

## **ANALIZA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNYCH DREWNA I KORY ROBINII AKACJOWEJ (*ROBINIA PSEUDOACACIA L.*)**

Artur Kraszkiewicz

*Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** W pracy określono zawartość węgla, wodoru, tlenu, siarki i azotu w drewnie i korze pni drzewostanów robinii akacjowej. Surowiec do badań pobrano w pięciu 35-letnich drzewostanach zlokalizowanych na utworach piaszczystych kopalni siarki w Piasecznie koło Tarnobrzega. W procesie spalania, drewno robinii akacjowej ma korzystniejsze właściwości chemiczne niż kora tego gatunku, przede wszystkim ze względu na niewielką zawartość siarki. Związane jest to z mniejszą emisją  $\text{SO}_2$  i  $\text{SO}_3$  do atmosfery. Zawartości ocenianych pierwiastków chemicznych w drewnie i korze robinii akacjowej są porównywalne z danymi w literaturze podawanymi dla innych drzew.

**Słowa kluczowe:** robinia akacjowa, skład chemiczny drewna

### **Wstęp**

Drewno jako paliwo składa się z trzech podstawowych substancji [Kubiak i Laurow 1994; Prosiński 1984; Rybak 2006]: organicznej (palnej), mineralnej i wody. Udziały poszczególnych pierwiastków w paliwach stałych do których zaliczamy drewno są różne i zależne od rodzaju paliwa i jego stopnia uwęglenia. Zawartość węgla, wodoru i tlenu zależy od zaawansowania stopnia metamorfizmu. Wraz ze wzrostem stopnia metamorfizmu istotnie rośnie zawartość węgla natomiast maleje udział tlenu i nieznacznie spada zawartość wodoru. Udziały azotu i siarki w praktyce nie zależą od stopnia metamorfizmu paliwa. Pozostałe pierwiastki występujące w drewnie w nieznacznych ilościach tworzą w procesie spalania substancję mineralną czyli popiół [Prosiński 1984; Rybak 2006].

Ilościowe różnice w składzie chemicznym występują nie tylko w drewnie różnych gatunków, ale też mogą powstać w obrębie jednego gatunku. Wpływ na to ma zarówno rodzaj siedliska i zwarcie drzewostanu, jak również wiek i budowa anatomiczna drewna (drewno wczesne i późne, biel i twarde, pień i gałęzie), a także zmiany patologiczne wywołane działaniem grzybów [Kubiak i Laurow 1994; Rybak 2006].

Nieco inny skład chemiczny niż drewno posiada kora. Udział kory w stosunku do ogólnej masy pnia jest zróżnicowany w zależności od gatunku drzewa i najczęściej wynosi 5-20% [Antkowiak 1997; Prosiński 1984].

Celem badań było określenie zawartości w drewnie i korze pni robinii akacjowej węgla, wodoru, tlenu, siarki i azotu w aspekcie wykorzystania drewna tego gatunku jako źródła energii.

## Materiał i metody badań

Materiał do badań pobrano w pięciu, 35-letnich, drzewostanach zlokalizowanych na piaskowych glebach zwałowiska zewnętrznego kopalni siarki w Piasecznie koło Tarnobrzega.

Drzewostany te położone są w górnych i dolnych częściach skarp: na wysokości około 40 m; nachyleniu zbocza około 70% i wystawie północnej – drzewostany N<sub>G</sub> i N<sub>D</sub>, południowo-wschodniej – drzewostany S-E<sub>G</sub> i S-E<sub>D</sub> i południowej – drzewostan S<sub>G</sub> (indeksy dolne „G” i „D” oznaczają odpowiednio położenie w części górnej i dolnej skarpy). Wytypowane drzewostany pochodzą z sadzenia i nie prowadzono w nich zabiegów pielęgnacyjno-hodowlanych.

W glebie pod rozpatrywanymi drzewostanami zawartość azotu ogólnego (N<sub>og.</sub>) zawierała się w przedziale od 0,24 g·kg<sup>-1</sup> do 0,57 g·kg<sup>-1</sup>, fosforu (P) – 0,004-0,005 g·kg<sup>-1</sup>, potasu (K) – 0,021-0,027 g·kg<sup>-1</sup>, natomiast zawartość węgla organicznego wynosiła 2,09-2,90 g·kg<sup>-1</sup> [Kraszkiewicz 2007]. Kierując się kryteriami oceny zasobności gleb leśnych wg Baule i Frickera [1973] stwierdzono, że zasobność w składniki pokarmowe N, P, K gleby pod wszystkimi drzewostanami była niedostateczna.

We wszystkich drzewostanach w ostatniej dekadzie grudnia, na powierzchni o wielkości 500 m<sup>2</sup> (20×25 m) i przy użyciu metody drzew próbnych [Bruchwald 1999] z drzewostanu głównego wytypowano i ścięto po jednym drzewie o średniej wysokości i pierśnicy oraz przeciętnym pokroju. Wysokość ściętych drzew zawierała się w przedziale od 15,5 m do 18,0 m, pierśnica w przedziale 16,0-23,5 cm, natomiast świeża masa całych drzew od 119 kg do 271 kg, przy wilgotności 31-33%.

Z każdego ściętego drzewa, wydzielono pień w korze, z którego oddzielnie dla drewna i kory w klasach grubości 1,1-5,0 cm i 10,1-15,0 cm pobrano próby (wyrzynki) do badań laboratoryjnych. Pozyskany w ten sposób materiał wysuszono do stanu suchego w suszarkach z obiegiem powietrza w temperaturze 105°C, a następnie rozdrobniono w młynkach laboratoryjnych do frakcji ≤ 0,4 mm.

W tak przygotowanych próbkach – drewna i kory pni poszczególnych drzewostanów – określono zawartość:

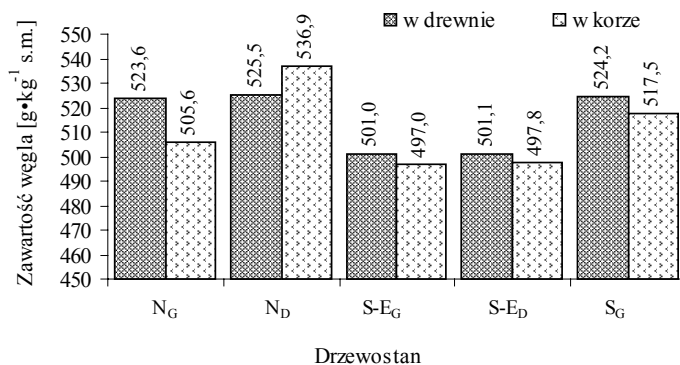
- węgla, wodoru, tlenu, siarki – metodą absorpcji IR;
- azotu – metodą katalometryczną.

## Wyniki badań i ich analiza

Zawartość węgla w drewnie i korze pni (w stanie suchym) poszczególnych drzewostanów przedstawiono na rysunku 1.

W drewnie pni zawartość węgla stanowiła od 501,0 do 525,5 g·kg<sup>-1</sup> s.m. (rys. 1), natomiast średnio w drewnie pni wszystkich drzewostanów zawartość tego pierwiastka wynosiła 515,1 g·kg<sup>-1</sup> s.m. W trzech drzewostanach (66%), zawartość węgla w drewnie pni wynosiła od 524 do 525 g·kg<sup>-1</sup> s.m., a w pozostałych dwóch (S-E<sub>G</sub> i S-E<sub>D</sub>) zawartość węgla w drewnie była o około 2,4% mniejsza i wynosiła odpowiednio 501,0 i 501,1 g·kg<sup>-1</sup> s.m. (rys. 1). Średnio w korze pni zawartość węgla wynosiła (biorąc pod uwagę wszystkie

drzewostany)  $511,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$  W czterech drzewostanach (80%) drewno pni zawierało więcej węgla niż kora pni. Jedynie w drzewostanie  $N_D$  w korze pni węgla było więcej –  $536,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$  (rys. 1).

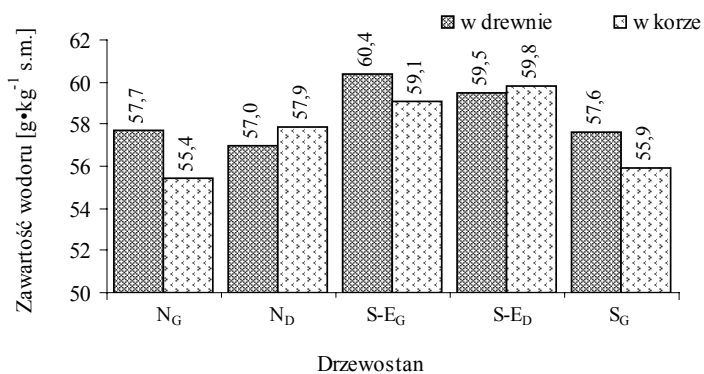


Rys. 1. Zawartość węgla w drewnie i korze pni (wyniki własne autora)

Fig. 1. The content of carbon in wood and the bark of trunks (author's own results)

Zawartość wodoru w suchej masie drewna i kory pni poszczególnych drzewostanów przedstawiono na rysunku 2.

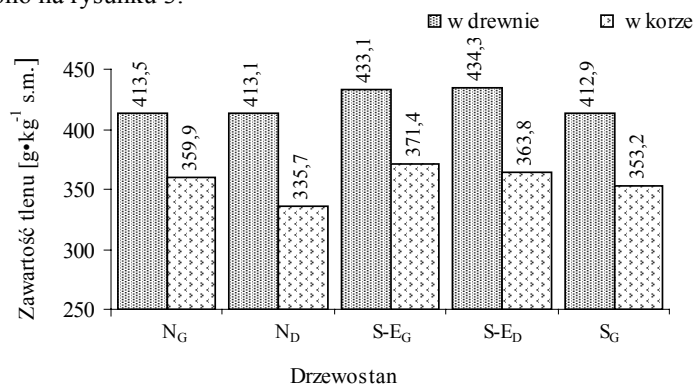
Zawartość wodoru w drewnie pni wynosiła od  $57,0$  do  $60,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$  (średnio  $58,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ ), natomiast zawartość tego pierwiastka w korze zawierała się w granicach  $55,4$ - $59,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$  (średnio  $57,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ ). Na ogół (w 66% drzewostanów) zawartość wodoru w drewnie pni była większa niż w korze pni, odwrotnie było w drzewostanach  $N_D$  i  $S-E_G$  (rys. 2).



Rys. 2. Zawartość wodoru w drewnie i korze pni (wyniki własne autora)

Fig. 2. The content of hydrogen in wood and the bark of trunks (author's own results)

Zawartość tlenu w suchej masie drewna i kory pni poszczególnych drzewostanów przedstawiono na rysunku 3.



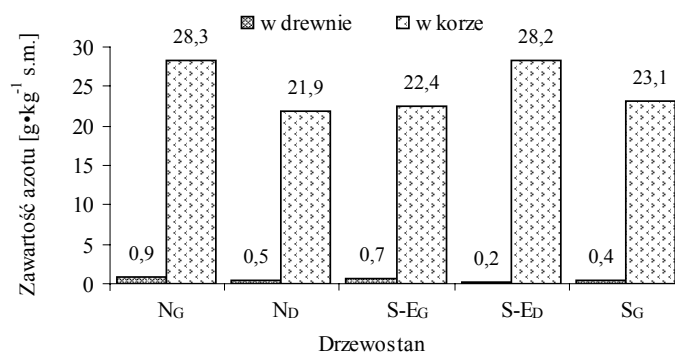
Rys. 3. Zawartość tlenu w drewnie i korze pni (obliczenia własne autora)

Fig. 3. The content of oxygen in wood and the bark of trunks (author's own results)

W drewnie pni zawartość tlenu wynosiła od 412,9 do 434,3 g·kg<sup>-1</sup> s.m. (średnio 421,4 g·kg<sup>-1</sup> s.m.), natomiast kora pni zawierała 335,7-371,4 g tlenu w 1 kg s.m. (średnio 356,8 g·kg<sup>-1</sup> s.m.) – rysunek 3. W korze pni stwierdzono mniejszą zawartość tlenu o około 15% w stosunku do zawartości tlenu w drewnie pni (rys. 3).

Zawartość azotu w drewnie i korze pni w stanie suchym w poszczególnych drzewostanach przedstawiono na rysunku 4.

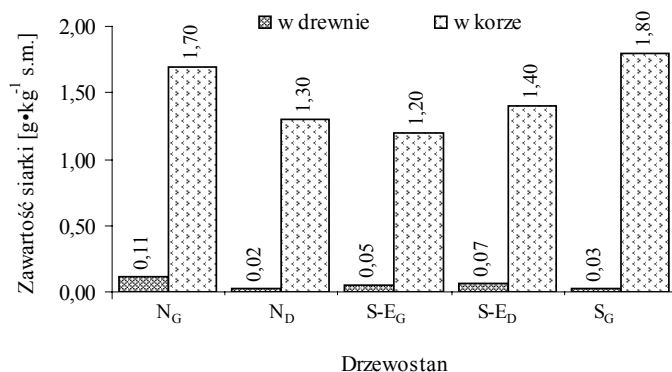
Zawartość azotu w drewnie pni wynosiła 0,2-0,9 g·kg<sup>-1</sup> s.m. (średnio 0,5 g·kg<sup>-1</sup> s.m.). W korze pni zawartość azotu wynosiła od 21,9 do 28,3 g·kg<sup>-1</sup> s.m. (średnio 24,8 g·kg<sup>-1</sup> s.m.) – rysunek 4. Zwraca uwagę, że zawartość azotu w korze pni była aż 31-58-krotnie większa niż w drewnie pni, a w przypadku drzewostanu S-ED, 141 razy większa.



Rys. 4. Zawartość azotu w drewnie i korze pni (wyniki własne autora)

Fig. 4. The content of nitrogen in wood and the bark of trunks (author's own results)

Zawartość siarki w suchej masie drewna i kory pni poszczególnych drzewostanów przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Zawartość siarki w drewnie i korze pni (wyniki własne autora)

Fig. 5. The content of sulfur in wood and the bark of trunks (author's own results)

Zawartość siarki w drewnie pni wynosiła od 0,02 do 0,11 g·kg<sup>-1</sup> s.m. Średnio, zawartość siarki w drewnie pni wynosiła 0,06 g·kg<sup>-1</sup> s.m. Zawartość siarki w korze pni wynosiła 1,10-1,80 g·kg<sup>-1</sup> s.m. (średnio 1,48 g·kg<sup>-1</sup> s.m.). Należy zauważyć, że zawartość siarki w korze była średnio 37 razy większa niż w drewnie.

Wszystkie rozpatrywane drzewostany były w równym wieku (35-lat) oraz rosły w podobnych warunkach siedliskowych, na tym samym utworze glebowym – piasku i przy niedostatecznej zasobności tych gruntów w składniki pokarmowe. Czynnikiem różnicującym je była więc wystawa skarpy (N, S-E i S) oraz położenie drzewostanu na jej zboczu (górne lub dolne).

Badane drewno pni robinii akacjowej w stanie suchym zawierało średnio: węgla – 51,5%; wodoru – 5,8%; tlenu 42,1%; azotu – 0,05%; siarki – 0,006%. Natomiast kora pni: węgla – 51,1%; wodoru – 5,8%; tlenu 35,7%; azotu – 2,48%; siarki – 0,148%.

W literaturze [Antkowiak 1997; Demirbas 2004; Grzybek 2004; Prosiński 1984; Rybak 2006] podaje się, że drewno bez kory zawiera: węgla – 48-52%; wodoru – 6,2-6,4%; tlenu 38-42%; azotu – 0,1-0,5%; siarki – < 0,05%, natomiast kora zawiera: węgla – 48-52%; wodoru – 4,6-6,8%; tlenu 24,3-42,4%; azotu – 0,3-0,8%; siarki – < 0,05%.

Określone podczas badań zawartości węgla, wodoru, tlenu, azotu i siarki w drewnie oraz węgla, wodoru i tlenu w korze robinii akacjowej były porównywalne z zawartościami tych pierwiastków podawanymi dla innych gatunków drzew. Jedynie ilości azotu i siarki w korze robiniowej były około trzykrotnie większe niż górne wartości przedziałów zawartości tych pierwiastków w korze innych gatunków drzew.

Kora robinii akacjowej zawiera znacznie więcej siarki i azotu niż drewno. Pierwiastki te w procesie spalania odpowiedzialne są za powstawanie niebezpiecznych dla środowiska gazów spalinowych (NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub> i SO<sub>3</sub>) [Dzurenda 2004; Rybak 2006], co m.in. przyczynia się do deprecjacji tego surowca w aspekcie jego energetycznego wykorzystania.

## Wnioski

Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań można sformułować następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Zawartości węgla, wodoru, tlenu, siarki i azotu w drewnie i korze robinii akacjowej są w granicach zawartości podawanych dla drewna innych gatunków drzew.
2. W aspekcie wykorzystania jako odnawialnego źródła energii, drewno robinii akacjowej ma korzystniejsze właściwości chemiczne niż kora tego gatunku, przede wszystkim ze względu na niewielką zawartość siarki i azotu.

## Bibliografia

- Antkowiak L.** 1997. Wykorzystanie kory niektórych drzew i krzewów. Wyd. AR Poznań. ISBN 8371600801.
- Baule H., Fricker C.** 1973. Nawożenie drzew leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Bruchwald A.** 1999. Dendrometria. Wyd. SGGW, Warszawa. ISBN 8300028897.
- Demirbas A.** 2004. Combustion characteristics of different biomass fuels. progress in energy and Combustion Science. 30. s. 219-230.
- Dzurenda L.** 2004. Analýza procesov horenia dendromasy v závislosti od koncentracie kyslíka v tepelnom reaktore. Závěrečná správa k projektu VEGA SR č.1/9262/02, Zvolen: 16.
- Grzybek A.** 2004. Biomasa jako źródło energii. W: Wierzba energetyczna – uprawa i technologie przetwarzania (red. A. Grzybek). Wyd. Weisa. Bytom. s. 10-19.
- Kraszkiewicz A.** 2007. Ocena możliwości energetycznego wykorzystania drewna robinii akacjowej. Praca doktorska. UP Lublin. Maszynopis.
- Kubiak M., Laurow Z.** 1994. Surowiec drzewny. Fund. Rozwój SGGW. Warszawa. ISBN 8386241330.
- Prosiński S.** 1984. Chemia drewna. PWRiL. Warszawa. ISBN 8309006748.
- Rybak W.** 2006. Spalanie i współspalanie biopaliw stałych. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław. ISBN 8370859380.

## **ANALYSIS OF SELECTED CHEMICAL PROPERTIES OF BLACK LOCUST (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) WOOD AND BARK**

**Abstract.** The paper evaluates the contents of carbon; hydrogen, oxygen, sulfur and nitrogen in the wood and bark of black locust stand trunks. The raw material for the studies was collected in five 35-year-old tree stands located on sand deposits of sulfur mine in Piaseczno near Tarnobrzeg. As far as combustion is concerned, the black locust wood has more advantageous chemical properties than the bark of this species, especially because of small sulfur contents. This with smaller emission be connected SO<sub>2</sub> and SO<sub>3</sub> to atmosphere. The contents of assessed chemical elements in the wood and bark of black locust are comparable to those referred to in literature for other trees.

**Key words:** black locust, chemical constitution of wood

**Adres do korespondencji:**

Artur Kraszkiewicz; e-mail: [artur.kraszkiewicz@up.lublin.pl](mailto:artur.kraszkiewicz@up.lublin.pl)  
Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Głęboka 28  
20-612 Lublin