

DYNAMIKA AKUMULACJI SUCHEJ MASY PRZEZ ROŚLINY
PSZENŻYTA OZIMEGO ODMIANY FIDELIO W WARUNKACH
ZRÓŻNICOWANEJ GĘSTOŚCI SIEWU I NAWOŻENIA AZOTEM

Bogusława Jaśkiewicz

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
e-mail: kos@iung.pulawy.pl

Streszczenie. Badania przeprowadzono w latach 1997-2000 w ZD IUNG-PIB w Grabowie z pszenżytom ozimym odmianą Fidelio na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Uwzględniono obsadę roślin: 150, 250, 350, 450 szt·m⁻² oraz poziom nawożenia azotem: 0, 40, 80, 120, 160 kg·ha⁻¹. W okresie wegetacji określono suchą masę rośliny oraz w fazie dojrzałości pełnej – suchą masę kłosów z rośliny. Wzrastające nawożenie azotem i mała gęstość siewu wpłynęła na kumulację suchej masy roślin. Najwyższą ich suchą masę stwierdzono w fazie dojrzałości pełnej przy gęstości siewu 250 szt·m⁻² i nawożeniu azotem 120 kg·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: gęstość siewu, nawożenie azotem, pszenżyto odmiana Fidelio, sucha masa rośliny i kłosów

WSTĘP

Pszenżyto ozime jest gatunkiem, który wykazuje większą niż inne zboża ozime, reakcję na intensywne nawożenie mineralne, w tym azotowe. Azot, obok niedoborów wody jest najważniejszym czynnikiem limitującym produkcję roślinną.

Plon suchej masy roślin z jednostki powierzchni jest wypadkową liczby roślin oraz ich masy. W badaniach Grabińskiego (1995) plon suchej masy roślin z jednostki powierzchni zwiększał się pod wpływem nawożenia azotem niezależnie od ilości wysiewu, ponieważ korzystnie oddziaływało na stopień rozkrzewienia roślin, a tym samym na liczbę i masę liści. Lemaire i Gastal (1997) zauważyli, że w obrębie zagęszczonego łanu występuje konkurencja o światło i rozmieszczenie azotu pomiędzy pojedyncze rośliny i ich organy. Dlatego, rośliny nie mogą być

tylko rozpatrywane jako cały łąn, który wymienia masę i energię ze środowiskiem zewnętrznym, ale również jako populacja pojedynczych roślin, które oddziałują na siebie wzajemnie w warunkach koniecznych ograniczeń źródeł energii. Justes i in. (1994) stwierdzili wyższą zawartość azotu w małej biomacie roślin na jednostce powierzchni, gdyż łąn roślin nie jest zwarty, a wzajemne zacienianie się i konkurencja roślin o światło jest mała. Zakłada się, że sucha masa rośliny i sucha masa kłosów z rośliny zmienia się pod wpływem zagęszczenia roślin i nawożenia azotem.

Celem badań było poszukiwanie współdziałań między gęstością siewu i nawożeniem azotem w gromadzeniu suchej masy pszenżyta ozimego półkarłowego odmiany Fidelio.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1997-2000 w ZD IUNG-PIB w Grabowie. Doświadczenie założono metodą podbloków losowanych w trzech powtórzeniach. Uwzględniono cztery gęstości siewu: 150, 250, 350, 450 nasion na m² (czynniki I) oraz pięć dawek nawożenia azotem; 0, 40, 80, 120 i 160 (kg N·ha⁻¹) (czynniki II) zastosowanych metodą dawek podzielonych w fazach rozwojowych wg skali Zadoksa i in. (1974) – tabela 1. Powierzchnia poletka wynosiła 31,5 m², do zbioru – 28,8 m².

Tabela 1. Schemat nawożenia azotem pszenżyta
Table 1. Scheme of nitrogen fertilization of triticale

Dawka N Dose N (kg·ha ⁻¹)	Termin i dawka nawożenia azotem – Time and dose of nitrogen fertilization				
	ruszenie wegetacji vegetation start	krzewienie (25*) tillering	początek strzelania w źdźbło (30*) beginning of shooting	kłoszenie (51*) heading	dojrzałość mleczna (75*) milk stage
0	–	–	–	–	–
40	25	–	15	–	–
80	50	–	30	–	–
120	–	60	40	20	–
160	60	–	60	30	10

*- wg. skali Zadoksa.

Doświadczenie założono w stanowisku po rzepaku jarym (1997) lub owsie (1998, 1999) na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Nawożenie fosforem i potasem zastosowano przed siewem pszenżyta w ilości 60 kg fosforu i 100 kg potasu, wykorzystując program doradztwa nawozowego (Jadczyżyn i in. 1997).

Kwalifikowany materiał siewny zaprawiano Vitavaxem. W czasie wegetacji nie stwierdzono zachwaszczenia w stopniu wymagającym zwalczania, natomiast wystąpiła septorioza liści i kłosów, wówczas zastosowano Archer 425 EC (propikonazol, fenpropimorf) w ilości $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ w 400 dm^3 wody przed kłoszeniem roślin. Rośliny pobierano na każdym poletku z powierzchni $0,5 \text{ m}^2$ w fazie krzewienia, strzelania w źdźbło, kłoszenia i dojrzałości pełnej. Określono suchą masę nadziemną roślin w poszczególnych fazach rozwojowych oraz w fazie dojrzałości pełnej suchą masę kłosów, następnie przeliczono je na pojedynczą roślinę. Plon ziarna określono podczas zbioru.

Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie stosując analizę wariancji. Wartości półprzedziałów ufności wyliczono stosując test Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Określono zależność regresyjną między plonem ziarna a suchą masą nadziemną rośliny w fazach rozwojowych oraz suchą masą kłosów w fazie dojrzałości pełnej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Sucha masa części nadziemnej rośliny pszenżyta ozimego odmiany Fidelio istotnie różnicowana była przez gęstość siewu (tab. 2). Największą suchą masę wykazały rośliny z obiektów o gęstości $150 \text{ nasion m}^{-2}$. W fazie dojrzałości pełnej sucha masa z rośliny istotnie zmniejszała się pod wpływem wzrastającej gęstości siewu z 150 a $250 \text{ ziaren m}^{-2}$.

W fazie krzewienia sucha nadziemna masa rośliny w warunkach kolejnych gęstości siewu 250 , 350 i 450 stanowiła odpowiednio 77 , 69 , 67% suchej masy nadziemnej rośliny z najmniejszej gęstości siewu (100% tj. 150 szt m^{-2}). W pozostałych fazach rozwojowych procent ten systematycznie ulegał zmniejszeniu, np. w fazie strzelania w źdźbło wynosił on z gęstości siewu $250 \text{ ziaren m}^{-2}$ – 77% , 350 szt m^{-2} – 66% , a 450 – 53% . W fazie dojrzałości pełnej nadziemna sucha masa rośliny była mniejsza odpowiednio o 35% z gęstości siewu 250 szt m^{-2} , natomiast w warunkach gęstości siewu 350 i $450 \text{ nasion na m}^2$ odpowiednio o 51% i 55% mniejsza od suchej masy nadziemnej rośliny z gęstości siewu 150 szt m^{-2} .

W fazie krzewienia sucha masa nadziemna rośliny była podobna w warunkach zastosowanego nawożenia azotem (tab. 2). Nawożenie azotem powodowało zwiększenie suchej masy nadziemnej rośliny z istotnym przyrostem już na obiektach nawożonych dawką $\text{N } 40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w fazie strzelania w źdźbło o 22% , w fazie kłoszenia o 44% i w fazie dojrzałości pełnej o 28% w stosunku do obiektów nie nawożonego. Sucha masa nadziemna rośliny systematycznie wzrastała pod wpływem dawki nawożenia azotem, np. w fazie dojrzałości pełnej na obiektach nawożonych dawką 80 , 120 , $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ odpowiednio o 35 , 42 , 58% wyższa niż na obiektach nie nawożonych.

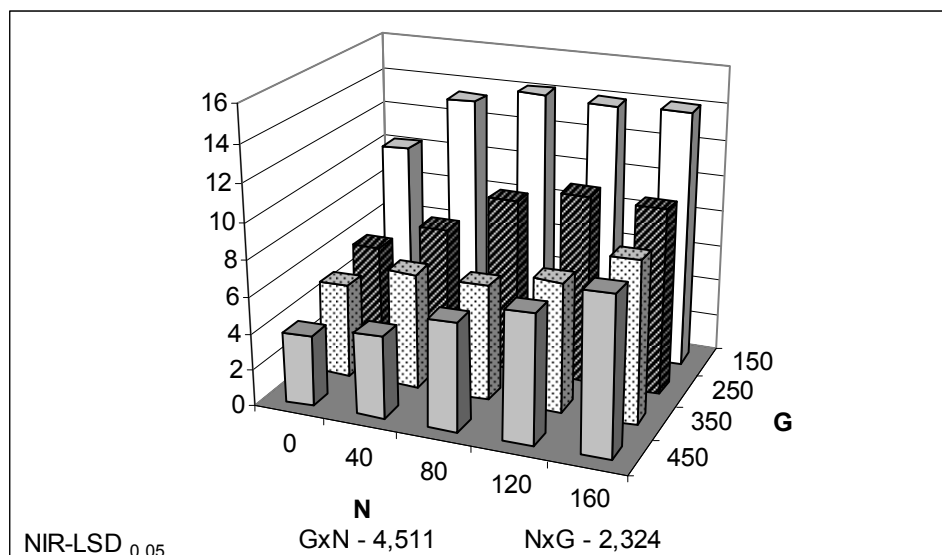
Tabela 2. Sucha masa nadziemna rośliny (g) pszenżyta ozimego odmiany Fidelio w fazach rozwojowych w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem.

Table 2. Aboveground dry matter of plants of winter triticale cv. Fidelio in growth stages depending on density of sowing and nitrogen fertilization.

Gęstość siewu (szt·m ⁻²) Density of sowing (piece m ⁻²)	Faza rozwojowa – Growth stages			
	krzewienie tillering	strzelanie w żdźbło shooting	kłoszenie heading	dojrzałość pełna full maturity
150	0,39	1,53	6,47	12,90
250	0,30	1,19	4,00	8,28
350	0,27	1,01	3,96	6,29
450	0,26	0,81	3,03	5,82
NIR – LSD _{0,05}	0,067	0,363	2,38	2,86
Nawożenie azotem (kg·ha ⁻¹) Nitrogen fertilization (kg ha ⁻¹)				
0	0,30	0,91	2,85	6,26
40	0,31	1,11	4,11	8,00
80	0,32	1,33	4,83	8,43
120	0,30	1,31	5,24	8,92
160	0,31	1,23	5,19	9,90
NIR – LSD _{0,05}	r.n	0,14	1,19	2,26

W fazie dojrzałości pełnej sucha masa rośliny była kształtowana przez współdziałanie gęstości siewu i nawożenia azotem (rys. 1). W warunkach rzadkich siewów (150 nasion na m²) stwierdzono istotnie mniejszą suchą masę rośliny na obiekcie kontrolnym w porównaniu z jej wielkością na obiektach nawożonych dawką 40, 80, 120 i 160 kg azotu na ha. Gęstość siewu 250 nasion na m² i nawożenie azotem 80, 120, 160 kg azotu na ha nie różnicowało suchej masy nadziemnej rośliny jednak była ona istotnie wyższa od suchej masy nadziemnej rośliny pochodzącej z obiektów nawożonych dawką 40 kg azotu na ha. Stwierdzono istotnie wyższą jej wartość na obiektach nawożonych azotem 120 i 160 kg na ha i gęstości 350 nasion na m².

Rośliny z obiektów o gęstości 450 nasion·m⁻² miały istotnie najniższą suchą masę na obiekcie kontrolnym i nawożonym azotem dawką najniższą (40 kg·ha⁻¹). Dalszy wzrost nawożenia azotem (80, 120 i 160 kg azotu na ha) w tych warunkach zagęszczenia wpłynął dodatnio na wielkość suchej masy rośliny.



Rys. 1. Sucha masa nadziemna rośliny (g) pszenżyta ozimego odmiany Fidelio w fazie dojrzałości pełnej w zależności od gęstości siewu na m^2 (G) i dawki nawożenia azotem w $kg\ ha^{-1}$ (N)

Fig. 1. Aboveground dry matter of plants of winter triticale cv. Fidelio in full maturity stage depending on density of sowing per m^2 (G) and nitrogen fertilization in $kg\ ha^{-1}$ (N)

W literaturze przedmiotu nie ma danych charakteryzujących gromadzenie suchej masy nadziemnej pszenżyta półkarłowego poprzez współdziałania gęstości siewu i nawożenia azotem. Kształtowanie się tej cechy roślin w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem, fragmentarycznie zawarto w innym opracowaniu autora (Jaśkiewicz 2004). Zamieszczone tam wartości masy nadziemnej roślin pszenżyta dotyczyły tylko efektów głównych. Najwyższą zieloną i suchą masę z rośliny stwierdzono z gęstości siewu 1,5 mln nasion na ha. Z badań autora nad pszenżystem tradycyjnym (1995) wynika, że zagęszczenie obsady roślin na $1\ m^2$ powodowało zmniejszenie się suchej masy rośliny, podobnie jak w omawianych badaniach. Generalnie wzrost gęstości siewu powodował zmniejszanie suchej masy rośliny pszenżyta odmiany Fidelio (tab. 2). Listowski (1979) i Yoshida (1972) uważają że duża obsada roślin powoduje ich wzajemne zacienienie a więc ograniczenie fotosyntezy i niedostateczne zaopatrzenie kwiatostanów w asymilaty. W związku z tym masa nadziemna rośliny zmniejsza się w warunkach gęstych siewów. Zdaniem Spiertz i Grashoff (1995) wzrost plonu ziarna wiąże się z większą produkcją suchej masy pojedynczej roślin.

Na wszystkich obiektach nawożonych uwzględnionymi w badaniach dawkami azotu i na obiekcie kontrolnym stwierdzono istotnie najwyższą suchą masę

rośliny w warunkach najmniejszego zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni (rys. 1). Na obiekcie kontrolnym i nawożonym dawką 40 kg azotu na ha w warunkach najwyższej gęstości (450 szt·m⁻²) stwierdzono istotnie najniższą suchą masę rośliny, natomiast była ona podobna do obiektów o gęstości 250 i 350 nasion·m⁻². Inaczej kształtowała się sucha masa rośliny na obiektach nawożonych dawkami od 80 do 160 kg azotu na ha; nie zmieniała się – gęstość siewu 350 i 450 nasion na m², natomiast istotnie zwiększała się w miarę zmniejszania gęstości siewu.

Niezależnie od gęstości siewu sucha masa rośliny wzrastała pod wpływem kolejnych dawek nawożenia azotem. Istotne różnice w suchej masie rośliny stwierdzono pomiędzy obiektem nie nawożonym a dwoma z najwyższymi poziomami nawożenia 120 i 160 kg·ha⁻¹.

W badaniach Jaśkiewicz (1995) i Grabińskiego (1995) nad tradycyjnymi odmianami pszenżyta ozimego sucha masa roślin wzrastała w całym okresie wegetacji. W początkowym okresie wegetacji obserwowano szybki wzrost powierzchni asymilacyjnej. Nawożenie azotem wpływało na zwiększenie plonu suchej masy roślin z jednostki powierzchni, ponieważ korzystnie oddziaływało na stopień rozkrzewienia roślin, a tym samym na liczbę liści i ich masę.

W niniejszych badaniach współczynnik zmienności dotyczący suchej masy rośliny wynosił 35,5% w fazie krzewienia i wzrastał do fazy dojrzałości pełnej – 66,5% (tab. 3). Sucha masa rośliny wynosiła od 0,31g w fazie krzewienia do 8,30 g w fazie dojrzałości pełnej.

Tabela 3. Charakterystyka statystyczna suchej masy nadziemnej rośliny (g) pszenżyta ozimego odmiany Fidelio w poszczególnych fazach rozwojowych (n = 60) (1997-2000)

Table 3. Statistical characteristics of dry matter of aboveground parts of plants of winter triticale cv. Fidelio in growth stages (n = 60) (1997-2000)

Faza rozwojowa Growth stages	Zakres zmienności Range of variability		Średnia Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności(%) Variation coefficient
	min	max			
Krzewienie – Tillering	0,15	0,66	0,31	0,11	35,5
Strzelanie w źdźbło – Shooting	0,25	2,94	1,14	0,51	44,7
Kłoszenie – Heading	1,0	14,5	4,37	2,47	56,5
Dojrzałość pełna – Full maturity	2,4	30,0	8,30	5,52	66,5

Najwyższy plon ziarna pszenżyto odmiany Fidelio wydało z obiektu o gęstości siewu 250 szt. na m² i nawożeniu azotem 120 kg na ha.

Przedstawiono liniową zależność regresyjną w fazach rozwojowych między plonem ziarna pszenżyta ozimego a suchą masą rośliny (tab. 4). Największe prawdopodobieństwo wystąpienia tej zależności stwierdzono w fazie dojrzałości pełnej. W tym okresie zmiany plonu w 44% zależały od wielkości suchej masy części nadziemnej roślin. Największe tempo przyrostu plonu w zależności od tempa przyrostu suchej masy rośliny stwierdzono w fazie krzewienia, najmniejsze natomiast w fazie dojrzałości pełnej.

Tabela 4. Zależność regresyjna między plonowaniem pszenżyta ozimego (y) a suchą masą rośliny w fazach rozwojowych (x) (1997-2000) (n = 60).

Table 4. Regression dependence between winter triticale yielding (y) and dry matter of above-ground parts of plants of winter triticale in selected growth stages (x) (n = 60) (1997-2000).

Fazy rozwojowe Growth stages	Równanie regresji Regression equation	R ²
Krzewienie – Tillering	$y = 5,281 + 2,747x^{**}$	0,37
Strzelanie w źdźbło – Shooting	$y = 5,140 + 0,864x^*$	0,39
Kłoszenie – Heading	$y = 5,185 + 0,214x^*$	0,39
Dojrzałość pełna – Full maturity	$y = 5,315 + 0,0972x^*$	0,44

* – istotny przy $\alpha = 0,01$

** – istotny przy $\alpha = 0,05$ – statistically significant coefficient

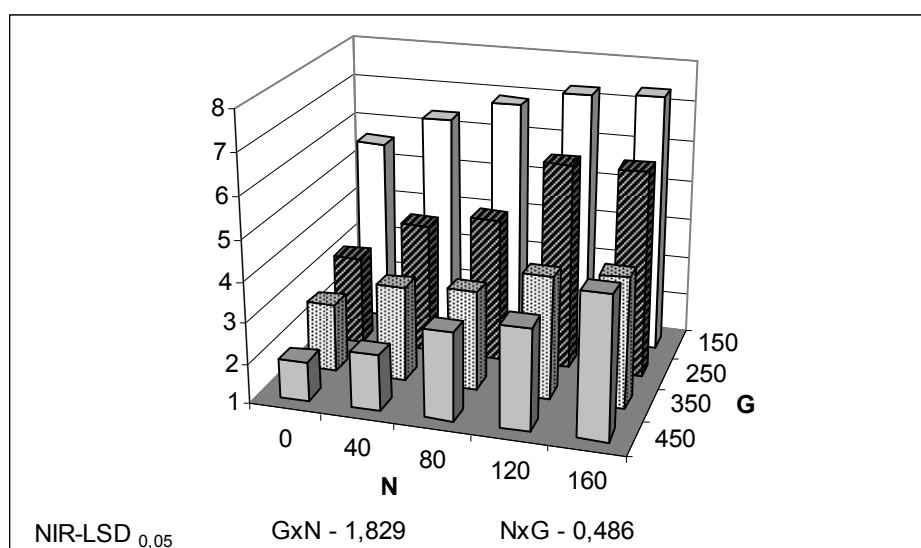
Zastosowane czynniki doświadczenia różnicowały suchą masę kłosów rośliny pszenżyta ozimego odmiany Fidelio (rys. 2). Liczba kłosów z rośliny kształtowała się od 1,5 (gęstość siewu 450 nasion na m²) do 3 (gęstość siewu 1,5 nasion na m²) (Jaśkiewicz 2004).

W warunkach gęstości siewu 150 ziaren na m² obserwowano istotny wzrost suchej masy kłosów rośliny pod wpływem dawki 40 kg azotu na ha. Dalsze zwiększanie nawożenia azotem nie różnicowało badanej cechy. Z gęstości siewu 250 i 350 nasion na m² sucha masa kłosów na obiekcie nawożonym dawką 120 i 160 kg azotu na ha była zbliżona i istotnie wyższa od suchej masy kłosów z obiektów nawożonych dawką 40 i 80 kg azotu na ha. Dalsze zagęszczenie siewu do 450 nasion na ha podtrzymywało ten kierunek zmian i otrzymano istotnie najwyższą suchą masę kłosów z obiektów nawożonych dawką 160 kg N na ha w porównaniu do suchej masy kłosów pochodzących z obiektów nawożonych dawką 80 i 120 kg azotu na ha.

Wraz ze zwiększaniem gęstości siewu na obiekcie kontrolnym i nawożonym dawką 40 kg azotu na ha sucha masa kłosów rośliny istotnie malała. Nawożenie azotem 80, 120 i 160 kg na ha i gęstości siewu 150, 250 nasion na m² wpłynęło istotnie na wzrost suchej masy kłosów z rośliny. Dalsze zagęszczenie roślin nie

różnicowało suchej masy kłosów na tych obiektach. Sucha masa kłosów rośliny w fazie dojrzałości pełnej mieściła się w granicach 1,35 a 11,4, średnia natomiast wynosiła 4,6 g (współczynnik zmienności 37,8%).

Liniową zależność regresyjną między plonowaniem pszenżyta ozimego (y) a suchą masą kłosów z rośliny (x) w fazie dojrzałości pełnej wyraża równanie regresji liniowej $y = 5,195 + 0,202 x$ (istotne dla $\alpha = 0,01$ i o współczynniku determinacji 0,34).



Rys. 2. Sucha masa kłosów z rośliny (g) pszenżyta ozimego odmiany Fidelio w fazie dojrzałości pełnej w zależności od gęstości siewu (G) i nawożenia azotem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (N) (1997-2000)

Fig. 2. Ears dry mass (g) per plant of winter triticale cv. Fidelio in full maturity depending on density of sowing per m^2 (G) and nitrogen fertilization ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (N) (1997-2000)

WNIOSKI

1. Akumulacja suchej masy nadziemnej roślin w okresie wegetacji zmieniała się pod wpływem zróżnicowanych dawek nawożenia azotem i gęstości siewu.
2. Najwyższą suchą masę rośliny otrzymaliśmy w warunkach najmniejszego zagęszczenia roślin - $150\text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$.
3. W fazie dojrzałości pełnej nadziemna sucha masa rośliny wzrosła w warunkach gęstości siewu $150\text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ pod wpływem dawki 40 kg N na ha , przy gęstości siewu $250\text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ pod wpływem dawki 80 i 120 kg N na ha natomiast 350 i $450\text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ pod wpływem dawki 160 kg N na ha . Wzrost gęstości siewu wymaga wyższego nawożenia azotowego.

4. Optymalnego plonu ziarna należy spodziewać się stosując gęstość siewu 250 szt. na m² i nawożenie azotem 120 kg na ha, ponieważ wtedy wystąpił wzrost suchej masy kłosów z rośliny.

6. Zależności regresyjne między plonem ziarna a suchą masą rośliny i suchą masą kłosów z rośliny wskazują, że poprzez badane czynniki możemy kształtować plon ziarna z jednostki powierzchni. Stwarza to duże możliwości kształtowania badanych cech przez stosowanie czynników agrotechnicznych.

PIŚMIENNICTWO

- Grabiński J., 1995. Wpływ głębokości i gęstości siewu oraz nawożenia azotem na rozwój i plonowanie pszenżyta ozimego. IUNG Puławy, Seria R(327)
- Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Sroczyński W., 1997. Zalecenia nawozowe dla gospodarstw korzystających z oznaczeń i zasobności Stacji Chemiczno-Rolniczych, IUNG Puławy, 1.
- Jaśkiewicz B., 2004. Wzrost i gromadzenie masy pszenżyta Fidelio w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem i gęstości siewu. Biul. IHAR, 231, 185-189
- Jaśkiewicz B., 1995. Wzrost, rozwój oraz plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od terminu siewu i obsady roślin. IUBG Puławy, Seria R (328)
- Justes E., Mary B., Meynard J.M, Machet J. M., Thelier-Huches L., 1994. Determination of a critical nitrogen dilution curve for winter wheat crops. *Annals of Botany* 74,397-407
- Lemaire G., Gastal F., 1997. N uptake and distribution in plant canopies. In: diagnosis of the nitrogen status in crops. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 3-43.
- Listowski A., 1979. Agrofizjologiczne podstawy produktywności roślin. PWN, Warszawa, 1979
- Spiertz J.H., J., Grashoff C., 1995. Agro-ecological optimisation of cereal-based cropping system. *Fragmenta Agronomica*, 2(46), 196-204.
- Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak G.F., 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.*, No 14, p. 415-421
- Yoshida S., 1972. Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiology*. Abstract. 23

DYNAMICS OF DRY MATTER ACCUMULATION OF WINTER TRITICALE CV. FIDELIO UNDER DIFFERENT PLANT DENSITY AND NITROGEN FERTILIZATION

Bogusława Jaśkiewicz

Department of Cereal Crop Production, Institute of Soil Science and Plant Cultivation,
National Research Institute
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
e-mail: kos@iung.pulawy.pl

Abstract. The research was conducted in the years 1997-2000 at the Experimental Station Grabów belonging to the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute. Winter triticale cv. Fidelio was planted on good wheat soil complex. The evaluated factors were: plant densities – 150, 250, 350, 450 plants per m² and fertilization – 0, 40, 80, 120, 160 kg N ha⁻¹.

Dry matter of plants and dry matter of heads were estimated during vegetation period. Regardless of nitrogen fertilization, low sowing density had an influence on accumulation of dry matter of plants. The biggest dry matter yields were obtained at full vegetation period under planting density of 250 grains per m² and nitrogen fertilization at the dose of 120 kg N ha⁻¹.

Keywords: density of sowing, cv. Fidelio, nitrogen fertilization, dry matter of plants, ears per plant