

## WPLYW UPRAWY ROLI I NAWOŻENIA SIARKĄ NA KOMPONENTY PLONU PSZENŻYTA JAREGO

HANNA KLIKOCKA<sup>1</sup>, DARIUSZ JUSZCZAK, ALEKSANDRA GŁOWACKA,  
MAGDALENA CYBULSKA, HENRYK KOZŁOWSKI

*Zakład Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Wydział Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
ul. Szczepińska 102, 22-400 Zamość*

**Synopsis.** Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2007–2009 na glebie średniej brunatnej dystroficznej typowej na terenie Zamojszczyzny. Oceniono reakcję pszenżyta jarego na zróżnicowaną uprawę roli (tradycyjną i uproszczoną) oraz nawożenie mineralne: NPK (kontrola) i NPK wzbogacone w siarkę w ilości 40 kg S·ha<sup>-1</sup> w postaci siarczanu amonu. Celem badań było określenie wpływu założonych czynników na plon i komponenty plonu pszenżyta jarego. Stwierdzono, że zastosowanie uprawy tradycyjnej wpływa korzystnie na wzrost plonu ziarna pszenżyta jarego i zwiększenie obsady kłosów w stosunku do uprawy uproszczonej. Aplikacja siarki w ilości 40 kg S·ha<sup>-1</sup> w formie siarczanu amonu do nawożenia NPK zwiększa równie istotnie wymienione cechy, a ponadto liczbę ziaren w kłosie. Jednak suplementacja siarki do nawożenia NPK obniża istotnie masę tysiąca ziaren. Plon ziarna pszenżyta jarego po zastosowaniu tradycyjnej uprawy roli i nawożenia NPKS wzrastał pod wpływem wyższej liczby kłosów na 1 m<sup>2</sup> i liczby ziaren w kłosie. Masa 1000 ziaren wpływała na niższy plon w omawianych obiektach w relacji do uprawy uproszczonej i nawożenia NPK. Generalnie, wartość badanych cech pszenżyta jarego zależała w najwyższym stopniu od czynnika pogodowego niż od bezpośredniego wpływu uprawy roli i nawożenia siarką.

**Słowa kluczowe:** uprawa roli, nawożenie, komponenty plonu, pszenżyto jare

### WSTĘP

Zdaniem Podolskiej i in. [2007] plon ziarna zbóż z jednostki powierzchni jest wypadkową liczby kłosów, liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Liczba kłosów na jednostce powierzchni zależy od liczby roślin i rozkrzewienia produkcyjnego, liczba ziaren w kłosie od liczby kłosków w kłosie i stopnia ich zapłodnienia, a masa 1000 ziaren – głównie od warunków pogody w okresie nalewania ziarna. Wszystkie wyżej wymienione elementy plonu zależą od właściwości genetycznych gatunku – odmiany, warunków siedliskowych i agrotechnicznych [Machado i in. 2007].

Dobre przygotowanie gleby pod pszenżyto jare sprzyja wzrostowi i rozwojowi roślin oraz umożliwia wykorzystanie intensywnego nawożenia. Uprawa roli to jeden z podstawowych czynników, decydujących o możliwości uzyskania dużych i stabilnych plonów [Klikocka i in. 2014, Schillinger 2005]. Ograniczanie uprawy przedzimowej nie jest wskazane, bowiem wpływa na zmniejszenie obsady kłosów, a w wyniku tego istotnie ogranicza plonowanie pszenżyta jarego [Klikocka 2004, Starczewski i Czarnocki 2004].

W chwili obecnej w świecie czynnikiem, który może limitować plonowanie roślin jest siarka. Jak wykazują badania Instytutu Ochrony Środowiska [Siebielec i in. 2012] w Polsce aż w 90% próbek na zawartość siarki przyswajalnej nie przekracza 16,5 mg SO<sub>4</sub>·kg<sup>-1</sup>, podczas

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – Corresponding address: hanna.klikocka@up.lublin.pl

gdy tylko 5 lat wcześniej (2005 r.) wartość ta dla Polski wynosiła przeciętnie  $25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby. W roku 2010 aż 94% badanych profili zostało zakwalifikowanych do niskiej zawartości siarki w glebie. Fakt ten może skutkować deficytem siarki dla wrażliwych gatunków roślin uprawnych. Gleby uprawne Zamojszczyzny zawierają średnio  $10,0 \text{ mg SO}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$ , podczas gdy w latach 1995–2005 było to około  $18,1 \text{ mg SO}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$ . Dopływ siarki z atmosfery w latach 1995–2005 w formie mokrej i suchej wynosił od 6,0 (woj. warmińsko-mazurskie) do  $20 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1}$  (woj. śląskie). Natomiast pobranie siarki przez rośliny uprawne tylko do  $9 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1}$  nie prowadziło do ujemnego bilansu składnika, a wartość ta odzwierciedla plon rośliny stanowiący tylko  $2,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  ziarna [Grzebisz i Przygocka-Cyna 2003, Klikocka 2005, 2010, Klikocka i Sachajko 2011, Podleśna 2013]. Niedobór siarki w produkcji rolniczej może wywołać poważny problem ekonomiczny i ekologiczny. Niedożywienie roślin siarką może wywołać skutek „prawa minimum”, jednocześnie intensywne nawożenie roślin azotem może spowodować spadek wykorzystania tego składnika przez rośliny. To będzie miało wpływ na zawartość siarki oraz jej metabolitów pierwotnych i wtórnych, które odgrywają istotne znaczenie w diecie oraz zdrowotności zwierząt i ludzi.

Celem pracy była ocena wpływu uprawy tradycyjnej i uproszczonej oraz nawożenia mineralnego NPK bez i z suplementacją siarki na plon ziarna i elementy plonu pszenżyta jarego w warunkach glebowo-klimatycznych Zamojszczyzny.

## MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem doświadczenia była odmiana pszenżyta jarego (*Triticosecale* Witt.) ‘Wanad’. Doświadczenie polowe przeprowadzono metodą podbloków losowanych w układzie zależnym split-plot w czterech powtórzeniach, w latach 2007–2009, we wsi Malice k. Zamościa ( $50^{\circ}43' \text{ N}$ ,  $23^{\circ}45' \text{ E}$ ). Glebę zaliczono do gleby średniej brunatnej dystroficznej typowej (BDt), wytworzonej z gliny piaszczystej średnioziarnistej (gpśr) [Mocek i Drzymała 2010], zaliczonej do kompleksu żytniego dobrego, o odczynie lekko kwaśnym (pH 5,6). Zawartość węgla ogólnego wynosiła  $8,4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , azotu ogólnego  $0,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Zawartość przyswajalnych form składników pokarmowych wynosiła odpowiednio: P – 42,8, K – 79,6, Mg – 28,8 i S- $\text{SO}_4$  –  $11,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

W doświadczeniu uwzględniono następujące czynniki:

I. Sposób uprawy roli (UR):

1. tradycyjny (TRD) – bronowanie (5 cm), orka przedzimowa (20 cm). Wiosną bronowanie (5 cm), gruberowanie (15 cm), bronowanie (5 cm).

2. uproszczony (UPR) – bronowanie (5 cm), gruberowanie (15 cm). Wiosną gruberowanie (15 cm), bronowanie (5 cm).

II. Rodzaj nawożenia mineralnego (NM):

a. NPK

b. NPKS

Powierzchnia poletek do siewu i obserwacji wynosiła  $30 \text{ m}^2$ , natomiast do zbioru  $20 \text{ m}^2$  ( $4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m}$ ). Siew pszenżyta jarego przeprowadzono w trzeciej dekadzie marca, zakładając gęstość  $550 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Pod przedplon, którym był ziemniak zastosowano  $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  słomy pszenżytniej uzupełnionej  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  mocznika ( $23 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Po zbiorze przedplonu w II dekadzie września wykonano bronowanie. Orkę przedzimową lub gruberowanie wykonano w II dekadzie października. Wiosenne prace polowe rozpoczynano w trzeciej dekadzie marca. Nawożenie mineralne stosowano bezpośrednio przed siewem pszenżyta. Nawozy fosforowe w dawce  $39,6 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$  w formie superfosfatu potrojnego i potasowe w dawce  $83 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$  w formie soli potasowej stosowano

w całości przedsewnie, a nawozy azotowe w dawce  $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  w formie saletry amonowej i siarkowe w formie siarczanu amonu w dawce  $40 \text{ kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$  stosowano w dwóch terminach,  $\frac{1}{2}$  dawki w trakcie przygotowania roli do siewu i  $\frac{1}{2}$  dawki w fazie strzelania pszenżyta w źdźbło (BBCH 32). Ziarniaki przed siewem zaprawiono zaprawą Vitavax 200 FF (karboksyna), w ilości  $300 \text{ ml}\cdot 100 \text{ kg}^{-1}$ . Do niszczenia chwastów dwuliściennych i jednoliściennych zastosowano mieszaninę herbicydów Granstar 75 WG (sulfmetmetonmetyl) ( $20 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i Puma Super 069 EW (fenoxaprop-P-etylu) ( $1 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w fazie krzewienia się zboża (BBCH 28). Z kolei w pełni strzelania w źdźbło (DC 35) stosowano retardant Terpal C 420 SL (chlorek chloromekwatu + etefon) w ilości  $2 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Występowanie chorób podsuszkowych ograniczono stosując w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 30–32) Alert 375 SC (flusilazol + karbendazym) –  $1,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ , natomiast przeciw chorobom liści i kłosa, w stadium 58–59, Tilt CB 37,5 (propikonazol + karbendazym) w ilości  $1 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Sumy opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym 2007 roku były zbliżone do sumy wieloletniej (1971–2005:  $393,5 \text{ mm}$ ) (tab. 1). W sezonie wegetacyjnym 2008 roku opady przekroczyły sumę wieloletnią o  $56,4 \text{ mm}$ . Szczególnie duże opady obserwowano w kwietniu ( $71,5 \text{ mm}$ ), lipcu ( $104,6 \text{ mm}$ ) i we wrześniu ( $80,4 \text{ mm}$ ). Podobny rozkład opadów w miesiącach letnich wystąpił w 2007 roku. W sezonie 2009 r. suma opadów atmosferycznych była niższa od średniej sumy wieloletniej o  $43,4 \text{ mm}$ . Wysokie opady wystąpiły w maju ( $102,6 \text{ mm}$ ) i czerwcu ( $124,4 \text{ mm}$ ), niskie natomiast w kwietniu ( $15,5 \text{ mm}$ ) i lipcu ( $24,2 \text{ mm}$ ), natomiast sierpień był zbliżony do średniej wieloletniej ( $48,9 \text{ mm}$ ). Średnie temperatury powietrza w analizowanych sezonach wegetacyjnych były wyższe od średniej wieloletniej (1971–2005:  $14,7^\circ\text{C}$ ). I tak, w sezonie 2007 – o  $2,0^\circ\text{C}$ , w sezonie 2008 – o  $1,9^\circ\text{C}$ , w sezonie 2009 – o  $2,4^\circ\text{C}$ . Generalnie, w każdym miesiącu analizowanych lat, temperatura powietrza przekraczała średnią temperaturę w wieloleciu. Nie zauważono jednak aby rozkład opadów i temperatur wpływał znacząco na różnicowanie faz rozwojowych pszenżyta jarego.

Tabela 1. Suma opadów (w mm) i średnia temperatura powietrza (w  $^\circ\text{C}$ ) w latach 2006–2009 i w wieloleciu 1971–2005 (Stacja Meteorologiczna w Zamościu)

Table 1. Sums of rainfalls (mm) and mean air temperature ( $^\circ\text{C}$ ) in the years 2006–2009 and in long-term period 1971–2005 (Research Station Zamość)

Lata Years	Miesiące – Months						Suma/Średnia – Sum/Mean		
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–V	VI–VII	IV–IX
Opady – Precipitation (mm)									
2007	21,7	41,1	54,0	118,9	31,6	119,0	62,8	172,9	386,3
2008	71,5	74,8	48,9	104,6	69,7	80,4	146,3	153,5	449,9
2009	15,5	102,6	124,4	24,2	48,9	34,5	118,1	148,6	350,1
1971–2005	44,1	65,5	78,9	98,4	54,3	52,2	109,6	177,3	393,5
Temperatura – Temperature ( $^\circ\text{C}$ )									
2007	10,0	17,6	19,8	21,1	18,6	12,8	13,8	20,5	16,7
2008	10,7	15,5	19,4	20,2	19,7	13,7	13,1	19,8	16,6
2009	11,3	13,8	20,2	20,0	20,1	16,9	12,6	20,1	17,1
1971–2005	7,9	14,1	16,8	18,4	17,8	12,9	11,0	17,6	14,7

Przed zbiorem roślin określono liczbę kłosów na 1 m<sup>2</sup> (BBCH91). Pobrano również losowo z każdego poletka po 30 kłosów celem oznaczenia komponentów plonu. Po zbiorze oznaczono plon ziarna w t·ha<sup>-1</sup> (przy 11% wilgotności).

W pracy dokonano analizy następujących cech: liczba kłosów szt·m<sup>-2</sup>, długość kłosa (cm), liczba ziaren w kłosie (szt.), masa 1000 ziaren (g), masa ziarna z 1 kłosa (g), plon ziarna (t·ha<sup>-1</sup>).

Zebrane w doświadczeniu wyniki poddano analizie statystycznej. Do obliczeń wykorzystano analizę wariancji z funkcją testową F-Snedecora, a następnie obliczono jej rozkład. Istotność różnic wykonano testem Tukeya ( $\alpha = 0,05$ ). W celu określenia zależności między badanymi cechami posłużono się analizą korelacji. Do wyznaczania wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi wykorzystano metodę Rudnickiego [2000]. W zestawieniu i statystycznym opracowaniu wyników wykorzystano arkusz kalkulacyjny Excel 2007 oraz program Statistica (StatSoft Polska'97).

## WYNIKI BADAŃ

Analiza wyników badań wykazała istotnie korzystny wpływ tradycyjnej uprawy roli (TRD) w stosunku do uproszczonej uprawy roli (UPR) na wielkość plonu ziarna pszenżyta jarego (o 13,8%) oraz obsadę kłosów z jednostki powierzchni (o 11,6%) (tab. 2). W przypadku liczby ziaren w kłosie, masy ziarna z 1 kłosa oraz długości kłosa nie stwierdzono istotnego oddziaływania zróżnicowanej uprawy roli. Natomiast masa tysiąca ziaren była istotnie wyższa po zastosowaniu uprawy uproszczonej (o 3,3%). Oznacza to, że uprawa tradycyjna wpływa pozytywnie na polepszenie krzewienia pszenżyta jarego, co w głównej mierze przekłada się na wzrost plonu ziarna, natomiast uprawa uproszczona kosztem obsady kłosów sprzyja wytworzeniu dorodniejszego ziarna.

Analiza wyników badań wykazała korzystny wpływ nawożenia NPKS na plon ziarna pszenżyta jarego (o 11,9%), wzrost liczby ziaren w kłosie (o 6,0%) i poprawę obsady kłosów (o 5,1%). Natomiast dodatek siarki do nawożenia NPK istotnie obniżył masę tysiąca ziaren (o 4,0%). Plon z 1 kłosa i długość kłosa nie zależały od nawożenia mineralnego.

W przypadku współdziałania zróżnicowanej uprawy roli i nawożenia mineralnego odnotowano oddziaływanie czynnika 2 (nawożenie mineralne) na czynnik 1 (uprawa roli) w przypadku: masy 1000 ziaren, masy ziarna z kłosa i długości kłosa. Wzbogacenie nawożenia NPK w siarkę w przypadku każdego poziomu czynnika 1 (uprawa roli) wpływała bowiem na obniżenie masy tysiąca ziaren i podwyższenie długości kłosa. Natomiast w przypadku masy ziarna z kłosa trudno określić jednoznaczne oddziaływanie nawożenia mineralnego (czynnik 2) na tle uprawy roli (czynnik 1).

Z plonem ziarna pszenżyta jarego korelowały istotnie dodatnio liczba ziaren w kłosie i masa tysiąca ziaren. Nie odnotowano natomiast istotnego wzajemnego związku pomiędzy plonem ziarna a liczbą kłosów na 1 m<sup>2</sup> (tab. 3).

W tabeli 4 zaprezentowano analizę relacji poszczególnych elementów plonotwórczych z plonem ziarna pomiędzy badanymi czynnikami doświadczenia. W przypadku stosowania uprawy tradycyjnej plon ziarna w stosunku do uprawy uproszczonej zwiększył się o 0,79 dt·ha<sup>-1</sup> (15,6%) z tytułu wzrostu liczby kłosów na 1 m<sup>2</sup>. Także w omawianym przypadku plon ziarna zwiększył się o 0,17 dt·ha<sup>-1</sup> (3,4%) z tytułu wzrostu liczby ziaren w kłosie. Plon ziarna w omawianej relacji uległ jednakże obniżeniu o 0,26 dt·ha<sup>-1</sup> (5,2%) z powodu obniżenia masy 1000 ziaren. Podobna zależność wystąpiła w relacji nawożenie NPKS → NPK. W tym przypadku suplementacja siarką spowodowała wzrost plonu ziarna tytułem wzrostu liczby kłosów na 1 m<sup>2</sup> i liczby ziaren w kłosie. Na obniżenie plonu ziarna wpływała jednak mniejsza masa

Tabela 2. Wpływ uprawy roli i nawożenia mineralnego na plon i elementy plonowania pszenżyta jarego  
 Table 2. The influence of soil tillage and mineral fertilization on yield and yield components of spring triticale

Uprawa roli Soil tillage (U)	Nawożenie Fertilization (N)	Plon ziarna Grain yield (t·ha <sup>-1</sup> )	Liczba ziaren w kłosie Number of grains in head	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)	Masa ziarna z kłosa Grains weight in head (g)	Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup> Number of heads per m <sup>2</sup>	Długość kłosa Length of ear (cm)
TR	NPK	5,60	40,6	38,2	1,55	695	7,9
	NPKS	5,94	43,1	35,2	1,52	736	7,8
	Średnio Mean	5,77	41,8	36,7	1,54	715	7,8
UPR	NPK	4,63	39,8	38,0	1,52	645	7,9
	NPKS	5,51	42,2	37,9	1,61	673	7,5
	Średnio Mean	5,07	41,0	37,9	1,56	659	7,7
Średnio Mean	NPK	5,12	40,2	38,1	1,54	670	7,9
	NPKS	5,73	42,6	36,6	1,57	704	7,6
Średnio Mean (L)	2007	5,08	39,5	31,9	1,25	805	7,9
	2008	5,04	42,0	37,5	1,57	645	7,6
	2009	6,14	42,7	42,7	1,82	612	7,9
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>							
U		0,42	r.n.	r.n.	r.n.	28,3	r.n.
N		0,42	0,93	0,93	r.n.	28,3	r.n.
L		0,51	1,14	1,14	0,06	34,7	r.n.
U × N		r.n.	r.n.	1,32	0,07	r.n.	0,05
N × U		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,01

TR – tradycyjna uprawa roli – conventional tillage, UPR – uproszczona uprawa roli – reduced tillage  
 r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy elementami plonowania a plonem ziarna pszenżyta jarego (n = 12)

Table 3. Coefficients of correlation between yield components and grain yield in spring triticale (n = 12)

Uprawa roli Soil tillage	Nawożenie mineralne Mineral fertilization	Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup> Number of heads per 1m <sup>2</sup>	Liczba ziaren w kłosie Number of grains in head	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains
TR	NPK	-0,373	0,548*	0,614*
	NPKS	-0,083	0,279	0,392
UPR	NPK	0,336	0,272	0,452
	NPKS	-0,022	0,172	0,664*

TR – tradycyjna uprawa roli – conventional tillage, UPR – uproszczona uprawa roli – reduced tillage

\* Współczynnik korelacji istotny przy p &lt;0,05 – correlation coefficient significant at p &lt;0,05

Tabela 4. Wpływ elementów plonowania na różnice plonów pszenżyta jarego w uprawie tradycyjnej i nawożonym NPKS w porównaniu do uprawy uproszczonej i nawożenia NPK

Table 4. Effect of yield components on yield difference of spring triticale in conventional tillage and fertilized NPKS in comparison to reduced tillage and NPK fertilization

Elementy plonowania Yields components	Uprawa roli Soil tillage	Nawożenie mineralne Mineral fertilization	Średnio Mean
	UPR→TR	NPKS→NPK	
Wkład elementów plonowania w różnice plonów (dt·ha <sup>-1</sup> ) Contribution of yield components in difference of yields (dt·ha <sup>-1</sup> )			
Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup> Number of heads per 1m <sup>2</sup>	0,79	0,41	0,60
Liczba ziaren w kłosie Number of grains in head	0,17	0,49	0,33
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	-0,26	-0,29	-0,27
Suma – Sum	0,70	0,60	0,65
Wkład elementów plonowania w różnice względne plonów (%) Contribution of yield components in relative difference of yields (%)			
Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup> Number of heads per 1m <sup>2</sup>	15,6	8,1	11,8
Liczba ziaren w kłosie Number of grains in head	3,4	9,6	6,5
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	-5,2	-5,7	-5,4
Suma – Sum	13,8	11,9	12,8

Tabela 4. cd.  
Tabele 4. cont.

Udział elementów plonowania w różnicowaniu plonów (%) Share of yield components in difference of yields (%)			
Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup> Number of heads per 1m <sup>2</sup>	82,3	45,7	64,0
Liczba ziaren w kłosie Number of grains in head	17,7	54,3	36,0
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	–	–	–
Suma – Sum	100	100	–

TR – tradycyjna uprawa roli – conventional tillage, UPR – uproszczona uprawa roli – reduced tillage

1000 ziaren po zastosowaniu siarki do nawożenia NPK. Generalnie plon ziarna w obiektach uprawy tradycyjnej i nawożenia NPKS był wyższy w stosunku do obiektów uprawy uproszczonej i nawożenia NPK o 64% tytułem wyższej liczby kłosów na 1 m<sup>2</sup> i 36% w związku ze wzrostem liczby ziaren w kłosie. Masa 1000 ziaren nie powodowała różnic w plonie ziarna pszenżyta jarego pomiędzy badanymi obiektami.

## DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że uprawa tradycyjna pod pszenżyto jare powodowała istotny wzrost plonu ziarna o 13,8% i poprawę liczby kłosów na jednostce powierzchni o 11,6% w stosunku do uprawy uproszczonej. Inne komponenty plonu nie zależały od sposobu uprawy. Natomiast uprawa uproszczona powodowała wzrost masy 1000 ziaren w stosunku do uprawy tradycyjnej. Starczewski i in. [1995] wykazali, że zmienione sposoby uprawy przedsięwziętej nie wpływały istotnie na wschody roślin, plon ziarna i jego strukturę (z wyjątkiem liczby ziaren w kłosie) oraz plon słomy. W innym doświadczeniu Starczewski i Czarnocki [2004] stwierdzili, że pszenżyto jare plonowało najwyżej na obiekcie z uprawą tradycyjną. Najmniejszy spadek plonu wystąpił na obiekcie traktowanym herbicydem, a niepełna 10% niższe plonowanie obserwowano na obiekcie późniwie talerzowanym. Zastąpienie podorywki kultywatorowaniem czy zupełna rezygnacja z uprawy późniwej oraz orka razówka tuż po żniwach powodowały spadek plonu ziarna o kolejne 5–10%. Tylko zupełne zrezygnowanie z orki powodowało statystycznie udowodniony 50% procentowy spadek plonowania. Mazurek i Mazurek [1990] podają, że uprawa roli w mniejszym stopniu wpływa na masę 1000 ziaren, która to w większym procencie uzależniona jest od układu warunków pogody w okresie dojrzewania pszenżyta niż od podstawowych czynników agrotechnicznych. Podobną zależność zaobserwowano w prezentowanych badaniach. Natomiast Stankowski [1994] i Koziara i in. [2007] twierdzą, że pszenżyto jare cechuje się stosunkowo słabą krzewistością i dominacją pędu głównego nad bocznymi, a jednocześnie obsada kłosów oraz dorodność kłosów i ziarna podlegają doraźnemu wpływowi warunków wodnych. Zdaniem Nieróbcy [2002] procesy samoregulacji zachodzące w łanie pszenżyta powodują, że liczba roślin na 1 m<sup>2</sup> w fazie strzelania w źdźbło wynosi 400–500 roślin, a wysoki plon ziarna można uzyskać z łanu o obsadzie

450–500 kłosów na 1 m<sup>2</sup>. W badaniach własnych średnia obsada kłosów pszenżyta jarego odmiany Wanad wynosiła 730 szt. · m<sup>-2</sup> i uzyskano średni plon ziarna 5,42 t · ha<sup>-1</sup>.

W odniesieniu do czynnika drugiego w prezentowanych badaniach stwierdzono pozytywną reakcję rośliny na nawożenie siarczanem amonu (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> w ilości 40 kg S · ha<sup>-1</sup>, gdyż nastąpił istotny wzrost plonu ziarna (o 11,9%). Również elementy struktury plonu zależały od nawożenia siarką, gdyż nastąpił wzrost liczby ziaren w kłosie (o 6,0%) i wzrost obsady kłosów (o 5,1%). Natomiast podstawowe nawożenie NPK podwyższało istotnie masę tysiąca ziaren (o 4,1%). Klikocka [2004] prowadząc badania nad nawożeniem pszenżyta jarego siarką stwierdziła brak reakcji na nawożenie siarką w postaci siarczanu amonu w dawce 25 kg S · ha<sup>-1</sup>, dopiero podwyższenie dawki siarki do 50 kg · ha<sup>-1</sup> powodowało istotny wzrost plonu ziarna. Podleśna i in. [2003] i Podleśna [2013] wykazali, że nawożenie pszenicy jarej siarką w dawce 60 kg S · ha<sup>-1</sup> wpływało istotnie na wzrost plonu ziarna oraz na zawiązywanie większej liczby ziaren w kłosie. Na podstawie wyników z prezentowanego doświadczenia uzyskano dodatnie korelacje pomiędzy plonem ziarna pszenżyta jarego liczba ziaren w kłosie i masa tysiąca ziaren. Nie odnotowano natomiast istotnego wzajemnego związku pomiędzy plonem ziarna a liczbą kłosów na 1 m<sup>2</sup>. Podobną zależność wykazał Starczewski i in. [1993, 1995]. W innych badaniach dotyczących predyktorów plonu ziarna Potarzycki [2003] stwierdził, że plon jęczmienia jarego zależał od liczby źdźbeł kłosonośnych na jednostce powierzchni oraz liczby ziarniaków w kłosie, a związek między wielkością plonu i elementami jego struktury zwiększał się w miarę wzrostu dawki siarki.

W prezentowanym doświadczeniu dokonując analizy składowej plonu pomiędzy badanymi obiektami stwierdzono, że najkorzystniejszy wpływ na wzrost plonu ziarna po zastosowaniu uprawy tradycyjnej i nawożenia NPKS miała liczba kłosów na 1 m<sup>2</sup> i liczba ziaren w kłosie. Nie stwierdzono natomiast dodatniego wpływu masy 1000 ziaren. Samborski i in. [2005] oraz Brzozowska i Brzozowski [2008, 2013] prowadząc analizę składową plonu pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego stwierdzili, że plon ziarna determinowany jest przede wszystkim przez dwie składowe, liczbę ziaren w kłosie i masę tysiąca ziaren. Natomiast liczba kłosów na 1 m<sup>2</sup> najmniej determinuje plon ziarna. Według Ścigalskiej [2007] i Starczewskiego [1993, 1995] wielkość plonu ziarna pszenżyta jarego zależy głównie od liczby ziaren w kłosie i od liczby kłosów na jednostce powierzchni. Zdaniem Samborskiego i in. [2005] uzyskiwanie odmiennych udziałów poszczególnych komponentów w procesie kształtowania zmienności plonu ziarna, w różnych badaniach, może świadczyć o różnorodności warunków agrotechnicznych i siedliskowych, które przyczyniają się do samoregulacji ładu roślin i w ten sposób tworzenia plonu ziarna w drodze różnego udziału składowych w jego determinacji.

Generalnie, wartość badanych cech pszenżyta jarego (plon ziarna i struktura plonu) była najsilniej poddana działaniu czynnika pogodowego, następnie współdziałaniu pogody z uprawą roli i nawożeniem siarką. Najbardziej niesprzyjający plonowaniu pszenżyta na tle najniższej obsady kłosów był sezon wegetacyjny w 2008, który był dość wilgotny. Jak wiadomo w kształtowaniu plonu dużą rolę odgrywa suma i rozkład opadów. Dmowski i in. [2008] oraz Dmowski i Dzieżyc [2009] wykazali zależność plonu od liczby dni z opadem w okresie od marca do lipca. Plony ziarna osiągnęte przy 80 dniach z opadem były wyższe o około 0,7 t · ha<sup>-1</sup> niż przy 58 dniach. Z badań Radzkiej i in. [2009] wynika, że posuchy występujące w kwietniu sprzyjają plonowaniu pszenicy jarej, natomiast występujące w maju i czerwcu obniżają plony tej rośliny. Koziara i in. [2007] stwierdzili, że zmienność warunków pogodowych znalazła odzwierciedlenie w plonowaniu pszenżyta jarego. Wielkość zebranych plonów ziarna okazała się w większym stopniu zbieżna z sumą opadów szczególnie w miesiącach maj, czerwiec niż z warunkami termicznymi. Badania Rudnickiego i in. [1997] wykazały istotną korelację plonu pszenżyta jarego z opadami od kwietnia do lipca. Niedostatek opadów w tym okresie zmniejszał obsadę kłosów, dorodność



ziarna i liczbę ziaren w kłosie, a przez to plon z hektara. Jednak zdaniem cytowanych autorów pszenżyto jare najsilniej reaguje na ilość opadów w czerwcu, kiedy to obfitsze opady wpływają na zwiększenie plonów w wyniku lepszego wykształcenia wszystkich elementów struktury plonu, zwłaszcza większej obsady kłosów.

## WNIOSKI

1. Zastosowanie tradycyjnej uprawy roli wpływa korzystnie na wzrost plonu ziarna pszenżyta jarego i poprawę obsady kłosów w stosunku do uprawy uproszczonej. Dodatek siarki w ilości  $40 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1}$  w formie siarczanu amonu do nawożenia NPK zwiększa również istotnie wymienione cechy, a ponadto liczbę ziaren w kłosie, jednak obniża istotnie masę tysiąca ziaren.
2. Plon ziarna pszenżyta jarego po zastosowaniu tradycyjnej uprawy roli i nawożenia NPKS wzrastał pod wpływem wyższej liczby kłosów na  $1 \text{ m}^2$  i liczby ziaren w kłosie. Masa 1000 ziaren wpływała na niższy plon w omawianych obiektach w relacji do uprawy uproszczonej i nawożenia NPK.
3. Generalnie, wartość badanych cech pszenżyta jarego zależała w najwyższym stopniu od czynnika pogodowego niż od bezpośredniego wpływu uprawy roli i nawożenia S.

## PIŚMIENNICTWO

- Brzozowska I., Brzozowski J. 2013. Plon i elementy plonowania pszenżyta ozimego w zależności od metody pielęgnacji i sposobu nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 30(1): 7–19.
- Brzozowska I., Brzozowski J., Hruszka M. 2008. Plonowanie i struktura plonu pszenicy ozimej w zależności od sposobu pielęgnacji i nawożenia azotem. *Acta Agrophys.* 11(3): 591–611.
- Dmowski Z., Dzieżyc H. 2009. Potrzeby opadowe pszenicy jarej na glebach kompleksów pszennego dobrego i żyniego bardzo dobrego w północno-wschodniej Polsce. *Acta Agrophys.* 13(1): 39–48.
- Dmowski Z., Dzieżyc H., Nowak L. 2008. Ocena wpływu wybranych parametrów opadu i gleby na plonowanie pszenicy jarej w rejonie południowo-zachodnim Polski. *Acta Agrophys.* 11(3): 613–622.
- Grzebisz W., Przygocka-Cyna K. 2003. Aktualne problemy gospodarowania siarką w rolnictwie polskim. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 4: 64–77.
- Klikocka H. 2004. Wpływ nawożenia siarką na plon i skład chemiczny ziarna pszenżyta jarego oraz właściwości gleby. *Fragm. Agron.* 21(3): 70–79.
- Klikocka H. 2005. Prognoza potencjalnych niedoborów siarki w glebach uprawnych Zamojszczyzny – przydatność modelu MOPS. *Fragm. Agron.* 22(4): 51–70.
- Klikocka H. 2010. Znaczenie siarki w biosferze i nawożeniu roślin. *Przem. Chem.* 89: 903–908.
- Klikocka H., Narolski B., Michałkiewicz G. 2014. The effect of tillage and soil mineral fertilization on the yield and yields components of spring barley. *Plant Soil Environ.* 60: 255–261.
- Klikocka H., Sachajko J. 2011. Kompleksowa ocena agrotechnologii ziemniaka i pszenżyta jarego. *Rozpr. Monogr.* (4). Wyd. IA PAN Lublin: ss. 128.
- Koziara W., Sulewska H., Panasiewicz K. 2007. Biological and economical effects of nitro gen fertilization desisting in spring barley and spring triticale cultivation. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52(3): 82–88.
- Machado S., Petrie S., Rhinhart K., Qu A. 2007. Long-term continuous cropping in the Pacific Northwest: Tillage and fertilizer effects on winter wheat, spring wheat, and spring barley production. *Soil Till. Res.* 94: 473–481.
- Mazurek J., Mazurek J. 1990. *Uprawa pszenżyta*. PWRiL Warszawa: 36–78.
- Mocek A., Drzymała S. 2010. *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb*. Wyd. UP Poznań: ss. 264.

- Podleśna A. 2013. Studia nad rolą siarki w kształtowaniu gospodarki mineralnej oraz wielkości i jakości plonu wybranych roślin uprawnych. Wyd. IUNG Puławy. Mon. Rozpr. Nauk. 37: ss. 141.
- Podleśna A., Cacak-Pietrzak G., Sowiński M. 2003. Reakcja pszenicy ozimej na nawożenie siarką w doświadczeniu polowym. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 4: 169–179.
- Podolska G. 2007. Kształtowanie cech jakościowych ziarna pszenicy poprzez technologię produkcji. *Studia i Raporty. IUNG-BIP, Puławy.* 9: 55–64.
- Potarzycki J. 2003. Rola siarki z superfosfatu prostego w nawożeniu jęczmienia jarego. I. Plon i jakość ziarna. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 4: 180 – 192.
- Radzka E., Koc G., Bombik A. 2009. Wpływ posuch na plonowanie pszenicy jarej w środkowowschodniej Polsce. *Acta Agrophys.* 13(2): 445–454.
- Rudnicki F. 2000. Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 17(3): 53–65.
- Rudnicki F., Jaskulski W., Kotwica K. 1997. Zależność plonu pszenżyta jarego od gęstości siewu i ilości opadów. *Zesz. Nauk. AR Szczecin* 175, Ser. Rol. 65: 379–385.
- Samborski S., Kozak M., Mądry W., Rozbicki J. 2005. Pierwotne cechy rozwojowe w analizie składowych plonu. Część II. Zastosowanie dla plonu pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.* 22(4): 84–97.
- Schillinger W. 2005. Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley, and oat. *Crop Sci.* 45: 2636–2643.
- Siebielec G., Smreczak B., Klimkowicz-Pawlas A., Maliszewska-Kordybach B., Terelak H., Koza P., Łysiak M., Gałązka R., Pecio M., Suszek B., Miturski T., Hryńczuk B. 2012. Monitoring chemizmu gleb w Polsce w latach 2010–2012. *Bibl. Monit. Środ. Warszawa:* ss. 196.
- Stankowski S. 1994. Reakcja pszenżyta jarego na termin siewu, ilość wysiewu, rozstawę rzędów i głębokość siewu w uprawie na glebie lekkiej. *Wyd. AR Szczecin, Rozprawa* 159: ss. 71.
- Starczewski J., Bombik A., Korsak M., Trętowski J. 1993. Modyfikacyjny wpływ sposobów uprawy na zmienność cech ilościowych wybranych odmian pszenżyta jarego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 223, Ser. Rol. 58: 165–173.
- Starczewski J., Czarnocki Sz. 2004. Sposób uprawy roli a zachwaszczenie i plonowanie pszenżyta. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 69–76.
- Starczewski J., Korsak M., Skrzyczyński T. 1995. Wpływ przedsewnej uprawy roli na plonowanie pszenżyta jarego. *Zesz. Nauk. WSR-P Siedlce, Ser. Rol.* 39: 7–13.
- Ścigalska B. 2007. Zmienność plonowania odmian pszenżyta ozimego i jarego uprawianych na glebie kompleksu pszennego dobrego. *Fragm. Agron.* 24(4): 204–210.

H. KLIKOCKA, D. JUSZCZAK, A. GŁOWACKA, M. CYBULSKA, H. KOZŁOWSKI

#### THE INFLUENCE OF SOIL TILLAGE AND SULPHUR FERTILIZATION ON THE YIELD COMPONENTS OF SPRING TRITICALE

##### Summary

The field experiment was conducted (2007–2009) on Camisols in Zamojszczyzna – south-eastern Poland. Rated response of spring Triticale on different soil tillage (conventional and reduced) and amended fertilization: NPK (control) and enriched NPK with sulphur in rate 40 kg S·ha<sup>-1</sup> in ammonium sulphate form. The aim of the study was to estimate the effect of experimental factors on grain yield of spring Triticale, percentages of yield components. It was found that the use of conventional soil tillage affects on the rise of spring Triticale yield and number of ears in respect of reduced soil tillage. Sulphur addition in rate of 40 kg S·ha<sup>-1</sup> in ammonium sulphate form increased as it features, and, in addition grain number per ear. However, the addition of sulphur to fertilize NPK significantly decreased 1,000 grain weight. The yield of spring Triticale after applying conventional tillage and NPKS fertilization influenced the number of ears and grain number per ear. 1000 grain weight in analyzed objects affect the lower yield of grain in

relation to reduced tillage and NPK fertilization. Generally, the value of spring Triticale traits depended in the highest degree on weather factor than from direct impact of soil tillage and sulphur application. It has been proven many relationships between yield and yield components and the distribution of precipitation and temperature during the growing season of spring Triticale.

**Key words:** soil tillage, sulphur fertilization, yield components, spring Triticale

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 2.07.2014

Do cytowania – *For citation*:

Klikocka H., Juszcak D., Głowacka A., Cybulska M., Kozłowski H. 2014. Wpływ uprawy roli i nawożenia siarką na komponenty plonu pszenżyta jarego. *Fragm. Agron.* 31(4): 47–57.