

WPLYW INTENSYWNOŚCI UPRAWY I MIĘDZYPLONU ŚCIERNISKOWEGO NA PLOWANIE JĘCZMIENIA JAREGO*

EDWARD WILCZEWSKI¹

*Katedra Agrotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy,
ul. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz*

Synopsis. W badaniach wykonanych w Stacji Badawczej UTP w Mochelku na glebie płowej typowej, w latach 2008–2011, oceniano wpływ międzyplonu ścierniskowego (czynnik I) na plonowanie jęczmienia jarego uprawianego z zastosowaniem różnego poziomu ochrony chemicznej roślin (niski; wysoki – czynnik II) oraz zróżnicowanego nawożenia azotem (0; 35; 70; 105 i 140 kg·ha⁻¹ – czynnik III). Międzyplon ścierniskowy, przyorany jesienią jako zielony nawóz istotnie zwiększał plon ziarna i słomy jęczmienia jarego. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na plon ziarna był tym większy im mniejszą dawkę azotu stosowano w uprawie jęczmienia jarego. Po zastosowaniu 105 lub 140 kg·ha⁻¹ N, plon ziarna nie był zależny od międzyplonu ścierniskowego. Zwiększenie plonu ziarna wynikało głównie z większej liczby kłosów i ziaren w kłosie. Najwyższy plon ziarna jęczmienia jarego uzyskano po zastosowaniu 70 kg·ha⁻¹ N, a istotnie mniejszy po zastosowaniu 35 kg·ha⁻¹ lub braku nawożenia azotem. W obiektach z niskim poziomem ochrony zwiększanie nawożenia z 70 kg·ha⁻¹ do 140 kg·ha⁻¹ powodowało istotne zmniejszenia plonu ziarna. Intensywne nawożenie azotem (105 i 140 kg·ha⁻¹) sprzyjało zwiększaniu plonu słomy.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, międzyplon ścierniskowy, groch siewny, intensywność ochrony, nawożenie azotem

WSTĘP

Średni plon ziarna jęczmienia w Polsce wynosi od 2,5 do 3,5 t·ha⁻¹ [GUS 2012]. Z danych prezentowanych w badaniach COBORU [Szarzyńska 2012] wynika, że potencjał produkcyjny współczesnych odmian uprawnych jęczmienia jarego w praktyce jest wykorzystywany w ok. 47%. Jedną z przyczyn słabego wykorzystania potencjału produkcyjnego jęczmienia jarego jest niewłaściwa struktura zasiewów, w której od kilkunastu lat zdecydowanie dominują rośliny zbożowe, przyczyniające się do nagromadzenia w glebie czynników hamujących wzrost i rozwój zbóż, między innymi patogenów podstawy żdźbła [Smagacz i Pecio 2010, Woźniak 2002]. Ponadto w zbożach uprawianych w płodozmianach i monokulturach zbożowych następuje zwiększenie liczebności chwastów oraz kompensacja niektórych gatunków [Jędruszczak i Antoszek 2002, Zawisłak 1997]. W celu ograniczenia zmniejszenia plonu wynikającego z niewłaściwego zmianowania w praktyce często stosuje się intensyfikację nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej roślin. Działania te nie zawsze przynoszą oczekiwane efekty, a ponadto, jak wynika z badań Camerona i in. [1997] oraz Spaldinga i Exnera [1993], zwiększanie ilości stosowanych chemicznych środków produkcji prowadzi do zanieczyszczenia wody i powietrza. Dlatego też zdaniem Doltry i Olesena [2013] poszukiwane są takie metody intensyfikacji produkcji rolnej, które są bezpieczne dla środowiska i umożliwiają zachowanie zrównoważonego rozwoju rolnictwa.

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: Edward.Wilczewski@utp.edu.pl

* Praca naukowa została sfinansowana ze środków na naukę w latach 2008–2011 jako projekt badawczy nr NN310 144135

Zadanie to może spełniać międzyplon ścierniskowy, którego biomasa przyorana jesienią umożliwia poprawę właściwości fizycznych, chemicznych [Jaskulski i Jaskulska 2004, Parylak 1996, Zimny i in. 2005] i biologicznych gleby [Piotrowska i Wilczewski 2012, Smoliński i in. 1997, Thorup-Kristensen 1994] oraz umożliwia obniżenie dawki azotu mineralnego o ok. 40 kg·ha⁻¹, przy niezmiennym plonie ziarna [Wilczewski 2013].

Celem przeprowadzonych badań było określenie reakcji jęczmienia jarego uprawianego w warunkach zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem i chemicznej ochrony roślin na uprawę po międzyplonie ścierniskowym.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe wykonano w latach 2008–2011, w Stacji Badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP w Mochelku (17°51' E, 53°13' N). Doświadczenia polowe przeprowadzono na glebie płowej typowej, należącej do kompleksu żyniego dobrego, klasy bonitacyjnej IVa, wytworzonej z gliny piaszczystej. Glebę cechowała bardzo wysoka zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu, wysoka koncentracja magnezu i odczyn lekko kwaśny. Przedplonem dla roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym była pszenica ozima, zaś rośliną testującą wpływ międzyplonu jęczmień jary. W latach 2008, 2009 i 2010, po zbiorze pszenicy ozimej pobierano próby gleby w celu określenia jej odczynu oraz zawartości makroskładników. Ścisłe, trzyczynnikowe, doświadczenia polowe przeprowadzono w układzie losowanych podbloków (split-split-plot).

Czynnikiem pierwszego rzędu był międzyplon ścierniskowy: groch siewny; kontrola (bez międzyplonu). Jęczmień uprawiano na różnych poziomach intensywności ochrony chemicznej: niskim – obejmującym zaprawianie ziarna preparatem grzybobójczym i 1 zabieg zwalczający chwasty oraz wysokim – obejmującym zaprawianie ziarna, 1 zabieg chemiczny zwalczający chwasty i 2 zabiegi przeciw patogenom grzybowym (czynnik II). Testowano 5 wariantów nawożenia azotem jęczmienia jarego (czynnik III): kontrola (bez nawożenia azotem); 35 kg·ha⁻¹ (stosowane przed siewem); 70 kg·ha⁻¹ (40 kg przed siewem i 30 kg w fazie BBCH 30–32); 105 kg·ha⁻¹ (60 kg przed siewem i 45 kg w fazie BBCH 31–32); 140 kg·ha⁻¹ (60 kg przed siewem; 50 kg w fazie BBCH 30–32 oraz 30 kg w fazie BBCH 45–49).

Każdego roku, po zbiorze pszenicy wykonywano orkę płytką, na głębokość ok. 15 cm. Przed siewem międzyplonu przeprowadzano zabieg doprawiający glebę (agregatem uprawowym). Groch siewny Wiato wysiewano w ilości 150 kg·ha⁻¹, na głębokość ok. 5–6 cm, w rozstawie rzędów 15 cm w terminie 5–11 sierpnia.

Nawożenie jęczmienia jarego azotem stosowano zgodnie ze schematem doświadczenia, a nawożenie fosforem (26,2 kg·ha⁻¹ P) i potasem (66,4 kg·ha⁻¹ K) wykonywano wiosną, przed doprawieniem gleby agregatem uprawowym. Jęczmień jary Tocada wysiewano w terminie od 2 do 4 kwietnia, siewnikiem rzędownym Famarol, w rozstawie rzędów 12 cm, na głębokość 2–4 cm.

W celu ochrony jęczmienia jarego przed chorobami ziarno przed siewem było zaprawione preparatem Kinto Duo 080 FS (tritikonazol 20 g·l⁻¹ + prochloraz kompleks z miedzią 60 g·l⁻¹). Ponadto w obiektach z wysokim poziomem ochrony chemicznej rośliny opryskiwano preparatem Capalo 337,5 SE (fenpropimorf 200 g·l⁻¹ + epoksykonazol 62,5 g·l⁻¹ + metrafenon 75 g·l⁻¹) w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32-33) oraz preparatem Falcon 460 EC (spiroksamina 250 g·l⁻¹ + tebukonazol 167 g·l⁻¹ + triadimenol 43 g·l⁻¹) w fazie kłoszenia (BBCH 51–55). Chwasty zwalczano w każdym roku przy użyciu preparatu Lintur 70 WG (dikamba 65,9% + triasulfuron 4,1%) w fazie krzewienia (BBCH 21–22). Pojawiające się w zasiewach szkodniki, głównie skrzypionka zbożowa (*Lema melanopus* L.) i mszyca zbożowa (*Sitobion avenae* F.)

były zwalczane preparatem Karate Zeon 050 CS (λ -cyhalotryna 50 g·l⁻¹) stosowanym po przekroczeniu przez nie progów szkodliwości.

W okresie wegetacji prowadzono obserwacje przebiegu wzrostu i rozwoju grochu siewnego i jęczmienia jarego. Po wschodach liczono obsadę roślin [szt.·m⁻²], a po zbiorze międzyplonu określono plon świeżej i suchej masy. W pobranych przed zbiorem próbach biomasy nadziemnej i resztek pozbiorowych oznaczano zawartość: azotu (metodą Kjeldahla), fosforu (metodą wanado – molibdenową), potasu i wapnia (metodą fotometrii płomieniowej), magnezu (kolorymetrycznie z żółcienią tytanową). Analizy chemiczne biomasy nadziemnej i resztek pozbiorowych międzyplonów wykonano po mineralizacji rozdrobnionego materiału roślinnego poprzez spalanie na mokro z wodą utlenioną.

Skoszona świeża masa po rozdrobnieniu była przyorywana na głębokość warstwy ornej. Ocenę wartości przedplonowej międzyplonu ścierniskowego przeprowadzono na podstawie badań wydajności ziarna jęczmienia jarego, uprawianego w warunkach zróżnicowanego poziomu intensywności nawożenia azotem i ochrony chemicznej.

W fazach strzelania w źdźbło, kwitnienia i dojrzałości mleczej wykonano pomiar odżywienia jęczmienia jarego azotem (SPAD). Do pomiaru użyto Hydro N-Tester z zakresem skali 0–800. Pomiar wykonywano na najmłodszych liściach 30 roślin, z każdego poletka.

W fazie dojrzałości mleczej jęczmienia wykonywano ocenę występującego zachwaszczenia, obejmującą określenie składu gatunkowego i suchej masy chwastów na pow. 1 m². Przed zbiorem jęczmienia wykonywano pomiary długości źdźbła (na każdym poletku zmierzono 20 losowo wybranych źdźbeł). W próbach pobranych z powierzchni 1m² z każdego poletka określono liczbę kłosów [szt·m⁻²]. Z każdej próby pobrano losowo 20 kłosów, na podstawie których określono liczbę ziaren w kłosie oraz długość kłosa.

Po zbiorze określono plon ziarna i słomy jęczmienia. W próbach ziarna określano wilgotność oraz masę 1000 ziaren. Plon ziarna przeliczano na 15% wilgotności.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji. Istotność różnic dla poszczególnych poziomów czynników oraz interakcji określano półprzedziałem ufności Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ dla modelu split-split-plot. Równania regresji oraz współczynniki korelacji plonu ziarna i słomy z liczbą kłosów, liczbą ziaren w kłosie, masą 1000 ziaren oraz długością źdźbła i kłosa opracowano przy wykorzystaniu programu komputerowego Statistica for Windows.

Warunki opadowe i termiczne występujące w rejonie badań opracowano na podstawie danych uzyskanych z punktu agrometeorologicznego Stacji Badawczej w Mochelku.

Sumy opadów atmosferycznych w czasie wegetacji grochu siewnego, uprawianego w międzyplonie ścierniskowym były zróżnicowane w latach (tab. 1). W 2008 i 2010 roku stwierdzono bardzo wysokie sumy opadów w sierpniu. Zapewniły one dobre zaopatrzenie w wodę kielkujących nasion grochu oraz przyczyniły się do dynamicznego rozwoju roślin w okresie formowania rozety. W 2009 roku stwierdzono znaczący niedobór opadów w sierpniu i wrześniu.

Temperatury powietrza w okresie wegetacji grochu siewnego były wyższe od średniej z lat 1949–2011 dla tego rejonu. Temperatury września były w 2008 i 2010 roku niższe, a w 2009 wyższe od średnich wieloletnich. Pozytywny wpływ na wzrost, rozwój i plonowanie międzyplonu ścierniskowego wywarły relatywnie wysokie temperatury w pierwszej i drugiej dekadzie października 2008 roku.

Sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacji jęczmienia jarego były stosunkowo wysokie w całym okresie badań. Czynnikiem negatywnie wpływającym na wzrost, rozwój i plonowanie jęczmienia był niewłaściwie dopasowany do potrzeb roślin rozkład opadów. W żadnym z trzech lat badań nie był on zgodny z zapotrzebowaniem jęczmienia. W 2009 roku stwierdzono dość dobre zaopatrzenie jęczmienia w wodę, w okresie od początku strzelania w źdźbło do dojrzewania. W 2010 roku wystąpił niedobór opadów w okresie formowania ziarna

Tabela 1. Warunki pogodowe w rejonie prowadzenia badań
Table 1. Weather conditions at the experiment site

Miesiąc – Month	2008	2009	2010	2011	1949–2011
Opady – Precipitation (mm)					
III	61,2	43,7	28,6	11,7	24,5
IV	38,7	0,4	33,8	13,5	27,4
V	11,5	85,3	92,6	38,4	43,2
VI	15,5	57,4	18,1	100,8	53,7
VII	58,7	118,0	107,4	132,5	73,1
VIII	95,5	17,6	150,7	67,7	53,2
IX	20,2	34,4	74,7	37,0	41,4
X	80,0	66,2	2,3	13,2	32,5
Suma – Total (III – X)	381,3	423,0	508,2	414,8	349,0
Temperatura – Temperature (°C)					
III	3,0	2,4	2,4	2,2	1,9
IV	7,6	9,8	7,8	10,5	7,4
V	13,2	12,3	11,5	13,5	12,7
VI	17,6	14,5	16,7	17,7	16,3
VII	19,2	18,6	21,6	17,5	18,0
VIII	17,8	18,2	18,4	17,7	17,5
IX	12,4	13,7	12,2	14,3	13,2
X	8,4	6,3	5,5	8,4	8,1
Średnia – Mean (III – X)	12,4	12,0	12,0	12,7	11,9

i przed jego rozpoczęciem (czerwiec), a w 2011 roku deficyt opadów stwierdzono w okresie krzewienia i strzelania w źdźbło (kwiecień-maj).

Warunki termiczne były sprzyjające dla rozwoju jęczmienia. Średnie temperatury powietrza w kwietniu były we wszystkich latach badań wyższe od średniej wieloletniej dla tego regionu. Umożliwiło to dynamiczny wzrost i rozwój roślin w okresie wschodów. W 2010 roku wystąpiły relatywnie niskie temperatury powietrza w maju i wysokie w czerwcu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon świeżej i suchej masy grochu siewnego, uprawianego w międzyplonie ścierniskowym, był najwyższy w 2008 roku a najniższy w 2010 roku (tab. 2). Plonowanie grochu w 2009 roku było słabsze niż w 2008 roku z powodu niskiej sumy opadów w sierpniu i wrześniu. Wzrost roślin w tym roku był możliwy dzięki dużej sumie opadów występujących w lipcu. Jak wynika z naszych wcześniejszych badań [Wilczewski 2009; Wilczewski i in. 2012] zasoby wody w glebie z opadów występujących w lipcu, umożliwiają prawidłowy wzrost i rozwój roślin uprawia-

Tabela 2. Plon grochu siewnego, uprawianego w międzyplonie ścierniskowym (t·ha⁻¹)
 Table 2. Yield of field pea grown as a catch crop (t·ha⁻¹)

Rodzaj biomasy Kind of biomass	Świeża masa – Fresh matter				Sucha masa – Dry matter			
	2008	2009	2010	Średnia Mean	2008	2009	2010	Średnia Mean
Zielona masa Green matter	19,5	11,4	10,6	13,8	3,23	1,48	1,54	2,08
Resztki pozbiiorowe Post harvest residue	7,3	7,8	3,8	6,3	0,95	1,07	0,70	0,91
Cała biomasa Total biomass	26,8	19,2	14,4	20,1	4,18	2,55	2,24	2,99

nych w międzyplonie ścierniskowym nawet w warunkach niedoboru opadów w całym okresie od sierpnia do października. W 2010 roku sumy opadów w sierpniu i wrześniu były najwyższe, a plon świeżej i suchej masy roślin był bardzo niski. Wynikało to głównie z późniejszego siewu spowodowanego opóźnieniem zbioru przedplonu. Ponadto relatywnie niskie temperatury powietrza we wrześniu i październiku ograniczyły przyrost biomasy roślin.

Zasadniczą część plonu stanowiła zielona masa. Udział resztek pozbiiorowych w plonie suchej biomasy wynosił 30,4%. Również większość składników pokarmowych pobranych przez rośliny została zgromadzona w częściach nadziemnych (tab. 3). Azot i potas zostały pobrane i zakumulowane w biomacie międzyplonu w znacznie większej ilości aniżeli fosfor i magnez. Uzyskane wyniki są zgodne z danymi prezentowanymi w literaturze naukowej dotyczącej tego zagadnienia [Batalin 1962, Wilczewski 2007, Zając i Antonkiewicz 2006].

Tabela 3. Skład chemiczny międzyplonu i pobranie makroskładników w plonie biomasy
 Table 3. The chemical composition of catch crop and mass of macronutrients taken in the yield of biomass

Rodzaj biomasy Kind of biomass	Składnik – Nutrient				
	N	P	K	Ca	Mg
Zawartość – Content (g·kg ⁻¹)					
Zielona masa – Green matter	28,6	3,65	27,6	9,4	1,91
Resztki pozbiiorowe – Post harvest residue	21,3	3,21	26,3	12,1	1,82
Pobranie – Uptake (kg·ha ⁻¹)					
Zielona masa – Green matter	59,5	7,6	57,6	19,6	4,0
Resztki pozbiiorowe – Post harvest residue	19,3	2,9	23,9	10,9	1,6
Cała biomasa – Total biomass	78,9	10,5	81,4	30,5	5,6

Obsada jęczmienia jarego po wschodach wynosiła średnio w doświadczeniu 310 szt·m⁻² i nie była zależna od międzyplonu (tab. 4). Jęczmień jary uprawiany po międzyplonie ścierniskowym

Tabela 4. Plonowanie oraz cechy plonotwórcze jęczmienia jarego w zależności od przyoranej biomasy grochu uprawianego w międzyplonie ścierniskowym – średnie z lat 2009–2011

Table 4. Yielding and yield components of spring barley depending on the plowed-in biomass of field pea grown as a catch crop – means for 2009–2011

Cecha Trait	Międzyplon Catch crop	Kontrola Control	Średnia Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
Obsada po wschodach (szt·m ⁻²) Post-emergence plant density (No.·m ⁻²)	312	307	310	r.n.
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield (t·ha ⁻¹)	5,04	4,64	4,84	0,17
Liczba kłosów (sz·m ⁻²) Number of spikes (No.·m ⁻²)	638	568	602	28
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	20,6	20,3	20,4	r.n.
Długość kłosa (cm) Spike length (cm)	7,16	7,06	7,11	r.n.
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	42,6	45,4	44,0	0,9
Plon słomy (t·ha ⁻¹) Straw yield (t·ha ⁻¹)	3,38	2,82	3,10	0,23
Długość źdźbła (cm) Stalk length (cm)	67,3	61,9	64,6	2,8
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 30–32 SPAD index at BBCH 30–32 growth stage	536	514	525	13
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 60–61 SPAD index at BBCH 60–61 growth stage	538	512	525	22
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 73–75 SPAD index at BBCH 73–75 growth stage	504	488	496	13

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

niskowym wytworzył istotnie większy plon ziarna i słomy niż w kontroli, bez międzyplonu. Wynikało to z istotnego zwiększenia liczby pędów kłosonośnych pod wpływem tego czynnika. Średnia z 3 lat badań liczba ziaren w kłosie oraz długość kłosa nie były zależne od międzyplonu ścierniskowego, natomiast masa 1000 ziaren jęczmienia uprawianego po międzyplonie ścierniskowym była istotnie mniejsza niż w kontroli. Stwierdzono również dodatni wpływ międzyplonu ścierniskowego na długość źdźbła jęczmienia jarego oraz na wartości wskaźnika SPAD mierzone w fazach BBCH 30–32; 60–61 oraz 73–75.

Zmniejszenie masy 1000 ziaren w obiektach po międzyplonie ścierniskowym stwierdzono w 2 z 3 lat badań (tab. 5). Wynikało ono zapewne z korzystnego wpływu tego czynnika na liczbę kłosów. Mechanizm tego wpływu mógł być związany z rozkładem opadów atmosferycznych i był różny w poszczególnych latach. W 2009 roku, charakteryzującym się dobrym zaopatrzeniem w wodę w okresie od krzewienia do dojrzewania jęczmienia nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu na tę cechę. W 2010 roku słabe zaopatrzenie roślin w wodę, wynikające

Tabela 5. Masa 1000 ziaren w latach badań (g)
Table 5. 1000 grain weight in the years of the study (g)

Międzyplon – Catch crop	Rok – Year		
	2009	2010	2011
Groch – Field pea	47,3	39,7	40,7
Kontrola – Control	48,4	43,3	44,5
Średnia – Mean	47,8	41,5	42,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	2,2	1,8

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

z bardzo niskiej sumy opadów w czerwcu oraz w pierwszej i drugiej dekadzie lipca, spowodowało słabe wykształcenie ziaren. Skutki niedoboru opadów dla formowania ziarna były tym większe im wyższa była liczba wytworzonych kłosów. Masa 1000 ziaren jęczmienia uprawianego po międzyplonie ścierniskowym była w tym roku aż o 8,3% mniejsza niż w kontroli. W 2011 roku słabe zaopatrzenie w wodę w okresie krzewienia spowodowało wcześniejsze przejście roślin do fazy strzelania w źdźbło. Bardzo wysoka suma opadów w czerwcu tego roku przyczyniła się do wystąpienia wtórnego krzewienia się roślin. Było ono tym silniejsze im wyższa dawka azotu została zastosowana. Szczególnie silne krzewienie wtórne wystąpiło w jęczmieniu uprawianym po międzyplonie ścierniskowym, po którym liczba wytworzonych kłosów była średnio o 12,3% wyższa niż w kontroli. Opóźnienie w formowaniu kłosów, na wytworzonych w tym czasie pędach, spowodowało skrócenie okresu wypełniania ziarna i w konsekwencji mniejszą o 8,5% niż w kontroli masę 1000 ziaren.

Plon ziarna jęczmienia uprawianego z zastosowaniem wysokiego poziomu ochrony roślin był istotnie wyższy niż po zastosowaniu niskiego poziomu ochrony (tab. 6). Ten pozytywny

Tabela 6. Plonowanie oraz cechy plonotwórcze jęczmienia jarego w zależności od poziomu intensywności ochrony chemicznej – średnie z lat 2009–2011

Table 6. Yielding and yield components of spring barley depending on intensity of chemical plant protection – means for 2009–2011

Cecha – Trait	Poziom intensywności ochrony roślin The level of plant protection intensity			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	niski – low	wysoki – high	średnia – mean	
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield (t·ha ⁻¹)	4,60	5,08	4,84	0,18
Liczba kłosów (sz·m ⁻²) Number of spikes (No.·m ⁻²)	592	613	602	19
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	20,4	20,4	20,4	r.n.
Długość kłosa (cm) Spike length (cm)	7,11	7,11	7,11	r.n.
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	43,3	44,6	44,0	0,8

Tabela 6. cd.
Table 6. cont.

Plon słomy (t·ha ⁻¹) Straw yield (t·ha ⁻¹)	3,02	3,17	3,10	r.n.
Długość źdźbła (cm) Stalk length (cm)	64,3	64,9	64,6	r.n.
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 30–32 SPAD index at BBCH 30–32 growth stage	521	528	525	r.n.
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 60–61 SPAD index at BBCH 60–61 growth stage	521	529	525	r.n.
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 73–75 SPAD index at BBCH 73–75 growth stage	488	504	496	9

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

wpływ intensyfikacji ochrony chemicznej na plon ziarna stwierdzono niezależnie od dawki azotu zarówno w obiektach z międzyplonem jak też w kontroli. Pozytywny wpływ tego czynnika wynikał z zachowania większej obsady kłosów, jak również wyższej masy 1000 ziaren jęczmienia w pełni chronionego przed agrofagami. Rośliny uprawiane z zastosowaniem wysokiego poziomu ochrony cechował wyższy wskaźnik SPAD w okresie dojrzewania. Zatem rośliny przez dłuższy okres mogły prowadzić fotosyntezę, co umożliwiło lepsze wypełnienie ziarna.

Poziom ochrony chemicznej jęczmienia nie wpływał istotnie na liczbę ziaren w kłosie, długość kłosa, długość źdźbła, plon słomy oraz wartość wskaźnika SPAD w fazach BBCH 30–32 i 60–61.

Nawożenie azotem wpływało istotnie na wszystkie badane cechy jęczmienia (tab. 7). Największą reakcją na nawożenie stwierdzono w obsadzie kłosów, plonie słomy, długości źdźbła,

Tabela 7. Plonowanie oraz cechy plonotwórcze jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotem – średnie z lat 2009–2011

Table 7. Yielding and yield components of spring barley depending on nitrogen fertilization – means for 2009–2011

Cecha Trait	Dawka azotu (kg·ha ⁻¹) Rate of nitrogen (kg·ha ⁻¹)						Średnia Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	0	35	70	105	140			
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield (t·ha ⁻¹)	4,20	4,84	5,12	5,02	5,02	4,84	0,13	
Liczba kłosów (sz·m ⁻²) Number of spikes (No.·m ⁻²)	472	594	637	656	656	602	14	
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	20,0	20,5	20,8	20,6	20,4	20,4	0,4	
Długość kłosa (cm) Spike length (cm)	6,88	7,10	7,22	7,20	7,13	7,11	0,12	

Tabela 7. cd.
Table 7. cont.

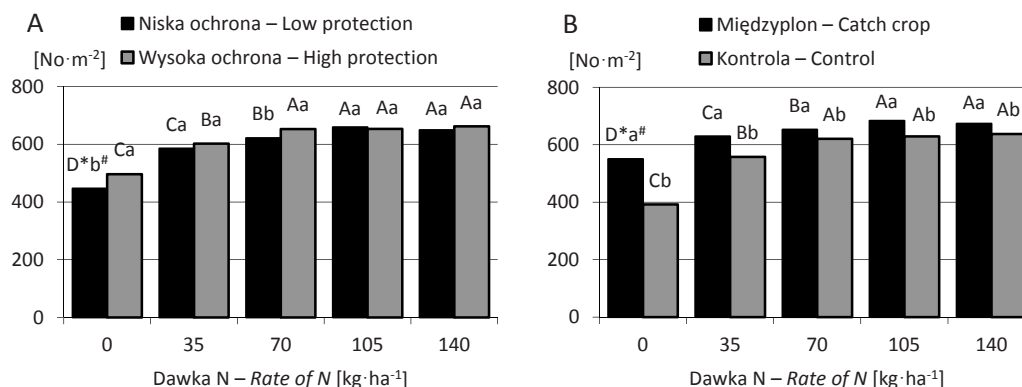
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	46,8	45,4	43,4	42,0	42,0	44,0	0,5
Plon słomy (t·ha ⁻¹) Straw yield (t·ha ⁻¹)	2,22	3,05	3,22	3,51	3,48	3,10	0,12
Długość źdźbła (cm) Stalk length (cm)	56,8	64,4	66,4	67,6	67,8	64,6	0,8
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 30–32 SPAD index at BBCH 30–32 growth stage	472	518	535	550	550	525	7
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 60–61 SPAD index at BBCH 60–61 growth stage	466	518	540	552	550	525	8
Wskaźnik SPAD w fazie BBCH 73–75 SPAD index at BBCH 73–75 growth stage	444	494	506	515	522	496	5

oraz wartościach wskaźników SPAD. Ulegały one istotnej poprawie pod wpływem każdego zwiększenia dawki azotu aż do poziomu 105 kg·ha⁻¹, a w przypadku wskaźnika SPAD w fazie BBCH 73–75 aż do dawki 140 kg·ha⁻¹. Plon ziarna jęczmienia oraz długość kłosa zwiększały się istotnie wraz z intensyfikacją nawożenia azotem do 70 kg·ha⁻¹, natomiast liczba ziaren w kłosie tylko do dawki 35 kg·ha⁻¹N. Masa 1000 ziaren jęczmienia ulegała istotnemu obniżaniu wraz ze zwiększaniem dawki azotu w zakresie od 0 do 105 kg·ha⁻¹.

Prezentowane w literaturze wyniki badań dotyczących wpływu dawki azotu na plonowanie jęczmienia jarego są bardzo zróżnicowane. Wynika to z prowadzenia badań w różnych warunkach glebowych i pogodowych. W niektórych badaniach zwiększanie nawożenia azotem do 90 lub 100 kg·ha⁻¹ prowadziło do istotnej poprawy plonowania w stosunku do niższych dawek tego składnika [Koziała i in. 2006, Małecka i Bleharczyk 2008]. W innych nie stwierdzono plonotwórczego wpływu azotu po przekroczeniu 60 (lub 65) kg·ha⁻¹ [Idziak 2005, Pecio i Bichoński 2006, SychajFabisiaik i in. 2005].

Stwierdzono interakcję pomiędzy dawką azotu i pozostałymi czynnikami w kształtowaniu liczby kłosów (rys. 1). Jęczmień uprawiany z zastosowaniem niskiego poziomu ochrony chemicznej wytworzył maksymalną liczbę kłosów, gdy był nawożony azotem w ilości 105 kg·ha⁻¹. W obiektach z wysokim poziomem ochrony liczba kłosów zwiększała się wraz z intensyfikacją nawożenia tylko do poziomu 70 kg·ha⁻¹N. Ponadto jęczmień uprawiany w obiektach z przyoraną biomasa grochu uzyskał maksymalną obsadę kłosów po zastosowaniu 105 kg·ha⁻¹N. W obiektach bez międzyplonu maksymalną liczbę kłosów stwierdzono po zastosowaniu 70 kg·ha⁻¹N, a dalsze zwiększanie dawki było neutralne dla tej cechy.

Wyniki badań dotyczące tego zagadnienia nie są jednoznaczne. W badaniach Kwiatkowskiego [2008], w których jęczmień jary nawożono azotem w niskich dawkach (do 40 kg·ha⁻¹) stwierdzono zdecydowanie dodatni wpływ międzyplonu na liczbę kłosów. Badania Jaskulskiego i in. [2000] oraz Skindera i Wilczewskiego [2004], wskazują na brak wpływu międzyplonu na liczbę kłosów jęczmienia dobrze zaopatrzonego w azot mineralny. Silnego wpływu nawozowego przyoranej biomasy można oczekiwać w stanowisku, w którym występuje niedobór łatwo dostępnych składników nawozowych w glebie. Po zaspokojeniu potrzeb nawozowych roślin w postaci nawozów mineralnych uzyskanie dalszej poprawy wartości elementów plonowania jest trudne do spełnienia. W badaniach własnych wpływ przyoranej biomasy międzyplonu na



* – dane oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie pod wpływem dawki N dla $p < 0,05$ – data marked with different capital letters differ significantly as a result of N rate influence, at $p < 0.05$

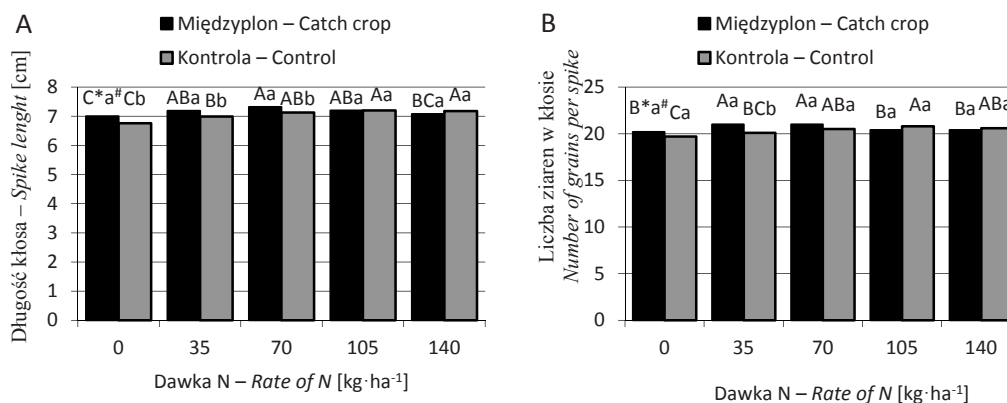
– dane oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie pod wpływem intensywności ochrony (A) lub międzyplonu (B) dla $p < 0,05$ – data marked with different small letters differ significantly as a result of plant protection (A) or catch crop influence (B), at $p < 0.05$

Rys. 1. Współdziałanie czynników badawczych w kształtowaniu obsady kłosów jęczmienia jarego
Fig. 1. Interaction of experimental factors for the number of spikes of spring barley

liczbę kłosów zmniejszał się wraz ze zwiększaniem dawki azotu, lecz nawet po zastosowaniu $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N był on nadal istotny. Tak silny wpływ na liczbę kłosów stwierdzono tylko w 2011 roku, w którym wysoka suma opadów w czerwcu, następująca po długotrwałym niedoborze opadów spowodowała wystąpienie krzewienia wtórnego, które było szczególnie silne w obiektach z przyoraną biomasa grochu. W konsekwencji uzyskano dużą liczbę kłosów zawierających słabo wypełnione ziarno. Dlatego też, niezależnie od dawki azotu, masa 1000 ziaren jęczmienia uprawianego po międzyplonie była istotnie mniejsza niż w kontroli.

Międzyplon ścierniskowy wpływał istotnie na długość kłosa, a siła tego wpływu była zależna od dawki azotu (rys. 2A). Jęczmień jary uprawiany bez stosowania azotu lub nawożony niewielkimi dawkami (35 lub $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N) wykształcał istotnie dłuższe kłosa pod wpływem międzyplonu ścierniskowego. W obiektach, w których dawki wynosiły 105 lub $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N międzyplon nie wpływał na tę cechę. Dawka azotu wpływała istotnie na długość kłosa jęczmienia. Siła tego wpływu była szczególnie duża w obiekcie kontrolnym, bez międzyplonu ścierniskowego, w którym zwiększanie długości kłosa pod wpływem tego czynnika następowało aż do dawki $105 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Po międzyplonie ścierniskowym maksymalną długość kłosa uzyskano po zastosowaniu $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N, po której była ona istotnie większa niż w jęczmieniu nienawożonym azotem, a zwiększenie dawki azotu do $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowało skrócenie kłosa jęczmienia.

Stwierdzono również interakcję pomiędzy międzyplonem a dawką azotu w kształtowaniu liczby ziaren w kłosie (rys. 2B). W jęczmieniu nawożonym azotem w ilości $35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ była ona istotnie większa po międzyplonie niż w kontroli. Po zastosowaniu wyższych dawek lub braku nawożenia tym składnikiem różnice nie wystąpiły. W kontroli bez międzyplonu najwyższą liczbę ziaren uzyskano po zastosowaniu $105 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N, a istotnie niższą w jęczmieniu nienawożonym tym składnikiem i po zastosowaniu $35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Po międzyplonie ścierniskowym wartość tej cechy była najwyższa w jęczmieniu nawożonym dawką 35 lub $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N, a istotnie niższa we wszystkich pozostałych obiektach.



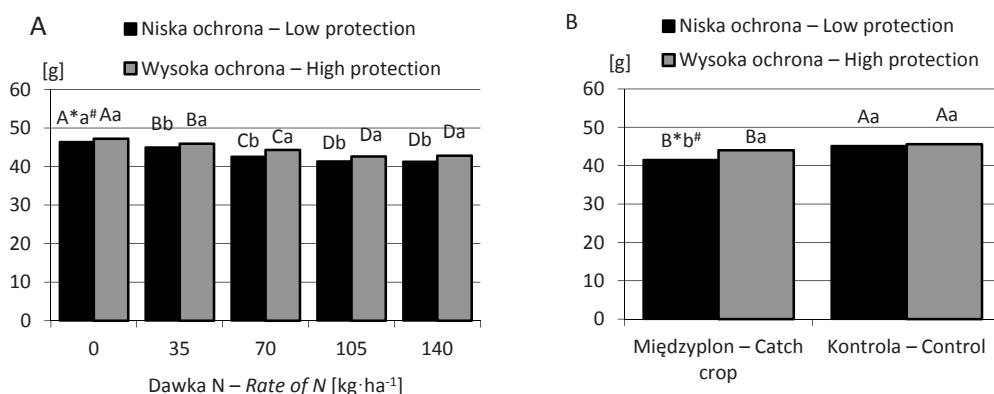
* – dane oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie pod wpływem dawki N dla $p < 0,05$ – data marked with different capital letters differ significantly as a result of N rate influence, at $p < 0.05$
 # – dane oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie pod wpływem międzyplonu dla $p < 0,05$ – data marked with different small letters differ significantly as a result of the catch crop influence, at $p < 0.05$

Rys. 2. Długość kłosa (A) i liczba ziaren w kłosie jęczmienia jarego (B) w zależności od dawki azotu
 Fig. 2. Spike length (A) and number of grain per spike of spring barley (B) depending on nitrogen rate

Dostępne w literaturze wyniki badań wskazują na korzystny wpływ biomasy międzyplonu ścierniskowego na liczbę ziaren w kłosie [Deryło 1990, Jaskulski i in. 2000]. W badaniach własnych wpływ tego czynnika wykazano tylko w jęczmieniu nawożonym niską dawką azotu ($35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$). Brak wpływu międzyplonu na ten parametr w pozostałych obiektach może wynikać z przedstawionego wcześniej bardzo silnego wpływu międzyplonu na liczbę kłosów. Szczególnie duże zwiększenie liczby kłosów pod wpływem międzyplonu ścierniskowego stwierdzono w jęczmieniu nienawożonym azotem, co uzasadnia nietypowy brak wpływu międzyplonu na liczbę ziaren w kłosie w tym obiekcie. Możliwość zaopatrzenia w składniki odżywcze dużej liczby kłosów były ograniczone z powodu niedoborów opadów występujących w początkowym okresie strzelania w źdźbło w 2011 roku oraz w okresie formowania ziarna w 2010 roku.

Stwierdzono interakcję pomiędzy dawką azotu i poziomem ochrony chemicznej jęczmienia w odniesieniu do masy 1000 ziaren. W jęczmieniu nienawożonym azotem wartość tej cechy nie była zależna od poziomu ochrony chemicznej (rys. 3A). Po zastosowaniu nawożenia tym składnikiem stwierdzono istotnie wyższą wartość tej cechy w jęczmieniu z wysokim poziomem ochrony niż z niskim poziomem ochrony. Wpływ tego czynnika był również zależny od wykorzystania w uprawie jęczmienia przyoranej biomasy grochu siewnego (rys. 3B). W stanowisku po międzyplonie intensyfikacja ochrony chemicznej przyczyniła się do zwiększenia masy 1000 ziaren, podczas gdy w kontroli nie stwierdzono istotnego wpływu tego czynnika.

Plon ziarna jęczmienia jarego był w istotny sposób kształtowany przez wszystkie czynniki badawcze. Stwierdzono również interakcję pomiędzy czynnikami badawczymi w kształtowaniu plonu. Poziom ochrony chemicznej miał tym większe znaczenie dla plonowania jęczmienia im wyższą dawkę azotu stosowano w jego uprawie (rys. 4A). Uzyskane wyniki potwierdzają powszechnie znane znaczenie plonochronne zabiegów ochrony roślin [Noworolnik 2007, Zbrozyczek i Nowak 2009].



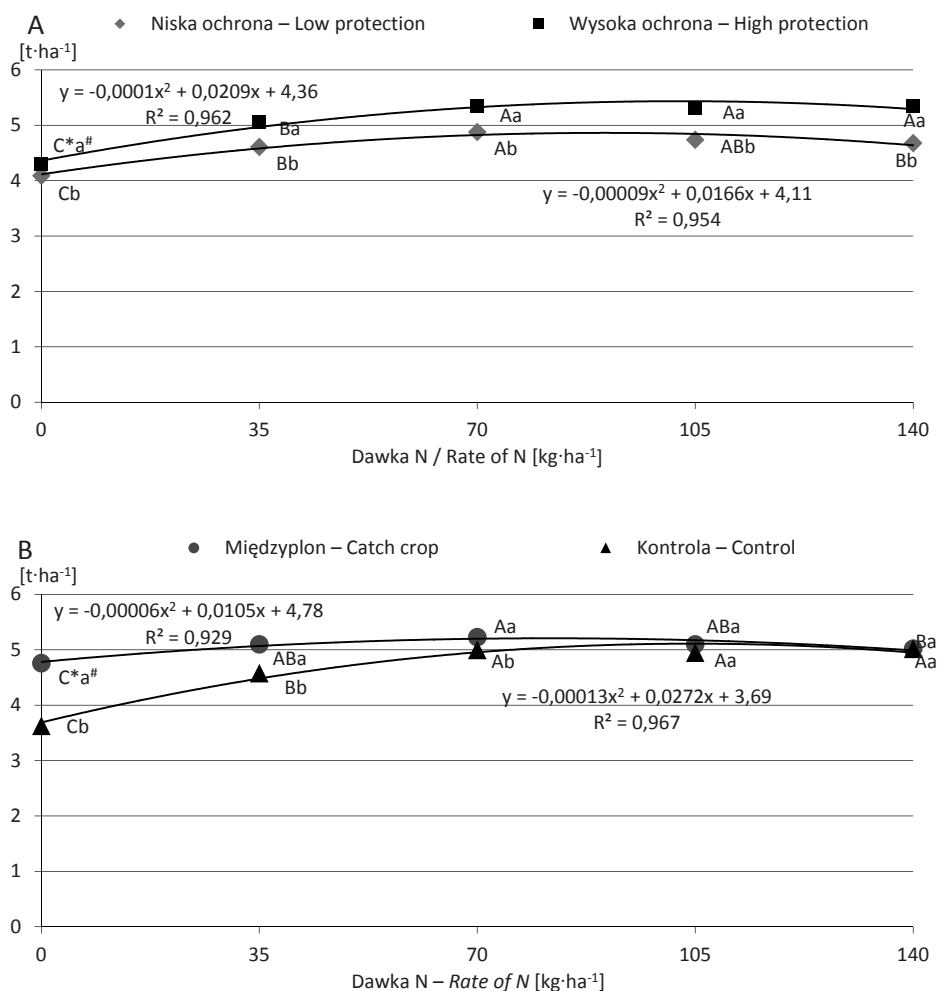
* – dane oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie pod wpływem dawki N (A) lub międzyplonu (B) dla $p < 0,05$ – data marked with different capital letters differ significantly as a result of N rate (A) or catch crop (B) influence, at $p < 0.05$

– dane oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie pod wpływem intensywności ochrony dla $p < 0,05$ – data marked with different small letters differ significantly as a result of plant protection influence, at $p < 0.05$

Rys. 3. Współdziałanie czynników badawczych w kształtowaniu masy 1000 ziaren jęczmienia jarego
Fig. 3. Interaction of experimental factors for the 1000 grain weight of spring barley

Plonotwórczy wpływ międzyplonu ścierniskowego był również zależny od dawki azotu. Największy wzrost plonu ziarna, wynoszący 31,1% stwierdzono w jęczmieniu nienawożonym azotem mineralnym (rys. 4B). Po zastosowaniu 35 kg·ha⁻¹ N i 70 kg·ha⁻¹ N różnica była mniejsza lecz również statystycznie udowodniona. Plon ziarna jęczmienia jarego nawożonego dwiema najwyższymi dawkami azotu nie był zależny od międzyplonu ścierniskowego. Zwiększenie dawki z 70 do 140 kg·ha⁻¹ N w jęczmieniu uprawianym po międzyplonie ścierniskowym prowadziło do istotnego obniżenia plonu, podczas gdy w obiekcie kontrolnym było neutralne dla tej cechy. Plon ziarna jęczmienia uprawianego po grochu i nawożonego azotem w dawce 35 kg·ha⁻¹ był o 1 dt wyższy niż w kontroli po zastosowaniu 70 kg·ha⁻¹. Nie stwierdzono interakcji pomiędzy poziomem intensywności ochrony chemicznej jęczmienia i wykorzystania biomasy nawozowej międzyplonu ścierniskowego w odniesieniu do plonu ziarna.

Nie stwierdzono istotnej korelacji plonu ziarna jęczmienia jarego uprawianego po międzyplonie ścierniskowym z elementami plonowania (tab. 8). W kontroli, bez międzyplonu, plon ziarna był dodatnio skorelowany z liczbą kłosów we wszystkich latach badań, a w 2009 roku, cechującym się dobrym zaopatrzeniem w wodę, również z liczbą ziaren w kłosie. W 2010 i 2011 roku stwierdzono ujemną korelację plonu ziarna w tym obiekcie z masą 1000 ziaren. W obu poziomach intensywności ochrony fungicydowej jęczmienia, plon ziarna był w 2009 i 2011 roku dodatnio skorelowany z liczbą kłosów. Zależność pomiędzy plonem ziarna a liczbą ziaren w kłosie była istotna tylko w 2009 roku w obiekcie z niskim poziomem ochrony jęczmienia jarego, natomiast masa 1000 ziaren była najczęściej ujemnie skorelowana z plonem ziarna. W wynikach badań prezentowanych w literaturze, na ogół stwierdzano dodatnią korelację pomiędzy plonem ziarna a liczbą kłosów na jednostce powierzchni [Borówczak i Rębarz 2008, Jaskulski i in. 2000, Wilczewski 2013]. W badaniach Wojciechowskiego stwierdzono dodatnią korelację plonu ziarna z obsadą kłosów pszenicy jarej uprawianej po międzyplonie ścierniskowym z gorczyicy białej oraz brak związku pomiędzy tymi cechami w kontroli, bez międzyplonu.



*# – objaśnienia jak dla rys.1 – for explanations, see Fig. 1

Rys. 4. Współdziałanie nawożenia azotem z intensywnością ochrony fungicydowej (A) i międzyplonem ścierniskowym (B) w kształtowaniu plonu ziarna jęczmienia jarego – średnie z lat 2009–2011

Fig. 4. Interaction of nitrogen fertilization with the intensity of fungicide protection (A) and a catch crop (B) for the grain yield of spring barley – mean for 2009–2011

Stwierdzona w badaniach własnych słaba korelacja plonu ziarna z liczbą kłosów jęczmienia jarego uprawianego po międzyplonie ścierniskowym wynika z mniejszego niż w kontroli zróżnicowania tej cechy pod wpływem dawki azotu. Liczba kłosów jęczmienia uprawianego po międzyplonie wynosiła od 551 szt.·m⁻² bez nawożenia azotem do 684 szt.·m⁻² po zastosowaniu 105 kg·ha⁻¹ N, podczas gdy w kontroli stwierdzono tylko 392 kłosa na m² w jęczmieniu nienawożonym azotem i aż 638 po zastosowaniu 140 kg·ha⁻¹ N. W obiektach z międzyplonem liczba

Tabela 8. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy plonem ziarna a elementami plonowania w poszczególnych latach (n=10)

Table 8. The coefficients of linear correlation between the grain yield and yield components in different years (n = 10)

Obiekt – Treatment	Zmienna – Variable	Rok – Year		
		2009	2010	2011
Z międzyplonem With a catch crop	Liczba kłosów – Number of spikes	0,50	-0,16	0,51
	Liczba ziaren w kłosie – Number of grains per spike	-0,09	0,48	-0,05
	Masa 1000 ziaren – 1000 grain weight	0,50	0,31	-0,16
Bez międzyplonu Without a catch crop	Liczba kłosów – Number of spikes	0,86*	0,64*	0,83*
	Liczba ziaren w kłosie – Number of grains per spike	0,72*	0,10	0,20
	Masa 1000 ziaren – 1000 grain weight	-0,06	-0,66*	-0,79*
Niski poziom ochrony – Low plant protection level	Liczba kłosów – Number of spikes	0,79*	0,59	0,81*
	Liczba ziaren w kłosie – Number of grains per spike	0,88*	0,17	0,29
	Masa 1000 ziaren – 1000 grain weight	-0,51	-0,44	-0,72*
Wysoki poziom ochrony – High protection level	Liczba kłosów – Number of spikes	0,73*	0,60	0,90*
	Liczba ziaren w kłosie – Number of grains per spike	0,54	0,13	0,05
	Masa 1000 ziaren – 1000 grain weight	-0,16	-0,67*	-0,94*

* współczynniki istotne dla $\alpha = 0,05$ – coefficients significant for $\alpha = 0,05$

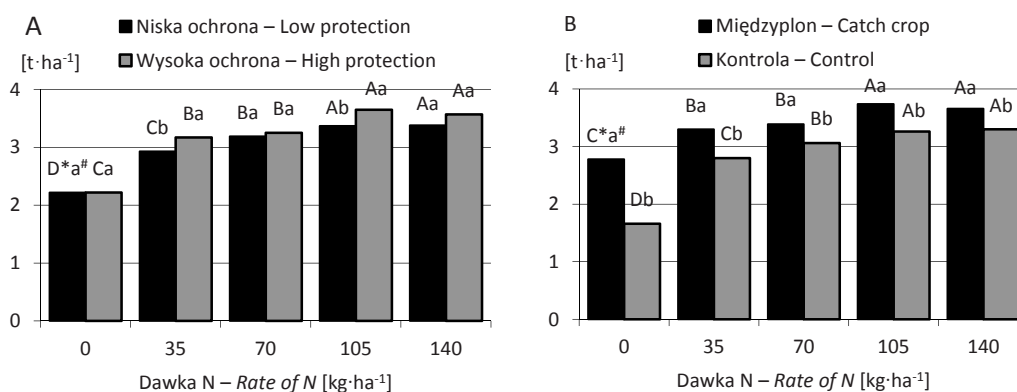
ziaren w kłosie ulegała istotnemu zwiększaniu w miarę intensyfikacji nawożenia aż do 105 kg·ha⁻¹ N, podczas gdy plon zwiększał się tylko do dawki 70 kg·ha⁻¹. W kontroli zarówno liczba kłosów jak i plon ziarna zwiększały się istotnie w zakresie dawek od 0 do 70 kg·ha⁻¹.

Stwierdzony w badaniach własnych wpływ międzyplonu ścierniskowego na plonowanie rośliny następczej i interakcja tego czynnika z nawożeniem azotem stosowanym pod jęczmień jary są zgodne z wynikami prezentowanymi przez Małecką i Blecharczyka [2008]. Autorzy stwierdzają, że wprowadzenie do uprawy międzyplonu ścierniskowego z udziałem rośliny strączkowej pozwala uzyskiwać wysokie plony roślin następczych przy znacznym ograniczeniu stosowania nawożenia azotem.

Zwiększenie intensywności ochrony chemicznej wpływało dodatnio na plon słomy jęczmienia jednak tylko nawożonego azotem w dawce 35 i 105 kg·ha⁻¹ (rys. 5A). Nie stwierdzono interakcji pomiędzy poziomem ochrony chemicznej i międzyplonem ścierniskowym w odniesieniu do tej cechy.

Pozytywny wpływ międzyplonu ścierniskowego na plon słomy stwierdzono dla wszystkich dawek azotu (rys. 5B). Wpływ ten był szczególnie silny w obiektach bez nawożenia azotem i zmniejszał się wraz ze zwiększaniem dawki N. Najwyższy plon słomy uzyskano po zastosowaniu 105 i 140 kg·ha⁻¹ N. Jęczmień uprawiany po międzyplonie ścierniskowym wytworzył w obiekcie bez nawożenia azotem taki sam plon słomy, jak w kontroli bez międzyplonu po zastosowaniu 35 kg·ha⁻¹ N. Po zastosowaniu w obiekcie z międzyplonem 35 kg·ha⁻¹ N plon słomy osiągnął taki sam poziom jak w obiekcie kontrolnym po zastosowaniu 105 kg·ha⁻¹ N.

Zachwaszczenie jęczmienia jarego przed zbiorem było stosunkowo nieduże i nie było zależne od badanych czynników. Nie stwierdzono również interakcji pomiędzy czynnikami



*# – objaśnienia jak dla rys.1 – for explanations, see Fig. 1

Rys. 5. Współdziałanie nawożenia azotem z intensywnością ochrony fungicydowej (A) i międzyplonem ścierniskowym (B) w kształtowaniu plonu słomy jęczmienia jarego
 Fig. 5. Interaction of nitrogen fertilization with the intensity of fungicide protection (A) and a catch crop (B) for the straw yield of spring barley

w odniesieniu do liczebności i masy chwastów. Dominującymi gatunkami chwastów w zasiewach jęczmienia były: *Viola arvensis* Murr, *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Galium aparine* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Thlaspi arvense* (L.) Á. Löve, *Fallopia convolvulus* L., *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. i *Lamium amplexicaule* L. Średnia w doświadczeniu obsada chwastów wynosiła 15,4 szt.·m⁻², a sucha masa 7,24 g·m⁻². Z uwagi na brak wpływu badanych czynników na te cechy nie zamieszczono w pracy szczegółowych wyników z poszczególnych obiektów.

Wyniki wcześniejszych prac dotyczących wpływu międzyplonu ścierniskowego na zachwaszczenie jęczmienia są niejednoznaczne. Deryło [1990] nie wykazał istotnego wpływu międzyplonu ścierniskowego na zachwaszczenie jęczmienia jarego przed zbiorem. Stwierdził natomiast ograniczenie liczby chwastów występujących w łanie pszenicy ozimej uprawianej po międzyplonie ścierniskowym. W badaniach Jaskulskiego i in. [2000], liczba siewek chwastów w fazie krzewienia jęczmienia (przed zastosowaniem herbicydów) uległa zmniejszeniu pod wpływem uprawy w międzyplonie facelii błękitnej i grochu pastewnego. Gdy w międzyplonie uprawiano gorczycę białą, rzepak ozimy, a zwłaszcza słonecznik zwyczajny, liczba chwastów w jęczmieniu jarym była większa niż w kontroli bez międzyplonu.

WNIOSKI

1. Międzyplon ścierniskowy przyorwany jesienią istotnie poprawiał plonowanie jęczmienia jarego, jednak pozytywny wpływ tego czynnika zmniejszał się wraz ze zwiększaniem dawki azotu stosowanej w jego uprawie. Po zastosowaniu 105 lub 140 kg·ha⁻¹ N, plon ziarna nie był zależny od międzyplonu ścierniskowego. Wpływ międzyplonu na plon słomy również zmniejszał się wraz ze zwiększaniem dawki azotu, lecz nawet po zastosowaniu 140 kg·ha⁻¹ był on istotny.

2. Zwiększenie plonu ziarna wynikało głównie ze zwiększenia liczby kłosów jęczmienia jarego uprawianego po przyoraniu międzyplonu ścierniskowego.
3. Intensyfikacja ochrony chemicznej jęczmienia jarego spowodowała istotne zwiększenie plonu ziarna. Pozytywny wpływ intensywności ochrony na plon ziarna wynikał głównie ze zwiększenia masy 1000 ziaren, a w jęczmieniu nienawożonym azotem lub nawożonym w ilości $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ również ze zwiększenia liczby kłosów.
4. Najwyższy plon ziarna jęczmienia jarego uzyskano po zastosowaniu $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$, a istotnie mniejszy po zastosowaniu $35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ lub braku nawożenia azotem. Intensywne nawożenie azotem (105 i 140 kg) sprzyjało zwiększaniu plonu słomy.
5. Nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu ścierniskowego, dawki azotu ani poziomu intensywności ochrony chemicznej na zachwaszczenie jęczmienia jarego w fazie dojrzałości mleczej.

PIŚMIENNICTWO

- Batalin M. 1962. Studium nad resztkami poźniowymi roślin uprawnych w łanie. Roczn. Nauk Rol. 98 D: ss. 153.
- Boróweczak F., Rębarz K. 2008. Wpływ deszczowania i systemu uprawy na elementy plonowania i wartość siewną ziarna jęczmienia jarego. J. Res. Appl. Agric. Eng. 53(3): 27–31.
- Cameron K.C., Di H.J., McLaren R.G. 1997. Is soil an appropriate dumping ground for our wastes? Austr. J. Soil Res. 35: 995–1035.
- Deryło S. 1990. Badania nad regenerującą rolą poplonów ścierniskowych w płodozmianach o różnym udziale zbóż. Wyd. AR Lublin, Rozpr. Nauk. 127: ss. 66
- Doltra J., Olesen J.E. 2013. The role of catch crops in the ecological intensification of spring cereals in organic farming under Nordic climate. Europ. J. Agron. 44: 98–108.
- Idziak R. 2005. Reakcja jęczmienia jarego i owsa oraz ich mieszanek na nawożenie azotem. Fragm. Agron. 22(1): 397–404.
- Jaskulski D., Jaskulska I. 2004. Wpływ słomy, międzyplonów ścierniskowych i zróżnicowanej uprawy roli na niektóre właściwości gleby w ogniwie pszenica ozima – jęczmień jary. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(2): 151–163.
- Jaskulski D., Tomalak S., Rudnicki F. 2000. Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego przez rośliny międzyplonu ścierniskowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470: 49–57.
- Jędruszczak M., Antoszek R. 2002. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na wybrane cechy biologiczne *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. zasiedlającej łan krótkotrwałej monokultury pszenicy ozimej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 42(2): 554–556.
- Kwiatkowski C. 2008. Architektura łanu i zdrowotność jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze w zależności od regeneracyjnego wpływu międzyplonów. Fragm. Agron. 25(1): 199–209.
- Małecka I., Blecharczyk A. 2008. Effect of tillage systems, mulches and nitrogen fertilization on spring barley (*Hordeum vulgare*). Agron. Res. 6(2): 517–529.
- Noworolnik K. 2007. Kształtowanie jakości ziarna jęczmienia jarego browarnego poprzez zabiegi agrotechniczne. Studia i raporty IUNG - PIB 65(9): 65–75
- Parylak D. 1996. Wpływ przyoranego międzyplonu ścierniskowego na niektóre właściwości gleby i plonowanie pszenżyta ozimego w krótkotrwałej monokulturze. Zesz. Nauk. AR Wrocław 300, Rol. 67: 199–207.
- Pecio A., Bichoński A. 2006. Reakcja wybranych odmian jęczmienia browarnego na zróżnicowane nawożenie azotem. Pam. Puł. 142: 333–348.
- Piotrowska A., Wilczewski E. 2012. Effects of catch crops cultivated for green manure and mineral nitrogen fertilization on soil enzyme activities and chemical properties. Geoderma 189/190: 72–80.
- Rocznik Statystyczny GUS 2012.

- Skinder Z., Wilczewski E. 2004. Forecrop value of non-papilionaceous plants cultivated in stubble intercrop for spring barley under various fertilisation conditions. *EJPAU, Ser. Agron.* 7(1): #03.
- Smagacz J., Pecio A. 2010. Występowanie chorób podstawy źdźbła w uproszczonym zmianowaniu zbożowym – zboża ozime. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50(2): 732–736.
- Smoliński S., Kotwica K., Jaskulski D., Tomalak S. 1997. Wpływ poplonu ścierniskowego na aktywność mikrobiologiczną gleby. Zmiany liczebności bakterii uczestniczących w przemianach C i N. W: *Drobnoustroje w środowisku, występowanie, aktywność i znaczenie*. Wyd. AR Kraków: 625–630.
- Spalding R.F., Exner M.E. 1993. Occurrence of nitrate in groundwater – a review. *J. Environ. Qual.* 22: 392–402.
- Spychaj-Fabisiak E., Rałcewicz M., Knapowski T., Klupczyński Z. 2005. Wpływ terminu siewu i zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu i skład aminokwasowy białka ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 22(1): 563–573.
- Szarzyńska J. 2012. Jęczmień jary. W: *Lista opisowa odmian – rośliny rolnicze. Zbożowe*. Zych J. (red). Wydawnictwa COBORU, Słupia Wielka: 62–100.
- Thorup-Kristensen K. 1994. The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops. *Fert. Res.* 37: 227–234.
- Wilczewski E. 2007. Wartość wybranych roślin motylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na glebie lekkiej. Cz.II. Skład chemiczny i akumulacja makroskładników. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6(1): 35–44.
- Wilczewski E. 2009. Environmental determinants of stubble intercrop cultivation in Kuyavian-Pomeranian Province. Part in: *Understanding the Requirements for Development of Agricultural Production and of Rural Areas in the Kuyavian-Pomeranian Province as a Result of Scientific Research*. Śliwińska E., Spychaj-Fabisiak E. (red.), UTP Bydgoszcz: 279–288.
- Wilczewski E. 2013. The efficiency of nitrogen fertilization of spring wheat depending on seasonal rainfall. *Am. J. Exp. Agric.* 3(3): 579–594.
- Wilczewski E., Skinder Z., Szczepanek M. 2012. Effects of weather conditions on yield of tansy phacelia and common sunflower grown as stubble catch crop. *Pol. J. Environ. Stud.* 4: 1053 – 1060.
- Woźniak A. 2002. Wpływ przedplonów na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 223/224: 179–185.
- Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415–421.
- Zajac T., Antonkiewicz J. 2006. Zawartość i nagromadzenie makroelementów w biomacie międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych w zależności od doboru gatunków i sposobu ich siewu. *Pam. Puł.* 142: 595–606.
- Zawiślak K. 1997. Regulacyjna funkcja płodozmianu wobec chwastów w agrofitycenozach zbóż. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 536, *Agricultura* 64: 81–99.
- Zbrozczyk T., Nowak W. 2009. Wpływ poziomu ochrony i nawożenia azotem na plonowanie i skład chemiczny ziarna kilku odmian jęczmienia jarego pastewnego Część I. Plonowanie. *Biul. IHAR* 251: 137–144.
- Zimny L., Waclawowicz R., Malak D. 2005. Zmiany wybranych właściwości fizycznych gleby jako skutki zróżnicowanego nawożenia organicznego i mineralnego azotowego. *Fragm. Agron.* 22(1): 664–677.

E. WILCZEWSKI

**EFFECT OF CULTIVATION INTENSITY AND STUBBLE CATCH CROP
ON SPRING BARLEY YIELD****Summary**

In the field study, conducted at the Research Station in Mochełek (17°51' E, 53°13' N) in 2008–2011, the effects of stubble catch crop on the yield of spring barley grown with the use of nitrogen fertilization (0, 35, 70, 105 and 140 kg·ha⁻¹) and different levels of chemical plant protection (low, high) were examined. The catch crop plowed in the autumn as green manure significantly increased the yield of grain and straw of spring barley grown on *Alfisols*. The lower rate of nitrogen was used to grow barley the greater effect of catch crop on grain yield was obtained. After the application of 105 or 140 kg·ha⁻¹ N, grain yield was not influenced by catch crop. The increase in grain yield was mainly due to a larger number of ears and grains per spike. The highest grain yield of spring barley was obtained after the application of 70 kg·ha⁻¹ N, and significantly lower after the application of 35 kg·ha⁻¹ or no nitrogen fertilization. In treatments with a low level of protection, increased fertilization from 70 kg·ha⁻¹ to 105 and 140 kg·ha⁻¹ resulted in a significant reduction in grain yield. Intensive fertilization with nitrogen (105 and 140 kg·ha⁻¹) contributed to an increase in the straw yield.

Key words: spring barley, stubble catch crop, field pea, plant protection intensity, nitrogen fertilization

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 2.10.2013

Do cytowania – *For citation*:

Wilczewski E. 2014. Wpływ intensywności uprawy i międzyplonu ścierniskowego na plonowanie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 31(1): 95–112.