. 1984. Un modèle de régression multiple appliqué à la prévision des pullulations d'un puceron des céréales, *Sitobion avenae* F., sur blé d'hiver. *Acta Oecologica Oecologia Applicata* 5 (2): 153–172.
- Plantegenest M., Pierre J.S., Caillaud C.M., Simon J.C., Dedryver C.A., Cluzeau S. 1996. A model to describe the reproductive rate in the aphid *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae): A case study. *European Journal of Entomology* 93 (4): 545–553.
- Plantegenest M., Pierre J.S., Dedryver C.A., Kindlmann P. 2001. Assessment of the relative impact of different natural enemies on population dynamics of the grain aphid *Sitobion avenae* in the field. *Ecological Entomology* 26 (4): 404–410. DOI: 10.1046/j.1365-2311.2001.00330.x
- Plumb R.T. 1995. Epidemiology of barley yellow dwarf virus in Europe. s. 129–144. W: Barley yellow dwarf: 40 years of progress (C.J. D'Arcy, P.A. Burnett, red.). APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 374 ss.
- Ruskowska M. 1993. Rola terminów zabiegów chemicznych w zwalczaniu mszyc zbożowych. [Importance of the terms of treatment chemical control on the winter wheat before aphids]. *Materiały* 33. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin, cz. 2: 62–65.
- Ruskowska M. 2002. Przekształcenia cyklicznej partenogenezy mszycy *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera, Aphidoidea) – znaczenie zjawiska w adaptacji środowiskowej. *Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin* 8, 63 ss.
- Ruskowska M. 2004. Modyfikacja progów szkodliwości i metody alternatywne w warunkach powstawania nowych form rozwojowych mszyc. [Modification of harmfulness thresholds and alternative methods in the conditions of the emergence of new developmental forms of aphids]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 44 (1): 347–354.
- Ruskowska M. 2006. Uwarunkowania klimatyczne w rozprzestrzenianiu najważniejszych wektorów chorób wirusowych na zbożach w badanych regionach Polski. [Permanent and cyclic parthenogenesis of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphidoidea) across different climate regions in Poland]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (1): 276–283.
- Simon J.-C., Baumann S., Sunnucks P., Hebert P.D.N., Pierre J.S., Le Gallie J.-F., Dedryver C.-A. 1999. Reproductive mode and population genetic structure of the cereal aphid *Sitobion avenae* studied using phenotypic and microsatellite markers. *Molecular Ecology* 8 (4): 531–545. DOI: 10.1046/j.1365-294x.1999.00583.x
- Strażyński P., Mrówczyński M. 2019. Integrowana ochrona przed szkodnikami. s. 128–136. W: Zboża wysokiej jakości – wszechstronne wykorzystanie. Poradnik dla producentów. Wydanie 9. Agroserwis, Warszawa, 160 ss.
- Strażyński P., Ruskowska M., Węgorz P. 2011. Dynamika lotów mszyc w latach 2008–2010 najliczniej odławianych w Poznaniu aspiratorem Johnsona. [Flights dynamics of aphids caught numerously by Johnson's suction trap in Poznań in 2008–2010]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 51 (1): 213–216.
- Tratwal A., Bandyk A., Jakubowska M., Roik K., Wielkopolan B. 2016a. Rola corocznej oceny uszkodzeń spowodowanych przez najważniejsze agrofagi głównych roślin uprawnych w Polsce na podstawie ogólnokrajowego monitorowania. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 1/2016: 89–99.
- Tratwal A., Bandyk A., Jakubowska M., Roik K., Wielkopolan B. 2014. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2014 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2015. *Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań*, 40 ss.
- Tratwal A., Jakubowska M., Roik K., Baran M., Wielkopolan B., Strażyński P. 2016b. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2016 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2017. *Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań*, 43 ss.
- Tratwal A., Jakubowska M., Roik K., Baran M., Wielkopolan B., Strażyński P. 2017a. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2017 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2018. *Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań*, 41 ss.
- Tratwal A., Jakubowska M., Roik K., Baran M., Wielkopolan B., Strażyński P. 2018. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2018 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2019. *Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań*, 39 ss.

- Tratwal A., Jakubowska M., Roik K., Wielkopolan B. 2015. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2015 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2016. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 41 ss.
- Tratwal A., Kubasik W., Mrówczyński M. (red.) 2017b. Poradnik sygnalizatora ochrony zbóż. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 247 ss.
- Vialatte A., Plantegenest M., Simon J.-C., Dedryver C.-A. 2007. Farm-scale assessment of movement patterns and colonisation dynamics of the grain aphid in arable crops and hedgerows. *Agricultural and Forest Entomology* 9 (4): 337–346. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2007.00347.x
- Walczak F. 2010. Groźne szkodniki zbóż i terminy ich zwalczania. *Wiś Jutra* 4 (141): 30–34.
- Walczak F., Bandyk A., Jakubowska M., Roik K., Tratwal A., Wielkopolan B., Złotkowski J. 2012. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2012 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2013. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 43 ss.
- Walczak F., Bandyk A., Jakubowska M., Roik K., Tratwal A., Wielkopolan B., Złotkowski J. 2013. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2013 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2014. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 45 ss.
- Walczak F., Bandyk A., Jakubowska M., Roik K., Tratwal A., Złotkowski J. 2011. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2011 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2012. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 44 ss.
- Walczak F., Jakubowska M., Rosiak K., Tratwal A., Złotkowski J. 2009. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2009 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2010. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 66 ss.
- Walczak F., Jakubowska M., Rosiak K., Tratwal A., Złotkowski J. 2010. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2010 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2011. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 39 ss.
- www.agrofagi.com.pl