

**RENATA TOBIASZ-SALACH**

Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska  
Zakład Produkcji Roślinnej, e-mail: [r.tobiasz@ur.edu.pl](mailto:r.tobiasz@ur.edu.pl)

**ZIARNO OWSA (AVENA SATIVA L) I MOŻLIWOŚCI JEGO WYKORZYSTANIA JAKO ALTERNATYWNEGO ŹRÓDŁA ENERGII**

*Wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii przynosi duże korzyści. Zainteresowanie biomasą jest coraz większe, ponieważ energetyka konwencjonalna znacząco obciąża środowisko naturalne, a zasoby paliw kopalnych szybko maleją. Nadwyżki ziarna zbóż lub ziarna niespełniającego wymagań jakościowych można wykorzystać do produkcji energii. Z tego powodu, za cel pracy przyjęto przeprowadzenie badań i ocenę wykorzystania ziarna owsa oplewionego i nieoplewionego na cele energetyczne. Analizowano wartość opałową ziarna i zawartość w nim popiołu. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że formy nieoplewione owsa w porównaniu z formami oplewionymi charakteryzują się korzystniejszymi cechami opałowymi. Posiadają więcej tłuszczu i mniej popiołu w ziarnie. Z pośród analizowanych odmian do celów energetycznych nadają się odmiany Polar i Bingo (formy nieoplewione owsa) oraz Krezus (forma oplewiona).*

**Słowa kluczowe:** owies, odmiany, biomasa, energia

**I. WSTĘP**

Energetyka cały czas poszukuje nowych, alternatywnych biopaliw, które posiadałyby niskie właściwości emisyjne zanieczyszczeń do atmosfery oraz charakteryzowałyby się jak największą przydatnością energetyczną.

Jednym ze sposobów zwiększenia energii jest wykorzystanie biomasy pochodzenia roślinnego. Taka biomasa może być wykorzystywana w procesach bezpośredniego spalania lub przetwarzania na biopaliwa ciekłe i gazowe. W przypadku krajów, których gospodarka opiera się na zasobach naturalnych energię produkuje się z paliw złożonych tzn. z połączenia biomasy i zasobów kopalnych lub przekształcania gazów cieplarnianych w nowe nośniki energii. W ostatnich latach również w Polsce do celów energetycznych wykorzystuje się ziarno zbóż, głównie owsa i kukurydzy. Ziarno zbóż ze względu na niewielkie rozmiary łatwiej jest transportować i magazynować niż słomę i drewno. Proces spalania jest łatwy. Możliwa jest jego pełna automatyzacja [Janowicz 2006]. Z pośród różnych rodzajów biomasy wielu autorów uważa [Piasecka i in. 2017, Kaszkowiak i in. 2010, Kwaśniewski 2010, Tobiasz-Salach i in. 2016], że ziarno i słoma owsiana powinny być wykorzystywane jako surowiec energetyczny. Wynika to z popularności uprawy i małych wymagań glebowych owsa. Roślina ta może być uprawiana na terenach o niskich walorach produkcyjnych. Dzięki dobrze rozwiniętemu systemowi korzeniowemu, posiada dużą zdolność do pobierania trudnodostępnych składników pokarmowych [Stypczyńska

i Dziamski 2005; Tendziagolska 2010]. Owies uprawiany może być na glebach zaliczanych do kompleksów żytnich, zbożowo-pastewnych, owsiano-ziemniaczanych i owsiano-pastewnych górskich [Klima i Łabza 2010, Noworolnik i Sułek 2014], czyli na terenach o średniokorzystnych warunkach gospodarowania na cele rolnicze. Tereny te mogą być zatem przeznaczone do uprawy owsa. Innym powodem wykorzystania owsa w energetyce jest dostępność maszyn do uprawy tego gatunku. Istnieje długa tradycja wykorzystania owsa jako rośliny paszowej i żywieniowej. Ponadto ziarno owsa jest łatwe w przechowywaniu i transporcie. Na świecie koncepcja spalania owsa jest znana do dawna. Szczególnie w krajach skandynawskich. Również w Polsce istnieje zainteresowanie pozyskiwaniem energii z tego gatunku zboża.

Dlatego podjęto badania, których celem była ocena wartości energetycznej 6 odmian owsa oplewionego i nieoplewionego pod względem kaloryczności i zawartości tłuszczu w ziarnie. Założono hipotezę badawczą, że ziarna form nieoplewionych owsa mają wyższą wartość energetyczną w porównaniu do form oplewionych.

## II. METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło 6 odmian owsa oplewionego (odmiany Krezus, Bingo i Gniady) oraz nieoplewionego (odmiany Nagus, Polar i Maczo).

Badania polowe przeprowadzono w gospodarstwie indywidualnym natomiast laboratoryjne w Instytucie Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska Uniwersytetu Rzeszowskiego w latach 2019-2021.

Założono je w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Owies w latach badań wysiano w I i II dekadzie kwietnia. Badania prowadzono na glebie brunatnej, wytworzonej z lessu o składzie mechanicznym utworu gleby średniej, należącej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III a. Gleba charakteryzowała się odczynem obojętnym (pH<sub>KCl</sub> od 5,5 do 6,2). Zawartość składników przyswajalnych w warstwie gleby 0-25 cm w mg·kg<sup>-1</sup> wynosiła: dla fosforu - 118,3; potasu - 131,4 oraz magnezu - 41,2. Zawartość mikroelementów była na średnim poziomie i wynosiła: B - 1,3; Mn - 139,1; Cu - 3,6; Zn - 8,6 i Fe - 956. Agrotechnika była zgodna z zaleceniami uprawy dla tego gatunku. W fazie dojrzałości pełnej zebrano ziarno owsa i dosuszono do 14% wilgotności. Pobrano materiał badawczy do analiz laboratoryjnych w celu określenia wartości opałowej ziarna i zawartości popiołu.

Analizowany materiał rozdrobniono w młynie laboratoryjnym do granulacji poniżej 1 mm uzyskując w pełni homogeny materiał. Następnie z próby całkowitej przygotowano przy użyciu tabletkarki automatycznej 1 gramowe tabletki do bezpośredniej analizy wartości opałowej. Wartość opałowa wyznaczona została na aparacie do badań kalorymetrycznych LECO AC500. Ciepło spalania określone zostało w wyniku spalania próbki w atmosferze tlenowej, w pojemniku ciśnieniowym umieszczonym w płaszczu wodnym otoczonym ze wszystkich stron, w celu zapewnienia monitorowania wymiany ciepła. Do wywołania zapłonu próby stosowano drut o długości 8 cm. W analizie nie stosowano dodatkowych katalizatorów. Pomiar temperatury wody monitorowany był przy pomocy elektronicznego termometru, którego dokładność wynosi 0,0001°C. Wymiana ciepła była stale monitorowana przez układ pomiarowy. Na podstawie ilości wydzielonego ciepła określono wartość opałową analizowanego materiału. Zawartość popiołu oznaczono spalając materiał w piecu muflowym w temperaturze 600 °C [PN-EN 14775:2010].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Zastosowano test porównań wielokrotnych Tukey'a. Analizę statystyczną przeprowadzono w programie ANALWAR -5,3 FR.

### III. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Biomasa roślinna stosowana w energetyce może być wykorzystywana do bezpośredniego spalania lub ulegać przetworzeniu. Poddanie biomasy stałej procesom termochemicznym, biochemicznym lub termicznym, prowadzi do uzyskania paliw płynnych, stałych i gazowych. Paliwa płynne obejmują: etanol, biodiesel, bioolej i metanol [Roszkowski 2003]. Ziarno owsa ze względu na niską zawartość tłuszczu w granicach od 3 do 6%, w porównaniu do rzepaku (około 40%), nie nadaje się do wykorzystania na paliwa ciekłe ale może być wykorzystany jako paliwo stałe w postaci biomasy. Istotnym wskaźnikiem w ocenie użyteczności energetycznej analizowanych surowców energetycznych, jest ich wartość opałowa [Burczyk 2011]. W przeprowadzonych badaniach analizowano wartość opałową 6 odmian owsa (tab. 1).

**Tabela 1 - Table 1**

Wartość kaloryczna ziarna owsa w zależności od odmiany [MJ kg<sup>-1</sup>] / Caloric value of oat grain depending on the cultivars [MJ kg<sup>-1</sup>]

Odmiany / Cultivars	2019	2020	2021	2019-2021
Krezus	18,50	17,40	18,20	18,13
Bingo	18,60	17,20	17,90	17,90
Gniady	18,90	17,80	18,10	18,03
<b>LSD<sub>α=0,05</sub></b>	<b>0,23</b>	<b>0,27</b>	<b>0,31</b>	<b>0,19</b>
Nagus*	18,53	17,47	18,07	18,02
Polar*	18,90	19,10	19,40	19,13
Maczo*	19,80	18,70	19,90	19,47
<b>LSD<sub>α=0,05</sub></b>	<b>0,53</b>	<b>0,81</b>	<b>0,63</b>	<b>1,13</b>
Średnia dla form oplewionych <i>Mean for hulled forms</i>	18,67	17,47	18,07	18,07
Średnia dla form nieoplewionych <i>Mean for naked forms</i>	19,27	19,23	19,33	19,28
<b>LSD<sub>α=0,05</sub></b>	<b>0,36</b>	<b>1,23</b>	<b>0,75</b>	<b>0,84</b>
<b>Średnia ogólna / Total mean</b>	<b>18,85</b>	<b>18,22</b>	<b>18,61</b>	<b>18,56</b>

Formy nieoplewione owsa \* / naked forms of oats\*

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała zróżnicowanie w wartości opałowej badanych odmian owsa (tab. 1). Formy nieoplewione charakteryzowały się wyższą kalorycznością w porównaniu do form oplewionych. Zależności te wykazano w każdym roku badań. Wśród analizowanych form oplewionych średnio w trzyletnim okresie badań najwyższą kaloryczność posiadała odmiana owsa Krezus. Jej wartość była o 1,3% wyższa w porównaniu do odmiany Bingo co potwierdziła przeprowadzona analiza wariancji. Różnice w kaloryczności form nieoplewionych wykazano także pomiędzy odmianą Nagus a Maczo. Odmiana Maczo w stosunku do odmiany Nagus charakteryzowała się wyższą kalorycznością średnio o 7,5%. Przeprowadzona analiza potwierdza zatem tezę, że formy nieoplewione owsa charakteryzują się wyższą kalorycznością w porównaniu do form oplewionych. Wyższa kaloryczność owsa nieoplewionego wynika najprawdopodobniej z wyższej zawartości tłuszczu w ziarnie. Średnia zawartość tłuszczu w ziarnie owsa wynosi około 7%. Formy oplewione w swoim składzie zawierają go od 4 do 7%, natomiast u form

nieoplewionych, zawartość ta może wynieść nawet do 11% [Biel i in. 2014, Biel i in. 2009, Podolska i in. 2009]. Z energetycznego punktu widzenia, bardziej pożądane jest zwiększenie w ziarnie zawartości tłuszczu. Przy spalaniu jednego grama tłuszczu wydziela się dwukrotnie więcej energii niż w przypadku spalania jednego grama białka.

Innym wskaźnikiem określającym przydatność owsa w celach energetycznych jest zawartość popiołu w ziarnie. Im niższa jego zawartość tym lepsza przydatność surowca na cele energetyczne. Zawartość popiołu w biomase jest zdecydowanie niższa niż w tradycyjnych paliwach kopalnianych, co czyni biomasę bardziej atrakcyjnym paliwem energetycznym [Bajcar i in. 2015]. Podczas spalania czystej biomasy wytwarzane są niewielkie ilości popiołu, który nie zawiera szkodliwych substancji [Kwaśniewski 2010]. Popiół taki może być wykorzystany jako nawóz mineralny w rolnictwie [Nakonieczny i in. 2014].

W przeprowadzonych badaniach wykazano mniejszą zawartość popiołu u form owsa nieoplewionego w porównaniu do form oplewionych tego gatunku (tab. 2). Z analizowanych form oplewionych owsa najbardziej przydatna do celów energetycznych okazała się odmiana Krezus, która w trzyletnim okresie badań posiadała o 18,7% mniej popiołu niż odmiana Gniady. Wśród form nieoplewionych, dwie odmiany Polar i Maczo uzyskały mniej popiołu w porównaniu do odmiany Nagus, co świadczy o lepszych cechach opałowych. Uzyskane wyniki badań własnych są podobne do wyników innych autorów, którzy wskazują na lepsze cechy energetyczne owsa nieoplewionego w porównaniu do oplewionego [Kaszkowiak i in. 2010, Kwaśniewski 2010, Piasecka i in. 2017].

**Tabela 2 - Table 2**

Zawartość popiołu w ziarnie owsa w zależności od odmiany [ $\text{MJ kg}^{-1}$ ] / *Ash content in oat grain depending on cultivars [ $\text{MJ kg}^{-1}$ ]*

Odmiany / <i>Cultivars</i>	2019	2020	2021	2019-2021
Krezus	2,35	2,65	2,87	2,62
Bingo	2,63	2,69	2,98	2,77
Gniady	2,98	3,12	3,56	3,22
<b>LSD<math>_{\alpha=0,05}</math></b>	<b>0,43</b>	<b>0,41</b>	<b>0,61</b>	<b>0,33</b>
Nagus*	1,98	1,98	1,86	1,94
Polar*	1,36	1,56	1,65	1,52
Maczo*	1,54	1,46	1,65	1,55
<b>LSD<math>_{\alpha=0,05}</math></b>	<b>0,33</b>	<b>0,21</b>	<b>0,23</b>	<b>0,23</b>
Średnia dla form oplewionych <i>Mean for hulled forms</i>	1,63	1,67	1,72	1,67
Średnia dla form nieoplewionych <i>Mean for naked forms*</i>	2,65	2,82	3,14	2,87
<b>LSD<math>_{\alpha=0,05}</math></b>	<b>0,53</b>	<b>0,81</b>	<b>1,63</b>	<b>1,13</b>
<b>Średnia ogólna / Total mean</b>	<b>2,21</b>	<b>2,33</b>	<b>2,53</b>	<b>2,36</b>

Formy nieoplewione owsa \* / *naked forms of oats\**

#### IV. PODSUMOWANIE

Alternatywną możliwością produkcji energii jest wykorzystanie biomasy roślinnej pochodzenia leśnego lub rolniczego. Taka biomasa może być wykorzystywana w procesach bezpośredniego spalania. Jednym z różnych rodzajów biomasy, która charakteryzuje się

korzystnymi cechami opałowymi jest ziarno owsa. Dlatego celem badań była ocena możliwości wykorzystania ziarna odmian owsa oplewionego i nieoplewionego na cele energetyczne. Analizowano wartość opałową ziarna i zawartość w nim popiołu. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że formy nieoplewione owsa w porównaniu z formami oplewionymi charakteryzują się korzystniejszymi cechami opałowymi. Posiadają więcej tłuszczu i mniej popiołu w ziarnie. Z pośród analizowanych odmian do celów energetycznych nadają się odmiany Polar i Bingo (formy nieoplewione owsa) oraz Krezus (forma oplewiona).

#### BIBLIOGRAFIA

1. Bajcar M., Czernicka M., Saletnik B., Zaguła B., Puchalski Cz., Gorzelany J. 2015. Assessment of Energy Properties of Plant Biomass Pellets. TEKA. Commission Of Motorization And Energetics In Agriculture.
2. Biel W., Bobko K., Maciorowski R. 2009. Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain. *J. Cereal Sci.* 49. 413-418.
3. Biel W., Jacyno E., Kawęcka M. 2014. Chemical composition of hulled, dehulled and naked oat grains. *South African Journal of Animal Science.* 44 (2). 189-197.
4. Bureczyk H. 2011. Przydatność zbóż na potrzeby produkcji energii odnawialnej w świetle wyników doświadczeń. *Problemy Inżynierii Rolniczej.* 3/2011. 43-51.
5. Grzybek A. Kierunki zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. *Więś Jutra.* 9 (962). 16-21.
6. Janowicz L. Ciepło z ziarna. 2006. *Aeroenergetyka.* 1(15). 39-41.
7. Kaszkowiak E., Kaszkowiak J. 2010. Energetyczne wykorzystanie ziarna owsa i jęczmienia jarego. *Inżynieria i aparatura chemiczna.* 5/2010. 57-58.
8. Klima K., Łabza T. 2010. Plonowanie i efektywność ekonomiczna uprawy owsa w siewie czystym i mieszanym w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 3 (70). 141-147.
9. Kwaśniewski D. 2010. Produkcja i wykorzystanie ziarna owsa jako odnawialnego źródła energii. *Problemy Inżynierii Rolniczej.* 3. 95-101.
10. Kwaśniewski D. Produkcja i wykorzystanie ziarna owsa jako odnawialnego źródła energii. *Problemy Inżynierii Rolniczej.* 3. 95-101.
11. Nakonieczny P., Kluza P. A., Tatar G., Bródka R. 2014. Rodzaje, charakterystyka, oraz wybrane problemy eksploatacji kotłów i pieców zasilanych różnymi paliwami. *Acta Scientiarum Polonorum. Technica Agraria.* 13(1-2). 27-40.
12. Noworolnik K., Sułek A. 2014. Agrotechnika owsa na cele paszowe i spożywcze. *Studia i Raporty IUNG-PIB.* 41(15). 167-180.
13. Piasecka I., Knozowski P., Ropińska P., Tomporowski A., Ignaszak P. 2017. Badanie i ocena możliwości wykorzystania na cele energetyczne rozdrobnionych ziaren zbóż wiechlinowatych. *Acta Sci. Pol. Technica Agraria* 16(1-2). 47-57.
14. Podolska G., Nita Z., Mikos M. 2009. Plonowanie i skład chemiczny ziarna nagoziarnistej formy owsa karłowatego (STH 5630) w zależności od gęstości siewu i nawożenia azotem. *Fragm. Agron. (XXV).* 1 (97). 338-346.
15. Roszkowski A. 2003. Perspektywy wykorzystania biomasy jako źródła paliw silnikowych. *MOTROL.* 5. 143-151.
16. Styczyńska Z., Dziamski A. 2005. Struktura systemu korzeniowego i plon owsa w zależności od następczego wpływu deszczowania i nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol. Agricultura.* 4 (2). 73-82.

17. Tendziagolska E. 2010. Zmiany wybranych właściwości fizycznych gleby w uprawie owsa nagiego w systemie ekologicznym. Problemy Inżynierii Rolniczej. 2. 31-39.
18. Tobiasz-Salach R., Pyrek-Bajcar E., Bobrecka-Jamro D. 2016. Assessing the possible use of hulled and naked oat grains as an energy source. ECONTECHMOD. Vol. 5.3. 35-40. ISSN2084-5715.

## **OAT GRAIN (*AVENA SATIVA* L) AND ITS POSSIBLE USE AS AN ALTERNATIVE SOURCE OF ENERGY**

### Summary

*The use of renewable energy sources brings great benefits. Interest in biomass is growing -, because conventional energy significantly burdens the natural environment, and resources of fossil fuels are rapidly decreasing. Surplus cereal grains or grains that do not meet quality requirements can be used for energy production. For this reason, the aim of the work was to conduct research and evaluate the use of hulled and naked oat grains for energy purposes. The calorific value of grain and its ash content were analyzed. On the basis of the conducted research, it was shown that bare forms of oat, compared to hulled forms, are characterized by more favorable calorific properties. They have more fat and fewer ashes in the grain. Among the analyzed cultivars, Polar and Bingo (naked forms of oats) and Krezus (hulled forms) are suitable for energy purposes.*

**Key words:** oats, cultivars, biomass, energy