

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

e-mail: ewa.kaszковиak@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

## Nawożenie a wartość opałowa ziarna różnych gatunków zbóż

### Wstęp

Postępujący wzrost cen energii pochodzącej z kopalni skłania do poszukiwania odnawialnych źródeł energii. W związku z tym zwraca się coraz częściej uwagę na rozwój alternatywnych kierunków produkcji w rolnictwie dotyczących między innymi także produkcji biomasy na cele energetyczne. Zainteresowania dotyczą głównie roślin wieloletnich o dużym potencjale produkcji biomasy z jednostki powierzchni, co wymaga jednak, dopracowanych technologii produkcji, długotrwałego kondycjonowania i kosztownego przygotowania biomasy do wykorzystania (np. peletowania, brykietowania). W związku z tym coraz większe zainteresowanie budzi technologia spalania ziarna zbóż. Dotychczasowa produkcja zbóż ukierunkowana była głównie na cele żywnościowe bądź paszowe. Analiza produkcji zbóż w Polsce wskazuje jednak na możliwość uprawy ich na cele energetyczne. Do takiej produkcji mogą być wykorzystane przede wszystkim grunty odłogowe i ugory, a zaletą uprawy gatunków jednorocznych jest łatwiejsze dostosowanie się do koniunktury rynkowej oraz wykorzystanie posiadanych typowych maszyn, urządzeń, budynków oraz powszechnie znanych technologii.

Według wielu autorów [1–3] ziarno zbóż, jako paliwo służące do ogrzewania może okazać się wygodnym i bezpiecznym surowcem ekologicznym. Charakteryzuje się ono znacznie mniejszą toksycznością spalin w porównaniu z innymi surowcami i minimalnymi ilościami popiołu, który może być używany jako nawóz. Z uwagi na małe wymagania, do uprawy na słabych glebach zaleca się przede wszystkim owies.

W dostępnej literaturze brak jak dotąd informacji o prowadzeniu badań nad innymi gatunkami zbóż, stosunkowo wysoko plonującymi na glebach lżejszych, które mogłyby zastąpić proponowany najczęściej na cele energetyczne owies, mający wysokie wymagania wodne.

Celem badań było określenie możliwości plonowania i ocena wartości energetycznej żyta, jęczmienia jarego i ozimego oraz owsa w warunkach lat suchych na glebach lekkich.

### Metodyka badań i przebieg doświadczenia

Do badań wykorzystano dwa gatunki zbóż ozimych – jęczmień ozimy i żyto oraz dwa gatunki zbóż jarych – owies i jęczmień jary. Badania prowadzono w okresie wegetacji 2007/2008. Rośliny uprawiano na glebach lekkich stosując zróżnicowane nawożenie azotem. Rok 2008 był szczególnie pod względem warunków pogodowych i charakteryzował się wyjątkowo niską ilością opadów podczas wegetacji wiosenno-letniej.

Doświadczenie zostało założone jako ściśle jednoczynnikowe doświadczenie polowe w układzie losowanych podbloków w 4 powtórzeniach jesienią 2007 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Mochełku. Badania kontynuowane będą przez okres kolejnych trzech okresów wegetacyjnych. W prowadzonych badaniach zmienną (dla doświadczeń prowadzonych z czterema gatunkami zbóż, na dwóch zróżnicowanych kompleksach glebowych) było zróżnicowanie nawożenia azotem, dostarczanym w dawkach: 0, 40 i 80 kg·ha<sup>-1</sup>. Nawozy fosforowo-potasowe dostarczane były w ilości przyrodniczo uzasadnionej dla wszystkich gatunków zbóż wynikającej z zasobności gleby.

Pierwszą dawkę azotu dla zbóż jarych (poza poletkami kontrolnymi z zerowym nawożeniem azotem) dostarczono przed siewem w ilości 40 kg·ha<sup>-1</sup> N, drugą dawkę (kolejne 40 kg·ha<sup>-1</sup> N) dostarczono w okre-

sie pełni strzelania w źdźbło (32-34 wg skali *Zadoksa*). Dla gatunków ozimych azot dostarczano na początku ruszenia wegetacji wiosennej i w okresie strzelania w źdźbło.

Plon ziarna z poszczególnych poletek po zważeniu, poddany został ocenie wartości opałowej. W ziarnie oznaczono również zawartość skrobi, białka, włókna i tłuszczu. Próbkę po rozdrobieniu poddano spalaniu w atmosferze tlenu w kolorymetrze KL12Mn. Następnie dokonano obliczenia wartości opałowej ziarna uwzględniając plonowanie wszystkich badanych gatunków przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym.

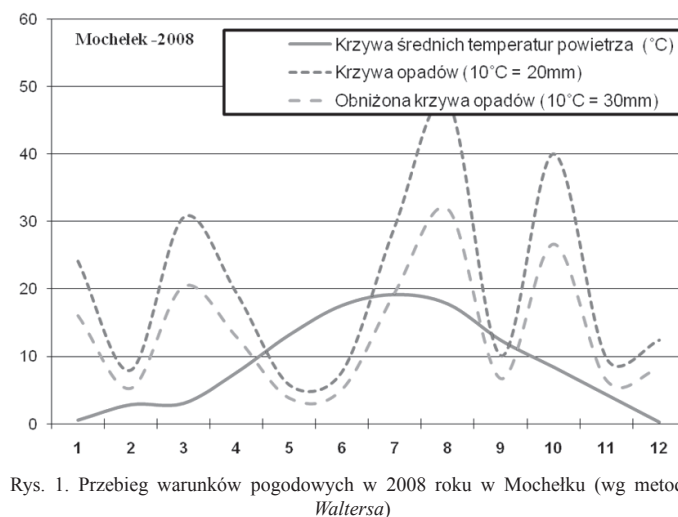
Średnie temperatury powietrza i sumy opadów w okresie jesiennym były niższe od średniej wieloletniej, natomiast miesiące zimowe charakteryzowały się zdecydowanie wyższą temperaturą i dużą ilością opadów. Ogromne niedobory opadów, które wystąpiły w maju i czerwcu, spowodowały wystąpienie okresu półsuszy, a następnie trwającej do końca czerwca suszy.

### Dyskusja i wnioski

Warunki pogodowe w okresie jesiennym 2007 roku okazały się niezbyt korzystne dla zbóż ozimych. Niedobory opadów i niska temperatura nie sprzyjały szybkim wschodom żyta i jęczmienia ozimego i hamowały krzewienie roślin. Łagodna zima z dużą ilością opadów sprawiły, że jęczmień ozimy i żyto bardzo szybko rozpoczęły wegetację wiosenną lecz panująca susza i wysoka temperatura w późniejszym okresie obniżyły istotnie plony ziarna i słomy oraz skróciły okres wegetacji wszystkich gatunków zbóż.

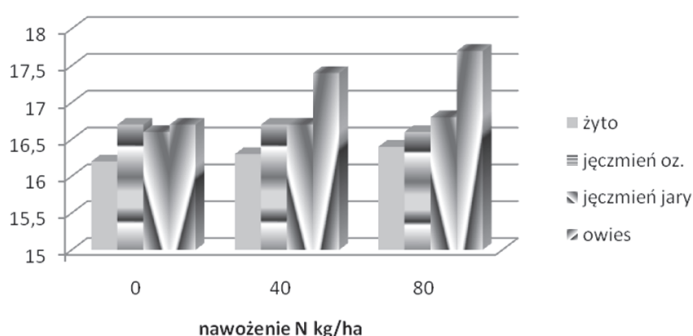
Mimo niekorzystnych warunków pogodowych, w badaniach własnych przeprowadzonych w 2007/2008 roku, stwierdzono stosunkowo wysokie poziomy plonowania żyta i jęczmienia ozimego (średnio 4,8 t·ha<sup>-1</sup>), a także istotną dodatnią reakcję żyta na wzrost stosowanych dawek azotu.

Niedobory opadów i panujące wysokie temperatury przyczyniły się natomiast do ograniczenia liczby źdźbeł kłosońskich u jęczmienia jarego i owsa. Uzyskano bardzo niskie plony obu gatunków zbóż jarych (średnio od 1,5 do 1,9 t·ha<sup>-1</sup>), przy braku reakcji owsa i jęczmienia jarego na wyższe dawki azotu. Badania wielu autorów [4–7] potwierdzają



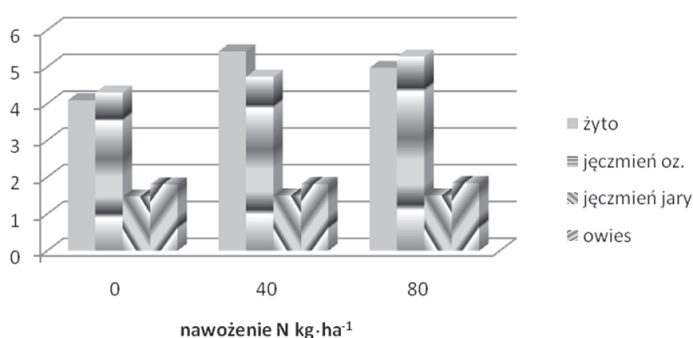
Rys. 1. Przebieg warunków pogodowych w 2008 roku w Mochełku (wg metody *Waltersa*)

### Wartość energetyczna ( $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ )



Rys. 2. Wartość energetyczna badanych gatunków zbóż

### Plon ziarna zbóż w roku 2008 ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )



Rys. 3. Plon ziarna zbóż

brak reakcji zbóż, uprawianych na glebach lekkich, na wyższe nawożenie azotowe w warunkach suszy.

Najwyższą wartością energetyczną, uzyskaną po spaleniu ziarna w bombie kalorymetrycznej, spośród czterech badanych gatunków, cechował się owies (średnio  $17,3 \text{ MJ}/\text{kg}$ ). Zwiększenie dawki nawożenia azotowego u obu gatunków zbóż jarych powodowało istotny wzrost wartości energetycznej ziarna. Podobne wyniki w odniesieniu do owsa prezentują inni autorzy [8, 9].

Poszczególne składniki (białko, skrobia, tłuszcz, włókno), występujące w różnych ilościach w ziarnie badanych gatunków zbóż, kompensowały się wzajemnie dostarczając całość energii, tzw. energię brutto (określającą wartość energetyczną uzyskaną po spaleniu ziarna w bombie kalorymetrycznej) w zbliżonej ilości niezależnie od badanego gatunku.

Uzyskane rezultaty badań wskazują, iż w warunkach gleb lekkich, czynnikiem decydującym o możliwości efektywnego wykorzystania ziarna określonego gatunku zbóż do celów energetycznych, są układy warunków pogodowych, które w istotnym stopniu wpływają na poziom plonowania zbóż, a nie różnice w procentowej zawartości poszczególnych składników w ziarnie. Warunki pogodowe wpłynęły na zróżnicowanie

wanie badanych składników ziarna, co jednak nie decydowało w istotny sposób o wartości energetycznej badanych gatunków zbóż.

Na podstawie uzyskanych wyników i przeprowadzonych analiz statystycznych można stwierdzić iż:

W uprawie zbóż ozimych zaobserwowano stałą tendencją do wzrostu plonu ziarna (i słomy) przy zwiększaniu nawożenia azotowego, istotny wpływ wzrostu plonowania stwierdzono wyłącznie po zastosowaniu  $40 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$  w uprawie żyta ozimego, natomiast zastosowanie wzrastającego poziomu nawożenia azotem w warunkach panującej suszy wiosenno-letniej, nie miało wpływu na zróżnicowanie plonów badanych zbóż jarych (owsa i jęczmienia jarego).

Nawożenie azotowe powodowało istotny wzrost lub spadek analizowanych składników w ziarnie badanych zbóż. Zwiększenie poziomu nawożenia azotowego wpłynęło na procentowy wzrost zawartości skrobi i tłuszczu w ziarnie żyta, jęczmienia jarego i owsa, natomiast w ziarnie jęczmienia ozimego stwierdzono istotny wzrost zawartości białka przy jednoczesnym spadku zawartości tłuszczu, skrobi i włókna.

Wartość energii brutto jest wynikiem kompensacji poszczególnych składników ziarna, stąd różnice pomiędzy wartością energetyczną badanych gatunków zbóż okazały się stosunkowo niewielkie. Warunki pogodowe wpłynęły na duże zróżnicowanie zawartości w ziarnie zbóż analizowanych składników. Białko, skrobia, tłuszcz i włókno, występowały w różnych ilościach w ziarnie badanych gatunków, kompensując się jednak wzajemnie i dostarczając całościową energię, tzw. energię brutto, w zbliżonej ilości niezależnie od badanego gatunku.

Zdecydowanie największe różnice w badanych gatunkach wystąpiły w odniesieniu do ilości skrobi zawartej w ziarnie żyta, jęczmienia jarego i ozimego (ok. 52%) w porównaniu z owsem (25%), reagującym na panującą suszę wzrostem zawartości włókna surowego kosztem skrobi. O podobnej reakcji owsa na długotrwałą suszę informują inni autorzy [5, 6].

Można przypuszczać iż o ilości energii pozyskiwanej ze spalania ziarna zbóż i o opłacalności uprawy poszczególnych gatunków przeznaczonych na cele energetyczne będzie decydowała wysokość plonu możliwa do uzyskania w określonych warunkach pogodowych panujących w okresie wegetacji, przy optymalnym poziomie nawożenia azotowego.

#### LITERATURA

- [1] W. Majtkowski: *Wiś Jutra*, nr 8/9, 16 (2007).
- [2] I. Niedziółka, A. Zuchniarz: (Motrol) *Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa* nr 8A, 232 (2006).
- [3] A. Kowalczyk-Juśko, B. Kościak: *Wiś Jutra*, nr 5 (2006).
- [4] K. Noworolnik: *Studia i Raporty IUNG – PIB* (2008).
- [5] D. Leszczyńska: *Wiś Jutra*, nr 4 (2007).
- [6] Sulek i in.: *Studia i Raporty IUNG - PIB*, (2008).
- [7] A. Pecio: *Wiś Jutra*, nr 6/7 (2008).
- [8] 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.
- [9] A. Kowalczyk-Juśko: *Czysta Energia* nr 1, 53 (2006).