

ROBERT WITKOWICZ, ELŻBIETA PISULEWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA,  
EWA PIĄTKOWSKA, AGNIESZKA KIDACKA

## PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY ORAZ AKTYWNOŚĆ PRZECIWRODNIKOWA ZIELA WYBRANYCH GENOTYPÓW OWSA SIEWNEGO (*AVENA SATIVA*)

### Streszczenie

Ziele roślin zbożowych, w tym szczególnie owsa, uznawane jest za potencjalny składnik suplementów diety. Celem pracy było określenie podstawowego składu chemicznego oraz zawartości związków polifenolowych w ziele trzynastu genotypów owsa. Z przeprowadzonych badań wynika, że ziele badanych genotypów owsa nie było zróżnicowane pod względem zawartości suchej masy i tłuszczu. Zakresy zmienności wynosiły odpowiednio [%]: 93,1 ÷ 96,6 i 2,15 ÷ 3,55. Wykazano natomiast zróżnicowanie pod względem zawartości białka w ziele różnych genotypów oraz potwierdzono to statystycznie w przypadku form: tradycyjnej – 21,1 % i nagoziarnistej – 23,1%. Zawartość polifenoli ogółem w suchej masie ziela owsa różniła się statystycznie istotnie, ale nie miało to odzwierciedlenia w zróżnicowaniu aktywności przeciwrodnikowej, która wahała się w zakresie 52,80 ÷ 67,65 % RSA (Radical Scavenging Activity). Największą zawartością polifenoli ogółem w suchej masie ziela cechowała się odmiana ‘Kasztan’ (85,40 mg/100 g s.m.), a najmniejszą – ród MHR-PO-0512 (72,85 mg/100 g s.m. w przeliczeniu na kwas chlorogenowy). Potwierdzono również wzrost zawartości polifenoli ogółem w suchej masie ziela wraz ze wzrostem zawartości suchej masy.

**Słowa kluczowe:** ziele owsa, skład chemiczny, aktywność przeciwrodnikowa

### Wprowadzenie

Ważną grupą surowców w gospodarce żywnościowej są rośliny zbożowe, w tym owies. Wysoką wartość odżywczą ziarna tego gatunku potwierdzono w wielu opracowaniach [3, 6, 9, 12, 15, 24]. Ważnym składnikiem ziarna są polifenole, będące wtór-

---

*Dr hab. inż. R. Witkowiec, prof. dr hab. inż. E. Pisulewska, Instytut Produkcji Roślinnej, Wydz. Rolniczo-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, prof. dr hab. inż. T. Leszczyńska, dr n. med. E. Piątkowska, Katedra Żywności Człowieka, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr inż. A. Kidacka, Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o.o., Polanowice, 32-090 Słomniki. Kontakt: rrwitkow@cyf-kr.edu.pl*

nymi metabolitami roślinnymi. Związki te pełnią istotną funkcję zarówno w przebiegu ontogenezy roślin, jak i w kształtowaniu właściwości prozdrowotnych i cech sensorycznych surowca, a w konsekwencji żywności [14, 25]. Do chwili obecnej zidentyfikowano ponad 8 tys. związków zaliczanych do tej grupy, a ocena ich działania dotyczy głównie ochrony organizmu przed szkodliwym wpływem nadtlenków i rodników inicjujących procesy oksydacji, a w konsekwencji zwiększających ryzyko chorób układu krążenia, nowotworowych i innych. Jak podaje Klepacka [16], dzienne zalecane pobranie polifenoli ogółem szacuje się na  $0,5 \div 1$  g na osobę. Dużą zawartość tych związków w ziarnie potwierdzili m.in. Wołoch i wsp. [31], Gani i wsp. [10], Fardet i wsp. [8], Peterson [22], Brindzova i wsp. [5] oraz Perez-Jimenez i Saura-Calixto [21]. Piątkowska i wsp. [25] oznaczyli zawartość polifenoli ogółem w całym ziarnie owsa na poziomie  $142 \div 223$  mg/100 g s.m. w przeliczeniu na kwas chlorogenowy, natomiast we frakcjach młynarskich zawartość tych związków była zróżnicowana [23]. Niewiele jest danych na temat zawartości polifenoli w ziele owsa, zalecanym do spożycia m.in. w postaci naparu. Gruenwald i wsp. [13] podają, że ziele zawiera flawonoidy, takie jak: witeksyna, izowiteksyna, apigenina, izoorientyna i glikozydy trycyny. Lipiec i wsp. [17] stwierdzili znaczną ilość tych związków ( $336 \div 727$  mg katechin/100 g) w kielkach owsa odmiany 'Akt', co może sugerować ich występowanie w ziele późniejszych faz rozwojowych. Nasiona i kielki owsa są na liście surowców, które mogą być składnikami suplementów diety [1]. Produkcja ziele owsa jest prosta i polega na suszeniu. Odpowiednio przeprowadzony proces zapewnia wymaganą jakość mikrobiologiczną surowca, który może zostać wykorzystany do produkcji innych wyrobów, będących nośnikami substancji o charakterze bioaktywnym. Obuchowski i wsp. [19] zaproponowali wprowadzanie suszu roślinnego (perzu, jarmużu i pokrzywy) do makaronu w celu biofortyfikacji jego składu i zwiększenia aktywności przeciwutleniającej.

Celem pracy było określenie i porównanie podstawowego składu chemicznego, zawartości polifenoli i aktywności przeciwrodnikowej ziele wybranych rodów i odmian owsa (*Avena sativa*).

### **Materiał i metody badań**

Materiał doświadczalny stanowiło ziele genotypów owsa siewnego (*Avena sativa*), pochodzące z eksperymentu polowego przeprowadzonego w Stacji Doświadczalnej MHR HBP w Polanowicach w roku 2013. Zastosowane działania agrotechniczne nie odbiegały od przyjętych w uprawie owsa.

W badaniach uwzględniono trzynaście genotypów owsa siewnego:

- 1) formy nagoziarniste: 'Nagus' – Danko Hodowla Roślin, 'Siwek' – Małopolska Hodowla Roślin Hodowla Buraka Pastewnego (MHR HBP),
- 2) rody: MHR-PO-0111, MHR-PO-0412, MHR-PO-0512, MHR-PO-0612 (biała plewka), MHR-PO-0712,

3) odmiany tradycyjne: ‘Bingo’ – Hodowla Roślin Strzelce; ‘Borowiak’, ‘Celer’, ‘Grajcar’ i ‘Kasztan’ – MHR HBP; ‘Ivory’ (biała plewka) – Saaten Union GmbH. Genotypy, przy których nie wpisano barwy, miały plewkę żółtą.

Część zielną owsa zebrano 23 maja 2013 roku w fazie 23 BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie) i wysuszono w temperaturze otoczenia przy ograniczonym dostępie promieniowania rozproszonego.

W ziele owsa oznaczano zawartość suchej masy metodą wagowo-suszarkową, a w suchej masie zawartość: związków mineralnych w postaci popiołu oraz białka i tłuszczu. Skład chemiczny materiału badawczego oznaczano standardowymi metodami AOAC [2]. Oznaczano także zawartość związków polifenolowych oraz aktywność przeciwrodnikową.

Zawartość polifenoli oznaczano według Swain i Hillis [28], z odczynnikiem Foli-na-Ciocalteu’a. Wysuszone ziele mielono w młynku laboratoryjnym (QG 109), a następnie próbkę o masie 5 g ekstrahowano 40 ml 0,08 M HCl w 80-procentowym metanolu w temp. 18 ÷ 22 °C przez 2 h. Ekstrakt odwirowywano przy 1500 g przez 15 min. Pozostałość ponownie ekstrahowano 40 ml 70-procentowego acetonu przez 2 h i wirowano jak wyżej. Ekstrakty łączono i oznaczano zawartość polifenoli. Wyniki wyrażano w mg kwasu chlorogenowego w 100 g produktu.

Zdolność uzyskanych ekstraktów do eliminacji wolnych rodników określano według Re i wsp. [26], z wykorzystaniem wolnego rodnika ABTS<sup>•+</sup>. Kationorodniki ABTS<sup>•+</sup> rozpuszczano w roztworze nadsiarczanu potasu i rozcieńczano tak, aby absorbancja mierzona przy  $\lambda = 734$  nm wynosiła 0,740 ÷ 0,750. Ekstrakt metanolowo-acetonowy (0,8 ml) uzupełniano do 1 ml mieszaniną aceton : metanol (1 : 1), a następnie dodawano 2 ml roztworu wolnego rodnika ABTS<sup>•+</sup>. Ekstrakt inkubowano w temp. 30 °C przez 6 min, po czym mierzono absorbancję przy  $\lambda = 734$  nm, w odniesieniu do mieszaniny metanol : aceton (1 : 1). Do oznaczenia absorbancji wykorzystano spektrofotometr Rayleigh UV-1800, Beifen-Ruili Analytical Instrument, Beijing, China. Zdolność do eliminacji wolnych rodników RSA [%] (Radical Scavenging Activity) obliczano z równania:

$$RSA = \frac{(A_1 - A_2) * 100}{A_1}$$

gdzie:  $A_1$  - absorbancja próbki przed inkubacją,  $A_2$  - absorbancja próbki po inkubacji.

Wszystkie cechy mierzalne poddano jednoczynnikowej analizie wariancji, ujmującej zmienność blokową oraz wykonano analizę korelacji i regresji pomiędzy wybranymi składnikami ziela owsa. Statystycznie istotne zróżnicowanie efektów potwierdzono wartościami NIR, obliczonymi po zastosowaniu testu Tukeya. Na rys. 1 - 4 podano ponadto przynależność genotypów do grup jednorodnych za pomocą małych liter alfabetu (a do j w nawiasach po nazwie genotypu). Genotypy oznaczone różnymi literami różniły się zawartością danego składnika w ziele. Podział ten dotyczy tego

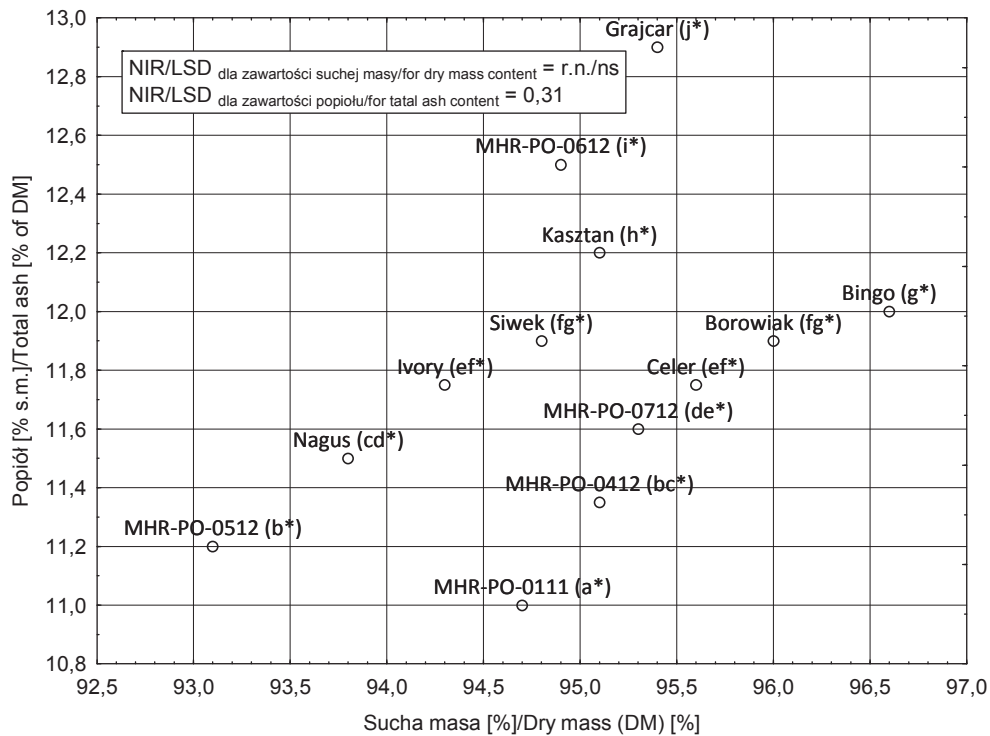
składnika, w przypadku którego wykazano statystycznie istotne zróżnicowanie pomiędzy genotypami (potwierdzone wartościami NIR). Podano również poziomy istotności dla współczynników korelacji w odniesieniu do par cech przedstawionych na rys. 3 i 4. Do obliczeń zastosowano pakiet Statistika oraz Excel.

### Wyniki i dyskusja

Przeprowadzona analiza zawartości suchej masy w ziele owsa nie pozwala na wskazanie form różniących się statystycznie istotnie ( $p > 0,05$ ) pod względem tej cechy (rys. 1). Średnia zawartość suchej masy wynosiła 95,0 %, przy obszarze zmienności  $93,1 \div 96,6$  % i odchyleniu standardowym – 0,9. Na podstawie analizy wykresu można jednak stwierdzić występowanie tendencji do nieznacznie większej zawartości suchej masy w ziele zarejestrowanych, tradycyjnych odmian owsa, za wyjątkiem odmiany niemieckiego pochodzenia ‘Ivory’. Odmiana owsa ‘Nagus’ i ród MHR-PO-0512 wykazywały tendencję do gromadzenia mniejszej zawartości suchej masy w części zielnej. Pozostałe rody MHR HBP oraz formy nagoziarniste wykazywały przeciętną zawartość suchej masy w ziele. Piątkowska i wsp. [24], w badaniach obejmujących czternaście odmian owsa, również stwierdzili niewielką zmienność tej cechy, zarówno w odniesieniu do całego ziarna (formy nagoziarniste i tradycyjne), jak i do jego frakcji (otręby, bielmo, plewka).

Ziele badanych genotypów owsa cechowało się znacznym zróżnicowaniem zawartości związków mineralnych w postaci popiołu. Średnia ich zawartość wynosiła 11,81 % s.m. i obejmowała zakres zmienności  $10,90 \div 12,90$  % s.m., przy odchyleniu standardowym – 0,51. Zróżnicowania statystycznego zawartości popiołu w ziele różnych genotypów dowodzi wartość NIR (rys. 1). Na podstawie wartości NIR wyznaczono dziesięć grup jednorodnych, oznaczonych literami od „a” do „j”. Genotypem o statystycznie najmniejszej zawartości popiołu był ród MHR-OP-0111. Grupę o nieznacznie większej zawartości popiołu stanowiły genotypy MHR-HBP-0512 i MHR-HBP-0412. Grupę jednorodną rodów o średniej zawartości popiołu w suchej masie ziela stanowiły odmiany ‘Ivory’, ‘Celer’, ‘Siwek’ i ‘Borowiak’. Największą zawartością popiołu charakteryzowały się odmiany ‘Kasztan’ i ‘Grajcar’ oraz ród MHR-PO-0612, tworząc zarazem odrębne grupy jednorodne. W literaturze brak jest danych na temat składu ziela roślin zbożowych w omawianym stadium rozwojowym. Skład ziela jęczmienia, ale prawdopodobnie w stadium 10-11 BBCH, podają Bieżanowska-Kopeć i wsp. [4]. W tak wczesnej fazie rozwojowej roślin oznaczyli oni zawartość popiołu na poziomie 10,42 g/100 g s.m. Jest to wartość niższa od oznaczonych w ziele owsa. Wiadomo jednak, że wraz ze wzrostem roślin na ogół zwiększa się w nich zawartość suchej masy, a zarazem popiołu. Zmniejszenie zawartości popiołu i suchej masy w ziele może się ujawnić tylko w krytycznym okresie wzrostu rośliny, który u zbóż obejmuje zakres 31-49 BBCH i charakteryzuje się maksymalnym względnym przyro-

stem suchej masy [30]. Stan taki często nazywa się stanem rozcieńczenia składników, bowiem okres ten cechuje się również większą zawartością wody w tkankach. Około 1,5-procentowa różnica zawartości popiołu w ziele, po uwzględnieniu fazy rozwojowej roślin, może być więc tłumaczona tym zjawiskiem.



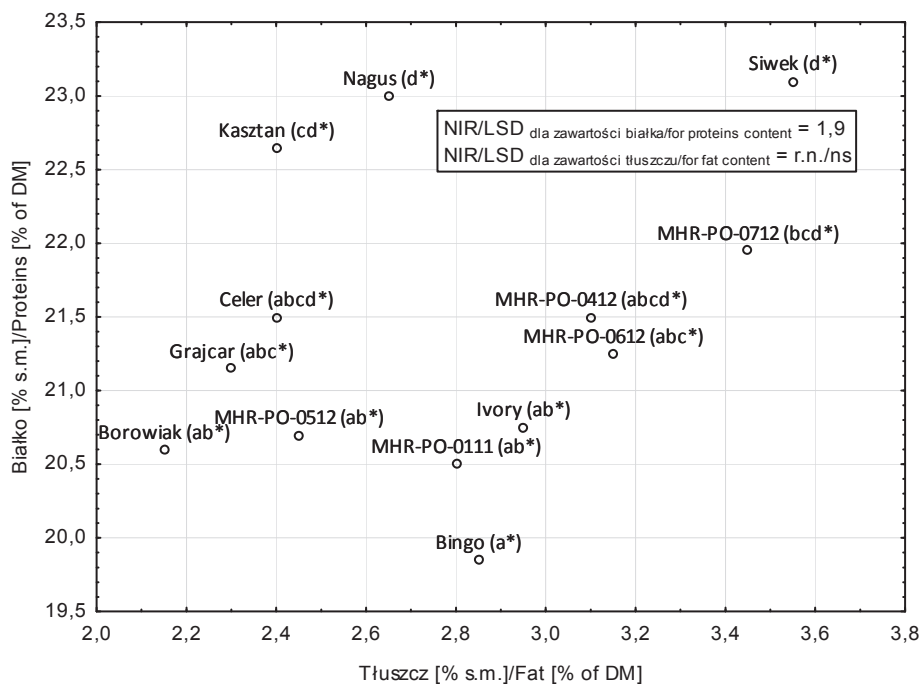
\* – zob./see Materiał i metody badań

Rys. 1. Zawartość suchej masy w ziele owsa oraz zawartość popiołu ogółem w suchej masie ziela owsa  
Fig. 1. Content of dry mass (d.m.) in oat grass and content of total ash in dry mass of oat grass

Zawartość białka w ziele owsa była statystycznie zróżnicowana, czego dowodzi wartość NIR (rys. 2). Wartość ta pozwala na wyodrębnienie czterech grup jednorodnych, przy czym najistotniejsze pod względem poznawczym jest porównanie skrajnych grup, gdyż tylko dwa genotypy stanowią ich część wspólną ('Celer' i MHR-PO-0412). Oprócz tych dwóch genotypów owsa do pierwszej grupy można zaliczyć odmiany 'Bingo', 'Borowiak', 'Ivory', 'Grajcar' oraz rasy MHR-PO-0111, MHR-PO-0512 i MHR-PO-0612. Drugą odrębną grupę, oprócz dwóch wcześniej wspomnianych genotypów, tworzą odmiany 'Kasztan', 'Nagus', 'Siwek' oraz ród MHR-PO-0712. Taki rozkład średnich sugerował wykonanie analizy kontrastu ortogonalnego, porównującego formy tradycyjne i nagoziarniste. W jej wyniku wykazano statystyczne zróżnicowa-

nie zawartości białka w suchej masie ziela pomiędzy formami nagoziarnistymi (23,1 %) i tradycyjnymi (21,1 %), gdyż różnica wynosiła aż 2 %, co może stanowić ważną przesłankę dla producentów i konsumentów produktów z ziela. Biezanowska-Kopeć i wsp. [4] stwierdzili wyraźnie większą zawartość białka w siewkach jęczmienia, która wynosiła 25,69 g/100 g s.m. Wartość ta jest o 2,59 g/100 g większa od największej, obserwowanej w ziele owsa. Pamiętać jednak należy o różnicy nie tylko gatunkowej, ale i wiekowej roślin.

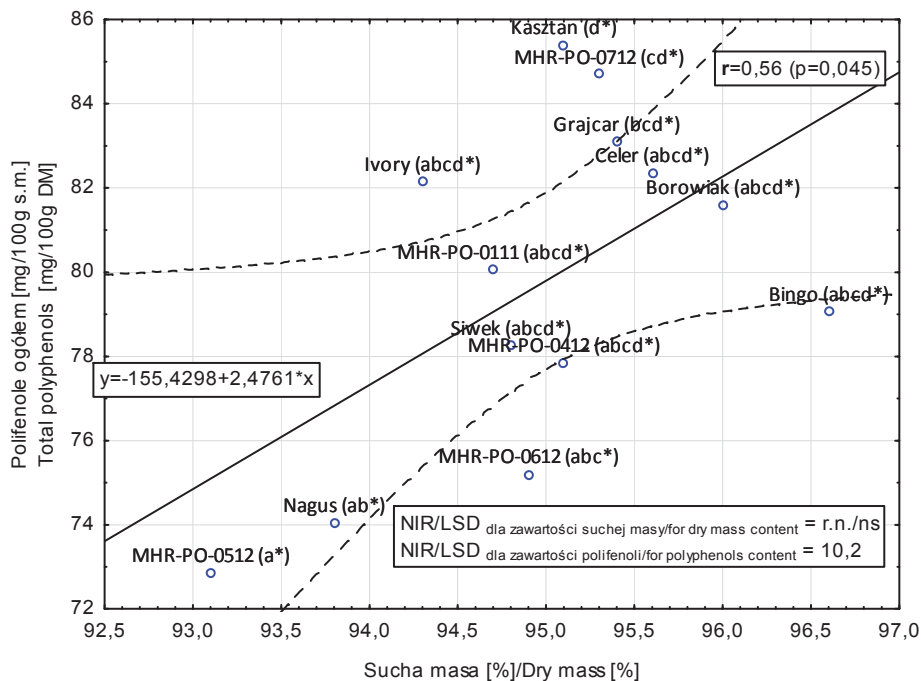
Pomiędzy próbkami ziela badanych genotypów owsa siewnego nie stwierdzono zróżnicowania pod względem zawartości tłuszczu. Średnio wynosiła ona 2,8 % s.m., przy obszarze zmienności 2,0 ÷ 4,1 % i odchyleniu standardowym – 0,59. Można jednak wskazać pewne tendencje, które w przyszłości będą wymagać potwierdzenia statystycznego, a mianowicie odmiany pochodzące z MHR HBP cechowały się mniejszą zawartością tłuszczu w ziele niż odmiany wzorcowe, a rody pochodzące z MHR HBP zawierały więcej tłuszczu niż odmiany hodowlane tej spółki.



\* – zob./see Material i metody badań

Rys. 2. Zawartość białka i tłuszczu w suchej masie ziela owsa

Fig. 2. Content of proteins and fat in dry mass of oat grass



\* – zob./see Materiał i metody badań

Rys. 3. Zawartość polifenoli ogółem w suchej masie ziela owsa i zawartość suchej masy w ziele

Fig. 3. Content of total polyphenols in dry mass of oat grass and content of dry mass in oat grass

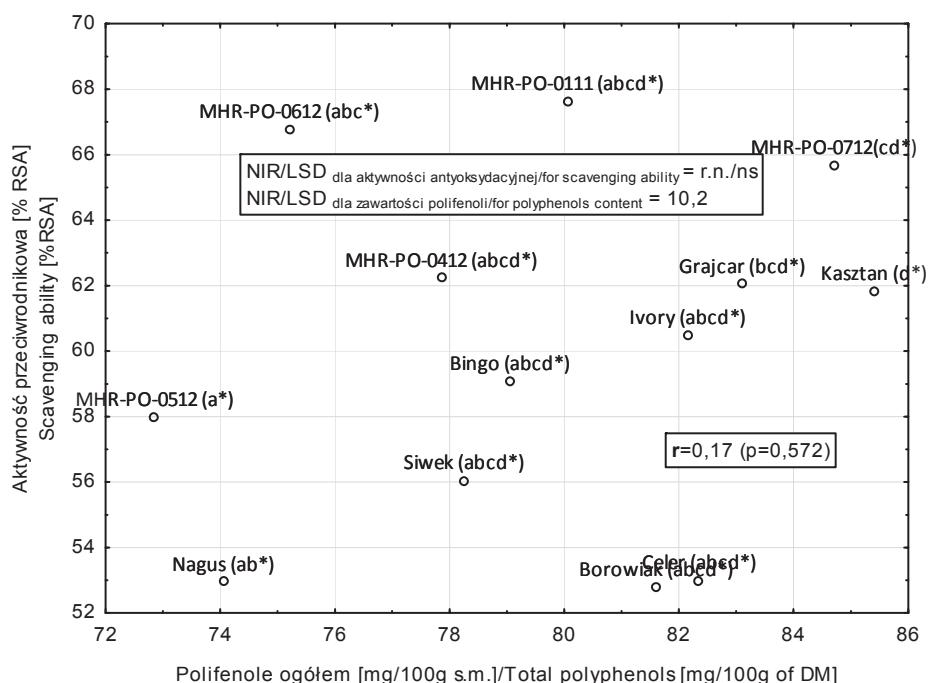
Zależność pomiędzy zawartością suchej masy a zawartością w niej polifenoli ogółem była statystycznie istotna, co potwierdza współczynnik korelacji  $r = 0,56$  ( $p = 0,045$ ) (rys. 3). Zależność ta może ułatwić hodowcom selekcję pożądanych genotypów. Poza opisaną zależnością regresyjną zaobserwowano również zróżnicowanie zawartości polifenoli w ziele różnych genotypów owsa. Oznacza to występowanie form o zróżnicowanej zawartości tych składników, co potwierdza wartość NIR (rys. 3). Teoretycznie można wyodrębnić cztery grupy jednorodne, ale w skład każdej z nich wchodzi następujący zestaw genotypów (w ujęciu wzrastającej wartości cechy): MHR-PO-0412, 'Siwek', 'Bingo', MHR-PO-0111, 'Borowiak', 'Ivory' i 'Celer'. Aby utworzyć grupę jednorodną, o najmniejszej zawartości polifenoli ogółem, należy do wymienionych powyżej dołączyć genotypy: MHR-PO-0512, 'Nagus' i MHR-PO-0612. Natomiast do powstania grupy jednorodnej o największej zawartości polifenoli ogółem w ziele, część wspólną należy poszerzyć o genotypy: 'Grajcar', MHR-PO-0712 i 'Kasztan'. Obecność tych związków w ziele owsa w postaci glikozydów potwierdza Collins [cyt. za 22]. Stwierdził on w ziele owsa obecność epigeniny, luteoliny i trycyny w postaci glikozydów, ale głównie były to 6-C i 8-C glikozydy apigeniny. Aktywność

związków fenolowych, w tym flawonoidów, uzależniona jest od liczby oraz położenia w cząsteczce grup hydroksylowych i metoksylowych [20, 27]. W przypadku wymienionych glikozydów apigeniny wspomniane grupy niemetyloksylowe nie występują, a w porównaniu z luteoliną brak grupy hydroksylowej w pozycji 3'. Szczegółową analizę aktywności przeciwutleniającej flawonoidów przedstawili Rice-Evans i wsp. [27]. Lipiec i wsp. [17] w kielkach ciemniowych owsa oznaczyli  $336 \div 727$  mg katechin w 100 g s.m. Według ww. autorów zastosowane oscylacyjne pole magnetyczne spowodowało wzrost zawartości polifenoli i aktywności przeciwutleniającej kielków owsa nagoziarnistego. Motomura i wsp. [18] porównali zawartość polifenoli ogółem (w przeliczeniu na kwas galusowy), m.in. w kielkach traw (pszenicy, owsa, życicy) oraz koniczyny czerwonej. Stwierdzili większą zawartość tych związków w kielkach pszenicy niż owsa, szczególnie w ekstrakcie wodnym. Najmniej polifenoli było w kielkach życicy. Oznacza to, że ziele tej grupy roślin cechuje się zmienną zawartością polifenoli. Wymienieni autorzy twierdzą też, że wyciągi etanolowe ziela owsa, bez względu na poziom drugiego czynnika doświadczalnego (selenianu sodu), nie różnią się na ogół zawartością polifenoli. W przypadku pszenicy i koniczyny czerwonej wzrost stężenia selenu (do pewnego poziomu) powodował wzrost zawartości polifenoli. Gawlik-Dziki [11] podkreśla obecność kwasów hydroksycynamonowych w kielkach żyta w połączeniach estrowych z kwasem 4-metoksyaldarowym oraz hydroksycytrynowym (w roślinach). W kielkujących ziarniakach pszenicy występował również ester kwasu synapinowego i choliny, czyli synapina. Fenolokwasy w roślinach pozostają najczęściej w formie związanej, jako składowe lignin, tanin, estrów czy też glikozydów.

W badaniach własnych czynnik doświadczalny, jakim był genotyp owsa siewnego, nie powodował statystycznego zróżnicowania średnich opisujących aktywność przeciwrodnikową, bowiem parametr ten cechował się znaczną zmiennością, wynoszącą 27,3 % RSA ( $47,9 \div 75,2$  % RSA), przy średniej 59,9 % RSA i odchyleniu standardowym – 6,6. Przy tak znacznym zróżnicowaniu można jedynie wskazać genotypy z tendencją do mniejszej, jak i większej aktywności przeciwrodnikowej. Do pierwszej grupy można zaliczyć nagoziarniste odmiany owsa 'Nagus' i 'Siwek' oraz odmiany tradycyjne – 'Borowiak' i 'Celer'. Do grupy odmian z tendencją do większej aktywności przeciwrodnikowej można natomiast zaliczyć genotypy MHR-PO-0111, MHR-PO-0612 i MHR-PO-0712. Pozostałe genotypy cechowały się pośrednią aktywnością przeciwrodnikową. Należy również podkreślić brak związku pomiędzy zawartością polifenoli w suchej masie ziela owsa a aktywnością przeciwrodnikową, na co wskazuje bardzo mała wartość współczynnika korelacji pomiędzy tymi cechami ( $r = 0,17$ ) (rys. 4). Na ogół stwierdza się dodatnią korelację pomiędzy tymi cechami, co potwierdzają Emmons i Peterson [7], którzy udowodnili tę zależność statystycznie w odniesieniu do nasion z wykorzystaniem rodnika DPPH'. Zastosowana w badaniach własnych metoda



oznaczania aktywności przeciwrodnikowej może różnicować wyniki, ale nie wydaje się, aby była sprzeczna z innymi, bowiem Thaipong i wsp. [29] wykazali dużą zgodność ocen właściwości przeciwutleniających wykonanych różnymi metodami (ABTS, DPPH, FRAP, ORAC), bez względu na zastosowany sposób ekstrakcji. Bieżanowska-Kopeć i wsp. [4] potwierdzają wysoki potencjał przeciwutleniający kielków jęczmienia, ale nie zamieszczają wartości liczbowych tej cechy. Lipiec i wsp. [17] wykazali zdolność wygaszania rodnika DPPH<sup>+</sup> w zależności od zastosowanego w badaniach oscylacyjnego pola magnetycznego, w zakresie 28,5 ÷ 47,5 %. Podobne wartości RSA wykazali również Piątkowska i wsp. [23] w przypadku frakcji młynarskich ziarna owsa, ale nie przypisali jednoznacznie wartości wygaszania badanym rodnikom.



\* – zob./see Materiał i metody badań

Rys. 4. Zawartość polifenoli ogółem w suchej masie ziela owsa i aktywność przeciwrodnikowa ziela  
Fig. 4. Content of total polyphenols in dry mass of oat grass and scavenging activity of oat grass

Najwyższą aktywnością RSA cechowała się plewka i ziarno, a pozostałe frakcje młynarskie wykazywały mniejszą aktywność. Należy podkreślić, że w obrębie frakcji młynarskich owsa nie sposób wskazać frakcji, która nie różniłaby się znacząco pod względem zawartości chociaż jednego z oznaczonych składników – w odniesieniu do ziela owsa. Oznacza to, że ziele owsa powinno być traktowane w badaniach jako od-

rębny surowiec, z możliwością zastosowania do różnych produktów np. makaronów. Możliwości takie potwierdzili Obuchowski i wsp. [19], którzy z powodzeniem wprowadzili susz z innej trawy (rozłogi perzu) do makaronu przygotowanego z mąki pszennej razowej.

### Wnioski

1. Nie stwierdzono zróżnicowania statystycznego pod względem zawartości suchej masy i tłuszczu w ziele różnych genotypów owsa ( $p > 0,05$ ), stwierdzono natomiast zróżnicowanie zawartości popiołu w suchej masie ziela ( $p = 0,001$ ).
2. Ziele różnych genotypów owsa różniło się statystycznie istotnie ( $p = 0,001$ ) zawartością białka w suchej masie, a różnica pomiędzy wartościami średnimi form tradycyjnych i nagoziarnistych wyniosła 2 %.
3. Zawartość polifenoli w suchej masie ziela różnych genotypów owsa była zróżnicowana statystycznie ( $p = 0,005$ ). Udokumentowano również statystycznie wzrost zawartości polifenoli w suchej masie ziela wraz ze wzrostem zawartości w nim suchej masy ( $p = 0,045$ ).
4. Aktywność przeciwrodnikowa ziela różnych genotypów owsa nie była zróżnicowana statystycznie ( $p > 0,05$ ). Nie zaobserwowano również zależności pomiędzy zawartością polifenoli w suchej masie ziela a aktywnością przeciwrodnikową.

*Badania wykonano w ramach grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 3115.*

### Literatura

- [1] Anonim: Lista roślin, z których surowce lub ich przetwory mogą być składnikami suplementów diety. *Postępy Fitoterapii*, 2013, **2**, 146-156.
- [2] AOAC: Official methods of analysis of AOAC Int. 17<sup>th</sup> ed. Gaithersburg 2012.
- [3] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa – niedocenione źródło składników odżywczych. Cz. II. Polisacharydy i włókno pokarmowe, składniki mineralne i witaminy. *Biul. IHAR*, 2000, **215**, 223-237.
- [4] Bieżanowska-Kopeć R., Leszczyńska T., Duliński R.: Ocena zawartości składników odżywczych i nieodżywczych o właściwościach prozdrowotnych w młodym jęczmieniu. *Mat. XLI Sesji Nauk. KNoŻ PAN*, Kraków, 2-3 lipca 2013, s. 267.
- [5] Brindzova L., Certik M., Rapta P., Zalibera M., Mikulajova A., Takacsova M.: Antioxidant activity,  $\beta$ -glukan and lipid contents of oat varieties. *Czech J. Food Sci.*, 2008, **3 (26)**, 163-173.
- [6] Butt Mas. S., Tahir-Nadeem M., Shabir R., Butt Meh. S.: Oat: unique among the cereals. *Eur. J. Nutr.*, 2008, **47**, 68-79.
- [7] Emmons C.L., Peterson D.M.: Antioxidant activity and phenolic content of oat groats and hulls. *Cereal Chem.*, 1999, **6 (76)**, 902-906.

- [8] Fardet A., Rock E., Remesy Ch. Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? *J. Cereal Sci.*, 2008, **48**, 258-276.
- [9] Gambuś H., Gibiński M., Pastuszka D., Mickowska B., Ziobro R., Witkowicz R.: The application of residua oats flour in bread production in order to improve its quality and biological value of protein. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2011, **3 (10)**, 313-325.
- [10] Gani A., Wani SM., Masoodi FA., Hameed G.: Whole-grain cereal bioactive compounds and their health benefits: A review. *J. Food Proc. Technol.*, 2012, **3 (3)**, 146, 1-10.
- [11] Gawlik-Dziki U.: Fenolokwasy jako bioaktywne składniki żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2004, **4 (41)**, 29-40.
- [12] Gibiński M., Gumul D., Korus J.: Prozdrowotne właściwości owsa i produktów owsianych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2005, **4 (45)**, 49-60.
- [13] Gruenwald J., Brendler T., Jaenicke Ch.: PDR for Herbal Medicines. Medical Economics Company, Inc. at Montvale, NJ 07645-1742, 2000, 551-554.
- [14] Jeszka M., Flaczyk E., Kobus-Cisowska J., Dziedzic K.: Związki fenolowe – charakterystyka i znaczenie w technologii żywności. *Nauka. Przyroda. Technologie*, 2010, **2 (4)**, 1-13.
- [15] Kashin V.K., Ubugunow L.: Microelement accumulation barrier in cereal grain. *Biological Sciences*, 2008, **425**, 151-153.
- [16] Klepacka A.: Przeciwnikotywne właściwości ekstraktów roślinnych bogatych w polifenole. *Postępy Fitoterapii*, 2013, **2**, 127-131.
- [17] Lipiec J., Barabasz W., Pysz M., Pisulewski P.: Effects of oscillating magnetic field pulses on selected oat sprouts used for food purposes. *Acta Agrophysica*, 2005, **2 (5)**, 357-365.
- [18] Motomura Y., Reyes-Diaz M., Luz Mora Gil M.: Effect of selenite on the total polyphenol content and antioxidative activity of aqueous and ethanolic extracts in sprouts of four agronomic species. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 2008, **1 (8)**, 55-67.
- [19] Obuchowski W., Majcher M., Makowska A., Kołodziejczyk P., Chalcarz A., Paschke H.: Makaron jako źródło i nośnik substancji o charakterze bioaktywnym. *Brom. Chem. Toksykol.*, 2013, **3**, 232-330.
- [20] Ostrowska J., Skrzydlewska E.: Aktywność biologiczna flawonoidów. *Postępy Fitoterapii*, 2005, **3-4**, 71-79.
- [21] Perez-Jimenez J., Saura-Calixto F.: Literature data may underestimate the actual antioxidant capacity of cereals. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53**, 5036-5040.
- [22] Peterson D.M.: Oat antioxidant. *J. Cereal Sci.*, 2001, **33**, 115-129.
- [23] Piątkowska E., Kopeć A., Kidacka A., Leszczyńska T., Pisulewska E.: Zawartość składników odżywczych i właściwości antyoksydacyjne różnych frakcji ziarna wybranych odmian i rodów owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2013, **6 (91)**, 91-105.
- [24] Piątkowska E., Witkowicz R., Pisulewska E.: Podstawowy skład chemiczny wybranych odmian owsa siewnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2010, **3 (70)**, 88-99.
- [25] Piątkowska E., Witkowicz R., Pisulewska E.: Właściwości antyoksydacyjne wybranych odmian owsa siewnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2010, **3 (70)**, 100-107.
- [26] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, 1999, **9-10 (26)**, 1231-1237.
- [27] Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G.: Structure – antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Rad. Biol. Med.*, 1996, **7 (20)**, 933-956.
- [28] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 1959, **10**, 63-68.

- [29] Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallos L., Byrne D.H.: Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J. Food Comp. Anal.*, 2006, **19**, 669-675.
- [30] Witkowicz R.: Wpływ zabiegów agrotechnicznych na plon, morfologię i wzrost owsa siewnego nagoziarnistego (*Avena sativa* L.). *Zesz. Nauk. UR w Krakowie*, 2012, **492**, 154.
- [31] Wołoch R., Pysz M., Bieżanowska-Kopeć R.: Potencjał antyoksydacyjny owsa badany trzema różnymi metodami. *Biuletyn IHAR*, 2007, **243**, 109-117.

#### BASIC CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DIFFERENT GENOTYPE OF OAT (AVENA SATIVA)

##### S u m m a r y

Cereal grasses, in particular oat grass, are considered to be a potential component of nutritional supplements. The objective of the research study was to determine the basic chemical composition and contents of total polyphenolic compounds in the grass of thirteen oat genotypes. Based on the research analyses performed, it was found that the grass of the oat genotypes analyzed did not differ in the contents of dry mass and fat. The ranges of variability were  $93.1 \div 96.6$  and  $2.15 \div 3.55$ , respectively. However, it was reported that the content of protein in grass of various oat genotypes differed and this fact was confirmed statistically with regard to the traditional form: 21.1 % and the naked form: 23.1 %. The content of total polyphenols in dry mass of the oat grass differed statistically significantly, but it was not reflected in the differentiation of antioxidant activity, which ranged from 52.80 to 67.65 % of RSA. The 'Kasztan' cultivar was characterized by the highest content of total polyphenols in dry mass (85.40 mg/100 g d.m.), and the MHR-PO-0512 strain was characterized by the lowest: 72.85 mg/100 g d.m. expressed as the chlorogenic acid equivalent. Moreover, the increase was confirmed in the content of total polyphenols in dry mass of the grass along with the increase in the content of dry mass.

**Key words:** oat grass, chemical composition, antioxidant activity ☒