

**WPLYW SIEDMIU WYBRANYCH CZYNNIKÓW  
AGROTECHNICZNYCH NA PRODUKCYJNOŚĆ PSZENICY OZIMEJ  
W WARUNKACH DUŻEGO UDZIAŁU ZBÓŻ W ZMIANOWANIU  
CZEŚĆ I. PLON BIOMASY NADZIEMNEJ, ODŻYWIENIE ROŚLIN  
AZOTEM ORAZ PORAZENIE ZGORZELĄ PODSTAWY ŻDŹBŁA**

MARCIN PISAREK, JAN ROZBICKI, STANISŁAW SAMBORSKI, BARBARA WAWRYŁO, JAN GOLBA

*Katedra Agronomii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

jan\_rozbicki@sggw.pl

**Synopsis.** Celem pracy była ocena możliwości ograniczenia negatywnych skutków uprawy pszenicy po pszenicy w warunkach nadmiernego udziału zbóż w zasiewach. Badania polowe przeprowadzono w latach 1999–2002 w Chylicach na Polu Doświadczalnym Katedry Agronomii SGGW. Doświadczenie wieloczynnikowe typu 2<sup>7</sup> obejmowało siedem czynników agrotechnicznych (termin siewu, zaprawa Latitude, przedplon, program ochrony fungicydowej, dawka N (kg·ha<sup>-1</sup>) podczas ruszenia wegetacji wiosną oraz w stadium 31 i 49), każdy na dwu poziomach. Opóźnienie termin siewu w największym stopniu ograniczało plon suchej biomasy, średnio o 12,3%, a w roku o warunkach hydrotermicznych od skrajnie suchych do suchych o 32,5% i w niewielkim stopniu (od 1,6 do 3,1%) ograniczało wskaźnik TAI (*take-all index*). Zaprawa Latitude w podobnym stopniu jak termin siewu zmniejszała indeks TAI, jednocześnie nie miała wpływu na plon biomasy i odżywienie roślin pszenicy azotem. Przedplon (bobik) w największym stopniu ograniczał wskaźnik TAI zmniejszając go odpowiednio w roku 2001 i 2002, o 5,0 i 9,7% oraz poprawiał odżywienie roślin azotem. Różnica w plonie biomasy na niekorzyść przedplonu, którym była pszenica wynosiła średnio 14,2%, a w roku o warunkach pogodowych od skrajnie suchych do suchych o 32,1%. Współczynnik plonowania rolniczego nie wykazywał zmian pod wpływem badanych czynników.

**Słowa kluczowe** – *key words*: pszenica ozima – *winter wheat*, czynniki agrotechniczne – *agronomical factors*, plon suchej biomasy – *dry matter yield*, wskaźnik TAI – *take-all index*, współczynnik plonowania rolniczego – *harvest index*

## WSTĘP

Zmianowania zbożowe z dominującym udziałem pszenicy ozimej są typowe dla regionów Europy środkowej i północnej. W Polsce uprawa pszenicy, co jest naszą specyfiką krajową, prowadzona jest od połowy lat 90. ubiegłego wieku w warunkach nadmiernego udziału zbóż w zasiewach, średnio w granicach 73–77%, a w wielu regionach ponad 90% (GUS 2011). Duże wysycenie zmianowania zbożami ogranicza efektywność czynników plonotwórczych [Budzyński i Krasowicz 2008], co wiąże się z mniejszą produkcją suchej masy części nadziemnej roślin [Prew i in. 1986, Sieling i in. 2005].

Szczególnie groźną chorobą, ściśle związaną z nadmiernym udziałem zbóż ozimych w zmianowaniu jest zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*). Jej występowanie nasila się wraz ze wzrostem intensyfikacji rolnictwa oraz zmniejszeniem się udziału w zasiewach roślin niezbożowych i zbóż jarych. Potwierdzają to obserwacje z Anglii gdzie wybuchały jej kolejne epidemie – 1948, 1979, 1981 i 1987 r. [Korbas i in. 2001]. Za przyczynę

ich występowania uznaje się naruszenie równowagi biologicznej i chemicznej określanej jako zmęczenie gleby. Proces ten następuje np. w skutek stosowania monokultury zbożowej lub dużego udziału zbóż w zasiewach. Zmniejsza się wówczas ilość dostępnych makro i mikroelementów oraz pogarszają się właściwości fizyczne gleby, a z resztek poźniowych uwalniane są fitotoksyczne substancje [Adamiak i in. 1994, Bleharczyk i in. 1999, Kaczmarek i Gawrońska-Kulesza 2000, Niewiadomski 1998]. Zmiany te powodują wzrost zachwaszczenia, nasilenie występowania chorób grzybowych [Bateman i Hornby 1999, Gawrońska-Kulesza i in. 2005, Jończyk 2003, Mróz i in. 1990] oraz szkodników [Karg i in. 1990].

Najbardziej efektywna walka z tym patogenem związana jest z prawidłowo prowadzonym zmianowaniem roślin [Bateman i Hornby 1999, Christen i in. 1992, Gardner i in. 1998, Mróz i in. 1990]. Przedplonami, które ograniczają występowanie choroby są rośliny z rodziny kapustnych oraz motylkowatych (strączkowe). W doświadczeniach prowadzonych w Australii [Gardner i in. 1998] spośród wielu badanych czynników, w największym stopniu na ograniczenie porażenia grzybem *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* wpływało zastosowanie przedplonu z rodziny kapustnych. W Polsce badania Klimy [1992] potwierdzają wysoką skuteczność rzepaku jako przedplonu w ograniczaniu występowania chorób podsuszkowych, a przede wszystkim zgorzeli podstawy źdźbła.

Jak wskazują niektórzy autorzy, również opóźnienie termin siewu może wpływać pozytywnie na zmniejszenie ryzyka wystąpienia chorób grzybowych, a w szczególności zgorzeli podstawy źdźbła o ponad 20% [Bateman i Hornby 1999, Barraclough i Leigh 1984]. Ponadto odnotowano, że zwiększenie dawki azotu miało wpływ na ograniczanie skutków wystąpienia tej choroby [Gardner i in. 1999].

Celem pracy była ocena możliwości ograniczenia metodami agrotechnicznymi negatywnych skutków uprawy pszenicy po pszenicy w warunkach nadmiernego udziału zbóż w zasiewach.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na polu doświadczalnym Katedry Agronomii SGGW w Chylicach (52°05' N, 20°33' E), zachodnie Mazowsze, w terenie równinnym wyniesionym 104,3–105,7 m nad poziom morza o spadku około 1,38°, w latach 1999–2002. Doświadczenie wieloczynnikowe typu 2<sup>7</sup> obejmowało siedem czynników agrotechnicznych, każdy na dwu poziomach (tab. 1) i było prowadzone w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż.

Liczba obiektów badawczych (kombinacji) wynosiła 2<sup>7</sup> = 128 poletek i oznaczono je za pomocą klasycznej symboliki literowej (np. a, abc, acd, ade, abcde...) w, której uwzględnianie litery dla danego czynnika oznacza, że w tej kombinacji występuje on na wyższym poziomie „1”, brak litery dla danego czynnika oznacza natomiast, że występuje on na niższym poziomie („0”). Symbol (1) oznacza, że wszystkie czynniki są na niższym poziomie [Mądry i in. 1995].

Doświadczenia zlokalizowane były na czarnych ziemiach zdegradowanych (błońskich), klasy bonitacyjnej IIIa i IIIb, kompleksu glebowego żyniego bardzo dobrego, o składzie granulometrycznym gliny zwałowej lekkiej (tab. 2). Gleby, na których umiejscowiono doświadczenie charakteryzowały się wysoką (w 2000 r.) i bardzo wysoką zawartością fosforu oraz średnią i wysoką zawartością potasu (w 2002 r.). Oznaczony w KCl odczyn gleby był obojętny. Nawożenie fosforem i potasem stosowano w oparciu o wykonaną wcześniej ocenę zasobności gleby i przewidywane pobranie składników przez rośliny.

Nawożenie azotem stosowano według zasad określonych w tabeli 1. Taki układ czynników doświadczalnych pozwolił na uzyskanie dużej zmienności w poziomie nawożenia azotem w zakresie dawek od 90 do 210 kg N·ha<sup>-1</sup>. Jako punkt odniesienia, poza układem doświadczalnym

Tabela 1. Czynniki doświadczenia

Table 1. Factors of experiment

Czynnik doświadczenia <i>Factors of experiment</i>		Poziom „1” <i>Management level „1”</i>	Poziom „0” <i>Management level „0”</i>
A	Termin siewu <i>Date of sowing</i>	Optymalny <i>Optimal</i>	Opóźniony <i>Delayed</i>
B	Zaprawa Latitude <i>Seed treatment</i>	–	+
C	Dawka (kg·ha <sup>-1</sup> ) N podczas RW <sup>1</sup> <i>N rate (kg·ha<sup>-1</sup>) at the beginning of spring vegetation</i>	120	60
D	Dawka (kg·ha <sup>-1</sup> ) N <sub>1</sub> w GS <sup>2</sup> 31 <i>N rate (kg·ha<sup>-1</sup>) at GS 31</i>	60	30
E	Dawka (kg·ha <sup>-1</sup> ) N <sub>1</sub> w GS 49 <i>N rate (kg·ha<sup>-1</sup>) at GS 49</i>	30	–
F	Przedplon <i>Previous crop</i>	Bobik <i>Faba bean</i>	Pszenica <i>Winter wheat</i>
G	Program ochrony fungicydowej <i>Fungicide protection program</i>	Pełny (P) <i>Full</i>	Ograniczony (O) <i>Limited</i>

<sup>1</sup>RW – ruszenie wegetacji wiosną – *starting dose applied at the beginning of vegetation season*,

<sup>2</sup>GS – stadium wzrostu według Zadoksa i in. [1974] – *growing stages according to Zadoks et al. [1974]*

Tabela 2. Charakterystyka gleb i ich właściwości chemicznych

Table 2. Characteristic of soil and its chemical properties

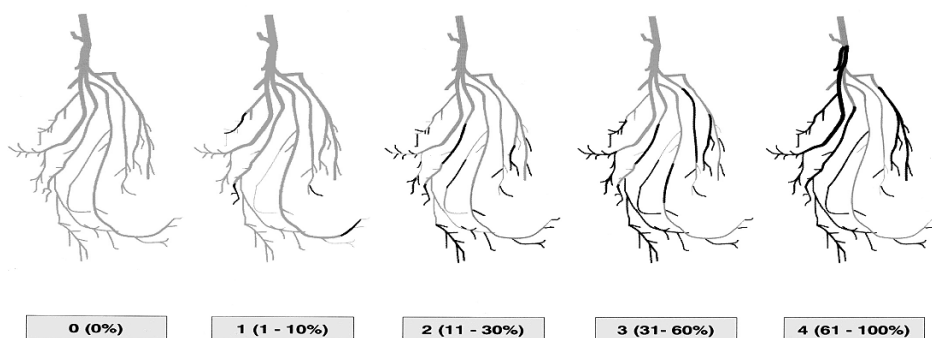
Wyszczególnienie <i>Specification</i>		Charakterystyka – <i>Characteristic</i>		
Data pobrania prób <i>Date of sampling</i>		15.09.2000	16.09.2001	23.08.2002
Kompleks przydatności rolniczej <i>Agricultural complex</i>		żytni bardzo dobry <i>Rye very good</i>		
Typ gleby – <i>Type of soil</i>		czarne ziemie zdegradowane – <i>degraded black soils</i>		
Fracja granulometryczna <i>Granulometric fractions</i>		piasek gliniasty mocny, glina w podłożu na głębokości 50–75 cm <i>loamy sand, and clay in the soil at a depth of 50–75 cm</i>		
N ogólny g·kg <sup>-1</sup> gleby <i>Total N g·kg<sup>-1</sup> soil</i>	0–30 cm	0,9	1,3	0,7
	30–60 cm	0,7	0,7	0,5
	60–90 cm	0,1	0,2	0,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg·kg <sup>-1</sup> gleby <i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content in soil (mg·kg<sup>-1</sup>)</i>		186	260	201
K <sub>2</sub> O mg·1kg <sup>-1</sup> gleby <i>K<sub>2</sub>O content in soil (mg·1kg<sup>-1</sup>)</i>		194	153	227
pH <sub>KCl</sub> – <i>pH<sub>KCl</sub></i>		7,01	7,03	6,82

wprowadzono również tzw. „zerówki” poletka bez nawożenia azotem przez cały okres wegetacji roślin. Nawozem azotowym stosowanym w doświadczeniu była saletra amonowa, którą wysiewano ręcznie. Materiał siewny pszenicy ozimej odmiany Mikon w stopniu super elity wysiewano w ilości 400 kiełkujących ziaren na 1 m<sup>2</sup>. We wszystkich latach badań do zaprawiania ziarna użyto zaprawy Baytan Universal FS w dawce 200 g·100 kg<sup>-1</sup> ziarna oraz w zależności od obiektu badawczego zaprawę Latitude 125 FS.

Stosowana technologia uprawy nie odbiegała od zasad poprawnej agrotechniki. Do ochrony pszenicy przed chwastami stosowano w kolejnych latach następujące zabiegi: w sezonie wegetacyjnym 1999/2000 oprysk preparatem Arelon Fox 550 SC 2,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, mieszaniną herbicydów Compete 240 EC 0,1 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> i Granstar 75 WG 20 g·ha<sup>-1</sup> oraz dodatkowo w celu zwalczania przytuli czepnej (*Galium aparine* L.) zabieg preparatem Grodył 75WG 30 g·ha<sup>-1</sup>. W latach 2000/2001 oraz 2001/2002 wykonano odpowiednio: zabieg preparatem Arelon Fox 550 SC 2,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> i Solar 250 EC w dawce 0,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>.

Zróżnicowany program ochrony przed chorobami grzybowymi oprócz zaprawiania ziarna obejmował na poziomie czynnika „1” dwa opryski: preparatem Alert 375 SC przeciwko chorobom źdźbła i liści oraz preparatem Amistar 250 SC w ilości 1 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> zwalczającym choroby kłosa. Ograniczony program ochrony obejmował stosowanie fungicydu Alert 375 SC do zwalczania chorób źdźbła i liści.

Plon suchej biomasy nadziemnej (g·m<sup>-2</sup>) oznaczono z powierzchni 1 m<sup>2</sup> podczas zbioru (GS 92) oraz dla obiektów doświadczalnych obejmujących czynniki (A, B, C, D i E) w następujących stadiach rozwojowych: początek strzelania w źdźbło (GS 31), pierwsze ości widoczne (GS 49), pełnia kwitnienia (GS 65) i dojrzałość woskowa ziarna (GS 85) z powierzchni 0,25 m<sup>2</sup>. Próby świeżej masy pobierano w ww. stadiach, analogicznie jak podczas zbioru ważono je oraz pobierano podpróbę o masie 100–150 g do oznaczenia udziału s.m. w roślinach. Zawartość (% azotu) w suchej masie (s.m.) ziarna i słomy oznaczono metodą Kjeldahla według PN-75/A-04018. Wskaźnik odżywienia roślin azotem (*Nitrogen Nutrition Index*) – wyliczono korzystając ze wzoru Lemaire i Gastala [1997], a wskaźnik porażenia zgorzelą podstawy źdźbła TAI (*take-all index*) wg metodyki opisanej przez Korbasę i in. [2001]. W celu określenia stopnia porażenia roślin na danym poletku pobierano monolity z 25 roślinami wraz z korzeniami. Po otrzeptaniu gleby i umyciu korzeni dokonano wizualnej oceny systemu korzeniowego i podzielono rośliny na pięć klas porażenia (rys. 1). Następnie wyliczono wskaźnik TAI na podstawie wzoru:



Rys. 1. Podział roślin na klasy stopnia porażenia systemu korzeniowego przez *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*

Fig. 1. Plants classification regarding to root system infestation degree by *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*

$$TAI = (0a+10b+30c+60d+100e)/T$$

gdzie a, b, c, d, e oznaczają liczbę roślin w każdej z powyższych klas, a T oznacza całkowitą liczbę analizowanych na poletku roślin (a+b+c+d+e).

Współczynnik plonowania rolniczego, wyliczono jako iloraz plonu suchej masy ziarna do plonu suchej masy części nadziemnej roślin.

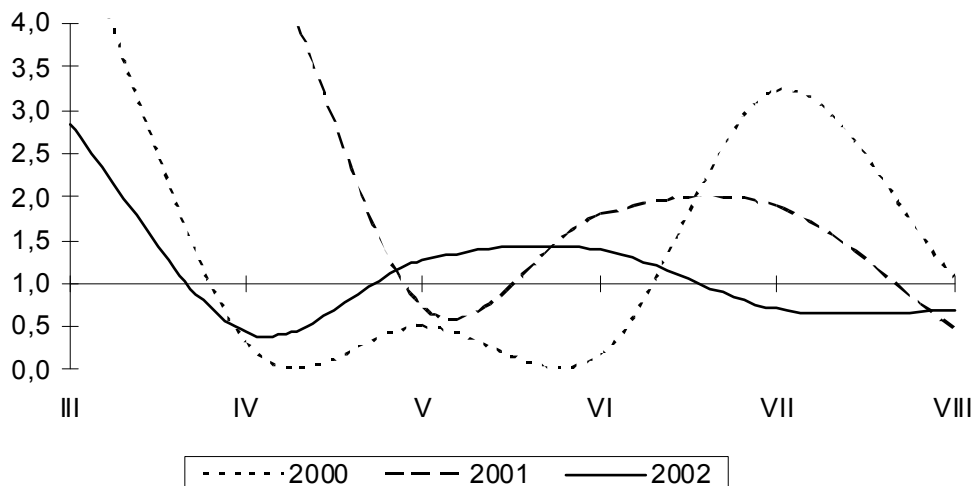
Według danych stacji meteorologicznej w Chylicach (tab. 3), średnie wieloletnie opady atmosferyczne w latach 1953–1982 wahały się w granicach od 419 do 801 mm rocznie.

Tabela 3. Sumy miesięcznych opadów w mm i średnie temperatury powietrza w °C na polu doświadczalnym w Chylicach oraz zapotrzebowanie na opady według Dzieżyca i in. [1987, 1989]

Table 3. The sum of precipitation (mm), the average air temperature (Celsius degree) in Chylice Experimental Station and the demand of precipitation according to Dzieżyc et al. [1987, 1989]

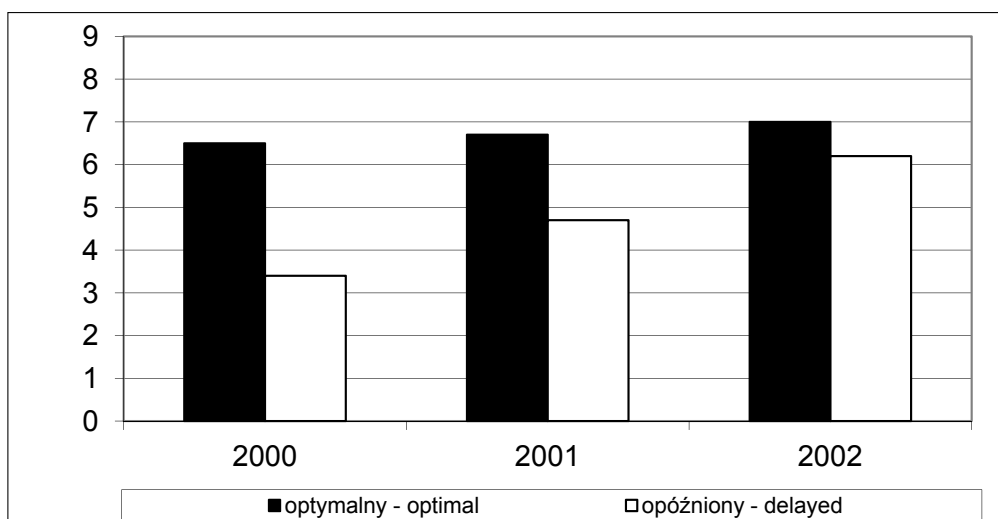
Lata Years	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Suma/Średnia Sum/Mean
Opady – Rainfall (mm)													
1999/2000	34,6	44,2	14,0	27,4	26,1	34,1	53,1	11,5	22,9	9,1	160,1	55,0	492,1
2000/2001	45,6	7,1	55,4	41,5	22,6	25,7	28,2	92,5	24,6	64,3	104,3	27,1	538,9
2001/2002	70,5	29,7	34,8	28,9	26,8	71,5	42,2	11,1	66,4	71,7	43,0	40,4	573,0
1953/1982	45,7	39,6	44,6	38,0	31,9	28,4	29,7	38,5	56,1	85,7	87,1	65,5	578,6
Potrzeby opadowe – Rainfall demand													
	54	34						36	57	60	73		314
Temperatura – Temperatures (°C)													
1999/2000	15,7	8,8	1,3	1,1	-0,5	2,5	3,4	12,2	15,1	17,6	16,5	16,9	9,2
2000/2001	9,9	9,1	4,2	1,4	-0,8	-0,8	1,8	6,0	11,4	11,9	18,4	19,0	7,6
2002/2002	12,0	11,2	2,7	-3,9	-1,1	3,9	4,9	8,5	17,4	17,2	20,3	19,9	9,4
1953/1982	14,2	9,3	3,7	-0,6	-2,8	-1,8	2,5	8,2	14,0	17,7	18,8	18,1	7,5

Średnio za ten okres najmniejsze opady notowano w lutym (28,4 mm) a największe w lipcu (87,1 mm), przeciętna za 30 lat wielkość opadu w okresie wegetacji wyniosła 378,6 mm. Miesięczne sumy opadów z wielolecia były nieco wyższe od zapotrzebowania pszenicy według Dzieżyca i in. [1987, 1989]. Wyliczona za ten sam okres średnia roczna temperatura wyniosła 7,5°C, najchłodniejszym miesiącem był styczeń –2,8°C a najcieplejszym lipiec 18,8°C [dane stacji meteorologicznej RZD Chylice]. Charakterystykę warunków pogodowych przedstawiono w oparciu o współczynnik hydrotermiczny Selianinowa [Mołga 1986]. Sezon wegetacyjny 1999/2000 był skrajnie niekorzystny dla wegetacji pszenicy ozimej. Główny wpływ na to miała susza w krytycznych dla wzrostu roślin miesiącach – IV, V, VI. Suma opadów z tego okresu zarejestrowana przez stację meteorologiczną w Chylicach wyniosła jedynie 43,5 mm (warunki wodne od skrajnie suchych do suchych, rys. 2). Podczas gdy średnia z wielolecia przekracza 180 mm, a potrzeby opadowe podane przez Dzieżyca i Panek [1989] w stosunku do pszenicy



Rys. 2. Zmienność współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa w kolejnych sezonach wegetacyjnych  
 Fig. 2. Sielianinow hydrothermal coefficient variation in subsequent growing seasons

przekraczają 150 mm. Jednocześnie w miesiącach zimowych: XI, XII, I, II przy niższych niż średnie opadach atmosferycznych obserwowano wyższe od przeciętnych temperatury (średnia za podany okres  $+4,4^{\circ}\text{C}$ ). Brak pokrywy śnieżnej narażał rośliny na działanie wiatru (wysmalanie) oraz w styczniu przy stosunkowo dużych wahaniami temperatury także na wymarzanie, odnotowano przezimowanie średnio dobre na obiektach z siewu we wrześniu i złe na obiektach z opóźnionego terminu siewu (rys. 3). Także okres wiosenno-letni w tym sezonie uznać należy



Rys. 3. Ocena stopnia przezimowania (skala 1–9) w zależności od terminu siewu w latach 2000–2002  
 Fig. 3. The evaluation of the wintering (scale 1–9) depending on sowing date in 2000–2002

za niekorzystny. Warunki optymalne, do wzrostu i rozwoju pszenicy ozimej, utrzymywały się w krótkim okresie między pierwszą i drugą dekadą czerwca. Od trzeciej dekady tego miesiąca do końca wegetacji notowano wilgotne i skrajnie wilgotne warunki pogodowe. Bardzo silne opady w lipcu (160,1 mm), ponad dwukrotnie przekraczające potrzeby wodne roślin w tym okresie, spowodowały wyleganie roślin na poletkach, na których zastosowano najwyższe dawki azotu i optymalny termin siewu.

Drugi sezon wegetacyjny charakteryzował się bardzo niskimi opadami w październiku (7,1 mm) podczas gdy potrzeby opadowe dla prawidłowego rozwoju pszenicy [Dzieżyc i Panek 1989] wynoszą w tym okresie co najmniej 34 mm opadów, a średnie opady z wielolecia w Chylicach przekraczały 40 mm. Okres od listopada do kwietnia cechował się przeciętnym przebiegiem temperatury i opadami zbliżonymi do optymalnych, a niezbyt mroźna i śnieżna zima zapewniła dobre przezimowanie roślin. Niedobory opadów wystąpiły w maju (warunki wodne określane jako suche). Większe od średniej wieloletniej opady deszczu zanotowano w czerwcu i lipcu, co zapewniło optymalne warunki wodne. Suma opadów w tym okresie wyniosła 168,6 mm przy potrzebach pszenicy nie przekraczających 134 mm. Wpłynęło to podobnie jak w roku poprzednim na wyleganie roślin na poletkach z najwyższymi dawkami azotu. Przebieg pogody w 2001 roku był niezbyt korzystny dla rozwoju roślin, ale zdecydowanie lepszy niż w roku poprzednim.

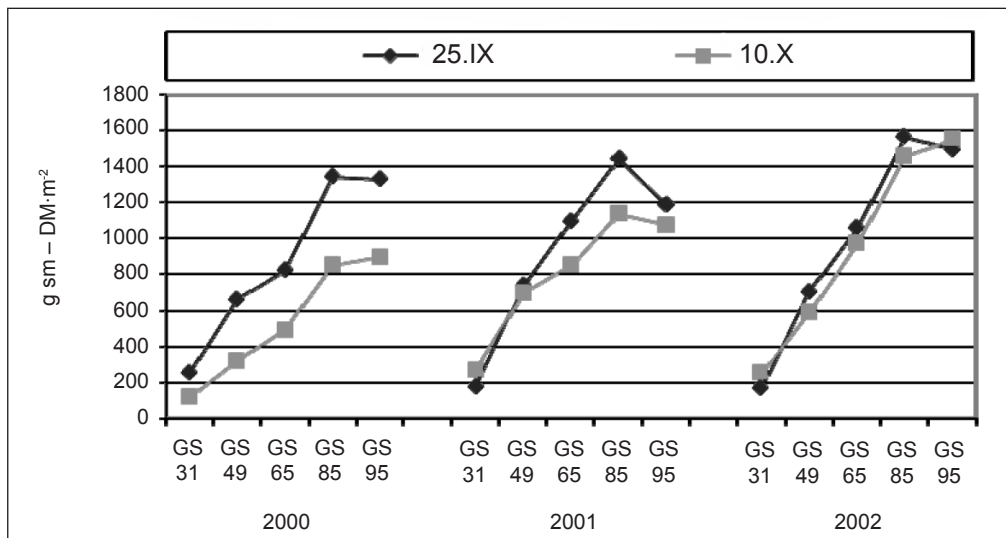
Trzeci sezon wegetacyjny cechował się przebiegiem pogody zbliżonym do układu optymalnego, z wyjątkiem miesiąca lipca kiedy panowały warunki wodne określane jako posuszne. Okres zaraz po siewie (IX, X 2001 r.) cechował się nieco wyższą od średniej temperaturą powietrza i nieco wyższymi od przeciętnych opadami nieznacznie przekraczającymi potrzeby pszenicy w tym okresie. Zapewniło to bardzo dobre wschody roślin. Także okres zimowy sprzyjał dobremu przezimowaniu pszenicy. Okres od grudnia 2001 do stycznia 2002 cechował się temperaturami i ilością opadów zbliżoną do średniej wieloletniej, co w połączeniu z dość wysokimi opadami w lutym (71,5 mm) i wysoką jak na ten miesiąc średnią temperaturą (3,9°C) wpłynęło na dobre przezimowanie pszenicy ozimej. Okres wiosenny charakteryzował się korzystnym dla roślin przebiegiem pogody. Odnotowano nieco niższe od przeciętnych opady w kwietniu, nie wpłynęło to jednak negatywnie na wegetację roślin.

Analiza statystyczna wyników została wykonana przy użyciu programu Statgraphics Plus v.3 i arkusza kalkulacyjnego MS Excel. Obejmowała ona wieloczynnikową analizę wariancji w celu stwierdzenia istnienia wpływu badanych źródeł zmienności (efektów głównych oraz współdziałań na określoną cechę roślin).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Plon suchej masy części nadziemnej roślin pszenicy ozimej w poszczególnych fazach rozwojowych zależał od terminu siewu i rodzaju przedplonu (rys. 4). W warunkach posusznych panujących jesienią w sezonie wegetacyjnym 1999/2000, wschody roślin były opóźnione i nie wyrównane, szczególnie na obiektach z opóźnionego terminu siewu (w stadium 31, uzyskano 54% plonu suchej masy w stosunku do terminu optymalnego). Rośliny pszenicy nie zdążyły się w pełni rozkrzewić jesienią, co w połączeniu z niemal beźśnieźną zimą doprowadziło do ich bardzo słabego przezimowania. W kolejnych stadiach rozwojowych znaczące różnice utrzymały się, co w efekcie zdecydowało o uzyskaniu w stadium GS 92, plonu suchej masy mniejszego o ponad 32% w stosunku do terminu optymalnego. W sezonach wegetacyjnych 2000/2001 oraz 2001/2002 warunki pogodowe w okresie jesieni były bardziej korzystne dla rozwoju roślin, co w połączeniu z bardzo dobrym przezimowaniem pszenicy ozimej powodowało nieistotne różni-

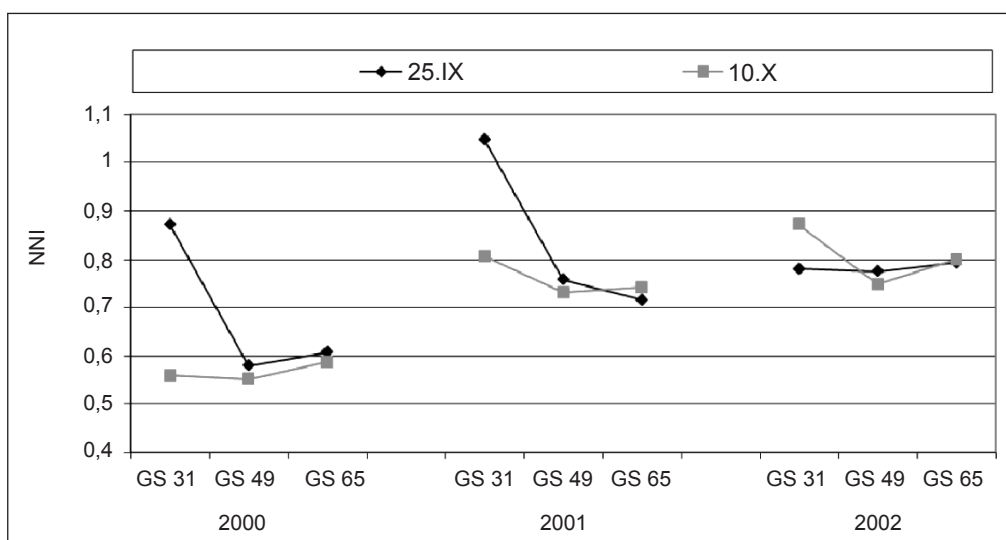




Rys. 4. Wpływ terminu siewu na narastanie plonu suchej masy ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )  
 Fig. 4. Effect of sowing date on the dry matter yield ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )

ce w plonie suchej masy między terminami siewu. Jest to zgodne z wcześniejszymi doniesieniami [Prew i in. 1986, Sieling i in. 2005], przy czym zmniejszenie plonu suchej masy w przeprowadzonych badaniach, kiedy wystąpiły posuszne warunki pogodowe, było silniejsze.

Termin siewu wpływał w różnym stopniu na odżywienie roślin azotem, w zależności od lat badań (rys. 5). W latach 2000 oraz 2001 w GS 31 wyższymi wartościami NNI oraz zawartością

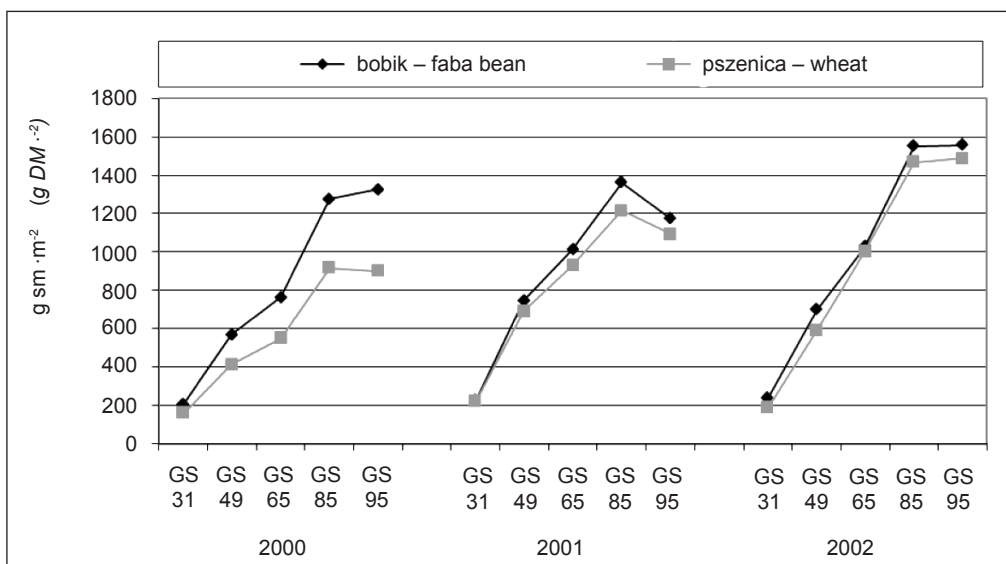


Rys. 5. Wartości NNI w zależności od terminu siewu  
 Fig. 5. NNI values depending on sowing date



azotu charakteryzowały się rośliny w obiektach z optymalnego terminu siewu. Wartości NNI były w granicach odżywienia optymalnego (NNI=1) i były większe w drugim roku badań, co jest zrozumiałe ze względu na lepszą dostępność wody. Rośliny na obiektach z opóźnionego terminu siewu, które nie zdołały się rozkrzewić i rozbudować swojego systemu korzeniowego, były istotnie słabiej odżywione. Opóźnienie terminu siewu powoduje słabszy rozwój systemu korzeniowego (długość i zasięg korzeni) i właściwość ta utrzymuje się do końca wegetacji roślin [Barraclough i in. 1984]. W trzecim sezonie wegetacyjnym przebieg warunków pogodowych jesienią sprzyjał szybkim wschodom i wzrostowi roślin pszenicy ozimej na obiektach z opóźnionego terminu siewu, stąd też wskaźnik NNI dla roślin z tych obiektów był wyższy o 11,3%. W późniejszych stadiach wzrostu i rozwoju roślin (GS 49, GS 65 i GS 85) stan odżywienia roślin azotem był podobny i nie zależał od terminu siewu.

Przedplon, obok terminu siewu, był najsilniej oddziaływującym czynnikiem na plon suchej masy, a jego wpływ był zróżnicowany w latach (rys. 6). W sezonie wegetacyjnym 1999/2000,

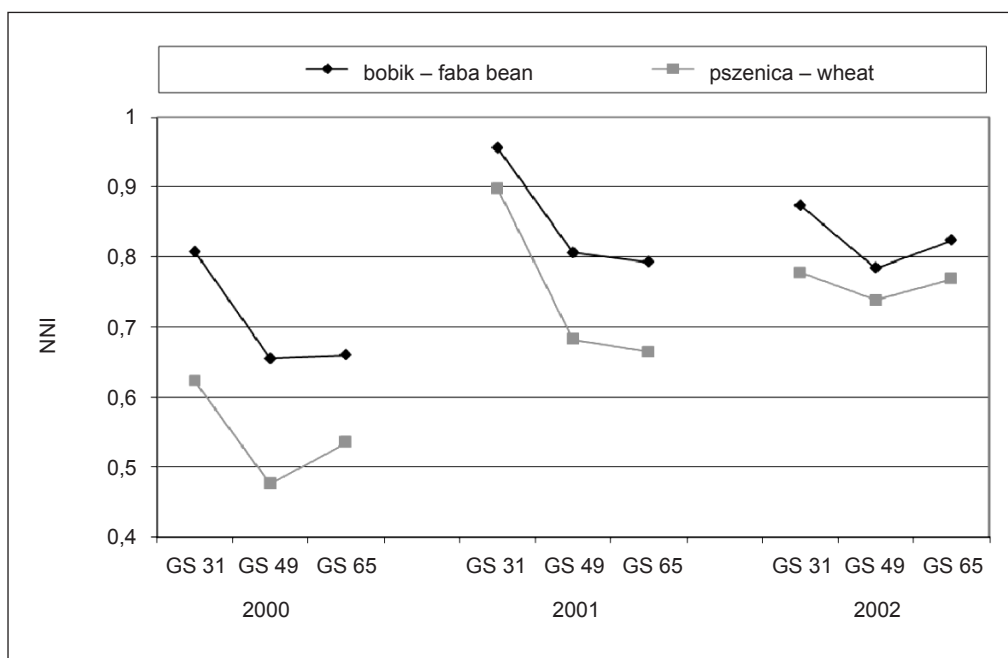


Rys. 6. Wpływ przedplonu na plon suchej masy (g m<sup>-2</sup>)  
Fig. 6. Effect of previous crop on dry matter yield (g m<sup>-2</sup>)

kiedy wzrost i rozwój przebiegał w warunkach posusznych na obiektach po bobiku zbierano istotnie większe plony suchej masy od 22,0% (GS 31) do 32,1% (GS 92), w porównaniu do obiektów wysianych po pszenicy. Potwierdza to sygnalizowany przez innych autorów pozytywny wpływ korzystnego przedplonu na plon suchej masy nadziemnej części roślin [Sieiling i in. 2005], szczególnie w latach o niekorzystnym przebiegu pogody [Thorne i in. 1988]. W kolejnych latach oddziaływanie przedplonu na plon suchej masy części nadziemnej roślin było już mniejsze. W roku zbioru 2001, na początku wegetacji (GS 31, GS 49) nie zaobserwowano wyraźnych różnic między obiektami z wyższym i niższym poziomem czynnika (<7%). W stadium GS 65 różnica pomiędzy obiektami wzrosła do 8,2% (nieistotne) by w stadium GS 85 osiągnąć 10,8% (istotne statystycznie). Tuż przed zbiorem różnice te uległy zatarciu

zmniejszając się do 6,8%. Analiza statystyczna wyników z roku zbioru 2002 wykazała istotność różnic w trzech pierwszych stadiach rozwojowych (GS 31, GS 49, GS 65). Różnice w plonie suchej masy były bardzo małe i nie przekraczały 100 g·m<sup>-2</sup>. Dowodzi to, iż w korzystnych warunkach pogodowych możliwy jest niezakłócony wzrost roślin także na obiektach wysianych po wadliwym przedplonie.

Odżywienie roślin azotem (rys. 7) wyrażone wskaźnikiem NNI było istotnie zróżnicowane pod wpływem przedplonu oraz zmienne w poszczególnych latach. W roku zbioru 2000 wpływ ten okazał się istotny we wszystkich stadiach rozwojowych, zwiększając wartość NNI na obiektach po bobiku o ponad 20%. W roku zbioru 2001 nie odnotowano istotnych różnic między obiektami w stadium GS 31. Bobik jako przedplon zwiększał wartość NNI w fazie GS 49 oraz GS 65 (odpowiednio o 15,3 i 16,1%). Sezon wegetacyjny 2001/2002 charakteryzował się najmniejszym wpływem bobiku jako rośliny przedplonowej na pszenicę ozimą, bobik zwiększał istotnie wartości NNI, średnio o 7,8%. We wcześniejszych pracach Debaeke i in. [1996] potwierdzili większe pobranie azotu i optymalny poziom wskaźnika NNI dla roślin pszenicy ozimej uprawianej po bobiku i grochu w stosunku do sorga jako przedplonu. Stosowane dawki azotu nie różnicowały istotnie plonu suchej biomasy i w małym stopniu wpływały na stopień odżywienia roślin azotem. Tylko wyższa dawka stosowana podczas ruszenia wegetacji wiosną istotnie zwiększała wskaźnik NNI [Pisarek 2005].



Rys. 7. Wpływ przedplonu na odżywienie roślin azotem (NNI)  
 Fig. 7. Effect of previous crop on nitrogen nutrition index (NNI)

Pełną ocenę stopnia porażenia roślin przez zgorzel podstawy źdźbła wykonano w dwóch sezonach wegetacyjnych (tab. 4). W roku 2000 ze względu na bardzo dużą związłość gleby, spowodowaną suszą glebową trwającą od kwietnia do czerwca, wykonanie oceny porażenia systemu korzeniowego nie było możliwe. Na podstawie pojedynczych prób roślin, które udało się pobrać w roku 2000, nie stwierdzono porażenia roślin przez *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. W latach następnych zgorzel podstawy źdźbła wystąpiła, ale jej nasilenie było niewielkie. Czynnikiem najsilniej ograniczającym wskaźnik TAI był przedplon (bobik) zmniejszający wskaźnik TAI odpowiednio w roku 2001 i 2002 o 5,0 i 9,7%. Na pozytywny wpływ bobiku na zdrowotność pszenicy wskazują również wyniki badań Płaskowskiej [1996], gdzie gatunek ten w największym stopniu ograniczał występowanie grzybów patogenicznych z rodzaju *Fusarium*, *Gaeumannomyces* var. *tritici* oraz *Rhizoctonia*. Bobik, jako przedplon zwiększa natomiast ilość grzybów saprofitycznych, nieszkodliwych dla pszenicy, hamujących rozwój patogenów a w szczególności *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* [Herman 1985, Majchrzak 1985].

Tabela 4. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wielkość wskaźnika porażenia roślin zgorzelą podstawy źdźbła.

Table 4. Influence of some agronomic factors on plant infection rate of root rot

Lata Years	Termin siewu Sowing date		Zaprawa Latitude Seed dressing		Dawka azotu na RW Starting N rate		Uzupełniająca dawka azotu Supplementary N rate		Przedplon Previous crop	
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2001	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	2,18	3,77*	3,79	2,16*	3,50	2,45	3,67	2,28	5,46	0,48*
2002	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	5,32	8,40*	8,90	4,82*	7,64	6,08	6,91	6,81	11,72	2,00*

\* – różnice istotne dla  $\alpha=0,05$  – significant differences for  $\alpha=0.05$   
 0, 1 – poziom czynnika – factor level

Zastosowanie zaprawy Latitude w niewielkim stopniu ograniczało objawy zgorzeli podstawy źdźbła, wskaźnik TAI obniżył się o 1,6% w 2001 r. oraz o 4,1% w 2002 r., podobnie jak przy opóźnieniu terminu siewu. Na obiektach wysianych w październiku w stosunku do obiektów wysianych we wrześniu, wskaźnik TAI był mniejszy o 1,6% w 2001 r. i 3,1% w 2002 r. Był on niewspółmiernie mały w stosunku do wyników uzyskanych w Wielkiej Brytanii, gdzie wskutek opóźnienia terminu siewu obserwowano zmniejszenie wskaźnika TAI o ponad 20% [Barracough i Leigh 1984, Bateman i Hornby 1999]. W badaniach własnych mogły o tym zdecydować warunki wodne od suchych do dość suchych w maju i czerwcu. Nie potwierdzono też korzystnego wpływu zwiększonej dawki azotu na ograniczanie skutków wystąpienia zgorzeli podstawy źdźbła, na co wcześniej wskazywali Gardner i in. [1999].

Współczynnik plonowania rolniczego (tab. 5) był relatywnie niski i nie wykazywał istotnej zmienności pod wpływem czynników agrotechnicznych i lat badań.

Tabela 5. Współczynnik plonowania rolniczego pszenicy ozimej w zależności od poziomu badanych czynników

Table 5 Harvest index of winter wheat, depending on the level of the investigated factors

Czynnik <i>Factor</i>		Poziom czynnika <i>Factor level</i>		Współczynnik plonowania rolniczego (HI) <i>Harvest index (HI)</i>			
				2000	2001	2002	2000–2002
A	Termin siewu <i>Sowing date</i>	0	Optymalny <i>Optimal</i>	0,38	0,37	0,38	0,38
		1	Opóźniony <i>Delayed</i>	0,39	0,38	0,39	0,38
C	Dawka azotu (kg·ha <sup>-1</sup> ) (RW) <i>Starting N rate (kg·ha<sup>-1</sup>)</i>	0	120	0,38	0,38	0,39	0,38
		1	60	0,38	0,37	0,39	0,38
D	Dawka azotu (kg·ha <sup>-1</sup> ), GS 31 <i>N rate at GS 31(kg·ha<sup>-1</sup>)</i>	0	60	0,39	0,37	0,38	0,38
		1	30	0,38	0,38	0,38	0,38
E	Dawka azotu (kg·ha <sup>-1</sup> ), GS 49 <i>N rate at GS 49 (kg·ha<sup>-1</sup>)</i>	0	30	0,39	0,38	0,38	0,38
		1	0	0,38	0,37	0,38	0,38
F	Przedplon <i>Previous crop</i>	0	Bobik <i>Faba bean</i>	0,38	0,37	0,40*	0,38
		1	Pszenica <i>Wheat</i>	0,38	0,38	0,37	0,38
G	Ochrona <i>Protection</i>	0	P	0,39	0,38*	0,39*	0,39
		1	0	0,39	0,36	0,38	0,37

\* – różnice istotne statystycznie przy  $\alpha=0,05$  – significant differences for  $\alpha= 0.05$ 

## WNIOSKI

1. Opóźnienie terminu siewu pszenicy ozimej nieznacznie ogranicza porażenie systemu korzeniowego, ale powoduje w warunkach posusznych pogorszenie odżywienia roślin azotem i zmniejszenie plonu biomasy średnio o 12,3%, a w roku o warunkach pogodowych od skrajnie suchych do suchych w okresie wiosenno-letnim o 32,5%.
2. Zaprawa Latitude ogranicza porażenie roślin zgorzelą podstawy źdźbła, ale nie wpływa istotnie na plon suchej biomasy nadziemnej.
3. Uprawa pszenicy po pszenicy w stosunku do przedplonu korzystnego (bobik) zmniejsza plon suchej biomasy, średnio o 14,2%, a w sezonie wegetacyjnym o ekstremalnie niekorzystnym przebiegu pogody o 32,1%
4. Bobik jako przedplon w uprawie pszenicy ogranicza wskaźnik TAI o 5,0–9,7% oraz poprawia odżywienie roślin azotem.
5. Współczynnik plonowania rolniczego nie jest zależny od badanych czynników agrotechnicznych.

## PODZIĘKOWANIA

Składamy serdeczne podziękowania p. Jolancie Mroczek oraz magistrantom z Katedry Agronomii SGGW i studentom kierunku Rolnictwo za udzieloną pomoc w badaniach polowych i laboratoryjnych.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Adamiak E., Zawiślak K. 1994. Reakcja pszenicy ozimej na udział zbóż w płodozmianie i dobór przedplonów. *Fragm. Agron.* 11(1): 82–88.
- Barracough P.B., Leigh R.A. 1984. The growth and activity of winter wheat roots in the field: the effect of sowing date and soil type on root growth of high yielding crops. *J. Agric. Sci.* 103: 59–74.
- Bateman G., Hornby D. 1999. Comparison of natural and artificial epidemics of take-all in sequences of winter wheat crops. *Ann. Appl. Biol.* 135: 555–571.
- Blecharczyk A., Skrzypczak G., Małecka I. 1999. Reakcja pszenicy ozimej na przedplon i siew bezpośredni. *Pam. Puł.* 118: 9–16.
- Budzyński W., Krasowicz S. 2008. Produkcja zbóż w Europie i Polsce na przełomie XX i XXI wieku. *Fragm. Agron.* 25(1): 50–66.
- Christen O., Sieling K., Hanus H. 1992. The effect of different preceding crops on development growth and yield of winter wheat. *Europ. J. Agron.* 1: 21–28.
- Debaeke Ph., Aussenac Th., Fabre J.L., Hilaire A., Pujol B., Thuries L. 1996. Grain nitrogen content of winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as related to crop management and to the previous crop. *Europ. J. Agron.* 5: 273–286.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 314: 11–32.
- Dzieżyc J., Panek K. 1989. *Potrzeby wodne roślin uprawnych.* PWN Warszawa.
- Gardner P., Angus J., Pitson A., Wong P. 1998. A comparison of six methods to control take-all in wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 49(8): 1225–1240.
- Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara I. 2005. Wpływ zmianowania i nawożenia na zachwaszczenie łąki i gleby. *Fragm. Agron.* 22(2): 53–62.
- GUS 2011 ([www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)).
- Herman M. 1985. Antagonistic activity of the rhizosphere mycoflora against *Gaeumanomyces graminis* under conventional and zero-tillage. *Soil Till. Res.* 5: 371–379.
- Jończyk K. 2003. Czynniki kształtujące plonowanie pszenicy ozimej w różnych stanowiskach i systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł.* 132: 141–149.
- Kaczmarek M., Gawrońska-Kulesza A. 2000. Wpływ zmianowania na plonowanie pszenicy ozimej. *Post. Nauk Rol.* 4: 51–63.
- Karg J., Czarnecki A., Witkowski T., Paprocki R. 1990. Zagęszczenie i biomasa edafonu w monokulturach i w zmianowaniu. W: *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż.* Wyd. UAM Poznań: 187–195.
- Klima K. 1992. Wpływ roślin fitosanitarnych i herbicydów przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym na porażenie jęczmienia jarego, owsa i pszenicy ozimej w specjalistycznym płodozmianie zbożowym. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 265, *Rol.* 30: 161–171.
- Korbas M., Martyniuk S., Rozbicki J., Beale R. 2001. *Pszenica po pszenicy. Zgorzel podstawy źdźbła oraz inne choroby podsuszkowe.* Wyd. Fundacja Rozwój SGGW: ss. 59.
- Lemaire G., Gastal F. 1997. N uptake and distribution in plant canopies. In: *diagnosis of the nitrogen status in crops.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 3–43.
- Majchrzak B. 1985. Wpływ zespołu grzybów glebowych na patogeny powodujące zgorzele podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej. *Rocz. Nauk Rol. Ser. E.* 15(1–2): 39–50.
- Mądry W., Rozbicki J., Wyszyński Z. 1995. Plonowanie doświadczeń czynnikowych typu 2<sup>k</sup> w 2<sup>p</sup> w blokach niekompletnych oraz analiza statystyczna wyników. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 111(1–2): 57–71.

- Molga M. 1986. Podstawy klimatologii rolniczej. PWRiL Warszawa: 544–547.
- Mróz A., Jelinowski S., Kuś J. 1990. Wpływ zmianowania na porażenie pszenicy ozimej przez *Gaeumannomyces graminis* i *Pseudocercospora herpotrichoides*. Pam. Puł. 97: 55–63.
- Niewiadomski W. 1998. Nauka o płodozmianie – stan i perspektywy. Post. Nauk Rol. 3: 127–138.
- Pisarek M. 2005. Produktivność pszenicy ozimej w zależności od stanu odżywienia roślin azotem i ochrony roślin przed chorobami grzybowymi. Praca doktorska. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. ss. 105 (maszynopis).
- Płaskowska E. 1996. Badania zdrowotności pszenicy ozimej w zależności od zastosowanego przedplonu. Zesz. Nauk. AR Wrocław 300, Rol. 67: 67–91.
- PN-75/A-04018. 1975. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko: ss. 1–11.
- Prew R.D., Beane J., Carter N., Chuch B.M., Dewar A.M., Lacey J., Penny A., Plumb R.T., Thorne G.N., Todd A.D. 1986. Some factors affecting the growth and field of winter wheat grown as a third cereal with much or negligible take-all. J. Agric. Sci. 107: 639–671.
- Sieling K., Stahl C., Winkelmann C., Christen O. 2005. Growth and yield of winter wheat in the first 3 years of a monoculture under varying N fertilization in NW Germany. Europ. J. Agron. 22: 71–84.
- Thorne G.N., Wood D.W., Stevenson H.J. 1988. Effects of nitrogen supply and drought on early development of winter wheat in the field in Eastern England. J. Agric. Sci. 110: 109–117.
- Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak G.F. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415–421.

M. PISAREK, J. ROZBICKI, S. SAMBORSKI, B. WAWRYŁO, J. GOLBA

**EFFECT OF SEVEN AGRONOMIC FACTORS ON WINTER WHEAT PRODUCTIVITY  
CULTIVATING IN CONDITION OF AN EXCESSIVE SHARE OF CEREALS IN CROP  
ROTATION**

**PART I. YIELD OF ABOVEGROUND BIOMASS, NITROGEN NUTRITION INDEX AND  
INFECTION RATE OF ROOT ROT**

**Summary**

The aim of this paper was to assess possible limitation of the negative effects of growing wheat after wheat as a previous crop by determination of the influence of agronomical factors on grain yield under excessive share of cereals in crops rotation. The field trials were conducted in Chylce Experimental Station of Warsaw University of Life Science from 1999 to 2002. Multifactorial experiment of 27 design was used to investigate the effect on wheat grain yield by seven factors at two levels each, (sowing date, Latitude seed dressing, previous crop, fungicide protection program intensity, nitrogen rate at the beginning of spring vegetation and in growth stage of 31 and 49). Analysis of variance revealed that three out of seven factors: sowing date, previous crop and fungicide protection program had significant effect on grain yield. Delay of sowing time caused average dry biomass yield decrease of 12.3%, while in the season with harsh winter this reduction of biomass yield reached 32.5%. Faba bean compare to winter wheat as a previous crop resulted in decrease of TAI (*take-all index*) by 5.0 and 9.7% in 2001 and 2002 respectively. It turned into biomass yield reduction of 14.2% in favor to faba bean. Harvest index was not effected by agronomical factors.