

Potencjał uprawy sorga w Polsce oraz wartość paszowa i możliwość wykorzystania jego ziarna w żywieniu drobiu

Marcin Różewicz 

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy; <https://orcid.org/0000-0002-3281-5533>

Sorgo wywodzi się z terenów północno-wschodniej Afryki. Jest to roślina zbożowa jednoroczna, dnia krótkiego, o cyklu fotosyntezy typu C4. Pod względem arealu uprawy jest piątym najczęściej uprawianym zbożem na świecie. W zachodniej Europie w XV wieku znane było pod nazwą proso indyjskie i uprawiane na całym obszarze Basenu Morza Śródziemnego – od Grecji po Portugalię. W Ameryce uprawę sorga rozpoczęto w okresie niewolnictwa. Jego uprawa na szerszą skalę rozpoczęła się w XIX w. W Polsce, w okresie II Rzeczypospolitej sorgo uprawiano we wschodnich rejonach kraju. W latach siedemdziesiątych XX wieku rozpoczęto badania nad tym gatunkiem, które zostały zintensyfikowane w ostatnich latach. Możliwość uprawy tego zboża w Polsce staje się alternatywą dla innych gatunków zbóż. Związane jest to z ociepleniem klimatu oraz coraz częściej pojawiającymi się okresami suszy. Uprawa sorga ma zastosowanie w rejonach, gdzie ze względu na wysokie temperatury i deficyt wody związany z brakiem opadów uprawa kukurydzy i pszenicy jest możliwa, jednak nieefektywna (niższy plon). Niedobór wody dotyczy w szczególności gleb lekkich i bardzo lekkich, ale przy dużych niedostatkach opadów susza notowana jest coraz częściej także na glebach średnich i ciężkich (Wójcik i in., 2019). Wobec tych faktów niższy plon ziarna paszowego spowoduje wyższą cenę pasz. Alternatywą może być uprawa sorga i wykorzystanie jego ziarna na cele paszowe. W związku z tym, że Polska jest jednym z czołowych producentów drobiu w Unii

Europejskiej, a ta gałąź produkcji zwierzęcej ma znaczący udział w eksporcie mięsa, należy zagwarantować alternatywny wobec pozostałych gatunków zbóż surowiec paszowy. Sorgo wydaje się być tym gatunkiem, który wobec wysokich temperatur i występujących coraz częściej susz, jako gatunek dość dobrze plonujący na glebach lekkich z niedoborem opadów, będzie zapewniał w przyszłości stałą podaż ziarna paszowego. Podejmowane badania naukowe nad uprawą tego zboża w Polsce wskazują na możliwość jego upowszechnienia. Może to przyczynić się do wyższej podaży ziarna sorgo na rynku, a przez to jego paszowego zastosowania.

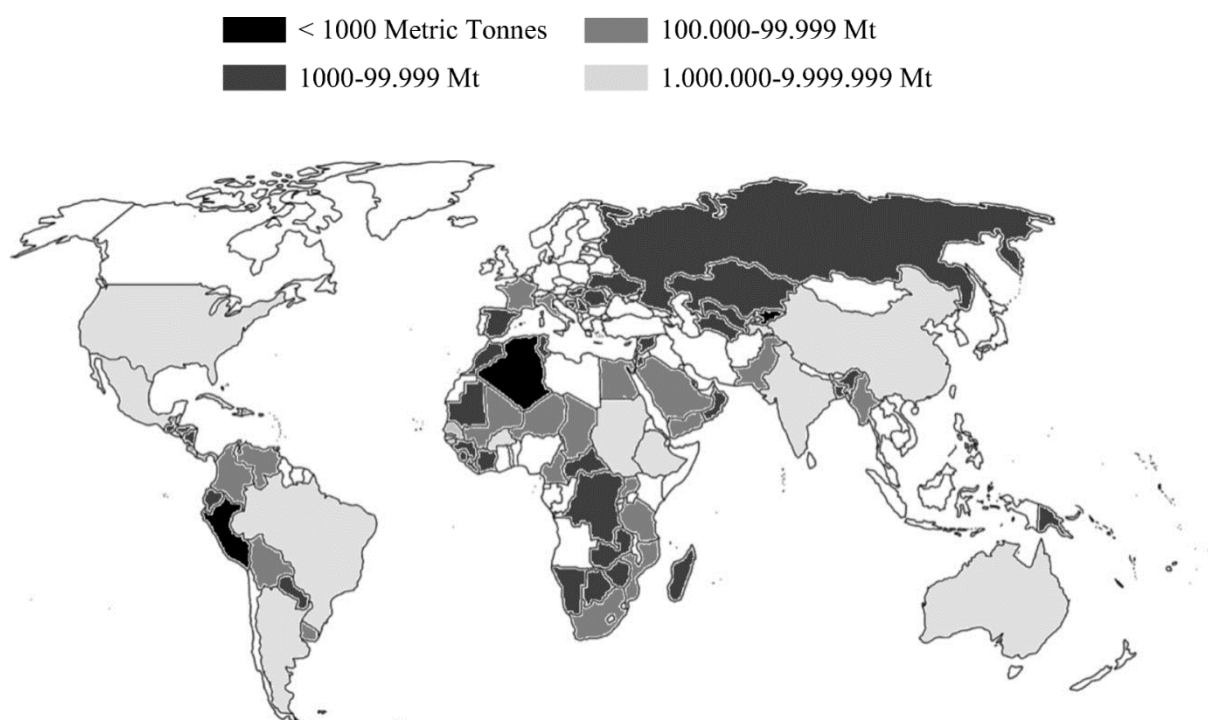
Celem pracy jest analiza potencjału upowszechnienia uprawy sorgo w Polsce oraz możliwość i efektywność wykorzystania jego ziarna w paszach dla drobiu.

Możliwości uprawy sorgo w Polsce

W strukturze gruntów ornych w Polsce dominują gleby lekkie i bardzo lekkie. Są one mało przydatne do uprawy pszenicy i kukurydzy. Dodatkowo, pogłębiający się deficyt klimatycznego bilansu wodnego powoduje, że plony uzyskiwane z żyta i owsa są znacznie niższe. Wysokie temperatury oraz niedobór wody powodują przyspieszenie dojrzałości zbóż i pogorszenie jakości ziarna. Wobec zmian klimatycznych poszukuje się alternatywnych roślin, których uprawa przyniesie zadowalający plon, a jednocześnie uzyskane ziarno będzie mogło być przeznaczone na cele konsumpcyjne i paszowe. Zmiany klimatyczne,

w tym wzrost średnich miesięcznych temperatur oraz coraz większa niestabilność warunków meteorologicznych wymuszają potrzebę wprowadzenia do produkcji nowych roślin uprawnych lub zwiększenia areału obecnie uprawianych. Obserwowane w naszym kraju ocieplenie klimatu sprzyja wprowadzeniu sorga do uprawy

(Krasowicz i Kuś, 2010), jednak, aby to mogło nastąpić, konieczne jest upowszechnienie wiedzy na temat jego uprawy. Obecnie Polska jest marginalnym producentem sorga w stosunku do potentatów produkcji ziarna tego zboża, takich jak: Meksyk, Japonia, Chile, Sudan, Kenia oraz inne kraje wschodniej Afryki (schemat 1).



Schemat 1. Produkcja ziarna sorga w poszczególnych krajach w 2017 r. (Hansen i in., 2018)

Diagram 1. Sorghum grain production in various countries in 2017 (Hansen et al., 2018)

Wyniki doświadczeń polowych nad możliwością uprawy sorga wykazały, że zboże to może być z powodzeniem uprawiane w Polsce. Okresem krytycznym uprawy jest czas wschodów, co jest związane z wymaganiami termicznymi. Do zainicjowania procesu kiełkowania ziarna niezbędne jest nagrzanie gleby powyżej 12°C na głębokości 10 cm. Warunki te zostają spełnione zazwyczaj po 15 maja. Jak wynika z doświadczenia plantatorów, jest to optymalny i bezpieczny termin siewu (Sus, 2020). Przeprowadzone badania dotyczące możliwości uprawy sorga ziarowego w Polsce wykazują, że w sprzyjających

warunkach, gdy temperatura gleby jest wyższa, możliwy jest wcześniejszy siew w III dekadzie kwietnia. Wyniki badań Sowińskiego i Szydełko-Rabskiej (2013) dowodzą, że wcześniejszy termin siewu może być korzystny, bowiem siew wykonany w III dekadzie kwietnia spowodował większą obsadę roślin na 1 m², co przekłada się na lepszy plon. Wcześniejszy siew jest uzasadniony wyłącznie w przypadku braku prognozowanych przymrozków. Wystąpienie krótkotrwałego obniżenia temperatury powoduje wymarznącie plantacji i konieczność ponownego siewu, co znacznie podnosi koszty i przynosi straty. Badania

Kruczka i in. (2014) wykazały, że korzystniejszy jest późniejszy siew sorga – w III dekadzie maja. Zróżnicowane wyniki badań pokazują, że termin siewu tego ziarna w poszczególnych latach należy dostosowywać do aktualnego przebiegu pogody.

Optymalna głębokość siewu powinna być dobrana do rodzaju gleby. Na glebach lżejszych należy zastosować siew na głębokość 4–7 cm, natomiast na glebach cięższych może być płytszy – 3–4 cm. Nie należy umieszczać nasion sorgo głębiej niż 7 cm w glebie, bowiem powoduje to obniżenie obsady roślin (Zou i in., 2019). Z praktyki plantatorów wynika, że siew ziarna może być wykonany siewnikami punktowymi z tarczami wysiewającymi o otworach 2–3 mm. Tak zastosowana technika wysiewu spowoduje wykorzystanie zalecanej obsady roślin na hektarze powierzchni uprawnej. Równomierne rozmieszczenie nasion w rzędzie (6–8 cm) spowoduje wytworzenie pędów głównych z równomiernie dojrzewającymi wiechami, co jest ważne w przypadku upraw sorgo z przeznaczeniem na ziarno. Nierównomierne rozmieszczenie nasion będzie skutkowało tym, że roślina wytworzy dużą ilość pędów bocznych dojrzewających nierównomiernie, co utrudni w ostateczności zbiór ziarna równomiernie dojrzalego. Zalecana norma wysiewu to 260 000–300 000 nasion/ha (6–7 kg) w uprawach na ziarno (Sus, 2020).

Istotny wpływ na wzrost i plonowanie sorga ma poziom nawożenia azotem. Zastosowanie jednorazowej dawki przed siewem ogranicza wschody ziarniaków, co zmniejsza liczbę roślin na jednostce powierzchni (Kruczek, 2014). W związku z uprawą rzędową i wolnym wzrostem, w początkowej fazie trudnością w uprawie sorga jest zachwaszczenie. Problemem jest także mała dostępność środków do ochrony herbicydowej plantacji, co jest związane z małą liczbą dopuszczonych do stosowania środków ochrony roślin. Zarejestrowanych i dopuszczonych jest zaledwie 5 środków herbicydowych (Matyjaszczyk, 2012). Odpowiednia ochrona herbicydowa sorga istotnie wpływa na wysokość plonu (Nowicka i in., 2019). W warunkach polskich na plon sorga wpływają także: termin siewu, warunki po-

godowe i rodzaj gleby. W zależności od gleby plon ziarna może wynosić 6,0–6,5 t/ha (Sowiński i Szydełko-Rabska, 2013).

Efektywność ekonomiczna uprawy sorga jest również uzależniona od zastosowanej technologii zbioru. Zbór dwuetapowy zapewnia wyższy plon, jednak powoduje wzrost kosztów, co wpływa ujemnie na stopę zwrotu. Zbiór jednoetapowy, pomimo niższego plonu przynosi wyższy zysk. Duży koszt w uprawie sorga powoduje także konieczność dosuszania ziarna (Sowiński i Kuta, 2015). Duży wpływ mają na to warunki zbioru. Sorgo jako roślina dnia krótkiego w warunkach polskich dojrzewa około października, stąd pojawiająca się wtedy znaczna ilość opadów negatywnie wpływa na jakość ziarna. Opóźnianie zbioru powoduje natomiast znaczne straty plonu na skutek żerowania ptaków (Sowiński i Kuta, 2015).

Wartość paszowa ziarna sorga

Ziarno sorga jest szeroko stosowanym komponentem mieszanek paszowych dla różnych grup zwierząt gospodarskich. Corocznie około 48% jego światowej produkcji jest przeznaczane na cele paszowe (Peerzada i in., 2017), szczególnie w krajach o suchym i gorącym klimacie, gdzie jako jedna z nielicznych roślin dość dobrze plonuje. Wartość paszowa tego zboża i jego przydatność do stosowania w mieszankach pełnoporcjowych jest uzależniona od odmiany. Poszczególne odmiany sorga mają różny poziom składników odżywczych, ale także substancji o działaniu antyodżywczych. Należy więc rekomendować do uprawy odmiany o jak najlepszej wartości paszowej (Baholet i in., 2018). Duża zmienność genetyczna wśród odmian sorga i jego mieszańców wskazuje na możliwość genetycznego doskonalenia odmian pod względem wyższej wartości paszowej, w tym zawartości białka oraz mikroelementów (Badigannavar i in., 2016). Jednym z ważniejszych składników pod względem wartości paszowej jest białko. Ziarno sorga zawiera w swoim składzie 6,6–11,4% tego składnika, co jest uwarunkowane czynnikiem odmianowym (Salinas i in., 2006).

Dominującym białkiem zapasowym w ziarnie sorga jest kafiryna, której procentowa zawartość w ogólnej ilości białka wynosi 42,4–57,6% (Salinas i in., 2006). W profilu aminokwasowym białka sorga występuje wiele aminokwasów egzogennych (tab. 1). Kafiryna składa się z trzech frakcji: α -kafiryny (jest stosunkowo najłatwiej trawioną formą ze wszystkich kafaryn i stanowi około 82%) oraz form β - i γ -kafiryny (Selle i in., 2010). W związku z przewagą trudniej strawnych frakcji kafiryny uzasadnione jest w celu poprawy strawności białka stosowanie w mieszankach pa-

szowych dodatku egzogennych proteaz. Innym rozwiązaniem jest także ukierunkowana hodowla odmian o obniżonej zawartości kafiryny, co dzięki identyfikacji odpowiednich genotypów sorgo jest możliwe (Li i in., 2018). Istnieje także możliwość wytworzenia odmian o znacznie wyższej zawartości lizyny. Uzyskane przez Massafaro i in. (2016) sorgo P721Q jest odmianą o wysokiej zawartości lizyny i obniżonej zawartości kafiryny, które w badaniach strawnościowych wykazuje czterokrotnie większą strawność białka w porównaniu z innymi odmianami.

Tabela 1. Profil aminokwasowy białka ziarna sorga (g/100 g białka) (Bryden i in., 2009)

Table 1. Amino acid profile of sorghum protein (g/100 g protein) (Bryden et al., 2009)

Aminokwas <i>Amino acid</i>	Zawartość <i>Content</i>
Alanina – <i>Alanine</i>	9,1
Arginina – <i>Arginine</i>	3,7
Kwas asparaginowy – <i>Aspartic acid</i>	6,5
Kwas glutaminowy – <i>Glutamic acid</i>	20,9
Glicyna – <i>Glycine</i>	3,1
Histydyna – <i>Histidine</i>	2,3
Izoleucyna – <i>Isoleucine</i>	4,1
Leucyna – <i>Leucine</i>	13,6
Lizyna – <i>Lysine</i>	2,1
Metionina – <i>Methionine</i>	1,6
Fenyloalanina – <i>Phenylalanine</i>	5,2
Seryna – <i>Serine</i>	4,5
Treonina – <i>Threonine</i>	3,2
Tryptofan – <i>Tryptophan</i>	1,0
Tyrozyna – <i>Tyrosine</i>	3,2
Walina – <i>Valine</i>	5,0

Ziarno sorga charakteryzuje się wysoką wartością energetyczną, gdyż zawiera 60–80% skrobi. Występuje ona w postaci frakcji: amylopektynowej, która stanowi 70% ogółu jej zawartości oraz amylozowej – 30%. Ogólna zawartość skrobi w ziarnie sorga zależy od wielu czynników, m.in. warunków pogodowych i intensywności uprawy. Jak donoszą Benmoussa i in. (2006), ziarnistość skrobi w ziarnie sorga oraz jej strawność mogą być różnicowane przez czynnik genetyczny.

Badacze stwierdzili, że istnieje możliwość ukierunkowanej hodowli odmian sorga, które wykazuje się podwyższoną wartością paszową na skutek większej zawartości białka oraz wyższego stopnia strawności skrobi. Daje to podstawę do upowszechnienia uprawy odmian o typowo paszowym wykorzystaniu i wysokiej efektywności żywieniowej. Udowodniona jest również zależność pomiędzy strawnością skrobi a mniejszą zawartością kafiryny. Kafiryna, otaczając w bielmie

ziarna sorga skrobię utrudnia jej strawność. Z kolei, jak udowodnili Salinas i in. (2006), istnieje zależność pomiędzy wzrostem białka ogólnego w ziarnie sor-

ga a obniżaniem się zawartości kafiryny (tab. 2). Jej mniejsza koncentracja wpływa na uwolnienie skrobi i zwiększa jej strawność (Liu i in., 2013).

Tabela 2. Zawartość białka i udział kafiryny w ziarnie sorga (Salinas i in., 2006)
Table 2. Protein content and kafirin content in sorghum grain (Salinas et al., 2006)

Kolejna próbka ziarna sorga <i>Sorghum</i> grain sample	Zawartość białka <i>Protein content</i> (g/kg)	Zawartość kafiryny <i>Kafirin content</i> (g/kg)	% udział kafiryny w białku ogólnym <i>% share of kafirin</i> <i>in total protein</i>
1.	87,2	50,2	57,6
2.	66,1	38,0	57,5
3.	96,4	51,7	53,6
4.	100,5	51,2	50,9
5.	85,9	42,0	48,9
6.	114,2	54,4	47,6
7.	102,7	45,8	44,6
8.	98,8	43,8	44,3
9.	97,1	43,0	44,3
10.	95,1	41,7	43,8
11.	98,9	42,6	43,1
12.	111,9	47,4	42,4

Tabela 3. Zawartość wybranych pierwiastków w ziarnie sorga (mg/100 g) (Patekar i in., 2017)
Table 3. Content of selected elements in sorghum grain (mg/100 g) (Patekar et al., 2017)

Odmiana <i>Cultivar</i>	Wapń <i>Calcium</i>	Fosfor <i>Phosphorus</i>	Żelazo <i>Iron</i>	Cynk <i>Zinc</i>
Parbhani Jyoti	27,50	371	3,91	3,14
CSV-22R	19,82	504	4,09	3,04
Maldandi (M-35-1)	13,85	515	4,26	2,58

Ziarno sorga zawiera 1,8–4,3% tłuszczu, na co ma wpływ odmiana (Moreau i in., 2016; Patekar i in., 2017). W profilu kwasów tłuszczowych dominują kwasy: linolenowy, oleinowy i palmitynowy. Jest także źródłem naturalnych karotenoidów, w tym luteiny i zeaksantyny (Moreau i in., 2016). Karotenoidy te naturalnie wpływają na intensyfikację wybarwienia żółtka jaj oraz skóry i tłuszczu podskórnego ptaków rzeźnych.

W ziarnie sorga znajduje się 2% włókna oraz

1,45% popiołu. Jest ono źródłem wielu ważnych składników mineralnych, takich jak: wapń, fosfor, żelazo i cynk. Zawartość tych pierwiastków w ziarnie jest jednak zróżnicowana i zależy od odmiany (tab. 3).

Potwierdzają to wyniki badań przeprowadzonych przez Badigannavar i in. (2016), którzy wskazują na możliwość ukierunkowanej selekcji odmian sorga pod względem podwyższonej zawartości tych pierwiastków.

Poza składnikami odżywczymi w ziarnie sorga występują substancje antyodżywcze. Należą do nich taniny oraz fityniany. Antyodżywcze działanie tanin spowodowane jest wiązaniem się tych związków z białkiem, z którym tworzą stałe połączenie odporne na działanie proteaz. W ten sposób następuje obniżenie strawności białka, a poprzez to obniżenie efektywności jego wykorzystania przez zwierzęta. Jednym z rozwiązań problemu zawartości tanin jest hodowla i uprawa odmian o obniżonej zawartości tych związków. Za niskotaninowe odmiany uznaje się te, których ziarno zawiera <2,5 g/kg ziarna. Fityniany, które występują również w ziarnie pozostałych zbóż, w ziarnie sorga znajdują się w ilości 2,66 g/kg

ziarna, co stanowi 77,6% całkowitego fosforu zawartego w tym ziarnie.

Podobnie jak inne zboża, sorgo jest również porażane przez patogenne grzyby z rodzaju *Fusarium*, co skutkuje skażeniem ziarna mikotoksynami. Ich zawartość jest uwarunkowana przebiegiem pogody w trakcie sezonu wegetacyjnego. W sorgu mogą występować te same mikotoksyny co w innych zbożach. Należą do nich: aflatoksyny, zearalenon, deoksynivalenol i fumonizyny (tab. 4).

Dotychczas brak jest danych dotyczących zawartości poszczególnych mikotoksyn w ziarnie sorga pochodzącego z uprawy krajowej ze względu na brak badań prowadzonych w tym kierunku.

Tabela 4. Zakres zawartości poszczególnych mikotoksyn w ziarnie sorga (opracowanie własne na podstawie cytowanych autorów)

Table 4. The content range of individual mycotoxins in sorghum grain (own study based on quoted authors)

Mikotosyna <i>Mycotoxin</i>	Zakres wartości (min-max) <i>Content range (min-max) ($\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$)</i>	Autorzy <i>Authors</i>
Aflatoksyna <i>Aflatoxin</i>	5,4–61,5	Kange i in./ <i>et al.</i> (2015) Chala i in./ <i>et al.</i> (2014)
Zearaleon <i>Zearalenone</i>	45,0–374,0	Oueslati i in./ <i>et al.</i> (2014) Chala i in./ <i>et al.</i> (2014)
Fumonizyny <i>Fumonisin</i>	97,0–2041,0	Ediage i in./ <i>et al.</i> (2015) Taye <i>et al.</i> (2016)
Deoksynivalenol <i>Deoxynivalenol</i>	30,0–78,1	Huerta-Trevino i in./ <i>et al.</i> (2016) Chala i in./ <i>et al.</i> (2014)

Efektywność stosowania sorga w żywieniu drobiu

Ziarno sorga jest szeroko stosowanym komponentem pasz dla drobiu, zwłaszcza w tych krajach, gdzie uprawa kukurydzy czy pszenicy jest niemożliwa ze względu na zbyt duży deficyt wody. Stąd też, większość badań nad możliwością wykorzystania sorga w mieszankach paszowych dla drobiu, przydatnością poszczególnych odmian i maksymalnym ich udziałem dla poszczególnych grup drobiu pochodzi z rejonów Afryki oraz Azji Mniejszej. Polskie Normy Żywienia Drobiu przewidują maksymalny udział ziarna sorga w paszy dla niosek do 20% w trakcie odchowu oraz do

40% w okresie nieśności, natomiast dla indyków jest to 20% (Smulikowska i Rutkowski, 2018). Dla pozostałych grup produkcyjnych i gatunków drobiu nie ma wyznaczonych maksymalnych udziałów tego ziarna jako komponentu pasz.

Obecnie w Polsce sorgo jest najczęściej wykorzystywane w żywieniu gołębi, zarówno ozdobnych jak i pocztowych. Stanowi także komponent mieszanek dla egzotycznych ptaków ozdobnych. Ze względu na marginalny areal uprawy, wciąż nie są prowadzone krajowe badania nad możliwością wykorzystania tego zboża w żywieniu drobiu produkcyjnego.

W Polsce zdecydowana większość produkcji

mięsa drobiowego pochodzi od kurcząt brojlerów. Dotychczas, ze względu na dobre plony i podaż na rynku ziarna zbóż paszowych stanowiły one główny komponent mieszanek dla drobiu. Wobec coraz częściej występujących susz i obniżki plonu może zaistnieć konieczność substytucji części dotychczas stosowanego ziarna zbóż tańszymi komponentami. Jednym z nich może być ziarno sorga. Jak dowodzą wyniki badań Moss i in. (2017), istnieje możliwość efektywnego odchovu kurcząt brojlerów na mieszkankach paszowych, w których część pszenicy została zastąpiona sorgiem. Jednak według autorów, konieczne jest stosowanie dodatku fitazy do paszy. Wprowadzenie sorga do mieszanek paszowych dla kurcząt brojlerów ma na celu również podniesienie efektywności ekonomicznej. W wielu krajach afrykańskich sorgo stanowi substytut znacznie droższej kukurydzy. Pomimo niższego wskaźnika FCR, stosowanie sorga w paszy powoduje obniżenie jej kosztów, a ostateczny wynik ekonomiczny tuczu jest dodatni. Badania wykazują, że istnieje możliwość substytucji znacznej części udziału kukurydzy w paszy, zwłaszcza w mieszkankach grower. Dotyczy to w szczególności odmian niskotaniowych sorga (Mburu i in., 2016). Jak wykazały badania George i in. (2017), możliwe jest stosowanie sorga jako częściowego zamiennika kukurydzy w paszy dla brojlerów bez negatywnego wpływu na wyniki produkcyjne i jakość mięsa.

Istnieje także możliwość wykorzystania sorga w żywieniu kur nieśnych. Według badań przeprowadzonych przez Adamu i in. (2017) nad możliwością zastosowania maksymalnego udziału ziarna sorga w paszy dla niosek wykazano, że może on wynosić do 50%. Jednocześnie, badacze zastępując kukurydżę sorgiem uzyskali wymierne korzyści ekonomiczne. Sriagtula i in. (2019) rekomendują natomiast maksymalnie 40% udział ziarna sorga w paszy dla niosek, co jest zgodne z zaleceniami zawartymi w Polskich Normach Żywienia Drobiu (Smulikowska i Rutkowski, 2018).

Sorgo ma też zastosowanie w żywieniu indyków rzeźnych. Możliwa jest częściowa substytucja ziarna innych zbóż sorgiem. Jego udział nie powinien jednak przekraczać 25% (Etuk

i Ukaejiofo, 2007), co jest wartością wyższą niż rekomendowana w Polskich Normach Żywienia Drobiu (Smulikowska i Rutkowski, 2018). Możliwe jest także zastosowanie ziarna sorga w żywieniu perlic rzeźnych. Badania przeprowadzone przez Tjetjoo i in. (2013) wykazały, że współczynnik wykorzystania paszy jest wyższy w przypadku zastosowania sorgo niż kukurydzy przy podobnej wydajności rzeźnej.

Podsumowanie

Sorgo jest w Polsce zbożem o niewielkim znaczeniu i wykorzystaniu ze względu na mały areal uprawy oraz pokrycie zapotrzebowania paszowego przez uprawiane w Polsce główne gatunki zbóż (pszenicę, pszenżyto, żyto, kukurydżę, jęczmień i owies). Jednak, istnieje perspektywa upowszechnienia uprawy tego zboża, ponieważ coraz częściej występujące w Polsce susze, a skutek tego niestabilne i niższe plony zbóż mogą spowodować poszukiwanie alternatywnych gatunków roślin paszowych. Jedną z nich może okazać się sorgo, zwłaszcza że w wielu krajach o suchym klimacie jest ono szeroko uprawiane i wykorzystywane zarówno w żywieniu ludzi, jak i zwierząt.

Doświadczenia polowe nad możliwością uprawy sorga w Polsce dowodzą, że może ono osiągać pełną dojrzałość ziarna w warunkach glebowo-klimatycznych Polski i dość dobrze planuje. Ziarno tego zboża może zdywersyfikować bazę ziarna paszowego w Polsce, co jest niezwykle ważne wobec wyzwań adaptacji współczesnego rolnictwa do zmian klimatu. Należy więc rekomendować i upowszechniać uprawę sorga w Polsce.

Nowe odmiany tego zboża o obniżonej zawartości tanin (niskotaninowe) i podwyższonej wartości paszowej dają perspektywę ich efektywnego wykorzystania w żywieniu drobiu. Zastosowanie sorga może mieć także ekonomiczne uzasadnienie, bowiem substytucja droższego ziarna innymi zbóż sorgiem obniża koszty żywienia drobiu. Należy jednak przestrzegać ograniczeń udziału tego zboża w paszy dla poszczególnych gatunków i grup produkcyjnych drobiu.

Literatura

- Adamu N., Doma U.D., Abubakar M., Muhammad A.S., Sani I. (2017). Performance of laying chickens fed dietary levels of red sorghum variety (*Sorghum bicolor* L.). *J. Anim. Prod. Res.*, 29 (2): 35–42.
- Badigannavar A., Girish G., Ramachandran V., Ganapathi T.R. (2016). Genotypic variation for seed protein and mineral content among post-rainy season-grown sorghum genotypes. *Crop J.*, 4 (1): 61–67.
- Baholet D., Mrvova K., Horky P., Pavlata L. (2018). Comparison of nutrient composition of sorghum varieties depending on different soil types.
<https://pdfs.semanticscholar.org/61a5/3a2fb7e6582b3f5940d29f4e0c48f43e4c11.pdf>
- Benmoussa M., Suhendra B., Aboubacar A., Hamaker B.R. (2006). Distinctive sorghum starch granule morphologies appear to improve raw starch digestibility. *Starch - Stärke*, 58 (2): 92–99.
- Bryden W.L., Li X. Ravindran G., Hew L.I. Ravindran V. (2009). Ileal amino acid digestibility values of feedstuffs in poultry. RIRDC Canberra.
- Chala A., Taye W., Ayalew A., Krska R., Sulyok M., Logrieco A. (2014). Multimycotoxin analysis of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and finger millet (*Eleusinecoracana* L. Garten) from Ethiopia. *Food Control*, 45: 29–35.
- Ediage E.N., Poucke C. van, Saeger S. de (2015). A multi-analyte LC-MS/MS method for the analysis of 23 mycotoxins in different sorghum varieties: The forgotten sample matrix. *Food Chem.*, 177: 397–404.
- Etuk E.B., Ukajejofo U.R. (2007). Tannin content and dietary effects of brown coat coloured sorghum on the performance of young local turkey. *Anim. Prod. Res. Adv.*, 3 (2): 86 – 90.
- George A., Habeanu M., Olteanu M., Turku P.R., Dragomir K. (2017). Effects of dietary sorghum and triticale on performance, carcass traits and meat pH in broiler chickens. *Food Feed Res.*, 44 (2): 181–187.
- Hansen J., Marchant M.A., Zhang W., Grant J. (2018). Upheaval in China's imports of U.S. sorghum. *Agricult. Appl. Econ. Assoc.*, 33.
- Huerta-Trevino A., Davila-Avina J., Sánchez E., Heredia N., García S. (2016). Occurrence of mycotoxins in alfalfa (*Medicago sativa* L.), sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], and grass (*Cenchrusciliaris* L.) retailed in the state of Nuevo Leon, México. *Agrociencia*, 50: 825–836.
- Kange A.M., Cheruiyot E.K., Ogendo J.O., Peter F. (2015). Effect of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] grain conditions on occurrence of mycotoxin-producing fungi. *Agricult. Food Sec.*, 4: 15–23.
- Krasowicz S., Kuś J. (2010). Kierunki zmian w produkcji rolniczej w Polsce do roku 2020 – próba prognozy. *Zagad. Ekon. Rol.*, 3: 5–18.
- Kruczek A. (2014). Wpływ nawożenia azotem na plonowanie sorga. *Fragm. Agron.*, 31 (2): 34–45.
- Kruczek A., Skrzypczak W., Wałigóra H. (2014). Reakcja sorga na zróżnicowaną obsadę roślin i rozstawę rzędów w zależności od terminu siewu., *Nauka. Przynr. Technol.*, 8 (1): 13.
- Li A., Jia S., Yobi A., Ge Z., Sato S.J., Zhang C., Angelovici R., Clemente T.E., Holding D.R. (2018). Editing of an alpha-kafirin gene family increases digestibility and protein quality in sorghum. *Plant Physiol.*, 177 (4): 1425–1438.
- Liu S.Y., Selle P.H., Cowieson A.J. (2013). Strategies to enhance the performance of pigs and poultry on sorghum-based diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 181 (1–4): 1–14.
- Massafaro M., Thompson A., Tuinstra M., Dilkes B., Weil C.F. (2016). Mapping the increased protein digestibility trait in the high-lysine sorghum mutant P721Q. *Crop Sci.*, 56 (5): 2647–2651.
- Matyjaszczyk E. (2012). Aktualne możliwości ochrony wybranych upraw małoobszarowych w Polsce i innych państwach Unii Europejskiej. *Progress Plant Prot.*, 52 (1): 167–173.
- Mburu J.N., Gicheha J.G., Kabuage L.W., Njonge F.K., Owino W.O. (2016). Growth and carcass traits in broiler chicken fed on low-tannin grain sorghum in Kenya. In: Fifth African Higher Education Week and RUFORUM

- Biennial Conference: Linking agricultural universities with civil society, the private sector, governments and other stakeholders in support of agricultural development in Africa, Cape Town, South Africa, 17–21 October 2016, pp. 755–761.
- Moreau R.A., Harron A.F., Powell M.J., Hoyt J.L. (2016). A comparison of the levels of oil, carotenoids, and lipolytic enzyme activities in modern lines and hybrids of grain sorghum. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 93 (4): 569–573.
- Moss A.F., Sydenham C.J., Truong H.H., Liu S.Y., Selle P.H. (2017). The interactions of exogenous phytase with whole grain feeding and effects of barley as the whole grain component in broiler diets based on wheat, sorghum and wheat-sorghum blends. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 227: 1–12.
- Nowicka S., Waligóra H., Skrzypczak W. (2019). Skuteczność wybranych herbicydów w uprawie sorga. *Biul. IHAR*, 287: 45–46.
- Oueslati S., Jesús B., Juan C.M., Abdelwahed G., Jordi M. (2014). Presence of mycotoxins in sorghum and intake estimation in Tunisia. *Food Add. Cont.*, 31: 307–318.
- Patekar S., Moreand D., Hashmi S. (2017). Studies on physico-chemical properties and minerals content from different sorghum genotypes. *J. Pharm. Phytochem.*, 6 (5): 600–604.
- Peerzada A.M., Ali H.H., Chauhan B.S. (2017). Weed management in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using crop competition: A review. *Crop Prot.*, 95: 74–80.
- Salinas I., Pro A., Salinas Y., Sosa E., Becerril C.M., Cuca M., Cervantes M., Gallegos J. (2006). Compositional variation amongst sorghum hybrids: Effect of kafirin concentration on metabolizable energy. *J. Cereal Sci.*, 44: 342–346.
- Selle P.H., Cadogan D.J., Li X., Bryden W.L. (2010). Implications of sorghum in broiler chicken nutrition. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 156 (3–4): 57–74.
- Smulikowska S., Rutkowski A. (red.) (2018). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Normy żywienia drobiu. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna.
- Sowiński J., Kuta L. (2015). Analiza ekonomiczna uprawy sorgo ziarnowego w zależności od technologii zbioru. *Zesz. Nauk. SGGW. Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 110: 191–203.
- Sowiński J., Szydełko-Rabska E. (2013). Możliwości uprawy sorga ziarnowego, odmiany 251 w warunkach Dolnego Śląska – wyniki wstępne. *Fragm. Agron*, 30 (4): 138–146.
- Sriagtula R., Djulardi A., Yuniza A., Wizna Z. (2019). Effects of the substitution of corn with sorghum and the addition of indigofera leaf flour on the performance of laying hens. *Adv. Anim. Vet. Sci.*, 7 (10): 829–834.
- Sus J. (2020). Sorgo ziarnowe w Polsce. *Fauna & Flora*, 4 (255): 21–22.
- Taye W., Ayalew A., Chala A., Dejene M. (2016). Aflatoxin B1 and total fumonisin contamination and their producing fungi in fresh and stored sorghum grain in east Hararghe, Ethiopia. *Food Add. Cont.*, 9: 237–245.
- Tjetjoo S.U., Moreki J.C., Nsoso S.J., Madibela O.R. (2013). Growth performance of guinea fowl fed diets containing yellow maize, millet and white sorghum as energy sources and raised under intensive system. *Pak. J. Nutr.*, 12 (4): 306–312.
- Wójcik I., Doroszewski A., Wróblewska E., Koza P. (2019). Susza rolnicza w uprawie zbóż jarych w Polsce w latach 2006–2017. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 19: 77–95.
- Zou G., Zhou L., Zhai G., Ding Y., Lu P., Liu H., Zhen X., Zhang L., Xin Z., Chen H. (2019). A high throughput method for screening deep-seeding tolerance in sorghum. *Genet. Res. Crop Evol.*, 66 (8): 1643–1651.

POTENTIAL OF SORGHUM CULTIVATION IN POLAND AND FODDER VALUE AND THE POSSIBILITY OF USING ITS GRAIN IN POULTRY NUTRITION

Summary

Sorghum is a cereal of marginal importance and utilization in Poland, and this is due to the small acreage and coverage of feed demand by the main cereal species cultivated in Poland (wheat, triticale, rye, corn, barley and oats). However, there is a prospect of introducing and promoting the cultivation of this grain. Because droughts occur more frequently in Poland and, as a result, unstable and lower cereal yields may cause the search for alternative species of feed plants. Sorghum may be one of them, especially since in many countries with a dry climate it is widely cultivated and used in both human and animal nutrition. Field experiments on the possibility of sorghum cultivation in Poland prove that sorghum achieves full grain maturity in Poland's soil and climate conditions and plans quite well. The grain of this cereal can diversify the feed grain base in Poland, which is extremely important in view of the challenges of adaptation of modern agriculture to climate change. Therefore, cultivating sorghum in Poland should be recommended and popularized. New varieties of this cereal, with reduced tannin content (low tannin) and increased feed value, give the prospect of their effective use in poultry nutrition. The use of sorghum may also have economic justification, because the substitution of more expensive cereal grain with sorghum reduces the cost of feeding poultry. However, the restrictions on the share of this cereal in feed for particular species and poultry production groups should be observed.

Key words: sorghum, fodder value, poultry feed, amino acid profile



Fot. internet