

MARIA RALCEWICZ
TOMASZ KNAPOWSKI

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Ocena oddziaływania wybranych czynników agrotechnicznych na wielkość plonu ziarna i skład aminokwasowy białka owsa

The effect of some agrotechnical factors on grain yield and amino acid composition of protein of oat

W latach 1995–1997 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Minikowie koło Bydgoszczy przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było prześledzenie wpływu terminu siewu oraz zróżnicowanego nawożenia azotem na wielkość plonu ziarna, zawartość i plon białka ogółem oraz skład aminokwasowy owsa odmiany German. Badano dwa terminy siewu (I czynnik, $n = 2$): optymalny i opóźniony o dwa tygodnie oraz 3 poziomy nawożenia azotem (II czynnik, $n = 3$): 0, 60 i 120 kg N·ha⁻¹. Stwierdzono, że wielkość plonu ziarna owsa odmiany German była istotnie determinowana terminem siewu i zastosowanymi dawkami azotu. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie spowodowało istotne obniżenie wielkości plonu ziarna o 37,2%. Natomiast statystycznie istotne różnice w plonach ziarna uzyskano po zastosowaniu dawki 60 kg N·ha⁻¹. Zastosowane zróżnicowane nawożenie azotem w zakresie dawek od 0 do 120 kg·ha⁻¹ powodowało istotny wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie owsa. Udowodnione różnice w plonie białka uzyskano jedynie przy dawce 60 kg N·ha⁻¹. Na podstawie przeprowadzonych badań, poza tendencjami do spadku zawartości w białku fenyloalaniny, izoleucyny, leucyny, lizyny, metioniny, treoniny, waliny, alaniny i kwasu glutaminowego, nie stwierdzono istotnego wpływu terminu siewu na skład aminokwasowy białka owsa odmiany German. Zastosowanie dawki azotu na poziomie 60 kg·ha⁻¹ spowodowało, w stosunku do obiektu kontrolnego, istotny wzrost zawartości argininy i leucyny oraz spadek udziału histydyny, lizyny, treoniny, alaniny, glicyny oraz kwasu glutaminowego. Natomiast po zastosowaniu kolejnej dawki — 120 kg·ha⁻¹ stwierdzono wzrost zawartości argininy oraz obniżenie zawartości fenyloalaniny, metioniny, alaniny, glicyny oraz kwasu asparaginowego, co zostało udowodnione statystycznie tylko w stosunku do obiektu kontrolnego.

Słowa kluczowe: aminokwasy, nawożenie azotem, owies, plon białka ogółem, plon ziarna, termin siewu, zawartość białka ogółem

A field experiment was performed with the oat cultivar German in the Agricultural Research Station in Minikowo near Bydgoszcz in the years 1995–1997. The effects were studied of sowing date (optimal and two weeks delayed) and nitrogen fertilization level (0, 60, 120 kg·ha⁻¹) on grain yield, total protein content and yield, as well as on amino acid composition of the protein. The grain yield was significantly influenced by both sowing date and N-fertilization. The two weeks delay of seeding caused a 37.2% mean reduction of grain yield. Application of the 60 kg N-dose significantly raised grain yield. Significant increases of total protein content were parallel to the increasing N-fertilization, but the

protein yield grew significantly only after application of the 60 kg N dose. The amino acid composition did not change significantly when sowing was late, however concentration decrease tendencies were observed for phenylalanine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, threonine, valine, alanine and glutamic acid. The 60 kg N dose caused a significant increase of concentration of arginine and leucine, and decrease of that for histidine, lysine, threonine and glutamic acid. The doubled N-dose, 120 kg·ha⁻¹, resulted in far more small rise of the arginine level, but the concentrations of phenylalanine, methionine, alanine, glycine and aspartic acid significantly dropped below the 0 kg N·ha⁻¹ control level.

Key words: amino acids, grain yield, nitrogen fertilization, oat, sowing date, total protein content, total protein yield

WSTĘP

Małe wymagania termiczne, dobre wykorzystanie zwiększonej ilości opadów, rola rośliny fitosanitarnej i regenerującej w płodozmianach ze znaczną przewagą zbóż, co ma duże znaczenie dla plonowania innych gatunków, ale przede wszystkim wysoka wartość odżywcza owsa skłaniają do większego zainteresowania się tym gatunkiem zboża (Adamiak, Adamiak, 1994; Gąsiorowski, 1995; Adamiak, Adamiak, 1999; Leszczyńska 2002; Sułek, Leszczyńska, 2004). O ile problem efektywności plonotwórczej czynników agrotechnicznych, szczególnie nawożenia azotem, jest od pewnego czasu przedmiotem wielu badań, tak zagadnienie oddziaływania terminu siewu i nawożenia azotem na jakość plonu ziarna, nie zostało dotychczas szczegółowo zbadane (Brinkman, Rho 1984; Darwinkel i in., 1995; Kozłowska-Ptaszyńska i in., 2000; Koziara, 2004; Sułek, Leszczyńska, 2004). Jak podają Maciejewicz-Ryś i Sokół (1999) oraz Leszczyńska (2002) wartość biologiczna białka owsa jest najwyższa wśród zbóż, charakteryzuje się bowiem dużą zawartością lizyny i metioniny oraz małą zawartością prolamin. Dotychczasowy stan wiedzy na temat wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na jakość białka ziarna owsa nie wskazuje na kierunek zmian w jego składzie aminokwasowym (Völker, 1975; Klupczyński, 1986; Wróbel, 1993; Kączkowski, 1995). Stosowanie azotu należałoby rozpatrywać w powiązaniu z innymi czynnikami, m. in. terminem siewu, który może warunkować jego działanie.

W związku z powyższym przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było określenie wpływu terminu siewu i nawożenia azotem oraz ich interakcji na wielkość plonu ziarna, zawartość i plon białka oraz skład aminokwasowy białka owsa odmiany German.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1995–1997 w RZD w Minikowie na glebie płowej typowej, według międzynarodowej klasyfikacji FAO-UNESCO jest to Albic Luvisols. Gleba ta zaliczana do kompleksu żynnego bardzo dobrego charakteryzowała się średnią i wysoką zasobnością w przyswajalne formy fosforu i potasu oraz obojętnym odczynem. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Przedmiotem badań był owies odmiany German, którego wysiew wykonano w następujących terminach (I czynnik, n = 2): 1 — optymalny termin siewu (03.04.–24.04.), 2 — opóźniony termin siewu (21.04.–10.05.). Nawożenie azotem (II

czynnik, $n = 3$) zastosowano w formie saletry amonowej uwzględniając dwa poziomy nawożenia + obiekt kontrolny bez azotu według poniższego schematu:

Poziom Level	Dawka Dose (kg N·ha ⁻¹)	Nawożenie — Fertilization time :		
		przedsiewnie Before sowing	strzelanie w źdźbło shooting	początek kłoszenia beginning of earing
N0	0	—	—	—
N1	60	60	—	—
N2	120	60	30	30

Stosowano jednolity poziom nawożenia fosforem i potasem, odpowiednio: 26 kg P·ha⁻¹ w formie superfosfatu potrójnego i 100 kg K·ha⁻¹ w formie 60% soli potasowej. Przedplonem był owies zbierany na zieloną masę. Zabiegi agrotechniczne, poza czynnikami doświadczenia, przeprowadzono zgodnie z wymaganiami agrotechnicznymi dla danego gatunku roślin. W doświadczeniu określono wielkość plonu ziarna owsa, oznaczono zawartość białka ogółem, którą wyliczono według wzoru: zawartość N (g·kg⁻¹)·6,25 (wg Kjeldahla) oraz obliczono plon białka ogółem. Skład aminokwasowy białka oznaczono po hydrolizie kwasowej metodą chromatografii cieczowej HPLC na aparacie firmy Knauer. Detekcję aminokwasów prowadzono metodą fluorescencyjną po aldehydacji phtaldialdehydem (OPA). Nie oznaczono proliny i cystyny, ponieważ zastosowana metoda detekcji nie identyfikuje tych aminokwasów. Zawartość metioniny oznaczono w oddzielnym cyklu analitycznym, po uprzednim utlenieniu kwasem mrówkowym z H₂O₂ i hydrolizie kwasowej.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji, a różnice graniczne oszacowano według testu Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$. W celu poznania związków i zależności pomiędzy czynnikami doświadczenia a otrzymanymi wartościami badanych parametrów owsa, uzyskane wyniki poddano analizie korelacji prostych i regresji liniowej.

Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia doświadczenia przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Warunki pogodowe w latach prowadzenia doświadczenia w RZD Minikowo
Weather conditions of the experimental period at the RZD Minikowo

Miesiąc Month	Średnia temperatura powietrza Mean air temperature (°C)			Średnia wieloletnia Multi-year mean (1985–1997)	Suma opadów Total rainfall (mm)			Średnia wieloletnia Multi-year mean (1985–1997)
	1995	1996	1997		1995	1996	1997	
Kwiecień — April	7,8	8,2	5,6	6,7	35,5	16,9	31,6	34,0
Maj — May	12,7	12,7	12,1	13,0	39,3	73,0	75,4	43,0
Czerwiec — June	16,4	16,6	17,4	16,1	111,5	43,3	56,5	66,7
Lipiec — July	20,4	15,7	18,0	18,5	3,9	117,9	118,4	56,6
Sierpień — August	18,8	18,4	20,1	17,8	51,9	60,6	79,3	48,9

W objętych badaniami latach (1995–1997) średnia temperatura powietrza od siewu do zbioru była w stosunku do średniej wieloletniej w pierwszym roku wyższa, natomiast w dwóch pozostałych latach na zbliżonym poziomie. Z kolei suma opadów w sezonie

wegetacyjnym w 1995 roku kształtowała się na poziomie średniej z wielolecia, a w latach 1996–1997 była wyższa o około 28%.

WYNIKI I DYSKUSJA

Niezależnie od czynników doświadczenia plon ziarna owsa uzyskany w trzyletnim okresie badań wahał się od 2,17 do 4,12 t·ha⁻¹ (tab. 2). Średnio najniższy plon ziarna odnotowano w 1995 roku charakteryzującym się najmniej korzystnym układem warunków pogodowych i w porównaniu do plonów ziarna otrzymanych w 1996 i 1997 roku był niższy odpowiednio o: 28,4% i 47,3%. Zależność plonu ziarna owsa od warunków pogodowych stwierdził również w swoich doświadczeniach Szafranski (1995 a).

Tabela 2

Wielkość plonu ziarna owsa odmiany German (t·ha⁻¹) Oat cv. German grain yield (t·ha⁻¹)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) Fertilization (II factor) (kg·ha ⁻¹)			Średnia Mean
		N = 0	N = 60	N = 120	
1995	optimalny optimal	2,47	3,73	2,90	3,03
	opóźniony late	1,13	1,38	1,44	1,32
Średnia — Mean		1,80	2,55	2,17	2,17
1996	optimalny optimal	3,10	3,85	4,67	3,87
	opóźniony late	2,02	2,34	2,23	2,20
Średnia — Mean		2,56	3,10	3,45	3,03
1997	optimalny optimal	4,14	4,78	4,75	4,56
	opóźniony late	3,45	3,80	3,78	3,67
Średnia — Mean		3,79	4,29	4,26	4,12
Lata Years	optimalny optimal	3,24	4,12	4,11	3,82
	opóźniony late	2,20	2,50	2,48	2,40
Średnia — Mean		2,72	3,31	3,29	3,11
NIR — LSD _{p = 0,05} dla — for:		(I) — termin siewu (I) — sowing date	(II) — nawożenie N (II) — fertilization N	I × II	II × I
1995		0,035	0,097	0,094	0,137
1996		0,253	0,134	0,241	0,189
1997		0,213	0,183	0,228	0,258
Lata Years		1,164	0,514	n.i.	n.i.

n.i. — Nieistotne; Not significant

Jednym z czynników agrotechnicznych, który decyduje o plonowaniu owsa jest termin siewu. Jak podają Kozłowska-Ptaszyńska i wsp. (2001) badane odmiany tej rośliny były dość tolerancyjne na opóźnienie siewu o 10 dni w stosunku do najwcześniejszego (1 dekada kwietnia). Natomiast bardzo późny siew (koniec kwietnia) powodował istotną

obniżkę plonu ziarna, a szczególnie dużą (o 42%) dla odmiany Szakal. W przeprowadzonych badaniach średnio istotnie najwyższy plon ziarna owsa odmiany German uzyskano w optymalnym terminie siewu, który wynosił $3,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Podobne zależności stwierdzono w kolejnych latach prowadzenia badań. Opóźnienie terminu siewu owsa o dwa tygodnie w stosunku do terminu optymalnego spowodowało istotne obniżenie wielkości plonów ziarna w zakresie od 19,5% do 56,4%. Plonotwórcze działanie azotu jest szeroko udokumentowane w literaturze, jednak nie ma zgodności, co do optymalnej dawki azotu dla owsa (Darwinkel i in., 1995; Szafrński, 1995 a, Kozłowska-Ptaszyńska i in., 2000; Świdarska-Ostapiak i Stankowski, 2002; Koziara, 2004). Według Kozłowskiej-Ptaszyńskiej i Pawłowskiej (1997), korzystny wpływ azotu na wzrost, rozwój i plonowanie roślin owsa ujawnia się tylko w przypadku zastosowania optymalnej dawki tego składnika. Jak podają w zaleceniach agrotechnicznych Sułek i wsp. (2005), na kompleksie żytnim bardzo dobrym potrzeby nawożenia azotem pod owies wahają się w granicach $40\text{--}90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W badaniach Budzyńskiego (1999) stwierdzono, że zboże to reaguje zwiększając plonu do dawki $60\text{--}70 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, podczas gdy wyższe dawki w warunkach sprzyjających wyleganiu mogą przyczynić się do obniżenia plonu ziarna owsa. W przeprowadzonych badaniach, jedynie w odniesieniu do optymalnego terminu siewu, stwierdzono istotną dodatnią korelację pomiędzy zastosowanym nawożeniem azotowym a plonem ziarna owsa ($r = 0,45$; tab. 3). Niezależnie od lat uprawy i terminu siewu, podobnie jak w doświadczeniach Budzyńskiego (1999), średnio istotnie najwyższy plon ziarna stwierdzono po zastosowaniu dawki $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i był on wyższy w porównaniu do obiektu kontrolnego o 21,7% (tab. 2). Z kolei Szafrński (1995 a) istotnie najwyższy plon ziarna (średnio dla odmian) uzyskał po zastosowaniu $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dalsze podwyższanie poziomu nawożenia azotem w badaniach własnych (do $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$), nie powodowało udowodnionych statystycznie zmian wartości omawianej cechy, podobnie jak w pracy Peltonena-Sanio (1997) zwiększenie dawki z 80 do $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 3

Współczynniki korelacji prostej badanych zależności
Simple correlation coefficients among the studied variables

Parametr Parameter	1 termin siewu — 1 st sowing date			
	nawożenie N fertilization N	plon ziarna grain yield	zawartość białka protein content	plon białka protein yield
Plon ziarna — Grain yield	0,45	—	n.i.	0,85
Zawartość białka — Protein content	0,64	n.i.	—	n.i.
Plon białka — Protein yield	0,72	0,85	n.i.	—
	2 termin siewu — 2 nd sowing date			
	n.i.	—	-0,71	0,97
	0,37	-0,71	—	-0,55
	n.i.	0,97	-0,55	—

n.i. — Nieistotne; Not significant

Zawartość białka ogółem w ziarnie owsa, średnio, nie była istotnie determinowana terminem siewu (tab. 4). Natomiast w poszczególnych latach prowadzenia badań opóźnienie terminu siewu owsa o dwa tygodnie, powodowało udowodniony statystycznie

wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie i wynosił on 20 g·kg⁻¹ (1995 r.), 11 g·kg⁻¹ (1996 r.) i 5 g·kg⁻¹ (1997 r.).

Tabela 4

Zawartość białka ogółem w ziarnie owsa odmiany German (g·kg⁻¹)
Total protein content in the oat cv. German grain (g·kg⁻¹)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) Fertilization (II factor) (kg·ha ⁻¹)			Średnia Mean
		N = 0	N = 60	N = 120	
1995	optymalny optimal	100	108	120	110
	opóźniony late	122	132	135	130
Średnia — Mean		111	120	127	120
1996	optymalny optimal	87	90	99	92
	opóźniony late	99	103	108	103
Średnia — Mean		93	97	103	98
1997	optymalny optimal	88	94	105	95
	opóźniony late	94	97	111	100
Średnia — Mean		91	95	108	98
Lata Years	optymalny optimal	92	97	108	99
	opóźniony late	105	110	118	111
Średnia — Mean		98	104	113	105
NIR — LSD _{p = 0.05} dla — for:		(I) — termin siewu (I) — sowing date	(II) — nawożenie N (II) — fertilization N	I × II	II × I
1995		2,2	2,5	2,8	3,6
1996		1,9	4,1	4,0	5,8
1997		1,0	1,0	1,2	1,4
Lata Years		n.i.	5,9	n.i.	n.i.

n.i. — Nieistotne; Not significant

Stwierdzono natomiast średnio istotny wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie owsa pod wpływem zastosowanego nawożenia azotem. Niezależnie od lat uprawy, po zastosowaniu dawki 120 kg N·ha⁻¹ uzyskano istotny wzrost zawartości białka w ziarnie w stosunku do obiektu kontrolnego i obiektu, na którym zastosowano 60 kg N·ha⁻¹, odpowiednio o: 15 g·kg⁻¹ i 9 g·kg⁻¹. Uzyskany w badaniach własnych dodatni wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem na zawartość białka ogółem w ziarnie owsa znajduje z reguły potwierdzenie w danych literaturowych (Szafrński, 1995 b; Lásztity, 1998; Idziak i Michalski, 2004; Sułek i Leszczyńska, 2004). W przeprowadzonych badaniach stwierdzono istotnie dodatnią korelację pomiędzy dawką azotu a zawartością białka ogółem w ziarnie owsa (tab. 3). Zależność tę uzyskano zarówno dla optymalnego ($r = 0,64$), jak i opóźnionego o dwa tygodnie terminu siewu ($r = 0,37$). W doświadczeniu przeprowadzonym przez Śmiałowskiego (2003) uzyskano ujemną korelację pomiędzy

zawartością białka ogółem a plonem ziarna owsa. W badaniach własnych opóźnienie terminu siewu najprawdopodobniej powodowało, że uwidoczniły się poza nawozowe czynniki ograniczające wielkość plonu. W tych warunkach wykazano ujemną korelację między plonem ziarna a zawartością białka ($r = -0,71$; tab. 3). W korzystniejszych warunkach optymalnego terminu siewu korelacja ta nie uwidoczniła się. Zawartość białka ogółem stwierdzona w ziarnie owsa była prawdopodobnie zależna od warunków pogodowych panujących podczas okresu wegetacyjnego. Średnio najwyższą jego wartość uzyskano w pierwszym roku uprawy (1995) i była ona wyższa w porównaniu do zawartości białka ogółem w 1996 i 1997 roku o $23 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 1 i 4).

Na podstawie obliczonej analizy wariancji stwierdzono, że wielkość plonu białka owsa była istotnie determinowana zastosowanym nawożeniem azotowym (tab. 5).

Tabela 5

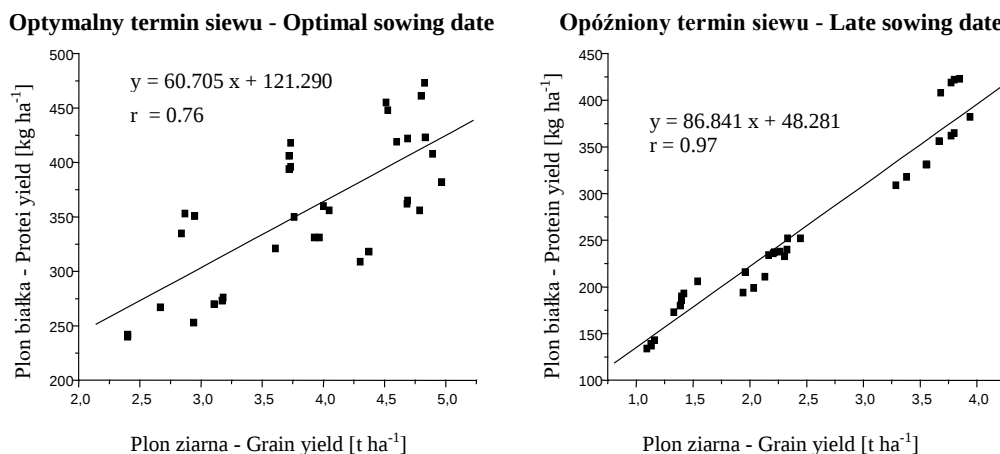
Plon białka owsa odmiany German ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
Protein yield of the oat cv. German ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) Fertilization (II factor) ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)			Średnia Mean
		N = 0	N = 60	N = 120	
1995	optymalny optimal	248	404	348	333
	opóźniony late	138	182	194	171
Średnia — Mean		193	293	271	252
1996	optymalny optimal	268	347	459	358
	opóźniony late	205	241	240	229
Średnia — Mean		237	294	350	294
1997	optymalny optimal	363	447	498	436
	opóźniony late	322	366	418	367
Średnia — Mean		342	407	458	402
Lata Years	optymalny optimal	293	399	435	376
	opóźniony late	222	263	284	256
Średnia — Mean		257	331	359	316
NIR — LSD _{p = 0.05} dla — for:		(I) — termin siewu (I) — sowing date	(II) — nawożenie N (II) — fertilization N	I × II	II × I
1995		9,4	10,8	11,9	15,3
1996		18,6	13,1	18,4	18,5
1997		16,9	16,6	19,3	23,5
Lata Years		n.i.	54,2	n.i.	n.i.

n.i. — Nieistotne; Not significant

Średnio, niezależnie od lat uprawy i terminu siewu, dawka azotu na poziomie $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowała istotny wzrost plonu białka o $74 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu do obiektu kontrolnego. Zwiększenie dawki azotu do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało uzyskanie kolejnych

28 kg białka ogółem z hektara, jednak nie przekroczyło ono progu statystycznej istotności. W badaniach Szafrąńskiego (1995b) istotną dawką w stosunku do wartości omawianej cechy okazała się dawka azotu na poziomie $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Plon białka istotnie dodatnio korelował z plonem ziarna owsa, zarówno w pierwszym jak i drugim terminie siewu, odpowiednio: $r = 0,85$ i $r = 0,97$ (tab. 3). Równania regresji liniowej dla powyższych zależności przedstawiono na rysunku 1 i na ich podstawie można obliczyć, że wraz ze wzrostem plonu ziarna, np. o $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, może nastąpić wzrost plonu białka ogółem owsa o $60,71 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (1 termin siewu) i $86,84 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (2 termin siewu) (rys. 1).



Rys. 1. Zależności pomiędzy plonem ziarna a plonem białka owsa
Fig. 1. Relationships between grain yield and protein yield of oat

W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono średnio jak i w poszczególnych latach, istotnego wpływu optymalnego i opóźnionego o dwa tygodnie terminu siewu na zawartość aminokwasów egzo- i endogennych w białku ogółem ziarna owsa odmiany German. Jednak w ziarnie owsa wysianego w terminie opóźnionym w porównaniu do ziarna wysianego w terminie optymalnym, niezależnie od lat uprawy, zaobserwowano tendencje do spadku zawartości aminokwasów egzogennych, za wyjątkiem argininy i histydyny. Stwierdzono natomiast wzrost zawartości aminokwasów endogennych takich jak: glicyna, kwas asparaginowy, seryna i tyrozyna oraz spadek zawartości alaniny i kwasu glutaminowego. Opóźnienie terminu siewu spowodowało obniżenie wartości sumy aminokwasów egzogennych średnio o 1,2% i wzrost wartości sumy aminokwasów endogennych o około 2% w stosunku do terminu optymalnego. Warto zwrócić uwagę na uzyskaną w oznaczanej w oddzielnym cyklu analitycznym metioninie interakcję pomiędzy terminem siewu a dawką azotu na zawartość omawianego aminokwasu. Wpływ terminu siewu uwidacznia się na obiekcie nienawożonym azotem. Natomiast ziarno z obiektów nawożonych tym składnikiem charakteryzuje się zawartością metioniny niezależną od terminu siewu. W tym przypadku prawdopodobnie zmniejszenie zawartości metioniny zachodziło pod wpływem zastosowanego azotu, a termin siewu nie pogłębiał tego spadku.

Najmniejszą zawartość metioniny stwierdzono po zastosowaniu $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i to mniejszą w porównaniu do obiektu kontrolnego i obiektu, na którym zastosowano $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, odpowiednio o: 11,8% i 6,6%.

Należy podkreślić, że wyniki dotychczasowych badań na temat wpływu nawożenia azotem nie rozstrzygają jednoznacznie kierunku zmian składu aminokwasowego białka w warunkach zróżnicowanego zaopatrzenia owsa w ten składnik (Nowak, Barczak, 1991; Wróbel, 1993; Lásztity, 1998). W przeprowadzonym doświadczeniu, niezależnie od lat uprawy, podwyższanie poziomu nawożenia azotem powodowało, w przypadku aminokwasów egzogennych, wzrost zawartości argininy i leucyny (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość aminokwasów w białku owsa ($\text{g} \cdot 16\text{g}^{-1} \text{N}$). Średnie z trzech lat
Content of amino acids in the oat protein ($\text{g} \cdot 16\text{g}^{-1} \text{N}$). Mean for three years

Aminokwas Amino acid	Nawożenie azotem (II czynnik) Nitrogen fertilization (II factor) ($\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$)			Średnia Mean	NIR _{p=0,05} dla nawożenia N LSD _{p=0,05} for N fertilization
	N ₀ = 0	N ₁ = 60	N ₂ = 120		
Arginina — Arginine	5,51	6,06	6,14	5,90	0,497
Fenylalanina — Phenylalanine	5,23	5,05	4,91	5,06	0,232
Histydyna — Histidine	2,30	2,14	2,22	2,22	0,136
Izoleucyna — Isoleucine	3,94	3,95	3,83	3,91	n.i.
Leucyna — Leucine	5,84	6,18	6,02	6,01	0,254
Lizyna — Lysine	3,42	3,16	3,31	3,29	0,217
Metionina * — Methionine *	1,56	1,53	1,44	1,51	0,114
Treonina — Threonine	3,66	3,29	3,46	3,37	0,285
Walina — Valine	4,69	4,64	4,84	4,72	n.i.
Suma egzogennych — Essential sum	36,12	35,98	36,18	36,09	n.i.
Alanina — Alanine	4,79	4,34	4,38	4,50	0,355
Glicyna — Glycine	4,86	4,45	4,46	4,59	0,311
Kwas asparaginowy — Aspartic acid	7,04	6,65	6,24	6,64	0,575
Kwas glutaminowy — Glutamic acid	21,04	19,75	20,07	20,28	0,100
Seryna — Serine	3,88	3,83	3,79	3,83	n.i.
Tyrozyna — Tyrosine	3,21	2,96	3,26	3,14	n.i.
Suma endogennych — Non-essential sum	44,59	42,60	43,45	43,55	n.i.
Suma całkowita — Total amino acids sum	80,70	78,53	79,63	79,62	n.i.
*NIR _{p = 0,05} dla współdziałania		I × II	0,252	II × I	0,323
*LSD _{p = 0,05} for interaction					

n.i. — Nieistotne; Not significant

Przy czym wzrost udziału argininy w białku owsa zaobserwowano po zastosowaniu kolejnych dawek azotu (60 i $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), natomiast leucyny jedynie po zastosowaniu pierwszej dawki tego składnika. W odniesieniu do obydwu aminokwasów osiągnięto próg statystycznej istotności tylko po zastosowaniu $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zastosowanie $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało, w porównaniu do dawki $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, obniżenie zawartości leucyny w białku owsa (tab. 6). W doświadczeniu przeprowadzonym przez Nowaka i Barczak (1991) stosowanie wzrastającego nawożenia azotem powodowało, oprócz stwierdzonego w niniejszych badaniach wzrostu zawartości argininy, wzrost udziału lizyny i metioniny w białku ziarna owsa. Zawartość pozostałych aminokwasów egzogennych, według Nowaka i Barczak (1991), pod wpływem dawek azotu nie zmieniała się, natomiast w prezentowanych badaniach nastąpił średnio spadek zawartości takich aminokwasów jak:

fenyloalanina, histydyna, lizyna, metionina i treonina (tab. 6). Nawożenie azotem w dawce $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało, w porównaniu do kontroli, istotne obniżenie zawartości histydyny, lizyny i treoniny odpowiednio o: 7%; 7,6%; 10,1%. Z kolei zwiększenie dawki do poziomu $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało, w stosunku do obiektu nawożonego dawką $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, wzrost średniej zawartości tych aminokwasów (tab. 6). W przypadku fenyloalaniny i metioniny kolejne dawki azotu powodowały spadek udziału tych aminokwasów w białku ogólnym owsa, przy czym próg statystycznej istotności osiągnięto tylko dla dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu do kontroli.

W przeprowadzonym doświadczeniu zastosowanie $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, w porównaniu do obiektu kontrolnego, powodowało średnio obniżenie udziału wszystkich aminokwasów endogennych w białku owsa, a w przypadku alaniny, glicyny i kwasu glutaminowego zostało to statystycznie udowodnione (tab. 6). Po zastosowaniu dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ stwierdzono, w stosunku do dawki $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, obniżenie średniej zawartości kwasu asparaginowego i seryny, natomiast w stosunku do obiektu kontrolnego wszystkich badanych aminokwasów endogennych. Przy czym istotny spadek zawartości w wyniku zastosowania drugiej dawki azotu w porównaniu do obiektu kontrolnego, stwierdzono jedynie w odniesieniu do kwasu asparaginowego, alaniny oraz glicyny i wynosił on odpowiednio: 11,4%, 8,6%, 8,2% (tab. 6). Uzyskane wyniki badań nie potwierdziły wykazanego w doświadczeniu przeprowadzonym przez Nowaka i Barczak (1991) z owsem odmiany "Markus" wzrostu zawartości seryny pod wpływem zróżnicowanego nawożenia azotem.

WNIOSKI

1. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie w porównaniu do terminu optymalnego spowodowało istotne obniżenie wielkości plonu ziarna owsa odmiany German. Po zastosowaniu dawki $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ stwierdzono istotny wzrost wielkości plonu ziarna badanej odmiany w stosunku do obiektu kontrolnego.
2. Zastosowane zróżnicowane nawożenie azotem do dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowało istotny wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie owsa, natomiast istotny wzrost plonu białka ogółem z hektara stwierdzono po zastosowaniu dawki $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.
3. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono istotnego wpływu terminu siewu na skład aminokwasowy białka owsa odmiany German. Zaobserwowano jedynie tendencje do obniżania zawartości aminokwasów egzogennych i endogennych, z wyjątkiem argininy, histydyny, glicyny, seryny i tyrozyny.
4. Po zastosowaniu azotu na poziomie $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, w stosunku do obiektu kontrolnego, stwierdzono średnio istotny:
 - wzrost zawartości argininy i leucyny,
 - spadek udziału histydyny, lizyny, treoniny, alaniny, glicyny oraz kwasu glutaminowego w białku owsa.
 Zastosowanie kolejnej dawki — $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ — powodowało:
 - wzrost zawartości argininy,

- obniżenie zawartości fenyloalaniny, metioniny, alaniny, glicyny oraz kwasu asparaginowego, co zostało udowodnione statystycznie tylko w stosunku do obiektu kontrolnego.

LITERATURA

- Adamiak E., Adamiak J. 1994. Plonotwórcza i plonochronna rola owsa w płodozmianach zbożowych. *Pam. Puł.* 114: 15 — 21.
- Adamiak J., Adamiak E. 1999. Reakcja owsa na udział zbóż w płodozmianie i na monokulturze. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Roln.* 35: 53 — 60.
- Brinkman M. A., Rho Y. D. 1984. Response of three oat cultivars to N fertilizer. *Crop Sci.* 24 (5): 973 — 977.
- Budzyński W. 1999. Reakcja odmian owsa na czynniki agrotechniczne, przegląd wyników badań krajowych. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość. Suplement 1* (18): 11 — 25.
- Darwinkel A., Rops A. H., Wijnholds K. 1995. Nitrogen, seed rate and growth regulation in oats. *Proefst. voor Acker. En. Groent* 188: 4 — 52.
- Gąsiorowski H. (red.). 1995. Owies. *Chemia i technologia. PWR i L. Poznań.*
- Idziak R., Michalski T. 2004. Skład chemiczny oraz wartość paszowa jęczmienia jarego i owsa uprawianych w mieszankach w zależności od nawożenia azotem. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 1: 75 — 82.
- Kączkowski J. 1995. Białka owsa. W: *Owies. Chemia i technologia.* (red. H. Gąsiorowski). PWR i L, Poznań: 68 — 77.
- Kłupczyński Z. 1986. Wpływ nawożenia azotem na jakość plonów. *IUNG Puławy, Mat. Symp. Olsztyn* 24 — 25. 06. 1986., zesz. I: 82 — 102.
- Koziara W. 2004. Reakcja trzech odmian owsa na deszczowanie i nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 231: 397 — 403.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J. 1997. Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem. *Pam. Puł.* 109: 7 — 18.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J. 2000. Wpływ dawek azotu na plon i jego strukturę u nowych polskich odmian owsa. *Biul. IHAR* 215: 239 — 244.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J. 2001. Wpływ terminu i gęstości siewu na plonowanie nowych odmian owsa. *Biul. IHAR* 217: 121 — 125.
- Lásztity R. 1998. Oat grain — a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances. *Food Rev. Int.* 14: 99 — 119.
- Leszczyńska D. 2002. Uprawa owsa nieoplewionego — stan obecny i przyszłość. *Pam. Puł., z. 130*: 463 — 469.
- Maciejewicz-Ryś J., Sokół K. 1999. Wartość pokarmowa ziarna owsa oplewionego (*Avena sativa* var. *nuda*). *Żywność. Nauka Technologia Jakość. Kwartalnik PTTŻ* 6, (suplement 1): 273 — 279.
- Nowak K., Barczak B. 1991. Wpływ dawek nawożenia azotowego na jakość białka ziarna owsa odmiany Markus. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 262: 81 — 86.
- Peltonen-Sainio P. 1997. Grain yield and plant stand structure of naked and hulled oat under different nitrogen fertilizer and seeding rates. *Agron. J.* 89: 510 — 513.
- Sulek A., Leszczyńska D. 2004. Stan aktualny i perspektywy uprawy owsa w Polsce. *Biul. IHAR* 231: 387 — 395.
- Sulek A., Leszczyńska D., Cyfert R. 2005. Charakterystyka i technologia uprawy odmian owsa. *IUNG, IHAR, COBORU, Puławy-Radzików-Słupia Wielka*: 33 ss.
- Szafranski W. 1995 a. Wpływ poziomu i sposobu nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian jęczmienia jarego i owsa w zróżnicowanych warunkach siedliskowych Pogórza. *Cz. I. Współczynnik zbioru i wysokość plonu ziarna. Zesz. Nauk. AR Kraków* 300, *Roln.* 32: 99 — 111.
- Szafranski W. 1995 b. Wpływ poziomu i sposobu nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian jęczmienia jarego i owsa w zróżnicowanych warunkach siedliskowych Pogórza. *Cz. II. Komponenty struktury plonu oraz jakość ziarna. Zesz. Nauk. AR Kraków* 300, *Roln.* 32: 113 — 124.

- Śmiałowski T. 2003. Zmienność oraz zależność między plonem a cechami użytkowymi owsów oplewionych, nieoplewionych i wczesnych. Biul. IHAR 230: 399 — 407.
- Świdarska-Ostapiak M., Stankowski S. 2002. Wpływ nawożenia azotem i siarką na plonowanie i komponenty plonu owsa nieoplewionego i oplewionego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 484: 711 — 717.
- Völker T. 1975. Untersuchungen über den Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Zusammensetzung der Weizen und Haferprotein. Arch. Acker u Pflanzenbau. u. Bodenkd., 19 (4): 267 — 276.
- Wróbel E. 1993. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość białka ziarna jęczmienia jarego i owsa uprawianych na paszę. Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Agriculturae, suppl. B., 56: 29 — 46.