

Wpływ robinii akacjowej *Robinia pseudoacacia* L. na zawartość mineralnych form azotu w poziomach próchnicznych terenów rekultywowanych dla leśnictwa

Tomasz Wanic, Marek Pająk

Abstrakt. W pracy porównano wybrane właściwości poziomów próchnicznych pod zróżnicowanymi gatunkowo nasadzeniami *Robinia pseudoacacia*, *Alnus viridis*, *Hippophae rhamnoides*, *Pinus sylvestris*). Powierzchnie badawcze zlokalizowane były na wschodnich zboczach zwałowiska zewnętrznego kopalni węgla brunatnego w Belchatowie w miejscach o podobnym nachyleniu i wystawie. W próbkach gleby analizowano zawartość przyswajalnych dla roślin mineralnych form azotu (N-NH₄ i N-NO₃) w wyciągu 0,03 M CH₃COOH. Dodatkowo przeprowadzono inkubacje mineralnych form azotu wg metodyki Ellenberga. Największą zawartością tych form azotu charakteryzował się poziom próchniczny pod nasadzeniami robinii akacjowej. Największą mineralizacją netto azotu charakteryzowały się próbki ze stanowisk pod rokitnikiem pospolitym. Udział mineralnych form azotu w azocie całkowitym był największy (1,33-1,54%) w próbkach spod olszy zielonej.

Słowa kluczowe: mineralne formy azotu, rekultywacja leśna

Abstract. Influence of the black locust *Robinia pseudoacacia* L. to the content of mineral forms of nitrogen in humus levels of the areas reclaimed to forest. The work compares the chosen properties of humus levels under varied species planting *Robinia pseudoacacia*, *Alnus viridis*, *Hippophae rhamnoides*, *Pinus sylvestris*. Research surfaces were located on the eastern sides of the outer spoil heaps of the lignite mining plant KWB "Belchatów" in places with similar slope and exposure. The soil samples were analyzed for the content of mineral forms of nitrogen (N-NH₄, N-NO₃) extracted by means of 0,03 M CH₃COOH. Additionally the incubation of mineral forms of nitrogen was performed according to the method proposed by Ellenberg. The highest natural content of mineral forms of nitrogen in initial humus layers was found on a plot with *Robinia pseudoacacia*. The plot with *Hippophae rhamnoides* was characterized by the largest capability of nitrogen mineralization. The highest share of mineral forms of nitrogen in total nitrogen (1,33-1,54%) occurred on plots with *Alnus viridis*.

Keywords: mineral forms of nitrogen, reclamation to forest

Obszar badań

Obiektem badań było zwałowisko zewnętrzne KWB „Belchatów” (fot. 1), największe po turowskim zwałowisko zewnętrzne w Polsce o względnej wysokości wahającej się od

126 do 180 m i łącznej powierzchni około 1500 ha (Łyczba i Piątkowski 1999). Budowę zwałowiska i kształtowanie jego powierzchni prowadzono w latach 1977-1993 na podstawie projektu „Poltegoru” z Wrocławia, zaś rekultywację biologiczną prowadzono w oparciu o wytyczne Katedry Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH. Zwałowisko zbudowano z utworów czwarto- i trzeciorzędowych; utwory czwartorzędowe stanowiły głównie fluwioglacjalne piaski, mulki, iły warwowe, gliny zwałowe, kreda jeziorna, torfy i gytie. Trzeciorzęd stanowiły zarówno skały luźne (piaski i żwiry), jak i związane zalegające zazwyczaj na przemianlegle (iły, mulki oraz kreda jeziorna) (Krzaklewski 1990, 2001).

Cel pracy i metodyka

Celem pracy było określenie zawartości dostępnych dla roślin form azotu na terenach zwałowiska zewnętrznego, przekazanych Nadleśnictwu Bełchatów po przeprowadzeniu rekultywacji leśnej. Do badań wybrano powierzchnie zlokalizowane na skarpie po wschodniej stronie zwałowiska (ryc. 1). Na tle powierzchni zalesionych robinią akacjową (*Robinia pseudoacacia*) (fot. 2 i 3) porównano właściwości poziomów próchnicznych pod innymi gatunkami drzew i krzewów (*Alnus viridis*, *Hippophae rhamnoides*, *Pinus sylvestris*) o zbliżonym wieku (8-12 lat), występującymi w formie grupowej. Wszystkie powierzchnie miały podobną wystawę, nachylenie i wysokość n.p.m.



Ryc. 1. Położenie powierzchni badawczych
Fig. 1. Location of research areas



Fot. 1. Kopalnia węgla brunatnego “Belchatów” z zalesionym zwalowiskiem zewnętrznym (w tle)
Photo 1. The lignite mining plant KWB „Belchatow” and the forested external spoil heap (in the background)



Fot. 2. Powierzchnia badawcza z robinią akacjową
Photo 2. Research surface with Robinia pseudoacacia



Fot. 3. Odkrywka glebowa na powierzchni z robinią akacją
Photo 3. Soil pit under Robinia pseudoacacia

Różniły się natomiast uziarnieniem, które wahało się pomiędzy piaskiem słabogliniastym, piaskiem gliniastym, a pyłem. Na każdej powierzchni wykonano odkrywkę glebową. Z poziomów wydzielonych w odkrywkach pobrano próbki do następujących analiz:

- pH metodą potencjometryczną
- skład granulometryczny
- węgiel organiczny metodą Tiurina
- azot całkowity metodą Kjeldahla
- kwasowość hydrolityczną metodą Kappena
- węglan wapnia metodą objętościową Scheiblera
- sumę zasadowych kationów wymiennych w 1M CH₃COONH₄ o pH 7,0 metodą AAS
- wyliczono całkowitą pojemność sorpcyjną (T) i wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (V%)
- azot amonowy i azotanowy (N-NH₄, N-NO₃) metodą destylacyjną Bremnera w wyciągu 0,03M CH₃COOH w próbkach świeżych i po 14-dniowej inkubacji (w kontrolowanych

warunkach laboratoryjnych, $t=28$ C); próbki te pod każdym z badanych gatunków pobrano z poziomów próchnicznych w 5 powtórzeniach.

Do statystycznej weryfikacji wyników wykorzystano nieparametryczny test Kruskala-Wallisa.

Wyniki

Na podstawie badań próbek pobranych z głębokich (do 100 cm głęb.) odkrywek można stwierdzić typowe dla rekultywowanych stanowisk duże zróżnicowanie materiału. Potwierdza to m.in. uziarnienie, które waha się od piasku słabo gliniastego do glin: lekkiej i piaszczystej (tab. 1). Związana z uziarnieniem i zawartością próchnicy całkowita pojemność sorpcyjna waha się od 4 do 7 cmol (+)/kg gleby w piaszczystych utworach pod olszą zieloną, do 35-40 cmol (+)/kg gleby w utworach gliniastych pod robinią akacjową i sosną pospolitą. Próbki pobrane z odkrywek pod robinią, sosną pospolitą i rokitnikiem charakteryzowały się odczynem słabo zasadowym i zasadowym (pH w KCl $> 7,2$), co było związane z obecnością węglanu wapnia (CaCO_3). Natomiast poziomy wyodrębnione pod olszą zieloną okazały się w większości kwaśniejsze (zakres pH w KCl = 3,8 – 7,9). Pod względem całkowitej zawartości azotu najbogatsze były poziomy próchniczne pod sosną i robinią (odpowiednio %N = 0,285 i 0,228). Wysycenie kompleksu sorpcyjnego gleby kationami zasadowymi przekraczało 81%, z wyjątkiem powierzchniowych poziomów pod olszą zieloną.

Jak podają Pająk i Krzaklewski (2006) po 20 latach od wykonania rekultywacji na zboczu północnym przedmiotowego zwałowiska poziom próchniczny inicjalnych gleb (AinCan) wykazywał czterokrotnie większą zawartość C org. i N całkowitego, w porównaniu z poziomem skały macierzystej (Can). Na zboczu północnym średnia całkowita zawartość azotu wynosiła dla wszystkich powierzchni badawczych 1,161% w poziomie ściółki (OI), zaś w pozostałych wyróżnionych poziomach wahała się w przedziale od 0,090% w inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) do 0,016% w poziomie IICan. W wyróżnionych poziomach wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy zawartością azotu w poziomami Can i IICan oraz AinCan i IICan, natomiast różnicy takiej nie wykazano pomiędzy poziomami Can i IICan (Pająk i Krzaklewski 2006). Dla wzbogacenia rekultywowanych obiektów w azot stosuje się często gatunki roślin żyjące w symbiozie z mikroorganizmami wiążącymi wolny azot z powietrza.

Wśród gatunków drzewiastych do tej grupy należy *Robinia pseudoacacia*. O jej wartościach użytkowych i możliwości zastosowania w terenach przemysłowych pisano już przed kilkudziesięciami laty (Furdyna i Mac 1966, Bender i in. 1985, Jaroniewski 1991). Zwraca się dużą uwagę na rolę robinii w kształtowaniu zasobów materii organicznej gleb i ich aktywności enzymatycznej zarówno na stanowiskach rekultywowanych (Bielińska i in. 2004, Matos i in. 2012) jak i użytkowanych rolniczo (Piotrowska i Mazurek 2009). Robinie zaliczono do lepiej wzrastających gatunków na zróżnicowanych utworach tworzących inicjalne gleby północnego zbocza zwałowiska zewnętrznego KWB „Bełchatów” (Pająk i in. 2004). Z kolei na wierzcholinie zwałowiska wykazano, że czynnikami glebowymi stymulującymi przeciętny roczny przyrost wysokości sosny zwyczajnej są: wyższe pH, większa zawartość kationów zasadowych, oraz większa zawartość frakcji pyłu (0,05-0,002 mm). Negatywnie wpływał na przyrosty wzrost udziału frakcji piasku i wzrost kwasowości hydrolicznej (Pająk i in. 2011).

Tab. 1. Podstawowe właściwości gleb stanowisk badawczych
Table 1. Basic properties of the soil of research areas

Gatunek	Miaższość [cm]	Symbol poziomu	Uziarnienie wg PTG 2008	% N	% C	C/N	pH w		CaCO ₃ %	[mg/100g gleby]				Y [cmol (+)/kg gleby]	S	T	V%
							H ₂ O	KCl		Ca	K	Mg	Na				
Alnus viridis	0–2	OI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2–6	A in Can	piasek gliniasty	0,073	1,420	—	—	—	85,00	5,25	4,96	1,05	—	—	—	—	—
	6–30	Can	piasek słabogliniasty	0,021	0,363	—	—	—	20,80	3,74	1,60	0,56	—	—	—	—	—
	30–80	II Can	piasek gliniasty	—	—	—	—	—	1,01	87,40	2,73	2,06	1,07	—	—	—	—
	80–100	III Can	piasek gliniasty	—	—	—	—	—	—	71,80	2,60	1,76	0,61	—	—	—	—
Robinia pseudoacacia	0–3	OI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3–10	A in Can	głina piaszczysta	0,228	3,520	—	—	—	9,30	757,00	7,83	7,90	1,37	—	—	—	—
	10–35	Can	piasek słabogliniasty	0,009	0,173	—	—	—	7,44	475,80	4,42	3,40	0,88	—	—	—	—
	35–100	II Can	głina piaszczysta	—	—	—	—	—	2,75	364,30	4,41	7,75	0,79	—	—	—	—
	0–4	OI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hippophae rhamnoides	4–10	A in Can	głina lekka	0,073	1,347	—	—	—	1,09	174,00	5,35	9,31	1,05	—	—	—	—
	10–26	Can	głina lekka	0,016	0,092	—	—	—	2,59	403,60	2,36	6,63	1,07	—	—	—	—
	26–100	II Can	głina lekka	—	—	—	—	—	3,23	525,40	2,53	7,83	1,13	—	—	—	—
	0–5	OI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pinus sylvestris	5–10	A in Can	piasek gliniasty	0,285	4,288	—	—	—	2,51	402,40	14,03	23,21	0,84	—	—	—	—
	10–26	Can	piasek gliniasty	0,026	0,439	—	—	—	5,98	674,50	5,37	14,93	1,18	—	—	—	—
	26–100	II Can	głina piaszczysta	—	—	—	—	—	6,03	729,50	7,31	20,78	1,11	—	—	—	—

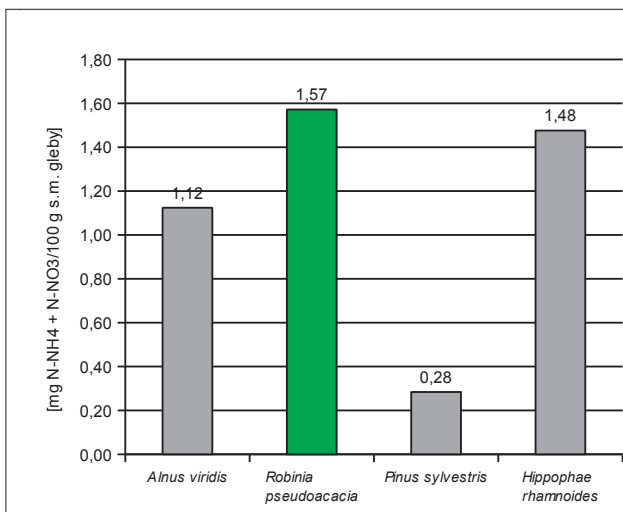
objaśnienia:

Y - kwasowość hydrolityczna wg Kappena

S - suma zasad wymiennych

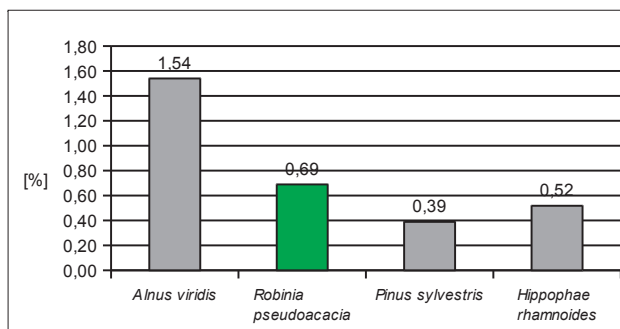
T - całkowita pojemność sorpcyjna gleby (T=Y+S)

V% - procentowe wysycenie kompleksu sorpcyjnego gleby kationami zasadowymi (V=S*100/T)



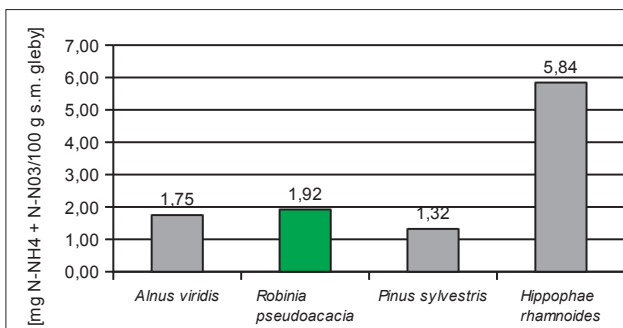
Ryc. 2. Aktualna zawartość mineralnych form azotu w poziomach próchnicznych pod robinią akacją na tle innych gatunków

Fig. 2. Current content of mineral forms of nitrogen in A-horizons under Robinia pseudoacacia in comparison with other species



Ryc. 3. Udział aktualnej zawartości mineralnych form azotu w azocie całkowitym w poziomach próchnicznych pod robinią akacją na tle innych gatunków

Fig. 3. Participation of the current content of mineral forms of nitrogen in A-horizons under Robinia pseudoacacia in comparison with other species



Ryc. 4. Mineralizacja netto azotu po laboratoryjnej inkubacji próbek z poziomów próchnicznych pod robinią akacją na tle innych gatunków

Fig. 4. Net mineralization of nitrogen after the laboratory incubation of samples from A-horizons under Robinia pseudoacacia in comparison with other species

Pod względem aktualnej zawartości mineralnych form azotu najkorzystniej prezentowały się poziomy próchniczne wykształcone pod robinia akacjową ze średnią 1,57 mg N-NH₄ + N-NO₃/ 100 g s.m. gleby (ryc. 2). Wskazuje to na najlepszą dostępność azotu dla roślin na powierzchni z robinia akacjową. Poziomy próchniczne wykształcone pod gatunkami kojarzonymi z mikrobiologicznym wiązaniem azotu atmosferycznego były zdecydowanie zasobniejsze w azot przyswajalny dla roślin w porównaniu z poziomami wykształconymi pod sosną zwyczajną. Statystycznie istotne różnice ($p < 0,05$) zanotowano pomiędzy zawartościami aktualnymi pod sosną i robinia. Na powierzchniach z robinia i rokitnikiem wśród mineralnych form azotu przeważał zdecydowanie N-NO₃, natomiast poziomy próchniczne pod sosną i olszą zieloną były zasobniejsze w formę N-NH₄.

Dostępne dla roślin mineralne formy azotu stanowią niewielki udział w całkowitej zawartości azotu. W badanych próbkach średni udział mineralnych form (N-NH₄ + N-NO₃) wahał się od 0,39% (pod sosną) do 1,54% azotu całkowitego (pod olszą zieloną) (ryc. 3). Pomiędzy tymi gatunkami różnice były istotne statystycznie ($p < 0,05$). Tak duży udział w azocie całkowitym w przypadku olszy zielonej potwierdzają laboratoryjne badania rozkładu jej ściółki, która uwalnia do gleby duże ilości łatwo hydrolizujących form azotu (Brożek i Wanic 2002). Pod względem mineralizacji netto azotu w warunkach laboratoryjnych (14 dni, temp. = 28 C) największe przyrosty zanotowano w próbkach spod rokitnika (ryc.4). We wszystkich próbkach po inkubacji przeważała forma azotanowa (N-NO₃). Średnia mineralizacja netto w glebie pod rokitnikiem wyniosła 5,84 mg N-NH₄ + N-NO₃/100 g s.m. gleby. Statystycznie istotne różnice w mineralizacji ($p < 0,05$) wystąpiły pomiędzy rokitnikiem, a sosną.

Wnioski

1. Robinia akacjowa *Robinia pseudoacacia* na tle pozostałych gatunków charakteryzowała się najwyższą zawartością przyswajalnych form azotu (N-NH₄ + N-NO₃) w poziomach próchnicznych.
2. Pod względem udziału przyswajalnych form azotu w całkowitej zawartości azotu najkorzystniej prezentowała się olsza zielona *Alnus viridis*. Warto podkreślić, że całkowita pula azotu była niższa w poziomach próchnicznych pod olszą niż pod rokitnikiem i robinia.
3. Pod względem mineralizacji netto azotu, próbki spod robinii, olszy i sosny prezentowały się podobnie, natomiast zdecydowanie największą mineralizację obserwowano pod rokitnikiem zwyczajnym.

Literatura

- Bender i in. 1985. Przydatność robinii akacjowej do zadrzewień gruntów pogórczych. Archiwum Ochrony Środowiska, 3-4: 113-133.
- Bielińska E.J. i in. 2004. Aktywność enzymatyczna piaskowych industrioziemów zalesionych robinia akacjową (*Robinia pseudoacacia* L.) zależnie od wystawy stoku zwałowiska. Roczn. Glebozn. 55, 2: 69-75
- Brożek S., Wanic T. 2002. Impact of forest litter of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench, *Alnus viridis* (Chaix) Lam. et DC, *Abies alba* Mill, and *Fagus sylvatica* L. on chosen soil properties. EJPAU, ser.Forestry, 5(1), #01
- Furdyna L., Mac J. 1966. Przydatność grochodrzewu (*Robinia pseudoacacia* L.) do utrwalania skarp. Sylwan, R.110, nr 9: 85-91.
- Jaroniewski W. 1991. Robinia akacjowa – roślina lecznicza i użytkowa. Wiad. Ziel., R.33, nr 5: 3-4.

- Matos E.S. i in. 2012. Organic matter Dynamics in reclaimed lignite mine soils under Robinia pseudoacacia L. plantations of different ages in Germany. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43: 745-755.
- Krzaklewski W. 1990. *Analiza działalności rekultywacyjnej na terenach pogórnicznych w głównych gałęziach przemysłu wydobywczego w Polsce*. Wyd. SGGW-AR Warszawa, Nr 44, ss. 90.
- Krzaklewski W. 2001. *Rekultywacja obszarów pogórnicznych i przemysłowych*. Konferencja nt: Przemiany środowiska naturalnego a ekorozwój. GEOSFERA. Kraków
- Łyczba S., Piątkowski J. 1999. *Rekultywacja zwałowiska zewnętrznego Kopalni KWB „Belchatów” o kierunku leśnym – stan obecny i perspektywy*. Referaty - Górnictwo Odkrywkowe – Środowisko - Rekultywacja ze szczególnym uwzględnieniem KWB „Belchatów”, Belchatów, ss.13-36.
- Pająk M. i in. 2011. Wpływ właściwości inicjalnych gleb na wzrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na zrehabilitowanych powierzchniach zwałowisk KWB „Belchatów”. *Inżynieria Ekologiczna*, 27: 144-152.
- Pająk M., Krzaklewski W. 2006. Wybrane właściwości chemiczne inicjalnych gleb na zwałowisku zewnętrznym kopalni „Belchatów”. *Rocz. Glebozn.* 57, ½: 158-163.
- Pająk M., Forgiel M., Krzaklewski W. 2004. Growth of trees used in reforestation of a northern slope of the external spoil bank of the „Belchatów” brown coal mine. *EJPAU, ser.Forestry*, 7(2), #02
- Piotrowska A., Mazurek R. 2009. Assessment of Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) shelterbelt influence on enzymatic activity and some chemical parameters of eutric cambisol. *Pol.J.Soil Sci.*, Vol.42 nr 1: 31-41.
- PTG 2009. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008. *Rocz. Glebozn.* 60, 2: 5-16.

Tomasz Wanic, Marek Pająk

Wydział Leśny Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
rlwanic@cyf-kr.edu.pl, rlpajak@cyf-kr.edu.pl