

ILOŚĆ AZOTU BIOLOGICZNIE ZREDUKOWANEGO PRZEZ ŁUBIN ŻÓŁTY (*LUPINUS LUTEUS* L.) – WYNIKI WSTĘPNE

ANDRZEJ WYSOKIŃSKI¹, AGNIESZKA FALIGOWSKA², DOROTA KALEMBASA¹

¹*Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce*

²*Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań*

Synopsis. W doświadczeniu polowym określono ilość azotu biologicznie zredukowanego z atmosfery przez łubin żółty (*Lupinus luteus*), zbierany w fazie pełnej dojrzałości. W badaniach wykorzystano metodę izotopowego rozcieńczenia, w której rośliną kontrolną była pszenica jara. Największy udział w plonie całkowitym łubinu żółtego stanowiły łodygi (31,9%), a najmniejszy liście (13,7%). Udział nasion w plonie całkowitym tej rośliny stanowił 17,1%. Zawartość azotu w nasionach była ponad trzykrotnie większa niż średnio w całej roślinie łubinu. Ilość azotu zakumulowanego w nasionach stanowiła ponad połowę pobrania tego makroelementu przez łubin. Około 3/4 azotu zgromadzonego w łubinie żółtym pochodziło z powietrza, a około 1/5 z zasobów glebowych. Udział azotu pobranego z nawozu mineralnego stanowił w tej roślinie testowej tylko 1,7%. Plon ziarna pszenicy jarej uprawianej w identycznych warunkach agroklimatycznych był prawie dwukrotnie większy niż ilość zebranych nasion łubinu żółtego. Jednak plon białka ogólnego zebranego z nasionami łubinu był o około 2/3 większy niż z ziarnem pszenicy.

Słowa kluczowe: łubin żółty, azot, biologiczna redukcja azotu, izotop ¹⁵N

WSTĘP

Głównym źródłem azotu dla roślin uprawianych w towarowych gospodarstwach rolniczych są nawozy mineralne, które w 60–70% pokrywają zapotrzebowanie roślin na ten składnik pokarmowy [Majewski i in. 2002]. Pozostałą część tego makroelementu rośliny pobierają najczęściej z nawozów naturalnych i organicznych, zasobów glebowych oraz opadu atmosferycznego. Tylko rośliny bobowate mają możliwość korzystania z azotu pochodzącego z biologicznej redukcji N₂ przez bakterie symbiotyczne [Halbleib i Ludden 2000, Hardason i Atkins 2003]. W uprawie tej grupy roślin nawożenie azotem można pominąć lub zaleca się stosować tylko przedsięwzięcie niewielkie dawki tego składnika pokarmowego [Faligowska i Szukała 2010, Wilczek 1997]. Resztki poźniwne lub całe rośliny bobowate potraktowane jako nawóz zielony, zwiększają zawartość azotu w glebie [Fowler i in. 2004, Jasińska i Kotecki 2001]. Zatem z azotu pochodzącego z procesu biologicznej redukcji korzystają nie tylko rośliny żyjące w symbiozie z bakteriami brodawkowymi, ale częściowo również uprawiane po nich rośliny następcze [Dubis i Budzyński 1998, Ta i Faris 1987]. Obecność roślin bobowatych w płodozmianie pozwala ograniczyć nakłady związane z nawożeniem azotem zarówno tej grupy roślin, jak i roślin następczych [Kocoń 1999, Czerwińska-Kayzer i Florek 2012]. W bilansie nawożenia należy uwzględnić azot pochodzący z biologicznej redukcji, aby nie dochodziło do nadmiernej kumulacji tego pierwiastka w glebie i uprawianych roślinach następczych [MRiRW i MŚ 2002].

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* awysoki@uph.edu.pl

Celem przeprowadzonych badań było określenie udziału azotu pochodzącego z procesu biologicznej redukcji, nawozu i zasobów glebowych w poszczególnych organach łubinu żółtego.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w 2011 roku w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Złotniki (52°48' N, 16°83' E, 92 m n.p.m) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Założono je w tradycyjnym płuźnym systemie uprawy roli. W łanie z łubinem żółtym tradycyjnej rozgałęziającej się odmiany Mister wydzielono poletka o powierzchni 4 m², w trzech powtórzeniach. Przedplonem była pszenica ozima. Po sprzęcie przedplonu w 2010 roku wykonano talerzowanie. Jesienią wysiano nawozy fosforowe i potasowe w ilości odpowiadającej 120 kg K₂O·ha⁻¹ i 80 kg P₂O₅·ha⁻¹, a następnie wykonano orkę przedzimową. Wiosną zastosowano agregat uprawowy i wysiano łubin żółty. Bezpośrednio po siewie zastosowano Afalon Dyspersyjny 40 SC 1,5 dm⁻³·ha⁻¹. Po wschodach nasion łubinu, z powodu suszy i nieskuteczności tego herbicydu, dodatkowo zastosowano Goltix 70 WP 1,5 kg·ha⁻¹, a na chwasty jednoliścienne Fusilade Super 125 EC 1,5 l·ha⁻¹. Przed pąkowaniem profilaktycznie na antraknozę zastosowano Amistar 250 SC 1,0 l·ha⁻¹. Przed zbiorem łubin zdesykowano preparatem Reglone 200 SL w dawce 3,0 dm⁻³·ha⁻¹.

Zgodnie z metodyką badań w tym zakresie, aby określić ilość azotu pochodzącego z procesu biologicznej redukcji N₂ była potrzebna roślina pozbawiona możliwości symbiozy z bakteriami brodawkowymi, której długość okresu wegetacji jest zbliżona do długości okresu wegetacji łubinu żółtego. Rośliną spełniającą te warunki była pszenica jara. Była ona uprawiana w identycznym układzie jak łubin żółty.

Azot mineralny zastosowano do gleby w drugim tygodniu po wschodach roślin w fazie 4 liści łubinu i w początkach strzelania w źdźbło pszenicy w formie siarczanu amonowego (NH₄)₂SO₄ wzbogaconego w izotop ¹⁵N (20% at ¹⁵N).

Zbiór całych roślin testowych (łubinu i pszenicy) przeprowadzono w fazie pełnej dojrzałości obydwu roślin (BBCH 90). Rośliny pobrane do badań rozdzielono na korzenie, łodygi, liście, strączyzny i nasiona w łubinie żółtym oraz korzenie, słomę, plewy i ziarno w pszenicy jarej. W każdej uzyskanej próbce biomasy wszystkich roślin testowych oznaczono:

- plon suchej masy (ozn. s.m.) – metodą suszarkowo-wagową, po wysuszeniu próbek do stałej masy w temperaturze 105°C;
- całkowitą zawartość azotu zmodyfikowaną metodą Kjeldahla [PN-75/A-04018, Kalembasa i in. 1989];
- wzbogacenie w izotop ¹⁵N na spektrometrze emisyjnym NOI-6e [Kalembasa 1995].

Ilości azotu pochodzącego w łubinie żółtym i w pszenicy jarej z różnych źródeł obliczono według formuł podanych przez Kalembasę [1989 i 1995].

Uzyskane wyniki badań poddano analizie wariancji w układzie całkowicie losowym (test F – Fischera Snedecora), a wartości NIR_{0,05} do porównania średnich, wyliczono z wykorzystaniem testu Tukey'a. Średnie dla zawartości, wzbogacenia i procentowego udziału azotu pochodzącego w roślinach testowych z różnych źródeł podano jako średnie ważone.

Doświadczenie założono na glebie płowej, zasobnej w potas i fosfor i średnio zasobnej w magnez, o odczynie lekko kwaśnym. Gleba ta zaliczana jest do klasy bonitacyjnej IVb, kompleksu żytniego dobrego.

Warunki pogodowe w trakcie prowadzenia badań przedstawiono w tabeli 1. Okres wegetacyjny 2011 roku w ZDD Złotniki był bardzo niekorzystny dla wzrostu i rozwoju łubinu żółtego. W kwietniu i maju oraz w pierwszej dekadzie czerwca opady wynosiły zaledwie 29,6 mm.

Tabela 1. Temperatury i opady w Stacji Doświadczalnej Złotniki w 2011 r.

Table 1. Temperature and rainfall in Experimental Station Złotniki in 2011

Miesiąc Months	Temperatura – Temperature (°C)				Opady – Rainfall (mm)				1951–2006	
									(°C)	(mm)
IV	11,2	10,6	16,1	12,7	3,5	0,0	0,6	4,1	8,5	31,3
V	11,4	16,7	17,7	15,3	2,6	12,2	2,7	17,5	14,2	48,0
VI	20,3	17,4	17,5	18,4	8,0	16,2	38,2	62,4	17,4	57,8
VII	17,5	19,3	16,0	17,5	33,0	57,6	124,2	214,8	19,1	74,5
VIII	19,1	18,5	19,1	18,9	10,6	12,8	14,6	38,0	18,4	54,2

W tych warunkach wzrost łubin żółtego był bardzo powolny, rośliny bardzo słabo wykształciły organy wegetatywne i generatywne. Mało skuteczne były też herbicydy zastosowane bezpośrednio po siewie jak i po wschodach.

WYNIKI I DYSKUSJA

Dane literaturowe podają, że znaczącą rolę w gromadzeniu suchej masy przez łubin żółty zbierany w fazie pełnej dojrzałości najczęściej odgrywają nasiona [Prusiński 2005]. W badaniach własnych, w biomacie łubinu żółtego (tab. 2) zbieranego w fazie pełnej dojrzałości największy udział miały łodygi (31,9%), mniejszy strączyzny (22,3%) i nasiona (17,1%), a najmniejszy korzenie (14,9%) i liście (13,7%). Prowadzone badania miały miejsce w roku o niekorzystnym rozkładzie opadów i temperatur dla testowanego gatunku, dlatego też ilość zebranych nasion wynosiła zaledwie 1,06 Mg·ha⁻¹. Niewielki udział nasion w plonie potwierdza

Tabela 2. Plon biomasy, zawartość azotu oraz wzbogacenie w ¹⁵N łubinu żółtegoTable 2. The biomass yield, nitrogen content and excess of ¹⁵N in yellow lupine

Badany parametr Investigated parameter		Części rośliny – Parts of plant					Suma/ Średnia Sum/Mean
		korzenie roots	łodygi stems	liście leafs	strączyzny stripped pods	nasiona seeds	
Plon Yield	Mg s.m.–DM·ha ⁻¹	0,92	1,98	0,85	1,38	1,06	6,19
	%	14,9	31,9	13,7	22,3	17,2	–
Zawartość azotu, g N·kg ⁻¹ Nitrogen content, g N·kg ⁻¹		14,56	10,70	16,87	7,00	64,52	20,40
Wzbogacenie w ¹⁵ N Excess of ¹⁵ N, at.% ¹⁵ N		0,22	0,37	0,51	0,30	0,31	0,33

% – udział w plonie całkowitym – proportional part in total yield

zawodność uprawy tej rośliny na nasiona [Kalembsa i Wysokiński 2010, Sadowski i in. 2001], szczególnie w latach o niekorzystnych warunkach klimatycznych. Dużą zmienność plonowania łubinu żółtego w latach o zróżnicowanych warunkach pogodowych podkreślili Bieniaszewski i in. [2000], Faligowska i in. [2009] oraz Faligowska i Szukała [2008]. Z danych podawanych przez Podleśnego i Podleśną [2012] wynika, że wysoka temperatura w okresie kwitnienia łubinu żółtego prowadzi do zmniejszenia plonu przede wszystkim organów generatywnych, co jest konsekwencją mniejszej liczby strąków i nasion na roślinie oraz masy tysiąca nasion. Propagowanie uprawy tego gatunku wśród producentów rolnych powinno, obok uwypuklania korzyści pozaprodukcyjnych, wiązać się z intensyfikacją prac hodowlanych w kierunku poprawy plenności i stabilności plonowania w latach o zróżnicowanych warunkach agroklimatycznych [Prusiński 2007].

Wśród vegetatywnych części łubinu żółtego największą ilość azotu ogółem zawierały liście, nieco mniej korzenie, a najmniej łodygi. Zawartość azotu w strączynach była o ponad połowę mniejsza niż w liściach i jednocześnie najmniejsza spośród wszystkich organów łubinu. Najwięcej azotu zawierały nasiona łubinu żółtego, a jego ilość była prawie czterokrotnie większa niż w liściach. Stosując przelicznik 6,25 uzyskano zawartość białka ogólnego w nasionach łubinu wynoszącą 40,3%. Wysoka zawartość azotu w nasionach łubinu wiąże się z rozpadem brodawek korzeniowych postępującym po okresie kwitnienia roślin bobowatych oraz z przemieszczaniem tego składnika pokarmowego z części vegetatywnych do nasion [Książak 2002]. Duża zawartość białka w nasionach łubinów powoduje zainteresowanie nimi żywieniowców [Martinez-Villaluenga i in. 2006, Papavergou i in. 1999]

Wzbogacenie w izotop azotu ^{15}N poszczególnych części pszenicy jarej (rośliny pobierającej azot tylko z dwóch źródeł: z nawozu i zasobów glebowych), (tab. 3) było większe, w porównaniu z odpowiednimi organami łubinu (korzystającego dodatkowo z azotu atmosferycznego). Średnie wzbogacenie w ^{15}N pszenicy było ponad czterokrotnie większe niż łubinu, co wskazuje na duży udział azotu pochodzącego w łubinie z powietrza.

Tabela 3. Plon biomasy, zawartość azotu oraz wzbogacenie w ^{15}N pszenicy jarej

Table 3. The biomass yield, nitrogen content and excess of ^{15}N in spring wheat

Badany parametr Investigated parameter		Części rośliny – Parts of plant					Suma/ Średnia Sum/Mean
		korzenie roots	łodygi stems	liście leafs	strączyny stripped pods	ziarno grain	
Plon Yield	Mg s.m.–DM·ha ⁻¹	0,70	2,37	0,64	1,26	1,85	6,82
	%	10,2	34,8	9,4	18,5	27,1	–
Zawartość azotu, g N·kg ⁻¹ Nitrogen content, g N·kg ⁻¹		6,6	6,1	10,2	9,2	24,0	12,0
Wzbogacenie w ^{15}N Excess of ^{15}N , at. % ^{15}N		1,17	1,49	1,35	1,29	1,40	1,38

Ilość azotu ogółem (tab. 4) zgromadzona w nadziemnych częściach stanowiła 89,3% całkowitej ilości tego pierwiastka pobranej przez łubin, co potwierdza tezę o gromadzeniu przez rośliny bobowate przeważającej ilości makroskładników w biomase nadziemnej [Wilczewski 2007]. Najwięcej azotu ogółem (68,4 kg·ha⁻¹), stanowiącą 54,3% całkowitego pobrania, łubin zgromadził w nasionach.

Tabela 4. Ilość azotu pobranego przez łubin żółty z różnych źródeł, kg N·ha⁻¹
 Table 4. The quantity of nitrogen taken by yellow lupine from different sources, kg N·ha⁻¹

Źródła azotu Sources of nitrogen	Części rośliny – Parts of plant					Suma/ Średnia Sum/Mean	
	korzenie roots	łodygi stems	liście leafs	strączyzny stripped pods	nasiona seeds		
Biologiczna redukcja N ₂ Biological reduction of N ₂	kg	10,86	15,96	8,86	7,41	53,44	96,53
	%	80,8	75,5	61,9	76,5	78,1	76,6
Nawóz mineralny Mineral fertilizer	kg	0,15	0,39	0,37	0,15	1,04	2,10
	%	1,12	1,82	2,58	1,51	1,52	1,66
Gleba Soil	kg	2,43	4,78	4,10	2,12	13,91	27,34
	%	18,1	22,6	35,6	21,9	20,3	21,7
Ogółem – Total		13,44	21,13	13,33	9,68	68,39	125,97
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		2,02	9,06	5,60	1,83	20,16	30,65

% – udział w całkowitej ilości azotu pobranego przez poszczególne organy łubinu żółtego – proportional part in total quantity of nitrogen taken by some parts of yellow lupine

Udział azotu pochodzącego z biologicznej redukcji N₂ w całkowitej ilości tego pierwiastka pobranej przez korzenie, łodygi, liście, strączyzny i nasiona łubinu żółtego stanowił odpowiednio: 80,8; 75,5; 61,6; 76,6 i 78,1% (ogółem w całej roślinie 76,6%). W całkowitej ilości azotu pochodzącego ze wszystkich źródeł, udział tego pierwiastka pobranego przez łubin z nawozu średnio stanowił zaledwie 1,7%, przy rozpiętości dla poszczególnych organów od 1,1 (korzenie) do 2,6% (liście). Udział azotu pochodzącego z zasobów glebowych wahał się od 18,1% w korzeniach do 35,6% w liściach, natomiast średnio dla całej rośliny wyniósł 21,7%. Przeprowadzone badania własne oraz dane podawane w literaturze dowodzą, że rośliny bobowate (w tym łubin żółty) duże ilości azotu pobierają z powietrza [Kocoń 1999]. Przy jednoetapowym zbiorze z powierzchni pola wynoszone są tylko nasiona, natomiast pozostałe części traktowane są jako resztki pozbiorowe i trafiają do gleby. W warunkach przeprowadzonego eksperymentu blisko połowa azotu pobranego przez łubin (57,6 kg·ha⁻¹) trafiła z powrotem do gleby wraz z resztkami poźniwnymi i po ich mineralizacji będzie stanowiła źródło tego makroelementu dla roślin następczych. W tej ilości azotu wprowadzonej do gleby z resztkami poźniwnymi z biologicznej redukcji N₂ pochodziło 43,1 kg N·ha⁻¹. Planowane nawożenie rośliny następczej mineralnymi nawozami azotowymi powinno za tym zostać zmniejszone między innymi o ilość tego makroelementu pozostawioną na polu przez łubin żółty.

Plon ziarna pszenicy jarej, uprawianej dla celów porównawczych w takich samych warunkach (łącznie z poziomem nawożenia) jak łubin żółty, był większy niż ilość zebranych nasion łubinu i wyniósł 1,85 Mg·ha⁻¹. Jednak zawartość (24,0 g N·kg⁻¹ s.m.) oraz ilość azotu zgromadzonego w ziarnie pszenicy (44,3 kg N·ha⁻¹) były mniejsze niż w przypadku nasion łubinu. Azot pobrany przez pszenicę jarą pochodził niemalże w całości (93,1% udziału) z zasobów glebowych (tab. 5). Udział azotu pobranego z nawozu w całkowitej ilości pobranej przez pszenicę stanowił tylko 6,9%. Stosując przelicznik 5,85 uzyskano zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy wynoszącą 14,0%. Ilość białka ogólnego zebranego z nasionami łubinu żółtego w przeliczeniu na 1 ha wynosiła 427 kg·ha⁻¹ i była o 65,4% większa niż z ziarnem pszenicy jarej (258 kg·ha⁻¹).

Tabela 5. Ilość azotu pobranego przez pszenicę jarą z różnych źródeł, kg N·ha⁻¹
 Table 5. The quantity of nitrogen taken by spring wheat from different sources, kg N·ha⁻¹

Źródła azotu Sources of nitrogen		Części rośliny – Parts of plant					Suma/ Średnia Sum/Mean
		korzenie roots	łodygi stems	liście leafs	plewy chaff	ziarno grain	
Nawóz mineralny Mineral fertilizer	kg	0,27	1,07	0,44	0,75	3,09	5,62
	%	5,8	7,5	6,7	6,5	7,0	6,9
Gleba Soil	kg	4,36	13,32	6,08	10,88	41,21	75,85
	%	94,2	92,5	93,2	93,5	93,0	93,1
Ogółem – Total		4,63	14,39	6,52	11,63	44,30	81,47
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,12	0,50	0,12	0,60	1,21	1,53

% – udział w całkowitej ilości azotu pobranego przez poszczególne organy pszenicy jarej – proportional part in total quantity of nitrogen taken up by some parts of spring wheat

WNIOSKI

1. Udział nasion w plonie całkowitym biomasy łubinu żółtego uprawianego w warunkach niedoboru wody w glebie wynosił zaledwie 17% (z powierzchni 1 hektara zebrano nieco ponad 1 tonę nasion).
2. Nasiona łubinu żółtego zawierały najwięcej azotu wśród wszystkich analizowanych części tej rośliny.
3. Około 3/4 azotu pobranego przez łubin żółty pochodziło z procesu biologicznej redukcji N₂ (z atmosfery), około 1/5 z zasobów glebowych, natomiast z nawozu tylko 1,7%.
4. Pszenica jara uprawiana w takich samych warunkach jak łubin żółty (łącznie z poziomem nawożenia) 93% zgromadzonego azotu pobrała z zasobów glebowych, a 7% z zastosowanego nawozu mineralnego w postaci ¹⁵N.

PIŚMIENNICTWO

- Bieniaszewski T., Szwejkowski Z., Fordoński G. 2000. Impact of temperature and rainfall distribution over 1989–1996 on the biometric and structural characteristics as well as the Juno yellow lupin yielding. *EJPAU* 3(2), #02.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J. 2012. Opłacalność wybranych upraw roślin strączkowych. *Fragm. Agron.* 29(4): 36–44.
- Dubis B., Budzyński W. 1998. Wartość przedplonowa różnych typów łubinu żółtego dla zbóż ozimych. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 113(3–4): 145–154.
- Faligowska A., Szukała J. 2008. Effect of soil cultivation systems and foliar microelement fertilization on the yielding and usability of yellow lupin. *EJPAU* 11(1), #23.
- Faligowska A., Szukała J. 2010. Wpływ szczepienia nasion i nawożenia azotem na cechy biometryczne roślin strączkowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 550: 201–209.
- Faligowska A., Szukała J., Kowalska M. 2009. The influence of foliar fertilization with microelements and seed inoculation on the crop yield and quality of seeds of leguminous plants. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 541: 113–119.

- Fowler C.J.E., Condon L.M., McLenaghan R.D. 2004. Effects of green manures on nitrogen loss and availability in an organic cropping system. *New Zealand J. Agric. Res.* 47: 95–100.
- Halbleib C.M., Ludden P.W. 2000. Regulation of biological nitrogen fixation. *J. Nutrition* 130: 1081–1084.
- Hardson G., Atkins C. 2003. Optimising biological N₂ fixation by legumes in farming systems. *Plant Soil* 252: 41–54.
- Jasińska Z., Kotecki A. 2001. Wpływ roślin strączkowych na gromadzenie masy organicznej i składników mineralnych w glebie. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 373, Rol. 76: 47–54.
- Kalembasa S. 1989. A comparison between the difference method and the isotopic dilution method for assessing the coefficient utilization of nitrogen by oat when applied in top dressing as potassium nitrate. *Pol. J. Soil Sci.* 12 (2): 73–78.
- Kalembasa S. 1995. Zastosowanie izotopów ¹⁴N i ¹⁵N w badaniach gleboznawczych i chemiczno-rolniczych. *Wyd. WNT*; ss. 252.
- Kalembasa S., Carlson R.W., Kalembasa D. 1989. A new method for the reduction of nitrates in total nitrogen determination according to the Kjeldahl method. *Pol. J. Soil Sci.* 22(2): 21–26.
- Kalembasa S., Wysokiński A. 2010. Cumulation of biologically reduced nitrogen in the biomass of yellow lupine (*Lupinus luteus*) at its different growing stages. *Ecol. Chem. Eng. A* 17(7): 765–770.
- Kocooń A. 1999. Wskaźniki symbiotycznego wiązania N₂ w zależności od zróżnicowanego sposobu żywienia bobiku azotem. *Fragm. Agron.* 16(2): 50–61.
- Księżak J. 2002. Dynamika gromadzenia składników pokarmowych w organach roślin tradycyjnych i samokończących odmian bobiku w okresie od kwitnienia do dojrzałości pełnej. *Wyd. IUNG Puławy, Monogr. Rozpr. Nauk.* 5: ss. 95.
- Majewski E., Łabętowicz J., Wiśniewski J., Ludański Z., Radecki A. 2002. Bilans azotu na przykładzie wybranej populacji gospodarstw rolniczych Polski. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 1: 158–169.
- Martinez-Villaluenga C., Frias J., Vidal-Valverde C. 2006. Functional lupin seeds (*Lupinus albus* L. and *Lupinus luteus* L.) after extraction of ε-galactosides. *Food Chem.* 98: 291–299.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. 2002. *Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej.* ss. 112.
- Papavergou E.J., Bloukas J.G., Doxastakis G. 1999. Effect of lupin seedprotein on quality characteristics of fermentem saussages. *Meat Sci.* 52: 421–427.
- PN-75/A-04018. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- Podleśny J., Podleśna A. 2012. Wpływ wysokiej temperatury w okresie kwitnienia na wzrost, rozwój i plonowanie łubinu żółtego. *Acta Agrophys.* 19(4): 825–834.
- Prusiński J. 2005. Dynamika gromadzenia świeżej i suchej masy oraz azotu przez rośliny tradycyjnej i samokończącej odmiany łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.). *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4(2): 57–72.
- Prusiński J. 2007. Postęp biologiczny w łubinie (*Lupinus* sp.) – rys historyczny i stan aktualny. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 522: 23–37.
- Sadowski T., Krześlak S., Zawisłak K. 2001. Łubin żółty w ogniowach zmianowania. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 426, Rol. 81: 135–142.
- Ta T.C., Faris M.A. 1987. Species variation in the fixation and transfer of nitrogen from legumes to associated grasses. *Plant Soil* 98: 265–274.
- Wilczek M. 1997. Plony nasion łubinu żółtego w zależności od nawożenia makro- i mikroelementami. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 446: 267–270.
- 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.

A. WYSOKIŃSKI, A. FALIGOWSKA, D. KALEMBASA

**THE AMOUNT OF BIOLOGICALLY REDUCED NITROGEN BY YELLOW LUPINE
(*LUPINUS LUTEUS* L.) – PRELIMINARY RESULTS****Summary**

The quantity of nitrogen biologically reduced taken up from air by yellow lupine harvested in full maturity stage was determined in field experiment by the isotope dilution technique, using spring wheat as the control crop. The higher proportional part in total yield of yellow lupine had stems (31.9%) but the smallest the leaf (13.7%). Participation of seeds in total lupine's yield was 17.1%. The nitrogen content in seeds was above three times highest than average in the lupine's whole plant. Above half of nitrogen quantity taken by lupine was accumulated in seeds. About 3/4 of nitrogen uptake by lupine derived from air as well as about 1/5 derived from soil. Proportional part of nitrogen taken by lupine from mineral fertilizer was only 1.7%. The yield of spring wheat's grain cultivated in identical conditions crop was almost twice higher than quantity of lupine's seeds. However the yield of total proteins obtained in lupine's seeds was about 2/3 higher than in wheat's grain.

Key words: yellow lupine, nitrogen, biological reduction of nitrogen, isotope ¹⁵N

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 23.10.2013

Do cytowania – *For citation*:

Wysokiński A., Faligowska A., Kalembasa D. 2014. Ilość azotu biologicznie zredukowanego przez łubin żółty (*Lupinus luteus* L.) – wyniki wstępne. *Fragm. Agron.* 31(1): 121–128.