

MONITORING ZARODNIKOWANIA *FUSARIUM* SPP. JAKO PODSTAWA DO PROGNOZOWANIA SZKÓD I CELOWOŚCI ZABIEGÓW CHEMICZNYCH

ZUZANNA SAWINSKA¹, MARCIN ZACHWIEJA²

¹Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

²Katedra Sadownictwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań

Synopsis. Fuzarioza zbóż jest „zbioreczą” nazwą chorób, za które odpowiedzialne są różne gatunki rodzaju *Fusarium*. W Polsce najczęściej za jej występowanie odpowiedzialne są *Fusarium culmorum* i *Fusarium avenaceum*. Pamiętać jednak należy iż kłosa zbóż porażane są przez różne gatunki fuzarium. W lata ciepłe o temperaturze zbliżonej do 25°C silniej infekują *Fusarium culmorum* i *Fusarium graminearum*, natomiast w latach chłodniejszych (10–25°C) dominującym może stać się gatunek *Fusarium avenaceum*. Rolnicy coraz częściej zainteresowani są systemami wspomagania decyzji (SWD) opartymi o dane meteorologiczne bazujące na modelach matematycznych opisujących rozwój choroby czy szkodnika w zależności od zaistniałych warunków pogodowych.

Słowa kluczowe: stacje meteorologiczne, modele chorobowe, system wspomagania decyzji

WSTĘP

Fuzarioza zbóż jest „zbioreczą” nazwą chorób, za które odpowiedzialne są różne gatunki rodzaju *Fusarium*. Choroba może rozwijać się przez cały okres wegetacji (zgorzel siewek, pleśń śniegowa, zgorzel podstawy źdźbła, fuzarioza liści, fuzarioza kłosów) ze zmienną szkodliwością. Pod względem obniżenia jakości plonów najgroźniejsza jest fuzarioza kłosów. W Polsce najczęściej za jej występowanie odpowiedzialne są *Fusarium culmorum* i *Fusarium avenaceum*. Udział poszczególnych gatunków *Fusarium* bywa jednak różny, w zależności od fazy rozwojowej zbóż oraz od panujących w danym sezonie warunków atmosferycznych [Mańka 1989]. Niebezpieczeństwo skażenia ziarna wtórnymi metabolitami grzybów (mykotoksynami) staje się wysokie, gdy przedplonem dla zbóż jest kukurydza lub uprawia się odmiany wrażliwe na porażenie przez sprawców fuzariozy kłosów, zwłaszcza *F. graminearum* [Lemańczyk i in. 2001, Weber i in. 2001].

Badania przeprowadzone przez Francika [2010] wskazują iż rolnicy chcieli by korzystać z programów wspomagających decyzję w zakresie nawożenia i ochrony roślin. Wyspecjalizowane systemy, generujące informacje przydatne przy podejmowaniu decyzji w konkretnych przypadkach wraz z prezentacją w formie ułatwiającej ich zastosowanie, noszą nazwę systemów wspomagania decyzji (SWD, ang. DSS – Decision Support System) [Rączka i in. 2007, Zawilski 2007]. Łatwiejszy w ostatnich latach dostęp do internetu stwarza przesłanki do wykorzystania na szerszą skalę tego narzędzia w upowszechnianiu informacji dotyczących prognozowania pogody, czy zagrożenia upraw i zastosowania w procesie produkcji różnych systemów wspomagających podejmowanie decyzji. W systemach tych coraz częściej wykorzystywane są

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: zuza@up.poznan.pl

systemy meteorologiczne bazujące na modelach matematycznych opisujących rozwój choroby czy szkodnika w zależności od zaistniałych warunków meteorologicznych. Na podstawie temperatury, wilgotności powietrza, opadu i czasu zwilżenia liści wyznaczane jest prawdopodobieństwo zaistnienia infekcji co pozwala określić datę wykonania oprysku w optymalnym terminie [Doruchowski 2005]. Jest to istotny element zrównoważonego stosowania pestycydów które wymagany będzie już od 1 stycznia 2014 roku po wprowadzeniu zasad integrowanej ochrony roślin (Integrated Pest Management – IPM) [Horoszkiewicz-Janka i in. 2010, Walczak i in. 2010]. W Europie największy postęp w dziedzinie wykorzystania internetu do realizacji celów związanych z ochroną roślin dokonuje się za sprawą zespołów badawczych z Dani i Niemiec [Wójtowicz i Krasieński 2011]. W Polsce funkcjonuje internetowy system sygnalizacji Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa oraz witryna internetowa prowadzona przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu.

Celem badania był monitoring i ocena możliwości wykorzystania stacji meteo iMetos wraz z modelem chorobowym dla określania zagrożenia zdrowotności roślin zbożowych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. w rejonie województwa wielkopolskiego.

MATERIAŁY I METODY

Obserwacje przeprowadzono w latach 2012–2013 w pięciu lokalizacjach województwa wielkopolskiego:

1. Złotniki – powiat poznański (52°28' N, 16°49' E),
2. Otorowo – powiat szamotulski (52°33' N, 16°26' E),
3. Skałowo – powiat poznański (52°23' N, 17°11' E),
4. Łobżenica – powiat pilski (50°05' N, 19°51' E),
5. Skórzewo – powiat poznański (52°22' N, 16°47' E).

Stacje meteo iMetos IMT 200 zostały umieszczone w warunkach polowych; sensory pomiaru temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza oraz opadów umieszczono na wysokości dwóch metrów nad poziomem gruntu. Wszystkie sensory zintegrowane są ze stacją meteorologiczną, co umożliwia automatyczny zapis pomiarów, co godzinę oraz ich bezpośrednią transmisję siecią GPRS (General Packet Radio Service) do każdego komputera z połączeniem do Internetu. Odczyt danych następuje poprzez przeglądarkę internetową, a dostęp do danych chroniony jest indywidualnych loginem i hasłem. Właścicielami stacji meteorologicznej są osoby prywatne oraz gospodarstwa rolne. Z każdym właścicielem stacji meteorologicznej została podpisana umowa użyczenia danych do celów niniejszej publikacji. Istotnym elementem wyposażenia stacji meteorologicznej jest model chorobowy *Fusarium* dostarczony i opracowany przez producenta firmę Pessl Instruments z Austrii. Model ten używany jest to wizualizacji infekcji przez grzyby *Fusarium* spp. po której może nastąpić skażenie ziarna mykotoksynami. Do opracowania modelu chorobowego posłużyły autorom liczne publikacje naukowe w których stwierdzano i określano zależność wystąpienia porażenia od temperatury powietrza, wysokiej wilgotności względnej powietrza oraz czasu zwilżenia liścia. Na ich podstawie autorzy stworzyli algorytm prognozujący procentową wartość wystąpienia infekcji *Fusarium* lub skażenia mykotoksynami. W analizowanym modelu założono iż wartości powyżej 85% powodują silne i pewne infekcje *Fusarium*, a w wyniku infekcji *Fusarium* dochodzi do skażenia mykotoksynami. W przedstawianym modelu autorzy podają, iż wszystkie wartości powyżej 17% wskazują na pewny moment w którym dochodzi do skażenia ziarna mykotoksynami. W pracy skupiono się na analizie warunków meteorologicznych panujących w okresie maj – lipiec kiedy to grzyby *Fusarium* spp. infekują kłosa zbóż.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ze względu na znaczenie gospodarcze roślin zbożowych, uprawianych na cele konsumpcyjne i paszowe, uzasadnione jest zwrócenie szczególnej uwagi na ich zdrowotność. Jedną z ważnych ze względów gospodarczych chorób jest fuzarioza kłosów powodowana przez kompleks grzybów z rodzaju *Fusarium*. Kłos może być porażony przez kilka różnych gatunków *Fusarium* jednocześnie. Nasilenie fuzariozy kłosów zależy przede wszystkim od warunków pogodowych podczas kwitnienia, oraz od odporności odmiany, sposobu uprawy i przedplonu [Del Ponte i in. 2008, Xu i in. 2008]. Na zawartość mykotoksyn w ziarnie w dużej mierze wpływają warunki pogodowe panujące po kwitnieniu do momentu zbiorów ziarna [Cowger i in. 2009].

Grzyby z rodzaju *Fusarium* występują w dużym nasileniu w lata ciepłe i wilgotne. Analizując dane zwarte w tabeli 1, można zauważyć iż lata 2012 i 2013 były różne zarówno pod

Tabela 1. Temperatura powietrza i opady w latach 2012 i 2013 w miesiącach maj – czerwiec
Table 1. Air temperature and precipitation in 2012 and 2013 in the months of May – June

Miesiąc Month	Temperatura – Temperature (°C)					Opady – Rainfall (mm)				
	Lokalizacja – Location									
	Złotniki	Otorowo	Skalowo	Łobżenica	Skórzewo	Złotniki	Otorowo	Skalowo	Łobżenica	Skórzewo
2012										
V	14,4	14,9	14,9	14,2	15,7	58,0	63,2	56,8	41,2	29,2
VI	15,7	15,8	10,7	15,0	16,4	124,4	79,4	82,6	115,8	121,6
VII	18,8	18,8	19,1	18,3	19,5	149,4	175,6	141,9	157,8	127,6
Średnia/Suma Mean/Sum	16,3	16,5	14,9	15,8	17,2	331,8	318,2	281,3	314,8	278,4
2013										
V	13,7	14,4	14,1	14,3	14,9	81,0	84,6	85,4	105,6	58,0
VI	17,3	17,4	17,1	17,1	17,8	106,0	108,8	92,8	74,0	121,0
VII	18,8	19,7	19,2	18,6	20,2	46,2	70,4	72,4	81,4	52,0
Średnia/Suma Mean/Sum	16,6	17,2	16,8	16,7	17,6	233,2	263,8	250,6	261,0	231,0

względem sumy opadów jak i średniej temperatur w miesiącach maj – lipiec. Rok 2012 można uznać za bardziej obfity w opady deszczu choć w dużej mierze przypadły one na miesiąc lipiec co znalazło odzwierciedlenie w ilości dni prognozowanych infekcji *Fusarium* (tab. 2), a zwłaszcza infekcji > 85% oraz skażeń mykotoksynami > 17% (tab. 3). Jedynie w lokalizacji Skórzewo gdzie w 2012 roku odnotowano najniższą sumę opadów prognozowane infekcje > 85% oraz skażenie mykotoksynami nie wystąpiło wskazując na modelu liczbę dni z infekcją w maju

Tabela 2. Liczba dni wszystkich prognozowanych infekcji *Fusarium* oraz skażeń mykotoksynami w miesiącach maj – lipiec w 2012 i 2013 roku.Table 2. The number of days of all predicted *Fusarium* infections and contaminations with mycotoxins in the months of May – July in 2012 and 2013.

Miesiąc Month	Lokalizacja – Location									
	Złotniki		Otorowo		Skałowo		Łobżenica		Skórzewo	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
2012										
V	6	1	7	1	8	1	7	0	3	0
VI	15	2	12	2	14	3	14	3	14	1
VII	15	1	12	3	13	3	12	3	7	0
Suma – Sum	36	4	31	6	35	7	33	6	24	1
2013										
V	8	2	6	1	11	2	13	3	6	1
VI	9	3	4	1	7	2	10	4	8	1
VII	4	2	2	0	5	1	3	1	3	1
Suma – Sum	21	7	12	2	23	5	26	8	17	3

F – *Fusarium*, M – Mykotoksyny – MycotoxinsTabela 3. Liczba dni prognozowanych infekcji *Fusarium* > 85% oraz skażeń mykotoksynami > 17% w miesiącach maj – lipiec w 2012 i 2013 rokuTable 3. The number of days of predicted *Fusarium* infections > 85 % and contaminations with mycotoxins > 17% in the months of May – July in 2012 and 2013

Miesiąc Month	Lokalizacja – Location									
	Złotniki		Otorowo		Skałowo		Łobżenica		Skórzewo	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
2012										
V	2	1	1	1	6	1	0	0	0	0
VI	5	2	7	2	7	3	4	3	4	1
VII	5	1	9	3	7	3	6	3	0	0
Suma – Sum	12	4	17	6	20	7	10	6	4	1
2013										
V	4	2	3	1	5	2	7	2	1	1
VI	8	3	3	1	4	2	8	3	4	1
VII	3	2	0	0	2	1	2	1	1	1
Suma – Sum	15	7	6	2	11	5	17	6	6	3

F – *Fusarium*, M – Mykotoksyny – Mycotoxins

i lipcu „0”. Rok 2013 był bardziej suchy, choć cieplejszy jak wskazują średnie dobowe temperatury. Widoczne są jednak różnice pomiędzy lokalizacjami. Przyglądając się sumom liczby dni prognozowanych infekcji zwartym w tabeli 3 oraz średniej sile prognozowych infekcji (tab. 4)

Tabela 4. Średnia siła prognozowanych infekcji *Fusarium* oraz skażeń mykotoksynami w miesiącach maj – lipiec w 2012 i 2013 roku (% infekcji)

Table 4. Average strength of predicted *Fusarium* infections and contaminations with mycotoxins in the months of May – July in 2012 and 2013 (% infections)

Miesiąc Month	Lokalizacja – Location									
	Złotniki		Otorowo		Skałowo		Łobzenica		Skórzewo	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
2012										
V	56,5	19,5	50,4	18,0	82,0	100,0	42,8	0,0	34,1	0,0
VI	60,1	35,7	79,4	37,0	67,5	36,5	67,1	33,0	51,7	48,2
VII	56,3	69,0	79,3	44,7	71,1	30,1	74,1	35,3	51,4	0,0
Średnia – Mean	57,6	41,4	69,7	33,2	73,6	55,5	61,3	22,8	45,7	16,1
2013										
V	69,8	29,0	68,2	24,3	73,6	23,1	70,3	28,7	52,2	18,7
VI	93,3	59,1	83,4	40,6	83,9	29,5	92,2	40,2	71,2	39,5
VII	88,8	23,3	39,7	0,0	64,0	21,9	83,3	22,9	66,6	20,4
Średnia – Mean	84,0	37,1	63,8	21,6	73,9	24,8	81,9	30,6	63,3	26,2

F – *Fusarium*, M – Mykotoksyny – *Mycotoxins*

w 2012 roku lokalizacjom najmniej narażona na porażenie fuzarioza kłosa było Skórzewo, natomiast w 2013 roku Otorowo. Dane te wskazują, iż prowadząc sygnalizację i doradztwo w zakresie ochrony roślin nie można lekceważyć tego, że w terminach pojawiania się chorób lub szkodników, czy ich kolejnych stadiów rozwojowych, obserwowane są różnice nie tylko w skali kraju, województwa czy powiatu, ale nawet na terenie jednej miejscowości lub konkretnej plantacji [Pruszyński i Walczak 2006]. W odniesieniu do grzybów z rodzaju *Fusarium* trudność ta jest spowodowana dodatkowo jeszcze tym iż są to organizmy ubikwistyczne, dobrze przystosowujące się do zmieniających się warunków atmosferycznych mają dużą tolerancję w stosunku do warunków środowiskowych i rozwijają się w szerokim zakresie temperatur od 0 do 30°C [Płaskowska 1997]. Do infekcji kłosa dochodzi gdy temperatura w trakcie kwitnienia zbóż jest powyżej 20°C przy wysokiej wilgotności powietrza 85–90% przez co najmniej 24–40 godzin [Champeil i in. 2004]. Być może dlatego że w okresie kwitnienia zbóż przypadającym na maj (żyto) i czerwiec (pszenica, jęczmień) w analizowanych lokalizacjach nie odnotowano średniej dobowej temperatury powyżej 20°C (tab. 1); na terenie tych lokalizacji było niewiele dni z prognozowaną infekcją > 85% (tab. 3). Jak podaje Xu i in. [2008] silnemu skażeniu ziarna mykotoksynami sprzyjają liczne opady po kwitnieniu oraz wysoka wilgotność powietrza, w odniesieniu do tego najbardziej wyróżnia się lipiec roku 2012 który był ciepły i wilgotny (tab. 1) co poskutkowało wysoką średnią siłą skażeń mykotoksynami (tab. 4). Pamiętać jednak

należy iż kłosa zbóż porażane są przez różne gatunki fuzarium i w lata ciepłe o temperaturze zbliżonej do 25°C z przelotnymi opadami deszczu silniej infekować będą *Fusarium culmorum* i *Fusarium graminearum*, natomiast w latach chłodniejszych (10–25°C) i bardziej wilgotnych dominującym może stać się gatunek *Fusarium avenaceum* [Champeil i in. 2004, Płaskowska 1997].

PODSUMOWANIE

Zaprezentowany w pracy system stacji meteo iMetos wraz z modelem chorobowym wydaje się być przydatnym w systemach wspomaganie decyzji do analizowania zagrożenia ze strony grzybów z rodzaju *Fusarium* oraz wyznaczania terminu zabiegu fungicydowego. Przydatność tego modelu wynika z możliwości analizowania na bieżąco czynników środowiskowych wpływających na rozwój i szkodliwość chorób co jest bardzo istotne przy precyzyjnej ochronie roślin która jest ważnym elementem integrowanej ochrony roślin.

PIŚMIENNICTWO

- Champeil A., Doré T., Fourbet J.F. 2004. *Fusarium* head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by *Fusarium* in wheat grains. *Plant Science* 166: 1389–1415.
- Cowger C., Patton-Özkurt J., Brown-Guedira G., Perugini L. 2009. Post-anthesis moisture increased *Fusarium* head blight and deoxynivalenol levels in North Carolina winter wheat. *Phytopathology* 99: 320–327.
- Del Ponte E.M., Fernandes J.M.C., Pavan W., Baethgen W.E. 2009. A model-based assessment of the impacts of climate variability on *Fusarium* head blight seasonal risk in southern Brazil. *J. Phytopathol.* 157: 675–681.
- Doruchowski G. 2005. Elementy rolnictwa precyzyjnego w ochronie roślin. *Inż. Rol.* 6: 131–138.
- Francik S. 2010. Analiza wykorzystania przez rolników programów komputerowych do wspomaganie decyzji. *Inż. Rol.* 7: 47–54.
- Horoszkiewicz-Janka J., Walczak F., Korbas M., Jajor E. 2010. Zastosowanie systemu wspomaganie decyzji o ochronie pszenicy przed chorobami. *Prog. Plant. Prot./Post. Ochr. Roślin* 50(3): 1329–1333.
- Lemańczyk G., Wenda-Piesik A., Wasilewski P. 2001. Wpływ uprawy owsa w siewie czystym oraz w mieszanekach na jego zdrowotność i wartość przedplonową dla pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 18(4): 65–77.
- Mańka M. 1989. Patogeniczność wybranych gatunków z rodzaju *Fusarium* dla siewek zbóż. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.* 201.
- Płaskowska E. 1997. Effect of communities of soil fungi on the growth of some pathogens which cause foot-rot complex in wheat cultivated after different forecrops. *Phytopathol. Polonica* 1: 45–49.
- Pruszyński S., Walczak F. 2006. Rola regionalnej sygnalizacji w wyznaczaniu optymalnego terminu zwalczania agrofagów. *Prog. Plant. Prot./Post. Ochr. Roślin* 46(1): 169–175.
- Rączka K., Kowalski M., Gąsiorek S. 2007. Systemy wspomagające podejmowanie decyzji w przedsiębiorstwie. *Inż. Rol.* 6: 205–212.
- Walczak F., Tratwal A., Krasieński T. 2010. Kierunki rozwoju prognozowania i sygnalizacji agrofagów w ochronie roślin rolniczych. *Prog. Plant. Prot./Post. Ochr. Roślin* 50(1): 81–86.
- Weber R., Hryńczuk B., Runowska-Hryńczuk B., Kita W. 2001. Influence of the mode of tillage on diseases of culm base in some winter wheat varieties, oats and spring wheat. *J. Phytopathol.* 149: 185–188.
- Wójtowicz A., Krasieński T. 2011. Opracowanie witryny internetowej do przekazywania informacji o zagrożeniu ziemniaka ze strony *Phytophthora infestans*. *Prog. Plant. Prot./Post. Ochr. Roślin* 51(2): 1082–1086.

- Xu X.-M., Monger W., Ritieni A., Nicholson P. 2008. Effect of temperature and duration of wetness during initial infection periods on disease development, fungal biomass and mycotoxin concentrations on wheat inoculated with single, or combinations of *Fusarium* species. *Plant Pathol.* 56: 943–956.
- Zaliwski A.S. 2009. Ogólna koncepcja krajowego systemu wspomaganie decyzji w zakresie produkcji roślinnej. *Inż. Rol.* 6: 323–329.

Z. SAWINSKA, M. ZACHWIEJA

MONITORING OF THE FUSARIUM SPP. SPORULATION AS THE BASIS FOR PREDICTION OF DAMAGE AND APPROPRIATENESS OF CHEMICAL TREATMENTS

Summary

Seedling blight of cereals is a “collective” name of the diseases caused by different species of *Fusarium*. In Poland *Fusarium culmorum* and *Fusarium avenaceum* more often are responsible for its occurrence. But it should be remembered that the ears of cereals are affected by different species of *Fusarium*. In warm summers with a temperature close to 25°C they are strongly infected by *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum*, while in cooler summers (10–25°C) *Fusarium avenaceum* can become the dominant species. Therefore farmers are increasingly interested in decision support systems (DSS) based on meteorological data grounded on mathematical models that describe the development of a disease or pest depending on the meteorological conditions.

Key words: meteorological stations, disease models, decision support system

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print:* 7.10.2013

Do cytowania – *For citation:*

Sawinska Z., Zachwieja M. 2013. Monitoring zarodnikowania *Fusarium* spp. jako podstawa do prognozowania szkód i celowości zabiegów chemicznych. *Fragm. Agron.* 30(4): 122–128.