

Ewa KASZKOWIAK<sup>1</sup>, Jerzy KASZKOWIAK<sup>2</sup>

e-mail: ekasz@utp.edu.pl

<sup>1</sup>Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, UTP Bydgoszcz<sup>2</sup>Instytut Eksploatacji Maszyn i Transportu, Wydział Inżynierii Mechanicznej, UTP Bydgoszcz

## Energetyczne wykorzystanie ziarna owsa i jęczmienia jarego

### Wstęp

Produkcja ziarna zbóż z przeznaczeniem na cele energetyczne jest jedną z alternatyw w działalności gospodarstw rolniczych. Przeznaczenie ziarna do celów opałowych jest w wielu aspektach łatwiejsze do wdrożenia niż przekonanie polskich plantatorów do uprawy wieloletnich roślin energetycznych. Rolnicy mają doświadczenie w uprawie zbóż, a także posiadają w swoich gospodarstwach odpowiednie zaplecze maszynowe i magazynowe. Wykorzystanie powierzchni składowania w przeliczeniu na wartość energetyczną produktu, również okazuje się korzystniejsze dla zbóż w porównaniu z innymi rodzajami biomasy. Ziarno ze względu na niewielkie wymiary jednostkowe łatwiej jest transportować i magazynować. W przypadku spalania ziarna możliwa jest też prosta automatyzacja procesu dozowania paliwa do kotła. Skutki środowiskowe wykorzystania owsa i jęczmienia jako odnawialnego źródła energii są takie jak w przypadku spalania innych rodzajów biomasy. Najważniejsze efekty wykorzystania ziarna na cele energetyczne to ograniczenie zużycia surowców kopalnych, zmniejszenie emisji związków powstających podczas spalania węgla i zerowy bilans emisji CO<sub>2</sub>, a także możliwość wykorzystania powstałego popiołu do nawożenia pól i uniezależnienie się gospodarstwa od zewnętrznych dostaw surowców energetycznych. Ponadto istnieje możliwość wykorzystania słomy jako substancji organicznej do przyorania. Ocenia się, że jednorazowe przyoranie słomy w zmianowaniu dostarcza 60–70% substancji organicznej pełnej dawki obornika. Staje się istotnym czynnikiem warunkującym utrzymanie dodatniego bilansu materii organicznej w glebie. Zmniejszenie zasobów próchnicy w glebie prowadzi bowiem do obniżenia zdolności sorpcyjnych i żyzności a w konsekwencji do spadku plonu i pogorszenia jego jakości.

Prowadzone doświadczenie na przestrzeni całego czteroletniego cyklu badań ma na celu określenie na ile wykorzystanie ziarna owsa i jęczmienia jarego może przyczynić się do ograniczenia wykorzystania kopalnych źródeł energii. Ponadto celem doświadczenia jest uzyskanie informacji o przydatności poszczególnych gatunków zbóż do wykorzystania na cele energetyczne.

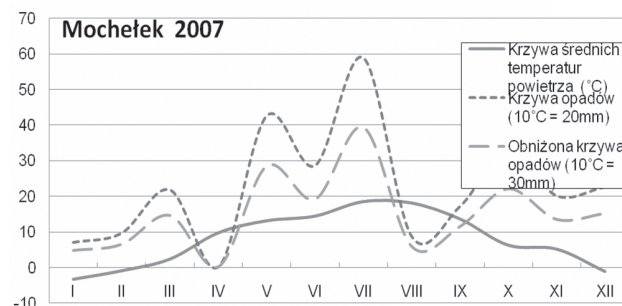
### Przebieg doświadczenia

Przedmiotem badań były dwa gatunki zbóż jarych: jęczmień i owies.

Część polową doświadczenie założono jako jednoczynnikowe w układzie losowanych podbloków w 4 powtórzeniach. Realizowano ją w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Uniwersytetu Technologicznego w Mochełku w latach 2007 i 2008 na glebie klasy IVb, kompleksu żytniego dobrego. Przedplonem dla uprawianych gatunków były rośliny zbożowe. Jesienią zastosowano nawożenie fosforem i potasem w dawkach 35 kg P·ha<sup>-1</sup> w postaci 46% superfosfatu potrójnego granulowanego i 100 kg K·ha<sup>-1</sup> w postaci 60% soli potasowej. Nawożenie azotowe stosowano w dwóch terminach, w trzech dawkach. Na wszystkich poletkach, poza kontrolą (0 kgN·ha<sup>-1</sup>), pierwszą dawkę azotu w ilości 40 kg·ha<sup>-1</sup> zastosowano bezpośrednio przed siewem, drugą dawkę (N 40kg·ha<sup>-1</sup>) na wybranych poletkach w fazie pełni strzelania w żdźbło.

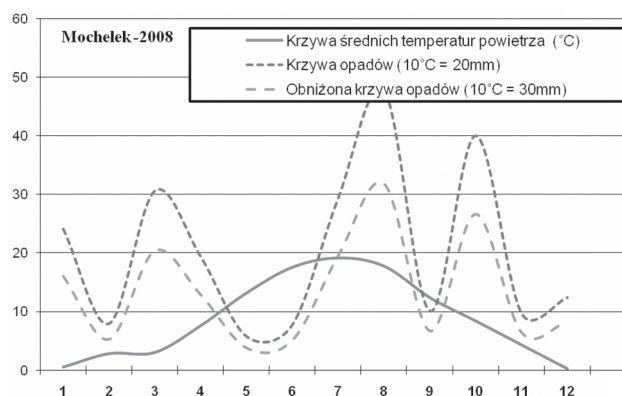
Wegetacja owsa i jęczmienia jarego w 2007 roku przebiegała w bardzo korzystnych warunkach pogodowych. Wilgotny marzec i wysoka temperatura kwietnia sprzyjały szybkim wschodom i krzewieniu roślin,

a zdecydowanie wyższe od średnich wieloletnich opady w maju, czerwcu i lipcu wpłynęły na plon ziarna obu badanych gatunków (Rys. 1).



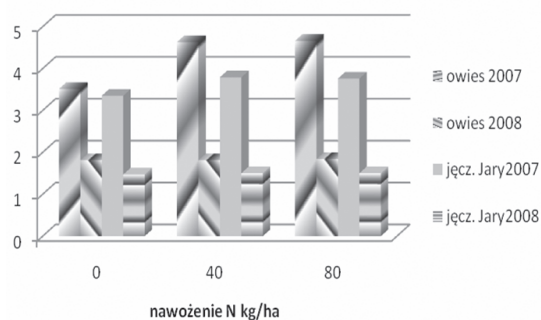
Rys. 1. Przebieg warunków pogodowych w Mochełku (wg metody *Waltersa*) w 2007

Odmienne warunki pogodowe panowały w okresie wegetacji wiosenno-letniej w roku 2008 (Rys. 2). Niedostateczna ilość opadów w maju i czerwcu wpłynęła na ograniczenie krzewienia zbóż jarych i wykształcanie małej liczby ziaren w kłosach o niskiej masie. Panująca susza i wysoka temperatura obniżyły plonowanie ziarna, a także skróciły okres wegetacji. Wysokość uzyskanych w obu latach plonów przedstawiono na rys. 3.



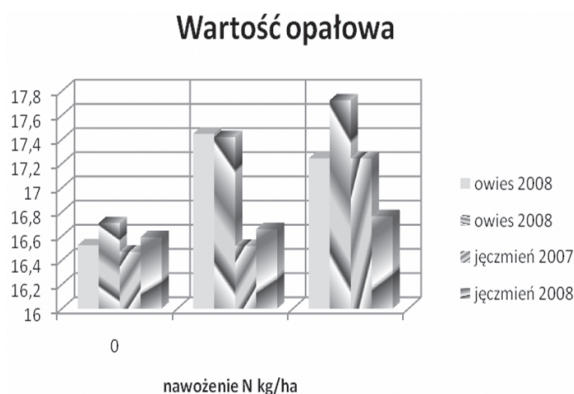
Rys. 2. Przebieg warunków pogodowych w Mochełku (wg metody *Waltersa*) w 2008

### Plonowanie owsa i jęczmienia



Rys. 3. Plon ziarna owsa i jęczmienia jarego w zależności od poziomów nawożenia azotem w latach 2007 i 2008

Zebrane ziarno poddano spalaniu w atmosferze tlenu w celu określenia wartości opałowej. Pomiar przeprowadzono w kolorymetrze KL12Mn. Otrzymane wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej i przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Wartość opałowa ziarna jwsa i jęczmienia w  $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  w zależności od poziomów nawożenia azotem w latach 2007 i 2008

Po dokonaniu pomiaru wartości opałowej ziarna przeprowadzono przeliczenie wielkości średnich plonu i wartości opałowej w celu określenia możliwej do uzyskania ilości energii z powierzchni 1 ha.

### Dyskusja i wnioski

Światowe doświadczenia w wykorzystaniu energetycznym ziarna są duże, od wielu lat ziarno kukurydzy, gorczyca czy łubinu stanowi paliwo alternatywne, zasilające kotły w USA i Kanadzie, a w krajach skandynawskich w instalacjach ciepłych wykorzystywane jest ziarno owsa [1–3].

Stosowanie ziarna zbóż, jako materiału opałowego ma tyłu zwolenników, co oponentów. Pierwszym chodzi o korzyści ekonomiczne i ochronę środowiska, drugim o aspekt etyczny spalania ziarna uważanego dotąd wyłącznie za produkt przeznaczony na cele żywieniowe i paszowe. Ziarno zbóż staje się interesującym źródłem energii, które w sytuacji wzrostu cen paliw tradycyjnych i rosnących cen innych paliw z biomasy (peletu i brykietu) ma szansę z nimi skutecznie rywalizować [3, 4]. Obecnie do rozwoju agroenergetyki należy wykorzystać istniejące już zaplecze techniczne i dostosowane do uprawy rośliny o krótkich cyklach produkcyjnych. Jako pierwsze na cele energetyczne powinno zakładać się plantacje tradycyjnych jednorocznych roślin uprawnych, tj. zboża, których uprawa i zbiór pozwala na wykorzystanie powszechnie używanych i znanych maszyn oraz technik rolniczych. Ziarno zbóż, jako paliwo, służące do ogrzewania jest wygodnym i bezpiecznym surowcem ekologicznym. Charakteryzuje się znacznie mniejszą toksycznością spalin w porównaniu z innymi surowcami, minimalnymi ilościami popiołu, który może być używany jako nawóz. Z uwagi na małe wymagania do uprawy na słabych glebach nadają się przede wszystkim owies i żyto [5].

W badaniach własnych prowadzonych na glebach słabych porównywano możliwości wykorzystania na cele energetyczne spośród zbóż jarych zarówno owsa (wykorzystywanego na cele energetyczne ze względu na dużą zawartość tłuszczu) jak i jęczmienia jarego, mającego w porównaniu z innymi zbożami jarymi większą odporność na niekorzystne czynniki klimatyczne (głównie niedobór opadów), a większe wymagania glebowe niż żyto i owies.

Oba lata badań cechowały się odmiennymi warunkami pogodowymi, które wpłynęły istotnie na zróżnicowanie plonów zarówno jęczmienia jarego jak i owsa jak i ich wartość opałową.

W 2007 roku, przy bardzo intensywnych opadach w maju i czerwcu, plony obu zbóż jarych były bardzo wysokie. Jednakże reakcja owsa na

wzrastające nawożenie azotowe w warunkach gleb lekkich była zdecydowanie silniejsza. Zarówno jęczmień jary jak i owies najwyższe plonowały przy poziomie  $40 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$  (jęczmień jary –  $3,69 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , owies  $4,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Wzrastające dawki azotu (zarówno  $40$  jak i  $80 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) wpływały istotnie na wzrost wartości energetycznej obu zbóż. Podobnie jak w odniesieniu do plonu, wzrost wartości opałowej owsa był zdecydowanie wyższy niż jęczmienia jarego.

Pólsusza i susza jaka wystąpiła w maju i czerwcu 2008 roku wpłynęła na ograniczenie krzewienia zbóż jarych i wykształcanie małej liczby ziaren w kłosach o niskiej masie. Niedobory wody i wysoka temperatura obniżyły także plon słomy i skróciły okres wegetacji obu gatunków zbóż.

Najwyższe zapotrzebowanie na wodę badanych gatunków zbóż przypada na okres wiosenno-letni, a największa wrażliwość na posuchy występuje w Polsce na przełomie maja i czerwca [6].

W tych miesiącach, podczas prowadzenia badań własnych w 2008 roku, wystąpił okres długotrwałej suszy (łącznie opady w maju i czerwcu wyniosły  $27 \text{ mm}$ ). Według badań prowadzonych przez inne ośrodki potrzeby wodne zbóż uprawianych na glebach lekkich wynoszą w tym okresie  $120\text{--}140 \text{ mm}$ , w zależności od uprawianego gatunku [7].

W takich warunkach uzyskano bardzo niskie plony obu gatunków zbóż (średnio od  $1,5$  do  $1,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), przy braku reakcji owsa i jęczmienia jarego na wzrastające dawki azotu.

Badania wielu autorów potwierdzają brak reakcji zbóż, uprawianych na glebach lekkich, na wyższe nawożenie azotowe w warunkach suszy [8, 9].

Wyższą wartością energetyczną, uzyskaną po spaleniu ziarna w bombie kalorymetrycznej, cechował się owies (średnio  $17,3 \text{ MJ/kg}$ ). Zwiększenie dawki nawożenia azotowego u obu gatunków zbóż powodowało istotny wzrost wartości energetycznej ziarna. Podobne wyniki w odniesieniu do owsa uzyskano w innych ośrodkach badawczych [10–14].

Wyższą ilość energii z powierzchni 1 ha uzyskano z uprawy owsa niż jęczmienia jarego, bez względu na panujące w obu latach różne warunki pogodowe.

Uzyskane rezultaty badań wskazują, że w warunkach gleb lekkich, czynnikiem decydującym o możliwości efektywnego wykorzystania ziarna określonego gatunku zbóż do celów energetycznych, będzie układ warunków pogodowych, które w istotnym stopniu wpływają na poziom plonowania zbóż.

Warunki pogodowe wpłynęły na zróżnicowanie badanych składników ziarna, co jednak nie decydowało w istotny sposób o wartości energetycznej badanych gatunków.

### LITERATURA

- [1] P. Lepkowski: *Agroenergetyka* nr 4, 10 (2004).
- [2] T. Towpik: *Agroenergetyka* nr 3, 9 (2004).
- [3] A. Faber, J. Kuś: *am. Puławski* 132, (2003).
- [4] A. Gutowska: *Wiś Jutra* nr 8/9 (2008).
- [5] W. Majtkowski: *Rośliny alternatywne na cele energetyczne – stan aktualny i perspektywy produkcji w Polsce. W: Wczoraj, dziś i jutro naszego rolnictwa. II Kongres rolnictwa polskiego. Poznań 2004.*
- [6] W. Budzyński, W. Szempliński: *Jęczmień. Owies W: Szczegółowa Uprawa Roślin. Jasińska Z. Kotecki A. (red) AR Wrocław 1999.*
- [7] J. Dzieżyc (red.): *Czynniki plonotwórcze-plonowanie roślin. PWN, Warszawa 1992.*
- [8] K. Noworolnik, D. Leszczyńska: *Biul. IHAR 221 (2002).*
- [9] D. Leszczyńska, A. Sulek: *Biul. IHAR 231 (2004).*
- [10] A. Kowalczyk-Juśko, B. Kościak: *Wiś Jutra*, 25–27 (2005).
- [11] J. Kuś, A. Faber: *Studia i Raporty IUNG - PIB, Zeszyt 7*, 139 (2007).
- [12] P. Gradziuk: *Wiś Jutra*, 31 (2006).
- [13] P. Gradziuk: *Acta Agrophysica*, 3 (2006).
- [14] W. Budzyński: *Żywność Nauka Technologia Jakość* nr 18 Supl. (1999).