

PORAŻENIE JĘCZMIENIA JAREGO PRZEZ CHOROBY W ZALEŻNOŚCI OD NASTĘPSTWA ROŚLIN I NAWOŻENIA W DOŚWIADCZENIU WIELOLETNIM

ZUZANNA SAWINSKA¹, ANDRZEJ BLECHARCZYK, IRENA MAŁECKA-JANKOWIAK, JAGODA STRZELIŃSKA,
STANISŁAW GRZEŚ

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

Synopsis. W pracy przedstawiono rezultaty 3-letnich badań (2005–2007) przeprowadzonych w Zakładzie Doświadczalnym Brody należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Jęczmień jary odmiany Atol uprawiano w 7-polowym zmianowaniu oraz w monokulturze ciągłej (48–50-letniej) w warunkach zróżnicowanego nawożenia (kontrola bez nawożenia, obornik, obornik + NPK, NPK). Uprawa w wieloletniej monokulturze sprzyjała większemu porażeniu jęczmienia jarego przez *Gaeumannomyces graminis* w porównaniu do jego uprawy w zmianowaniu. Udział obornika w nawożeniu ograniczał występowanie tego patogena w odniesieniu do nawożenia wyłącznie mineralnego NPK. System następstwa roślin oraz nawożenie nie różnicowały natomiast porażenia jęczmienia jarego przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. Badania laboratoryjne potwierdziły obecność 10 gatunków patogenów, a największą liczbę izolatów odnotowano dla *Gaeumannomyces graminis*. Nawożenie w większym stopniu niż rodzaj następstwa roślin różnicowało porażenie liści flagowych i kłosów jęczmienia jarego przez choroby.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, nawożenie, zmianowanie, monokultura, choroby podstawy źdźbła i korzeni, choroby liści i kłosów

WSTĘP

Jęczmień jary należy do podstawowych gatunków zbóż uprawianych w Polsce. Postępujący w strukturze zasiewów wzrost udziału zbóż wymusza ich uprawę po sobie, czego jednym z najczęściej obserwowanych skutków jest zwiększenie porażenia roślin przez choroby podstawy źdźbła i korzeni [Adamiak i in. 2005, Blecharczyk 2002, Blecharczyk i in. 2005, Korbas 2004, Kraska i Mielniczuk 2012, Kurowski 2002, Kurowski i Adamiak 2007, Tillmann i in. 2016]. Z jednej strony zboża jare ze względu na krótszy okres wegetacji są mniej narażone na porażenie niż zboża ozime [Nieróbca i Nieróbca 2012], jakkolwiek jęczmień jary należy, obok pszenicy, do zbóż najbardziej porażanych przez choroby podstawy źdźbła [Kaniuczak 2015]. Wpływ następstwa roślin na występowanie chorób liści i kłosów jest zróżnicowany i w dużym stopniu zależy od przebiegu warunków pogodowych [Carranza i in. 2007, Fernandez i in. 2016, Krupinsky i in. 2004, Osborne i Stein 2007].

Wpływ poszczególnych rodzajów nawozów na zdrowotność roślin nie jest jednoznaczny. Mogą one stymulować rozwój jednych agrofagów, a hamować innych. Rola mineralnych składników pokarmowych w ograniczeniu presji patogenów na rośliny uprawne wywołuje zainteresowanie naukowców już od lat 40 XX wieku [Rausch i Wachter 2005, Thordal-Christensen 2003]. Intensywne nawożenie azotem w połączeniu z cynkiem prowadzić może do wzrostu porażenia roślin przez *Blumeria graminis* powodującego mączniaka prawdziwego. Podniesienie

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

poziomu odżywienia roślin potasem, siarką i manganem wywołuje skutek odwrotny, czyli spadek porażenia. W odniesieniu do chorób podstawy źdźbła oraz zasiedlenia roślin przez patogeny, istotnym elementem, poza systemem następstwa, jest rodzaj stosowanego nawożenia. Środowisko glebowe może znacząco zmieniać zarówno nawożenie mineralne, jak i organiczne. Kierunki przemian, które zachodzą w glebie zależą w dużym stopniu od: aktywności mikroorganizmów, dostępu tlenu, temperatury, wilgotności i odczynu, a także od zabiegów agrotechnicznych i wysokości dawek nawozów [Hamkalo 2000]. Wyłączne stosowanie nawozów organicznych nie zapewnia odpowiedniej równowagi składników pokarmowych, a najlepsze efekty dla roślin uzyskuje się stosując obornik łącznie z nawozami mineralnymi. Nawożenie roślin wpływa ponadto na liczebność oraz skład gatunkowy mikroorganizmów zasiedlających glebę i może przyczynić się do wzrostu liczebności patogenów roślin lub ich antagonistów, a tym samym wpływać na ich zdrowotność [Grzebisz i in. 2010].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wieloletniego oddziaływania systemu następstwa (zmianowanie, monokultura) oraz nawożenia mineralnego i organicznego na porażenie jęczmienia jarego przez choroby podstawy źdźbła, liści i kłosów.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2005–2007 na obiektach statycznego doświadczenia polowego założonego w 1957 roku w Zakładzie Doświadczalnym Brody (52°26' N, 16°18' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach na glebie należącej do rzędu gleby płowoziemne, podtypu gleb płowych typowych, rodzaju glina zwałowa i gatunku piasków gliniastych lekkich i mocnych. Według międzynarodowej klasyfikacji WRB glebę zaliczono do *Albic Luvisols*, a według Soil Taxonomy do Typic Hapludalfs, a pod względem uziarnienia – *loamy sand underlined by loam* [Marcinek i Komisarz 2011].

Jęczmień jary odmiany Atol uprawiano w 7-polowym płodozmianie: ziemniak – jęczmień jary – lucerna – lucerna – rzepak jary – pszenica ozima – żyto ozime oraz w monokulturze ciągłej (48–50-letniej). W doświadczeniu stosuje się 11 wariantów nawożenia, z których w opracowaniu uwzględniono następujące: kontrola bez nawożenia, obornik, obornik + NPK, NPK. Nawożenie stosowano corocznie w dawkach na 1 ha: N – 90 kg, P – 26 kg, K – 100 kg, obornik – 30 t. Wielkość poletek wynosiła 55 m². Chwasty w jęczmieniu jarym zwalczano herbicydem Stork 50 WG (s.a. tifensulfuron metylowy + karfentrazon etylowy) w dawce 60 g·ha⁻¹, natomiast choroby grzybowe fungicydem Juwel TT 483 SE (s.a. epoksykonazol + krezoksym metylowy + fenpropimorf) w dawce 1,4 l·ha⁻¹.

Ocenę polową stopnia porażenia chorobami grzybowymi określono w oparciu o 30 wybranych losowo roślin z każdego badanego poletka w fazie dojrzałości młeczej (BBCH 75–77) jęczmienia jarego, przedstawiając odsetek źdźbeł z objawami chorób podstawy źdźbła i korzeni oraz % porażonej powierzchni liści flagowych i kłosów. Nasilenie porażenia przez choroby podstawy źdźbła oceniono wzrokowo, na podstawie charakterystycznych objawów chorobowych na dolnych międzywęźlach roślin. W przypadku każdej z chorób osobno obliczono odsetek roślin z objawami bez względu na ich nasilenie oraz indeks porażenia.

Stopień nasilenia porażenia roślin jęczmienia jarego przez zgorzel podstawy źdźbła i korzeni (*Gaeumannomyces graminis*) oceniono w skali 5° w zależności od udziału zainfekowanej powierzchni: a – rośliny zdrowe – brak porażenia; b – 1–10% porażenia; c – 11–30% porażenia; d – 31–60% porażenia; e – 61–100% porażenia. Na podstawie wymienionej 5 stopniowej skali, wg metodyki EPP0 nr PP 1/262 (1), obliczono indeks porażenia dla zgorzeli podstawy źdźbła

i korzeni mieszczący się w przedziale od 0 do 100 wg wzoru: $X = (0a + 10b + 30c + 60d + 100e)/T$, gdzie: a, b, c, d, e – liczba roślin w każdej skali, T – ogólna liczba roślin.

Stopień nasilenia porażenia roślin jęczmienia jarego przez fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) oceniono w skali 4° w zależności od udziału zainfekowanej powierzchni: I – zdrowe (brak symptomów), II – niewielkie zmiany (mniej niż 50% obwodu zaatakowanego źdźbła), III – umiarkowane zmiany chorobowe (więcej niż 50% obwodu zaatakowanego źdźbła), IV – poważne zmiany chorobowe (100% obwodu zaatakowanego źdźbła). Na podstawie wspomnianej 4 stopniowej skali, wg metodyki EPPO nr PP 1/28 (3), obliczono indeks porażenia, mieszczący się w przedziale od 0–1, wg wzoru: $X = (n(II) \times 0,25) + (n(III) \times 0,75) + n(IV)/n$ (I+II+III+IV), gdzie n – liczba roślin porażonych w poszczególnych stopniach.

Laboratoryjnej identyfikacji sprawców chorób podsuszkowych dokonano w fazie dojrzałości młecznicy jęczmienia jarego (BBCH 75–77). Gatunki patogenów zasiedlających zainfekowane korzenie określono zgodnie z metodyką opisaną przez Martyniuka [1986]. Sprawców chorób zasiedlających podstawę źdźbeł identyfikowano pobierając podstawy źdźbeł z objawami chorobowymi, z których wycinano 30-milimetrowe odcinki, a następnie zasiedlające je grzyby izolowano zgodnie z metodą Reinecke’go i Fehrmanna [1979]. Corocznie z każdej kombinacji wyosobniano grzyby zasiedlające 100 porażonych źdźbeł.

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych z wykorzystaniem programu STATPAKU. Istotność zróżnicowania wyników oceniano testem Fishera-Snedecora, natomiast badanie istotności różnic pomiędzy średnimi szacowano testem Tukeya ($\alpha=0,05$).

Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). W roku 2005 suma opadów w miesiącach kwiecień – lipiec była o 18% wyższa od średniej z wielolecia, ale

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie od marca do lipca
Table 1. Weather conditions during March to August

Miesiące Months	Lata – Years			1961–2004
	2005	2006	2007	
Temperatura – Temperature (°C)				
III	1,8	0,5	6,5	2,8
IV	8,8	8,7	10,5	7,7
V	12,8	13,7	14,5	13,1
VI	16,4	19,9	19,2	16,4
VII	19,7	24,4	18,6	17,8
VIII	16,9	17,4	18,1	17,4
Opady – Rainfalls (mm)				
III	22,9	36,8	71,9	38,4
IV	19,2	47,2	4,8	37,7
V	86,2	41,4	149,8	54,4
VI	39,8	7,7	55,6	65,5
VII	126,5	9,9	96,2	77,2
VIII	81,6	188,7	70,9	61,9

ich rozkład był nierównomierny. Najmniej korzystne warunki pogodowe wystąpiły w drugim roku badań, gdzie w miesiącach czerwiec i lipiec temperatury były wyższe od średniej odpowiednio o 3,3 i 6,5°C, natomiast opady stanowiły jedynie 12–13% normy. W ostatnim roku badań (2007) średnie temperatury powietrza były wyższe niż za wielolecie, zwłaszcza w początkowym okresie wegetacji jęczmienia jarego. Opady w okresie marzec – sierpień w 2007 roku przewyższały średnią, ale ich rozkład był podobnie, jak w roku 2005, bardzo nierównomierny. W miesiącu poprzedzającym siew jęczmienia jarego (marzec) suma opadów była 2x wyższa w porównaniu do wielolecia, natomiast w pierwszym okresie wegetacji (kwiecień) opady były nieznaczne (4,8 mm), co stanowiło tylko 12,8% normy wieloletniej. Najbardziej wilgotnym miesiącem w 2007 roku okazał się maj, gdzie zanotowana suma opadów (149,8 mm) była prawie 3-krotnie wyższa niż za wielolecie.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ocena porażenia chorobami podsuszkowymi jęczmienia jarego wskazuje na dominację zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni oraz fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni. Średnio za okres badawczy, odsetek roślin jęczmienia jarego porażonych przez zgorzel podstawy źdźbła i korzeni był wyższy w monokulturze (52%) niż w płodozmianie (23%) (tab. 2). Również wyliczony wskaźnik porażenia roślin jęczmienia jarego był większy w monokulturze i wynosił 11,6, podczas gdy w zmianowaniu tylko 2,9. Negatywny wpływ monokultury na występowanie zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni zaznaczył się we wszystkich latach badań. System następstwa w mniejszym stopniu różnicował występowanie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła

Tabela 2. Porażenie jęczmienia jarego przez zgorzel podstawy źdźbła i korzeni (*Gaeumannomyces graminis*)

Table 2. Spring barley infection with take-all disease (*Gaeumannomyces graminis*)

Następstwo (A) i nawożenie (B) Crop sequence (A) and fertilization (B)	2005	2006	2007	Średnio Mean	2005	2006	2007	Średnio Mean
	% porażonych roślin % of infection plants				wskaźnik porażenia (w skali 0–100) infection index (in scale 0–100)			
Zmianowanie – Crop rotation								
Kontrola – Control	27	28	19	25	3,3	3,4	1,9	2,9
Obornik – FYM	9	26	25	20	0,9	3,4	4,2	2,8
Obornik – FYM + NPK	21	29	12	21	2,3	3,3	1,8	2,5
NPK	23	28	30	27	2,9	3,8	4,1	3,6
Średnio – Mean	20	28	22	23	2,4	3,5	3,0	2,9
Monokultura – Monoculture								
Kontrola – Control	76	47	55	59	29,3	8,3	11,2	16,3
Obornik – FYM	33	46	61	47	3,5	8,2	14,4	8,7
Obornik – FYM + NPK	45	44	39	43	7,7	8,0	7,3	7,7
NPK	73	49	54	59	21,2	7,9	12,1	13,7
Średnio – Mean	57	47	52	52	15,4	8,1	11,3	11,6

Tabela 2. cd.
Table 2. cont.

Średnio nawożenie – Mean of fertilization								
Kontrola – Control	52	38	37	42	16,3	5,9	6,6	9,6
Obornik – FYM	21	36	43	33	2,2	5,8	9,3	5,8
Obornik – FYM + NPK	33	37	26	32	5,0	5,7	4,6	5,1
NPK	48	39	42	43	12,1	5,9	8,1	8,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}								
A	8	8	11,0	5	4,0	1,5	3,0	1,8
B	11	r.n.	r.n.	7	5,7	r.n.	r.n.	2,5
AxB	15	r.n.	r.n.	r.n.	8,1	r.n.	r.n.	3,5

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

i korzeni, gdzie nieznacznie większy odsetek porażonych roślin, średnio za okres 2005–2007, wystąpił w płodozmianie (51%) niż w monokulturze (45%). Wyliczony wskaźnik porażenia dla wymienionego patogena kształtował się natomiast w obu stanowiskach na poziomie 0,24 (tab. 3). We wszystkich latach badań zaznaczył się wzrost odsetka porażonych roślin w warunkach zmianowania w porównaniu do monokultury, jakkolwiek jedynie w roku 2006 badań było

Tabela 3. Porażenie jęczmienia jarego przez fuzaryjną zgorzelą podstawy źdźbła i korzeni (*Fusarium* spp.)
Table 3. Spring barley infection with *Fusarium* foot rot (*Fusarium* spp.)

Następstwo (A) i nawożenie (B) Crop sequence (A) and fertilization (B)	2005	2006	2007	Średnio Mean	2005	2006	2007	Średnio Mean
	% porażonych roślin % of infection plants				wskaźnik porażenia (w skali 0–1) infection index (in scale 0–1)			
Zmianowanie – Crop rotation								
Kontrola – Control	47	43	56	49	0,21	0,21	0,30	0,24
Obornik – FYM	34	45	72	50	0,09	0,19	0,44	0,24
Obornik–FYM+NPK	31	55	61	49	0,09	0,26	0,32	0,22
NPK	52	45	65	54	0,18	0,20	0,35	0,24
Średnio – Mean	41	47	64	51	0,14	0,22	0,35	0,24
Monokultura – Monoculture								
Kontrola – Control	31	45	59	45	0,18	0,21	0,38	0,25
Obornik – FYM	45	38	48	44	0,20	0,17	0,30	0,22
Obornik–FYM+NPK	45	39	68	51	0,23	0,18	0,43	0,28
NPK	24	34	58	39	0,15	0,14	0,35	0,21
Średnio – Mean	36	39	58	45	0,19	0,18	0,36	0,24

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Średnio nawożenie – Mean of fertilization								
Kontrola – Control	39	44	58	47	0,19	0,21	0,34	0,25
Obornik – FYM	40	42	60	47	0,14	0,18	0,37	0,23
Obornik–FYM+NPK	38	47	65	50	0,16	0,22	0,37	0,25
NPK	38	40	62	46	0,16	0,17	0,35	0,23
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}								
A	r.n.	5	r.n.	r.n.	0,03	r.n.	r.n.	r.n.
B	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
AxB	13	r.n.	r.n.	8	0,07	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

to zróżnicowanie istotne. Niekorzystny wpływ uprawy jęczmienia jarego w monokulturze na porażenie przez zgorzel podstawy źdźbła i korzeni potwierdzają wcześniejsze badania oparte o doświadczenia wieloletnie w ZDD Brody [Blecharczyk 2002, Blecharczyk i in. 2005, Małecka i in. 2007]. W badaniach Kurowskiego i Adamiak [2007], przeprowadzonych w 32–37-letniej monokulturze jęczmienia jarego w doświadczeniu w Bałcynach (UWM Olsztyn) wykazano dominację grzybów z rodzaju *Fusarium*, w mniejszym nasileniu odnotowano występowanie łamliwości źdźbeł (*Tapesia yallundae*). Monokultura tylko w nieznacznym stopniu sprzyjała wyższemu porażeniu przez wymienione choroby w porównaniu do zmianowania, co wymienieni Autorzy wiążą ze zjawiskiem „decline effect”.

Przeprowadzone badania wykazały korzystny wpływ nawożenia z udziałem obornika na ograniczenie występowania *Gaeumannomyces graminis*, nie wykazano natomiast wpływu rodzaju nawożenia na występowanie grzybów z rodzaju *Fusarium* (tab. 2 i 3). Wcześniejsze badania [Blecharczyk i in. 2005] wskazują nawet na większe porażenie jęczmienia jarego przez choroby furazyjne po nawożeniu obornikiem, w porównaniu do nawożenia wyłącznie mineralnego. Jak twierdzą Bailey i Lazarovits [2003] ograniczenie występowania sprawców chorób podsuszkowych poprzez nawożenie organiczne jest rezultatem zwiększenia zawartości węgla w glebie, co sprzyja aktywności mikroorganizmów. W odniesieniu do nawożenia mineralnego Małecka i Blecharczyk [2008] wykazali z kolei, że brak takiego nawożenia (obiekt kontrolny) powoduje większe porażenie jęczmienia jarego przez *Gaeumannomyces graminis* oraz *Fusarium* spp. w stosunku do obiektów nawożonych. Zbilansowane i adekwatne do uprawianej rośliny nawożenie redukuje stres roślin, poprawia ich odporność fizjologiczną oraz zmniejsza ryzyko chorób [Krupinsky i in. 2002].

W tabeli 4 przedstawiono wyniki identyfikacji izolatów grzybów z korzeni i podstawy źdźbła jęczmienia jarego. Z próbek wyizolowano 10 gatunków grzybów z 6 rodzajów. Ich suma, średnio dla nawożeń, była wyższa w monokulturze (9,8) niż w zmianowaniu (6,6). Zarówno w zmianowaniu, jak i w monokulturze łączna suma izolatów grzybów była najwyższa na kontroli bez nawożenia. Największą liczbę izolatów grzybów stwierdzono dla *Gaeumannomyces graminis*, przy czym większą ich liczbę wyizolowano z roślin pobranych z monokultury niż ze zmianowania. Liczną grupę stanowił kompleks patogenów z rodzaju *Fusarium*, gdzie liczba dla obu systemów następstwa kształtowała się na podobnym poziomie. Kurowski [2002] w swo-

Tabela 4. Liczba izolatów grzybów z porażonych korzeni i podstaw źdźbeł jęczmienia jarego (średnio 2005–2007)

Table 4. Number of fungi isolates from infected roots and stem bases of spring barley (mean of 2005–2007)

Gatunek Species	Zmianowanie Crop rotation				Średnio Mean	Monokultura Monoculture				Średnio Mean
	1*	2	3	4		1	2	3	4	
<i>Acremonium charticola</i>	0,7	0,3	0,0	0,3	0,3	1,0	0,3	0,0	0,0	0,3
<i>Acremonium strictum</i>	0,3	0,0	0,3	0,0	0,2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,2
<i>Alternaria alternata</i>	1,0	0,3	0,3	0,3	0,5	1,0	0,3	0,3	0,7	0,6
<i>Fusarium avenaceum</i>	1,7	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	0,7	1,0	1,0	1,1
<i>Fusarium culmorum</i>	1,3	0,7	0,7	1,7	1,1	1,7	0,7	0,7	1,3	1,1
<i>Fusarium equiseti</i>	0,3	0,3	0,3	0,7	0,4	0,7	0,0	0,0	0,7	0,4
<i>Fusarium oxysporum</i>	1,0	0,0	0,0	0,7	0,4	1,0	0,7	2,3	0,7	1,2
<i>Gaeumannomyces graminis</i>	4,0	1,3	1,0	1,0	1,8	4,3	3,7	4,0	2,3	3,6
<i>Microdochium nivale</i>	0,7	0,7	0,7	0,3	0,6	1,0	0,7	0,7	0,7	0,8
<i>Rhizoctonia solani</i>	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,7	0,3	0,3	0,7
Ogółem – Total	11,3	4,6	4,6	6,0	6,6	13,0	8,8	9,7	7,7	9,8

1* – kontrola bez nawożenia – control without fertilization, 2 – obornik – FYM, 3 – obornik –FYM+NPK, 4 – NPK

ich badaniach wykazał znaczącą liczbę *Alternaria alternata* oraz *Bipolaris sorokiniana* w obu systemach następstwa, czego nie potwierdziły badania własne, gdyż grzyb *Alternaria alternata* wystąpił w śladowej ilości, a grzyba *Bipolaris sorokiniana* w ogóle nie wyizolowano. Jak podają Kraska i Mielniczuk [2012] w uprawie pszenicy jarej oraz Kurowski i in. [2005] w uprawie jęczmienia jarego, niezależnie od stosowanych przedplonów i systemu uprawy roli najliczniejszą wyizolowaną grupą patogenów były grzyby z rodzaju *Fusarium*. Bateman i Kwaśna [1999] twierdzą, że wraz ze wzrostem częstotliwości uprawy pszenicy po sobie, zwiększa się populacja gatunków patogenów wyizolowanych z korzeni.

Do dominujących chorób liści jęczmienia jarego należały: mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*), plamistość siatkowa (*Pyrenophora teres*) oraz rdza jęczmienia (*Puccinia hordei*) (tab. 5). Na liściach flagowych plamistość siatkowa występowała we wszystkich latach badań, natomiast mączniak prawdziwy zbóż i traw oraz rdza jęczmienia w 2005 i 2007 roku. Procent porażonych liści flagowych przez wymienione choroby był na ogół zbliżony w zmianowaniu i monokulturze. Występowaniu tych chorób sprzyjał szczególnie rok 2007. Zastosowane nawożenie, zarówno organiczne jak i mineralne, bądź mineralno-organiczne zwiększyło procent porażonych liści jęczmienia jarego w porównaniu z obiektem kontrolnym bez nawożenia. Do dominujących chorób kłosa jęczmienia jarego należały fuzarioza (*Fusarium* spp.) oraz rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis*) (tab. 5). Występowanie wymienionych chorób odnotowano jedynie w 2007 roku. Następstwo roślin w małym stopniu różnicowało ich występowanie, natomiast w odniesieniu do nawożenia odnotowano większy procent porażonych kłosów po nawożeniu, zarówno organicznym jak i mineralnym, w porównaniu z kontrolą bez nawożenia. Kurowski i in. [2004, 2015] wykazali, że w porównaniu z samym nawożeniem mineralnym łączne stosowanie nawożenia organicznego i mineralnego powoduje wzrost porażenia

Tabela 5. Porażenie liści flagowych oraz kłosów jęczmienia jarego przez choroby (%)

Table 5. Infection of flag leaves and ears of spring barley by pathogens (%)

Następstwo (A) i nawożenie (B) Crop sequence (A) and fertilization (B)	Liść flagowy – Flag leaf						Kłos – Ear		
	<i>Pyrenophora teres</i>			<i>Blumeria graminis</i>		<i>Puccinia hordei</i>		<i>Fusarium spp.</i>	<i>Rhynchosporium secalis</i>
	2005	2006	2007	2005	2007	2005	2007	2007	2007
Zmianowanie – Crop rotation									
Kontrola – Control	1,2	0,9	6,4	0,8	4,0	1,1	7,1	7,9	4,3
Obornik – FYM	2,4	8,0	9,2	1,2	5,9	1,5	10,3	10,0	6,1
Obornik–FYM+NPK	2,7	7,1	11,5	1,5	7,2	1,7	12,3	11,1	7,2
NPK	3,0	5,6	10,6	1,3	6,2	1,3	10,3	9,7	6,1
Średnio – Mean	2,3	5,4	9,4	1,2	5,8	1,4	10,0	9,7	5,9
Monokultura – Monoculture									
Kontrola – Control	0,9	0,7	6,7	0,8	2,6	0,5	6,3	7,8	2,8
Obornik – FYM	1,8	8,1	11,3	1,3	6,8	1,4	10,2	10,3	5,7
Obornik–FYM+NPK	1,7	6,4	9,8	1,6	8,7	1,0	11,1	11,3	7,2
NPK	2,4	7,2	8,3	1,8	7,7	1,3	9,7	9,3	6,1
Średnio – Mean	1,7	5,6	9,0	1,3	6,4	1,0	9,3	9,6	5,4
Średnio nawożenie – Mean of fertilization									
Kontrola – Control	1,1	0,8	6,6	0,8	3,3	0,8	6,7	7,9	3,6
Obornik – FYM	2,1	8,1	10,3	1,3	6,4	1,4	10,3	10,2	5,9
Obornik–FYM+NPK	2,2	6,8	10,7	1,6	8,0	1,3	11,7	11,2	7,2
NPK	2,7	6,4	9,5	1,6	7,0	1,3	10,0	9,5	6,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}									
A	0,3	r.n.	r.n.	r.n.	0,5	0,1	r.n.	r.n.	0,4
B	0,5	1,3	1,2	0,3	0,7	0,2	1,7	0,9	0,7
AxB	r.n.	r.n.	1,7	r.n.	1,0	0,3	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

roślin przez patogeny powodujące choroby liści. W badaniach Krupinskiego i in. [2004] uprawa jęczmienia po jęczmieniu powodowała większe porażenie liści przez patogeny niż na obiektach po przedplonach niezbożowych. Również w innych badaniach [Elen 2003] wykazano wzrost porażenia roślin przez *Rhynchosporium secalis* w trzyletniej monokulturze jęczmienia jarego.

WNIOSKI

1. Uprawa w wieloletniej monokulturze sprzyjała większemu porażeniu jęczmienia jarego przez *Gaeumannomyces graminis* w porównaniu do jego uprawy w zmianowaniu. Udział

- obornika w nawożeniu ograniczał występowanie tego patogena, w odniesieniu do nawożenia wyłącznie mineralnego NPK.
2. System następstwa roślin oraz nawożenie nie różnicowały porażenia jęczmienia jarego przez grzyby z rodzaju *Fusarium*.
 3. Spośród 10 gatunków grzybów wyizolowanych z korzeni i podstawy źdźbła jęczmienia jarego największą liczbę stanowiły izolaty *Gaeumannomyces graminis*, przy czym więcej wyizolowano ich z roślin pobranych z monokultury niż ze zmianowania.
 4. Nawożenie w większym stopniu niż rodzaj następstwa roślin różnicowało porażenie liści flagowych i kłosów jęczmienia jarego przez choroby.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Adamiak E., Balicki T. 2005. Wpływ wieloletniej monokultury na występowanie chorób podstawy źdźbła w czterech zbożach. *Fragm. Agron.* 22(2): 7–13.
- Bailey K.L., Lazarovits G. 2003. Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments. *Soil Till. Res.* 72: 169–180.
- Bateman G.L., Kwaśna H. 1999. Effects of number of winter wheat crops grown successively on fungal communities on wheat roots. *Appl. Soil Ecology* 13: 271–282.
- Blecharczyk A. 2002. Reakcja żyta ozimego i jęczmienia jarego na system następstwa roślin i nawożenie w doświadczeniu wieloletnim. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.* 326: ss. 128.
- Blecharczyk A., Małecka I., Piechota T., Sawinska Z. 2005. Efekt nawożenia jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4(1): 25–32.
- Carranza M.R., Moschini R.C., Kraan G., Bariffi J.H. 2007. Examination of meteorology-based predictions of *Fusarium* head blight of wheat grown at two locations in the southern Pampas region of Argentina. *Australasian Plant Pathol.* 36: 305–308.
- Elen O. 2003. Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals. III. Development of leaf diseases. *Crop. Prot.* 22: 65–71.
- Fernandez M.R., Wang H., Cutforth H., Lemke R. 2016. Climatic and agronomic effects on leaf spots of spring wheat in the western Canadian Prairies. *Can. J. Plant Sci.* 96: 895–907.
- Grzebisz W., Gaj R., Przygocka-Cyna K. 2010. Rola składników pokarmowych w budowaniu mechanizmów odporności roślin uprawnych na presje patogenów. *Prog. Plant Prot.* 50(2): 517–532.
- Hamkalo Z. 2000. Soil potassium availability in agrophytocenosis under conditions of long-studying application of mineral fertility. *Naukovy Visnyk Chernivetskogo Universitetu: Zbirnyk Naukovykh Prats.* Vyp. 80 – Chernivtsi: 35–46.
- Kaniuczak Z. 2015 Ocena ekonomiczna efektywności zwalczania wybranych chorób i szkodników w uprawie jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot.* 55(4): 409–416.
- Korbas M. 2004. Choroby podstawy źdźbła – możliwości i perspektywy zwalczania. *Prog. Plant Prot.* 44(1): 147–154.
- Kraska P., Mielniczuk E. 2012. The occurrence of fungi on the stem base and roots of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in monoculture depending on tillage systems and catch crops. *Acta Agrobot.* 65(1): 79–90.
- Krupinsky J.M., Bailey K.L., McMullen M.P., Gossen B.D., Turkington T.K. 2002. Managing plant disease risk in diversified cropping systems. *Agron. J.* 94: 198–209.
- Krupinsky J.M., Tanaka D.L., Lares, M.T., Merrill S.D. 2004. Leaf spot diseases of barley and spring wheat as influenced by preceding crops. *Agron. J.* 96: 259–266.
- Kurowski T. 2002. Studia nad chorobami podsuszkowymi zbóż uprawianych w wieloletnich monokulturach. *Wyd. UWM Olsztyn. Rozpr. Monogr.* 56: ss. 86.
- Kurowski T., Adamiak E. 2007. Occurrence of stem base diseases of four cereal species grown in long-term monocultures. *Pol. J. Natur. Sci.* 22(4): 574–583.

- Kurowski T., Marks M., Kurowska A., Orzech K. 2005. Stan sanitarny i plonowanie jęczmienia jarego w zależności od sposobu uprawy roli. *Acta Agrobot.* 58(2): 335–346.
- Kurowski T., Sadowski T., Adamiak J., Borawska M. 2004. Wpływ nawożenia azotem i stosowania fungicydu na nasilenie chorób jęczmienia ozimego. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 97–107.
- Kurowski T.P., Sądej W., Kacprzak-Siuda K., Kwiatkowska E., Kowalska E. 2015. Zdrowotność zbóż w zależności od nawożenia organicznego. *Prog. Plant Prot.* 55(2): 147–153.
- Małecka I., Blecharczyk A. 2008. Effect of tillage systems, mulches and nitrogen fertilization on spring barley (*Hordeum vulgare*). *Agron. Res.* 6(2): 517–529.
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z. 2007. Wpływ następstwa i uprawy roli na fizyczne właściwości gleby, porażenie przez choroby oraz plonowanie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 24(3): 300–307.
- Marcinek J., Komisarek J. (red.) 2011. Systematyka Gleb Polski. *Rocz. Glebozn.* 62(3): ss. 193.
- Martyniuk S. 1986. Ekologia i właściwości fitopatogena korzeni zbóż *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx i Oliwier i grzybów pokrewnych z rodzaju *Phialophora*. *Wyd. IUNG Puławy, Ser. R 208*: ss. 85.
- Nieróbca N., Nieróbca P. 2012. Występowanie chorób na jęczmieniu jarym uprawianym w płodozmianie zbożowym w zależności od stopnia intensywności technologii produkcji. *Prog. Plant Prot.* 52(4): 941–944.
- Osborne L.E., Stein J.M. 2007. Epidemiology of Fusarium head blight on small-grain cereals. *Int. J. Food Microbiol.* 119: 103–108.
- Rausch Th., Wachter A. 2005. Sulfur metabolism: a versatile platform for launching defence operations. *Trends Plant Sci.* 10: 503–509.
- Reinecke P., Fehrmann H. 1979. *Rhizoctonia cerealis* van der Hoeven an Getreide in der Bundesrepublik Deutschland. *Z. Pflanzenkr. Pflanzensch.* 86(3/4): 190–204.
- Thordal-Christensen H. 2003. Fresh insights into processes of non-host resistance. *Curr. Opin. Plant Biol.* 6: 351–357.
- Tillmann M., Tiedemann A., Winter M. 2016. Crop rotation effects on incidence and diversity of Fusarium species colonizing stem bases and grains of winter wheat. *J. Plant Dis. Prot.* (DOI 10.1007/s41348-016-0064-6).

Z. SAWINSKA, A. BLECHARCZYK, I. MAŁECKA-JANKOWIAK, J. STRZEZIŃSKA, S. GRZEŚ

INFECTION OF SPRING BARLEY BY PATHOGENS DEPENDING ON THE CROP SEQUENCE AND FERTILIZATION IN LONG-TERM EXPERIMENT

Summary

A field study was carried out in 2005–2007 at Experimental Station Brody belonging to Poznan University of Life Sciences. The soil of the experimental fields are classified as Albic Luvisols according to international WRB classification and according to Soil Taxonomy in Typic Hapludalfs developed on loamy sands overlying loamy materials. Spring barley varieties Atol grown in the 7-field crop rotation and monoculture (48–50 years) in the fertilization (control without fertilization, manure, manure + NPK, NPK). Cultivation in the long-term monoculture favors the greater diseases infected in spring barley by *Gaeumannomyces graminis* compared to crop rotation. The share manure fertilization limited occurrence of this pathogen in relation to only mineral NPK fertilizer. The crop rotation and fertilization does not differentiate spring barley infestation by fungi of the *Fusarium* spp. Laboratory tests confirmed the presence of 10 species of pathogens, and the largest number of isolates reported to *Gaeumannomyces graminis*. Fertilization to a greater extent than the crop rotation diversity of flag leaf and ears diseases infection.

Key words: spring barley, fertilization, crop rotation, monoculture, stem base diseases, leaves and ears diseases

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 6.09.2016

Do cytowania – *For citation*

Sawinska Z., Bleharczyk A., Małecka-Jankowiak I., Strzełińska J., Grześ S. 2016. Porażenie jęczmienia jarego przez choroby w zależności od następstwa roślin i nawożenia w doświadczeniu wieloletnim. *Fragm. Agron.* 33(4): 123–133.