

## Suszony zbożowy wywar gorzelniany (DDGS) w żywieniu świń

Małgorzata Świątkiewicz, Ewa Hanczakowska, Anna Olszewska

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,  
Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, 32-083 Balice k. Krakowa*

### Wstęp

Produkcja bioetanolu ze zbóż jest znaczącą gałęzią produkcji rolnej. Produktem ubocznym w procesie fermentacji są wywary zbożowe. Jakość otrzymanych wywarów jest bardzo zróżnicowana, gdyż zależy od rodzaju i jakości surowca roślinnego, z którego pochodzą oraz od przebiegu procesu fermentacji i suszenia. Ze względu na dużą wartość pokarmową oraz z powodów ekologicznych tego rodzaju produkt uboczny powinien zostać zagospodarowany głównie poprzez wykorzystanie do produkcji mieszanek paszowych dla zwierząt gospodarskich. Pierwotnie wywary tzw. starej generacji były stosowane wyłącznie w żywieniu

przeżuwaczy. Jednakże, dzięki unowocześnionej technologii (szczególnie technologii suszenia) wywary te charakteryzują się większą dostępnością składników pokarmowych, np. aminokwasów, energii i strawnego fosforu oraz są bardziej ujednolicone pod względem składu chemicznego niż to miało miejsce w poprzednich latach (Whitney i in., 2006).

Cechy te umożliwiają wprowadzenie wywarów zbożowych także do dawek dla zwierząt monogastrycznych (Shurson i in., 2003). Na podstawie dostępnej literatury zagranicznej i polskiej przedstawiono w tabeli 1 proponowane udziały suszonego wywaru w mieszankach dla poszczególnych grup technologicznych trzody chlewnej.

Tabela 1. Udział DDGS z kukurydzy w mieszankach paszowych  
Table 1. Content of corn DDGS in feed mixtures  
(Stein i Shurson, 2009)

| Grupa technologiczna<br><i>Group type</i>   | Zalecany (i maksymalny) udział DDGS z kukurydzy w mieszance (%)<br><i>Suggested (and maximal) content of corn DDGS in mixtures (%)</i> |
|---|--|
| Prosięta ssące – <i>Nursing piglets</i>   | 0–5 (do/up to 10)  |
| Warchlaki – <i>Weaners:</i><br>– od odsadzenia do 30 kg m.c.<br>– <i>from weaning to 30 kg BW</i> | 10–15 (do/up to 20)  |
| Tuczniki – <i>Fatteners</i>   | 15–20 (do/up to 30)  |
| Lochy niskoprosne (do 100. dnia ciąży)<br><i>Pregnant sows (less than 100 days)</i>               | 30 (do/up to 50)   |
| Lochy wysokoprosne i karmiące<br><i>Pregnant (beyond 100 days) and lactating sows</i>             | 10–15 (do/up to 20)  |
| Knury – <i>Boars</i>  | 20–30 (do/up to 50)  |

Przewidywana możliwość wprowadzenia ustawowego zakazu stosowania materiałów paszowych modyfikowanych genetycznie w żywieniu zwierząt (moratorium do 2017 r.) znacznie ograniczy podaż poekstrakcyjnej śruty sojowej (GMO), która jest obecnie podstawowym składnikiem pasz pełnoporcjowych dla drobiu oraz trzody chlewnej. Spowoduje to niedobór białka paszowego na rynku, szacowany nawet na około 700 tys. t. Dostępność na rynku paszowym, atrakcyjna cena (jako produktu ubocznego) oraz stosunkowo wysoka zawartość białka w suszonych wywarach gorzelnianych sprawiają, że są one wykorzystywane jako zamienniki poekstrakcyjnej śruty sojowej przy bilansowaniu mieszanek paszowych. Koszt żywienia zwierząt jest stosunkowo wysoki i stanowi ponad 70% kosztu tuczu. Dzięki wykorzystaniu produktów ubocznych cenę paszy można znacząco obniżyć. Częściowe zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej w optymalnie zbilansowanych mieszanek paszowych może być sposobem ograniczenia kosztów produkcji żywca wieprzowego w sytuacji, gdy na rynku obserwuje się wysokie wahania cen i podaży poekstrakcyjnej śruty sojowej.

Mimo prowadzonych od lat badań, optymalny udział suszonych wywarów w mieszanek paszowych dla świń pozostaje nadal dyskusyjny. Dalszych badań wymaga określenie wpływu nienasyconych kwasów tłuszczowych zawartych w DDGS z kukurydzy na jakość mięsa i tłuszczu świń. Szczególnej uwagi wymaga także możliwość poprawy przyswajalności i wykorzystania składników pokarmowych z DDGS, zarówno poprzez dążenie do poprawy ich jakości, jak i poprzez zastosowanie odpowiednich dodatków paszowych. Wprowadzenie do mieszanek paszowych dodatku aminokwasów krystalicznych pozwala na prawidłowe zbilansowanie dawki oraz ograniczenie wydalania nadmiaru azotu do środowiska.

#### **Charakterystyka materiału paszowego – DDGS z kukurydzy**

Pełne suszone zbożowe wywary gorzelniane, określane skrótem DDGS (ang. Distillers Dried Grains with Solubles) są produktem ubocznym, powstającym w procesie fermentacji alkoholowej ziarna zbóż, przy produkcji etanolu

paliwowego lub spożywczego. Produkt tzw. pełny, czyli zawierający obie pozostające po fermentacji frakcje, tj. stałą i płynną, powstaje w wyniku kilkietapowego zagęszczania i suszenia zacieru zbożowego pozbawionego alkoholu. Suszony wywar DDGS ma postać sypką, natomiast jego barwa powinna być zbliżona do barwy surowca. Fermentacji alkoholowej poddawane mogą być ziarna takich zbóż, jak: kukurydza, pszenica, pszenżyto, żyto lub sorgo. Jednakże, ze względu na dużą zawartość skrobi w ziarnie, wysokie plony ziarna, możliwość pełnego zmechanizowania uprawy oraz stosunkowo małe wymagania glebowe, najważniejszym surowcem do produkcji bioetanolu jest kukurydza, z której otrzymuje się najwyższą wydajność etanolu w przeliczeniu na 1 t surowca. Dla przykładu: 1000 kg ziarna kukurydzy pozwala na otrzymanie około 402 l etanolu oraz 320 kg DDGS. Obok wysokich plonów ziarna, jedną z najważniejszych cech, którymi powinna charakteryzować się kukurydza, uprawiana z przeznaczeniem do wykorzystania w przetwórstwie gorzelnicznym, jest duża zawartość w ziarnie skrobi. Cecha ta jest uzależniona od genotypu rośliny, dlatego najbardziej pożądane odmiany kukurydzy powinny posiadać ziarno typu Dent, zawierające dużą ilość skrobi mączystej, bardziej podatnej na degradację, podczas gdy większość uprawianych mieszańców posiada ziarno typu Flint lub Flint/Dent (ryc. 1 i 2). Przy uprawie kukurydzy z przeznaczeniem ziarna do przerobu w gorzelnii ważny jest zatem wybór odpowiedniej odmiany, gdyż nawet niewielkie różnice w wydajności alkoholu ze 100 kg ziarna, przy wysokim plonie, mogą podnieść wydajność alkoholu z hektara i zapewnić dodatkowe korzyści finansowe.

Jakość otrzymywanych w procesie fermentacji wywarów DDGS jest bardzo zróżnicowana, gdyż zależy od jakości surowca roślinnego, z którego pochodzą, czyli gatunku i odmiany zbóż oraz warunków wegetacji i magazynowania ziarna, jak również od przebiegu procesu fermentacji i suszenia. W uproszczeniu można stwierdzić, że suszone wywary zbożowe charakteryzują się około trzykrotnie wyższą zawartością białka, włókna i tłuszczu w porównaniu z surowcem, z którego zostały wyprodukowane (tab. 2), natomiast ich wartość energetyczna jest niższa (około 80% energii surowca).



Ryc. 1. Ziarno kukurydzy typu Flint  
Photo 1. Flint type corn grain



Ryc. 2. Ziarno kukurydzy typu Dent  
Photo 2. Dent type corn grain

<http://corn.agronomy.wisc.edu>

Tabela 2. Średnia wartość pokarmowa wywaru DDGS z kukurydzy, ziarna kukurydzy i poekstrakcyjnej śruty sojowej

Table 2. Average nutritive value of corn DDGS, corn grain and soybean meal

| Zawartość składnika (%)<br>Content (%) | DDGS kukurydziany*<br>Corn DDGS* | Ziarno kukurydzy*<br>Corn grain* | Poekstrakcyjna śruta sojowa*<br>Soybean meal* |
|--|----------------------------------|----------------------------------|---|
| Sucha masa – Dry matter                | 87,0–92,0                        | 88,0–89,0                        | 88,0–89,0                                     |
| Białko ogólne – Crude protein          | 24,6–28,0                        | 9,1–9,6                          | 43,0–47,4                                     |
| Energia metaboliczna (MJ) – ME         | 11,0–13,0                        | 14,0–16,0                        | 12,9–13,6                                     |
| Włókno surowe – Crude fiber            | 5,4– 10,4                        | 2,3–2,9                          | 6,6–3,8                                       |
| Tłuszcz surowy – Ether extract         | 8,6–12,0                         | 3,9–4,1                          | 1,0–1,82                                      |
| Lizyna – Lysine                        | 0,6–1,1                          | 0,20–0,26                        | 2,53–2,81                                     |
| Met + Cys                              | 0,5–1,0                          | 0,34–0,40                        | 1,12–1,37                                     |
| Treonina – Tre                         | 0,96–1,2                         | 0,29–0,33                        | 1,75–1,89                                     |
| Tryptofan – Trp                        | 0,2–0,3                          | 0,06–0,07                        | 0,58–0,71                                     |
| Fosfor ogólny – Total P                | 0,4–1,1                          | 0,30–0,34                        | 0,54  |
| Sód – Na                               | 0,02–0,5                         | 0,02                             | 0,04  |

\* Dane zaczerpnięte z dostępnej aktualnej literatury. Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych. IZ PIB, Balice, 2010. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń – Normy żywienia świń, IFiZZ PAN, Jabłonna, 2014.

### Jakość białka

Przy bilansowaniu dawek pokarmowych dla świń ważna jest nie tylko odpowiednia zawartość białka ogólnego w mieszance, ale przede wszystkim aminokwasów, głównie egzogennych. W żywieniu świń aminokwasem tzw. limitującym jest lizyna. Wywary DDGS zawierają zwykle dość dużo białka ogólnego, jednak jego

jakość nie zawsze jest zadowalająca. W porównaniu do poekstrakcyjnej śruty sojowej, DDGS z kukurydzy charakteryzuje się niższą zawartością niezbędnych aminokwasów (tab. 2). W czasie suszenia poszczególnych frakcji wywarów gorzelnianych, pod wpływem wysokiej temperatury i w obecności cukrów może nastąpić obniżenie dostępności lizyny (Stein i Shurson, 2009).

Problem ten dotyczył głównie lat wcześniejszych, kiedy według starej technologii wywary suszono metodą bębnową z zastosowaniem zbyt wysokiej temperatury, prowadząc do przegrzania. Jednakże, kwestia obniżonej dostępności lizyny oraz w mniejszym stopniu metioniny, treoniny i tryptofanu nadal pozostaje problemem przy określaniu wartości pokarmowej białka DDGS (Stein i in., 2006; Fastinger i Mahan, 2006).

Zaleca się, aby w czasie stosowania DDGS w żywieniu świń bilansować mieszanki

w oparciu o aminokwasy, a nawet aminokwasy strawne, a nie białko ogólne (Cromwell i in., 2011). Należy ponadto stosować dodatek aminokwasów krystalicznych, co pozwala na prawidłowe pokrycie zapotrzebowania zwierząt oraz ograniczenie wydalania nadmiaru azotu do środowiska. Dobrym wskaźnikiem jakości DDGS, skorelowanym z przyswajalnością lizyny, jest barwa. Strawność lizyny w wywarze ciemnobrązowym (ryc. 3) zwykle waha się wokół 60%, natomiast w wywarze złoto-żółtym wynosi około 80% (ryc. 4).



Ryc. 3. Ciemnobrązowy kolor DDGS z kukurydzy sugeruje obniżoną wartość pokarmową tej paszy  
*Photo 3. Dark brown color of corn DDGS indicates lower nutritive value*



Ryc. 4. Pożądany kolor DDGS z kukurydzy to złoto-żółty, zbliżony do koloru surowca  
*Photo4. Golden-yellow is a desired color of valuable corn DDGS*

### **Jakość tłuszczu**

Ziarno kukurydzy, podobnie jak otrzymywany z niego wywar DDGS, charakteryzuje się dużą zawartością nienasyconych kwasów tłuszczowych, które odkładają się w tłuszczu i mięsie zwierząt. W opinii konsumentów, ze względów dietetyczno-zdrowotnych wysoka zawartość tych kwasów w produktach żywnościowych jest pożądana, jednakże ich większa podatność na utlenianie negatywnie wpływa na technologiczne parametry tłuszczu, jego przydatność do przerobu, stabilność i jakość przechowywanych produktów. Tłuszcz zwierząt, otrzymujących w dawce pokarmowej dużą ilość nienasyconych kwasów tłuszczowych, cechuje się lejącą konsystencją, jest miękki, ujemnie wpływa na technologiczne parametry mięsa oraz ogranicza jego przydatność do przetwarzania i przechowywania (Carr i in., 2005; Xu i in., 2010 b). Przy stosowaniu dużego udziału DDGS

w mieszankach dla tuczników, co jest ekonomicznie najbardziej korzystne, problemem staje się zatem jakość i trwałość tłuszczu oraz mięsa. Pogarsza się ponadto organoleptyczna jakość produktów, gdyż związki powstające w czasie procesów utleniania tłuszczu negatywnie wpływają na zapach i smak mięsa.

Sposobem poprawy jakości tłuszczu jest radykalne zmniejszenie ilości DDGS lub wycofanie go z dawki pokarmowej w ostatnim okresie tuczu (np. 3–4 tyg. przed ubojem) i zastąpienie śrutą jęczmienną. Redukcję stopnia nienasylenia tłuszczu można osiągnąć, stosując do natłuszczenia mieszanek zawierających DDGS tłuszcz nasycony, np. wołowy zamiast oleju roślinnego. W celu ograniczenia procesów utleniania tłuszczu, czyli jęłczenia, wskazane jest dodawanie do mieszanek paszowych przeciwutleniaczy naturalnych, tj. witamin E, C oraz ziół lub syntetycznych. Istnieje konieczność prowadzenia dalszych

badania, dotyczących wpływu wysokiego udziału DDGS z kukurydzy w mieszance paszowej dla tuczników na jakość ich mięsa i tłuszczu (Benz i in., 2011; Xu i in., 2010 a,b).

### **Włókno pokarmowe**

W skład ogólnie pojmowanego włókna pokarmowego wchodzi: włókno surowe (węglowodany strukturalne roślin) oraz polisacharydy. Wywary zbożowe zawierają około 10% włókna surowego, w większości nierozpuszczalnego, które nie jest trawione w przewodzie pokarmowym zwierząt monogastrycznych (Shurson i in., 2000). Mianem polisacharydów nieskrobiowych określa się węglowodany – z wyjątkiem skrobi – tworzące długie, rozgałęzione łańcuchy, zbudowane z cząsteczek cukrów prostych – pentoz (ksylany, arabiniany) lub heksoz (glikogen, inulina,  $\beta$ -glukan, galaktany, mannany, celuloza), a ponadto pektyny, gumy, hemiceleulozy. Frakcje polisacharydów nierozpuszczalnych wiążą wodę zawartą w treści pokarmowej i zwiększają jej objętość, stanowiąc wypełnienie przewodu pokarmowego i zapewniając uczucie sytości. Ponadto, stymulują rozwój kosmków jelitowych, wiążą i usuwają sole kwasów żółciowych, ograniczając odzyskiwanie i wchłanianie cholesterolu. Kwasy tłuszczowe, powstałe w wyniku ich fermentacji, są źródłem energii wykorzystywanym przez zwierzęta. Z drugiej strony, nadmierna ilość takiego włókna obniża koncentrację energii paszy i negatywnie wpływa na wielkość przyrostów masy ciała. Rozpuszczalne frakcje polisacharydów natomiast to substancje trudno strawne, pęczniejące w jelicie. Zwiększają lepkość treści pokarmowej, co utrudnia wchłanianie składników pokarmowych. Tworzą kompleksy białkowe, wiążąc nawet do 40% białka ogólnego, które tylko w niewielkim stopniu jest dostępne dla enzymów proteolitycznych. Duża ilość polisacharydów rozpuszczalnych, zalegających w jelitach, jest pożywką dla bakterii chorobotwórczych, przyczyną nadmiernej fermentacji, namnażania się bakterii patogennych i biegunek.

Na skutek koncentracji składników pokarmowych w czasie suszenia zawartość włókna jest w wywarach DDGS 2–3-krotnie wyższa niż w ziarnie zbóż, co ogranicza jego udział w dawce pokarmowej dla intensywnie rosnących zwierząt lub samic w okresie laktacji, gdyż obniża

wartość energetyczną paszy. Poprawę wykorzystania składników pokarmowych, przyrostów masy ciała oraz wykorzystania paszy można osiągnąć, dodając do mieszanki paszowej z udziałem DDGS enzymy paszowe. Ich rolą jest ograniczenie negatywnych skutków dużej zawartości obecnego w materiale paszowym włókna, a szczególnie polisacharydów nieskrobiowych. Stosowane w żywieniu świń enzymy poprawiają rozkład włókna strukturalnego komórek roślinnych, obniżają lepkość treści pokarmowej, a tym samym zwiększają dostęp enzymów do składników, poprawiają wchłanianie składników pokarmowych i mineralnych, zmniejszają ilość niestrawionych resztek, będących pożywką dla bakterii i przyczyną biegunek. Zwykle stosowane są zestawy wieloenzymatyczne, w skład których wchodzi: ksylanaza,  $\beta$ -glukanaza, pentozanaza, celuloza, hemiceluloza, pektynazy. Wyniki niektórych badań wskazują jednak, że efektywność działania enzymów paszowych, przeznaczonych dla danego gatunku zboża, jest odmienna w przypadku zastosowania ich w mieszankach zawierających DDGS wyprodukowany z takiego samego zboża (Widyaratne i in., 2009; Zijlstra i in., 2010). Dlatego, opracowanie składu oraz dawkowania preparatu enzymatycznego, przeznaczonego do stosowania wraz z wywarami DDGS, wymaga dalszych badań.

W przypadku loch niskoprosnych i knurów włókno pełni rolę „wypełniacza” w przewodzie pokarmowym, zapewniając zwierzętom poczucie sytości (Urbańczyk i in., 2001). W dawkach pokarmowych dla zwierząt młodych niewielka ilość DDGS może natomiast stymulować rozwój przewodu pokarmowego, w tym kosmków jelitowych, co poprawia wykorzystanie paszy oraz ogranicza rozwój bakterii chorobotwórczych, wywołujących stany zapalne jelit i biegunki, prowadzące do spadku przyrostów, trwałego charłactwa lub padnięć prosiąt (Mateos i in., 2001; Montagne i in., 2003; Świątkiewicz i Hanczakowska, 2006; Świątkiewicz i in., 2006). Badania, przeprowadzone w Polsce w latach 2002–2005, wykazały rosnącą częstość występowania bakterii *Lawsonia intracellularis*, sięgającą około 90% wszystkich chlewni. Szczególnie niepokojący jest fakt coraz częstszego stwierdzania obecności *L. intracellularis* nawet w chlewniach o wysokiej higienie

oraz niemal bezobjawowy, czyli łatwy do zignorowania, przebieg rozrostowego zapalenia jelit (ileitis), powodowanego przez te bakterie (Pejsak, 2005). Mimo braku wyraźnych objawów chorobowych dochodzi jednak do pogorszenia wykorzystania paszy i obniżenia przyrostów masy ciała świń, a tym samym do dużego zróżnicowania odstawianej partii tuczników. Wstępne badania, przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych wykazały, że 5–10% dodatek wywarów do mieszanki dla tuczników może zmniejszyć częstotliwość występowania choroby i liczbę sztuk padłych. Podobne wyniki, a także zmniejszenie wielkości i dolegliwości zmian chorobowych w jelicie krętym i okrężnicy oraz mniejszą ilość komórek, w których wykryto DNA *L. intracellularis*, stwierdzili Whitney i in. (2006) w doświadczeniu na odsadzonych prosiętach, otrzymujących 10% dodatek wywaru w mieszance.

### **Składniki mineralne**

#### **Dostępność fosforu**

Fosfor bierze udział w zachodzących w organizmie przemianach metabolicznych energii i składników pokarmowych, jest również składnikiem kwasów nukleinowych DNA. Niedobór tego pierwiastka powoduje pogorszenie apetytu, obniżenie przyrostów masy ciała, negatywnie wpływa na mineralizację i wzrost kości oraz reprodukcję zwierząt. Fosfor zawarty w roślinnym materiale paszowym występuje w przeważającej ilości (60–80%) w formie fitynianów i podczas trawienia pozostaje niedostępny dla zwierząt monogastrycznych. Niewielka jego dostępność z pasz roślinnych wymaga uzupełniania mieszanek paszowych fosforanami, co podnosi koszt paszy oraz powoduje nadmierne wydalanie tego pierwiastka w kale. Dzięki procesowi fermentacji alkoholowej, w której uczestniczą mikroorganizmy wytwarzające fitazę, dostępność fosforu w wywarze zwiększa się prawie dwukrotnie w stosunku do surowca wyjściowego (Dale i Batal, 2003). Wyniki badań Whitney i Shurson (2001) wskazują, że wywary zbożowe są dobrym źródłem dostępnego fosforu, a jego zawartość, przy dobrej jakości surowca, może przekraczać poziom podany w normach NRC (1998). Stosowanie w żywieniu świń wywarów gorzelnianych, charakteryzujących się lepszą dostępnością fosforu, stwarza możliwość zmniejszenia zużycia fosforanów paszowych

w mieszankach oraz ogranicza wydalanie fosforu do środowiska.

#### **Nadmiar sodu**

Funkcja sodu w organizmie jest niezwykle szeroka, między innymi reguluje homeostazę. Sód jest czynnikiem działania tzw. pompy sodowo-potasowej, a także jest niezbędny w procesach powstawania białek i mineralizacji kości. Nadmiar tego pierwiastka powoduje jednak poważne zatrucia (wzrost ciśnienia, spadek pobrania paszy, nadmierne pragnienie, drżączka, objawy odwodnienia). Świnie należą do zwierząt szczególnie wrażliwych, zwłaszcza w sytuacji niedoboru wody pitnej. Przed włączeniem DDGS do mieszanek paszowych powinno się wykonać analizy chemiczne w celu określenia zawartości sodu, gdyż często jest ona dość wysoka. Na podstawie zawartości sodu w surowcu, tj. ziarnie kukurydzy, można szacować, że w DDGS powinno być go około trzy razy więcej, czyli do 0,1%, tymczasem przeciętna zawartość sodu w badanych próbkach często waha się od 0,2 do 0,5%, czasem sięgając nawet 1%. Przyczyną wysokiej zawartości sodu w wywarach DDGS mogą być pozostałości stosowanych w technologii gorzelnicznej dodatków lub solenie ziarna w celu zakonserwowania w czasie przechowywania lub transportu. W przypadku stwierdzenia w DDGS wysokiej zawartości sodu, należy obniżyć udział tego komponentu w dawce pokarmowej lub uwzględnić poziom tego pierwiastka podczas normowania ilości soli dodawanej do mieszanki.

#### **Witaminy i substancje biologicznie czynne**

We wczesnych badaniach, dotyczących możliwości wykorzystania wywarów zbożowych DDGS w żywieniu zwierząt monogastrycznych, sugerowano istnienie „niezidentyfikowanego czynnika wzrostu”, którego nie udało się jednoznacznie zdefiniować. Pierwsze eksperymenty, w których obserwowano poprawę wskaźników produkcyjnych u zwierząt, otrzymujących niewielki dodatek DDGS dotyczyły drobiu. W świetle współczesnej wiedzy wydaje się, że takie działanie wywarów jest związane z obecnością w nich drożdży, używanych w procesie fermentacji alkoholowej. Zarówno wewnątrz, jak i ściana komórek drożdży zawierają witaminy z grupy B, mikroelementy oraz wiele substancji

biologicznie czynnych, mogących mieć działanie immunostymulujące (inozytol, glutaminian, mannooligosacharydy).

### Mykotoksyny

Przydatność wywarów DDGS w żywieniu świń w dużym stopniu zależy od ich czystości mikrobiologicznej, gdyż świny jako zwierzęta monogastryczne są wrażliwe na występujące w paszy mykotoksyny. Substancje te są toksycznymi produktami przemiany materii grzybów pleśniowych, działają kancero- i mutagennie, obniżają odporność, powodując spadek pobrania paszy, zaburzenia pokarmowe, uszkadzają narządy wewnętrzne. Stosowanie paszy zanieczyszczonej mykotoksynami jest przyczyną spadku produktywności zwierząt oraz szeregu problemów z ich rozrodem. Obecność mykotoksyn w DDGS jest wynikiem działania grzybów

pleśniowych, pojawiających się na ziarnie zbóż w czasie niekorzystnych warunków wegetacyjnych na polu lub podczas magazynowania. Do najgroźniejszych mykotoksyn, spotykanych w ziarnie kukurydzy, należą: zearalenon i womitoksyna, wytwarzane przez różne gatunki grzybów *Fusarium* oraz aflatoksyna, wytwarzana przez grzyby *Aspergillus* (ryc. 5).

W czasie procesu fermentacji nie następuje inaktywowanie tych szkodliwych substancji, a w wysuszonym DDGS, na skutek koncentracji, ich zawartość może być 2–3-krotnie wyższa niż w ziarnie zbóż. Substancje ograniczające szkodliwe działanie mykotoksyn w organizmie zwierząt to niektóre dodatki paszowe, głównie detoksykanty (sorbenty), wiążące toksyny w przewodzie pokarmowym, ale także zakwaszacze, obniżające poziom pH treści pokarmowej i stymulujące produkcję enzymów trawiennych.



a.



b.

Robertson A. i Munkvold G.  
(www.extension.iastate.edu/cropnews)

Ryc. 5. Ziarno kukurydzy zarażone grzybem pleśniowym *Fusarium* (a – pleśń biała) oraz *Aspergillus* (b – pleśń oliwkowo-szara)

Photo 5. Corn grain infected with *Fusarium* (a – white mould) and *Aspergillus* (b – khaki-green mould)

### Efektywność DDGS w żywieniu świń

Badania prowadzone w ostatnich latach dotyczą możliwości zastosowania DDGS w żywieniu świń, wpływu na wyniki tuczu oraz optymalizacji jego udziału w diecie i strawności składników pokarmowych (Cozannet i in., 2010; Stein i in., 2006; Yáñez i in., 2011). Wstępne badania nad zastosowaniem suszonego wywaru z kukurydzy w żywieniu prosiąt, przeprowadzone przez Whitney i Shurson (2004) wykazały, że komponent ten może stanowić nawet 25% mieszanek paszowych bez statystycznie istotnego

pogorszenia wskaźników odchowu, jednakże wymaga około dwutygodniowego okresu przygotowawczego. Przyczyn osłabienia tempa przyrostów u tak młodych zwierząt można upatrywać także w spadku koncentracji energii przy tak dużej ilości wywaru w dawce. Badania analityczne i sprawnościowe, przeprowadzone na rosnących świniach przez Nyachoti i in. (2005) potwierdziły obecność wartościowych składników pokarmowych w wywarach zbożowych, jednakże niższa strawność białka i energii, prawdopodobnie spowodowana wysoką zawartością włókna, wskazuje na konieczność dalszej pracy badaw-

czej nad wykorzystaniem wywarów w żywieniu świń. Whitney i in. (2001) określili optymalny udział wywaru z kukurydzy w dawce dla tuczników na poziomie około 10%. Przyrosty masy ciała oraz wykorzystanie paszy u tych zwierząt były zbliżone do wyników obserwowanych w grupie kontrolnej.

Dalszy wzrost ilości wywaru w mieszance (do 30%) pogarszał przyrosty masy ciała, wykorzystanie paszy oraz niektóre parametry jakości tuszy. Wyniki badań innych autorów wykazały natomiast brak istotnych różnic w przyrostach masy ciała, pobraniu i wykorzystaniu paszy pomiędzy grupą kontrolną a grupą tuczników, otrzymujących w mieszance DDGS z kukurydzy w ilości do 20% (Gralapp i in., 2002; Jenkin i in., 2007), a nawet 30% (Cook i in., 2005; DeDecker i in., 2005). W badaniach

przeprowadzonych przez Xu i in. (2007, 2010 a,b) oraz Gaines i in. (2007 a,b) tak duży udział DDGS w dawkach pokarmowych negatywnie wpłynął na pobranie i zużycie paszy.

Pogorszenie wskaźników tuczu u świń, żywionych mieszankami, do których wprowadzono DDGS z kukurydzy, stwierdzili Fu i in. (2004), Hinson i in. (2007) oraz Weimer i in. (2008).

Wyraźny wzrost wykorzystania fosforu i wapnia w mieszankach, zawierających wywary zbożowe, obserwowali Nyachoti i in. (2005) w doświadczeniu strawnościowym, przeprowadzonym na rosnących wieprzkach. Spiehs i in. (1999) stwierdzili, że wprowadzenie do mieszanki dla tuczników 10–20% wywaru zbożowego poprawiło retencję fosforu oraz ograniczyło ilość tego pierwiastka w kale.

Tabela 3. Efektywność DDGS z kukurydzy w odchowcie prosiąt i tuczu świń  
(praca zbiorowa, cytowana przez Stein i Shurson, 2009)

Table 3. Efficiency of corn DDGS in piglets rearing and fattening

| Grupa technologiczna<br><i>Group type</i>      | Badane wskaźniki<br><i>Estimated indices</i>                            | Ilość badań ogółem<br><i>Total no. of trials</i>                 | Ilość badań, w których stwierdzono:<br><i>No of trials stating:</i>                                 |  |   |
|--|---|--|---|--|---|
|  |   |  | wyniki korzystniejsze w porównaniu z grupą kontrolną<br><i>results better than in control group</i> | wyniki gorsze w porównaniu z grupą kontrolną<br><i>results worse than in control group</i> | wyniki porównywalne z grupą kontrolną<br><i>results comparable with control group</i> |
| Tuczniki<br><i>Fatteners</i>                   | Średnie dzienne przyrosty masy ciała<br><i>Average daily BWG</i>        | 25   | 1   | 6  | 18  |
|  | Pobranie paszy<br><i>Feed intake</i>                                    | 23   | 2   | 6  | 15  |
|  | Wykorzystanie paszy<br><i>Feed utilization</i>                          | 25   | 4   | 5  | 16  |
|  | Wydajność rzeźna<br><i>Cold dressing yield</i>                          | 18   | 0   | 8  | 10  |
|  | Zawartość mięsa w tuszy<br><i>Carcass meatness</i>                      | 14   | 0   | 1  | 13  |
|  | Średnia grubość słoniny grzbietowej<br><i>Average backfat thickness</i> | 15   | 0   | 1  | 14  |
|  | Prosiąta<br><i>Piglets</i>  | Średnie dzienne przyrosty masy ciała<br><i>Average daily BWG</i> | 10  | 0  | 0   |
| Pobranie paszy<br><i>Feed intake</i>           |   | 10   | 0   | 2  | 8   |
| Wykorzystanie paszy<br><i>Feed utilization</i> |   | 10   | 5   | 0  | 5   |
| Padnięcia prosiąt<br><i>Lost piglets</i>       |   | 2  | 0   | 0  | 2   |
|  |   |  |   |  |   |



Określenie optymalnej ilości wywaru DDGS w mieszankach paszowych dla świń pozostaje nadal w sferze dyskusji.

W tabeli 3 zamieszczono przegląd wyników zagranicznych badań, które w ostatnich latach przeprowadzono w celu określenia wpływu wywaru DDGS z kukurydzy na wskaźniki odchowu prosiąt oraz wyniki tuczu świń.

Dodatek do paszy enzymów hydrolizujących polisacharydy nieskrobiowe (NSP) poprawia wykorzystanie składników pokarmowych mieszanek, zawierających wywar DDGS. Świątkiewicz i in. (2013) obserwowali poprawę tempa wzrostu i wykorzystania paszy – o około 6% u tuczników, otrzymujących enzymy paszowe, w porównaniu do pozbawionych tego dodatku. Wyniki te były porównywalne z obserwowanymi w grupie kontrolnej, żywionej mieszanką zbożowo-sojową. Podobne wyniki, wskazujące na zasadność stosowania enzymów hydrolizujących NSP, stwierdzono w badaniach Świątkiewicz i Hanczakowskiej (2011) oraz Lee i in. (2011), przeprowadzonych na prosiętach i tucznikach, otrzymujących DDGS z kukurydzy oraz Emiola i in. (2009), którzy enzymy dodawali do paszy dla tuczników, zawierającej 30% DDGS z pszenicy. Wang i in. (2009) obserwowali około 8% wzrost wielkości przyrostów masy ciała i poprawę wykorzystania paszy w grupie tuczników, otrzymujących mieszankę z udziałem DDGS z kukurydzy oraz dodatkiem enzymów paszowych. Wyniki badań Thacker (2009), który nie odnotował wpływu preparatu wielo-enzymatycznego, dodanego do paszy, zawierającej DDGS z pszenicy, wskazują jednak na złożoność problemu stosowania enzymów hydrolizujących polisacharydy w mieszankach z udziałem suszonych wywarów gorzelnianych i konieczność prowadzenia dalszych badań.

Wysoki udział DDGS w mieszance może wpływać nie tylko na tempo wzrostu zwierząt i wykorzystanie paszy, ale także na jakość tuszy (Fu i in., 2004; Whitney i in., 2006). Linneen i in. (2008) obserwowali niewielki spadek wydajności rzeźnej oraz zmniejszenie otłuszczenia tusz wraz ze wzrostem udziału DDGS w dawce do 30%, podczas gdy Cromwell i in. (2011) oraz Świątkiewicz i in. (2013) nie stwierdzili negatywnego wpływu paszy, zawierającej odpowiednio 45 i 20% wywaru, na wydajność rzeźną; natomiast słonina grzbietowa okazała się cieńsza

w porównaniu z grupą kontrolną.

Powszechnie znany jest związek pomiędzy zawartością kwasów tłuszczowych w paszy a ich składem w tkance tłuszczowej, co sprawia, że słonina i mięso zwierząt, otrzymujących dawkę pokarmową bogatą w nienasycone kwasy tłuszczowe, charakteryzuje się podwyższonym poziomem zawartości tych kwasów, co zwiększa podatność tłuszczu na utlenianie i pogarsza jego trwałość. W przypadku mięsa świń, cechy związane z przydatnością do przerobu są szczególnie istotne, gdyż w przeciwieństwie do innych gatunków wieprzowina aż w około 80% jest wykorzystywana jako surowiec w przemyśle wędliniarskim i spożywczym, a jedynie około 20% jest przez konsumentów kupowane w stanie surowym. Z tego względu badania, dotyczące wpływu wywarów DDGS na jakość tłuszczu i mięsa, są szczególnie istotne (Whitney i in., 2006; Xu i in., 2010 b). W badaniach Świątkiewicz i in. (2013) nie obserwowano istotnego wpływu DDGS z kukurydzy na wartość wskaźnika utleniania tłuszczu TBA-RS w mięsie, stwierdzając, że wprowadzenie tego materiału paszowego do mieszanki w ilości 20% nie wpływa negatywnie na trwałość oksydacyjną mięsa. Wyniki te były zgodne z obserwacjami Lee i in. (2011), Whitney i in. (2006) oraz Xu i in. (2010 b). Cromwell i in. (2011) oraz Benz i in. (2010) odnotowali natomiast u świń, otrzymujących mieszanki paszowe z DDGS, wzrost stopnia nienasylenia tłuszczu, który charakteryzował się nadmierną miękkością. Spośród cech mięsa, dostępnych dla konsumenta i decydujących o wyborze produktu, należy wyróżnić barwę. Wzrost wysycenia barwy w kierunku żółtym, przy braku różnic w stopniu jasności mięsa tuczników żywionych paszą, zawierającą DDGS kukurydziany, obserwowali Widmer i in. (2008). Wang i in. (2009) oraz Świątkiewicz i in. (2013) nie stwierdzili statystycznie istotnych różnic pomiędzy barwą mięsa świń otrzymujących DDGS oraz kontrolnych.

Próbie poprawy jakości tłuszczu świń, żywionych dawkami zawierającymi DDGS z kukurydzy, poprzez zastosowanie dodatku sprzężonego kwasu linolowego CLA podjęli White i in. (2009). W doświadczeniu tym, u świń otrzymujących w paszy dodatek kwasu CLA, autorzy stwierdzili większą ilość nasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu, niższą

wartość liczby jodowej oraz wzrost twardości tłuszczu. Wzrost zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w tkance tłuszczowej i mięśniowej oraz poprawę konsystencji tłuszczu u świń, żywionych mieszanką z dodatkiem CLA, obserwowali także Eggert i in. (2001), Joo i in. (2002) oraz Weber i in. (2006). U tuczników, otrzymujących w paszy dodatek kwasu CLA, Dugan i in. (1997) stwierdzili spadek otluszczenia i wzrost mięsności tusz, poprawę wykorzystania paszy oraz brak istotnego wpływu na przyrosty masy ciała. Poza zakładanym korzystnym oddziaływaniem kwasu CLA na technologiczną jakość tłuszczu, mięso pochodzące od świń, otrzymujących w mieszance paszowej dodatek tego kwasu, ma wartość prozdrowotną ze względu na jego działanie antynowotworowe, przeciwniażdżycowe i stymulujące funkcje obronne organizmu (Dugan i in., 1997).

Brakuje jednak dokładnych danych na temat wpływu CLA dodawanego do paszy na organoleptyczne cechy mięsa, optymalnej jego ilości oraz czasu stosowania przed ubojem. W badaniach Świątkiewicz i in. (2014), zastosowany czynnik żywieniowy, taki jak natłuszczenie mieszanek paszowych zawierających DDGS z kukurydzy tłuszczem nasyconym (wołowym), ograniczył stopień nienasycenia tłuszczu mięsa, poprawiając tym samym jego przydatność do przerobu oraz podnosząc trwałość oksydacyjną. Zmiana rodzaju tłuszczu z oleju rzepakowego na wołowy nie wpłynęła istotnie na wielkość przyrostów masy ciała świń oraz zużycie paszy.

Wywar DDGS z kukurydzy jest także ważnym materiałem paszowym w żywieniu loch i prosiąt. Ze względu na specyficzne wymagania żywieniowe tych grup technologicznych badania,

dotyczące ciężarnych i karmiących samic oraz ich potomstwa, są szczególnie ważne. Monegue i Cromwell (1995), po wprowadzeniu dużej ilości (50–80%) wywaru z kukurydzy do mieszanki dla loch niskoprosnych, nie stwierdzili spadku pobrania paszy oraz pogorszenia wskaźników reprodukcyjnych, takich jak liczebność oraz waga urodzonych i odsadzonych miotów. Jednakże Wilson i in. (2003), którzy stosowali mieszanki dla loch karmiących, zawierające 20% DDGS, obserwowali spadek pobrania paszy przez lochy, szczególnie w pierwszych dniach po porodzie. Autorzy ci uważają jednak, że problem ten może być rozwiązany poprzez stosowanie wywarów przez całą ciążę, dając w ten sposób organizmowi czas na przystosowanie się. Hill i in. (2005) wprowadzili do mieszanki dla loch karmiących 15% wywaru z kukurydzy po uprzednim zastosowaniu okresu wstępnego. Autorzy ci nie obserwowali pogorszenia wskaźników reprodukcyjnych, natomiast ilość fosforu wydalanego w kale była u badanych loch wyraźnie niższa.

## Podsumowanie

W podsumowaniu wyników różnych badań można stwierdzić, że suszone pełne wywary gorzelniane (DDGS) z kukurydzy są w pełni wartościowym materiałem paszowym dla świń i mogą być stosowane w mieszankach paszowych jako częściowe zamienniki poekstrakcyjnej śruty sojowej, nie powodując istotnego pogorszenia wskaźników odchowu, wyników tuczu i jakości mięsa. Stosowanie enzymów hydrolizujących polisacharydy nieskrobiowe, jako dodatku do mieszanek zawierających DDGS, korzystnie wpływa na przyrost masy ciała oraz poprawia wykorzystanie paszy.

## Literatura

Benz J.M., Linneen S.K., Tokach M.D., Dritz S.S., Nelssen J.L., DeRouchey J.M., Goodband R.D., Sulabo R.C., Prusa K.J. (2010). Effect of dried distillers grains with solubles on carcass fat quality of finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 88: 3666–3682.

Benz J.M., Tokach M.D., Dritz S.S., Nelssen J.L., Rouchey J.M. de, Sulabo R.C., Goodband R.D. (2011). Effects of dietary iodine value product on growth performance and carcass fat quality of finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 89: 1419–1428.

Carr S.N., Rincker P.J., Killefer J., Baker D.H., Ellis M., McKeith F.K. (2005). Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 83: 223–230.

Cook D., Paton N., Gibson M. (2005). Effect of dietary level of distillers dried grains with solubles (DDGS) on growth performance, mortality, and carcass characteristics of grow-finish barrows and gilts. *J. Anim. Sci.*, 83 (Suppl. 1): 335.

- Cozannet P., Primot Y., Gady C., Metayer J.P., Callu P., Lessire M., Skiba F., Noblet J. (2010). Ileal digestibility of amino acids in wheat distillers dried grains with solubles for pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 158: 177–186.
- Cromwell G.L., Azain M.J., Adeola O., Baidoo S.K., Carter S.D., Crenshaw T.D., Kim W.S., Mahan D.C., Miller P.S., Shannon M.C. (2011). Corn distillers dried grains with solubles in diets for growing-finishing pigs: A cooperative study. *J. Anim. Sci.*, 89: 2801–2811.
- Dale N., Batal A. (2003). Nutritional value of distillers dried grains and solubles for poultry. *Proc. 19th Annual Conference Carolina Nutrition Conference. Research Triangle Park, NC, 30.10.*, pp. 1–6.
- DeDecker J.M., Ellis M., Wolter B.F., Spencer J., Webel D.M., Bertelsen C.R., Peterson B.A. (2005). Effects of dietary level of distiller dried grains with solubles and fat on the growth performance of growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 83 (Suppl. 2): 79 (Abstr.).
- Dugan M.E.R., Aalhus J.L., Schaefer A.L., Kramer J.K.G. (1997). The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 77: 723–725.
- Eggert J.M., Belury M.A., Kempa-Steczko A., Mills S.E., Schinckel A.P. (2001). Effects of conjugated linoleic acid on the belly firmness and fatty acid composition of genetically lean pigs. *J. Anim. Sci.*, 79: 2866–2872.
- Emiola I.A., Opapeju F.O., Slominski B.A., Nyachoti C.M. (2009). Growth performance and nutrient digestibility in pigs fed wheat distillers dried grains with solubles based diets supplemented with a multi-carbohydrase enzymes. *J. Anim. Sci.*, 87: 2315–2322.
- Fastinger N.D., Mahan D.C. (2006). Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, 84: 1722–1728.
- Fu S.X., Johnston M., Fent R.W., Kendall D.C., Usry J.L., Boyd R.D., Allee G.L. (2004). Effect of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) on growth, carcass characteristics, and fecal volume in growing finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 82 (Suppl. 2): 80.
- Gaines A.M., Petersen G.I., Spencer J.D., Augspurger N.R. (2007 a). Use of corn distillers dried grains with solubles (DDGS) in finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 85 (Suppl. 2): 96.
- Gaines A.M., Petersen G.I., Spencer J.D., Augspurger N.R., Kitt S.J. (2007 b). Effect of corn distillers dried grains with solubles (DDGS) withdrawal program on growth performance and carcass yield in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 85 (Suppl. 1): 438.
- Gralapp A.K., Powers W.J., Faust M.A., Bundy D.S. (2002). Effects of dietary ingredients on manure characteristics and odorous emissions from swine. *J. Anim. Sci.*, 80: 1512–1519.
- Hill G.M., Link J.E., Rincker M.J., Roberson K.D., Kirkpatrick D.L., Gibson M.L. (2005). Corn dried distillers grains with solubles in sow lactation diets. *J. Anim. Sci.*, 83 (Suppl. 2): 82.
- Hinson R., Allee G., Grinstead G., Corrigan B., Less J. (2007). Effect of amino acid program (Low vs. High) and dried distiller's grains with solubles (DDGS) on finishing pig performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 85 (Suppl. 1): 437.
- Jenkin S., Carter S., Bundy J., Lachmann M., Hancock J., Cole N. (2007). Determination of P-bioavailability in corn and sorghum distillers dried grains with solubles for growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 85 (Suppl. 2): 113.
- Joo S.T., Lee J.I., Ha Y.L., Park G.B. (2002). Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. *J. Anim. Sci.*, 80: 108–112.
- Lee S.D., Jung H.J., Cho K.H., Park J.C., Kim I.C., Seong P.N., Song Y.M. (2011). Effects of corn dried distiller's grains with solubles and enzyme premix supplements on growth performance, carcass characteristics and meat quality parameters in finishing pigs. *Anim. Sci. J.*, 82: 3: 461–467.
- Linneen S.K., DeRouchy J.M., Dritz S.S., Goodband R.D., Tokach M.D., Nelssen J.L. (2008). Effects of dried distillers grains with solubles on growing and finishing pig performance in a commercial environment. *J. Anim. Sci.*, 86: 1579–1587.
- Mateos G.G., Lázaro R., Medel P. (2001). Feeding strategies for intensive livestock production without in feed antibiotic growth promoters. In: Braufau J. (ed.), *Improving safety: from feed to food*, pp. 11–16.
- Monegue H.J., Cromwell G.L. (1995). High dietary levels of corn byproducts for gestating sows. *J. Anim. Sci.*, 73 (Suppl. 1): 86.

- Montagne L., Pluske J.R., Hampson D.J. (2003). A review of interactions between dietary fiber and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non – ruminant animals. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 108: 95–117.
- Nyachoti Ch.M., House J.D., Słominski B.A., Seddon I.R. (2005). Energy and nutrient digestibilities in wheat dried distillers' grains with solubles fed to growing pigs. *J. Sci. Food Agric.*, 85: 2581–2586.
- Pejsak Z. (2005). Krwotoczne zakaźne enteropatie u warchlaków i tuczników. *Życie Wet.*, 80 (4): 213–216.
- Shurson J., Whitney M.H., Spiehs M.J., Baidoo S.K., Renteria A. (2000). The value of distiller's dried grains with solubles produced from newer ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *Concepts in Pig Science*, Nottingham Univ. Press, pp. 47–62.
- Shurson G.C., Spiehs M.J., Wilson J., Whitney M.H. (2003). Value and use of "new generation" distiller's dried grains with solubles in swine diets. *Proc. 19th Int. Alltech Conf.*, Lexington, KY, 30.05., pp. 65–67.
- Spiehs M.J., Shurson G.C., Whitney M.H. (1999). Energy, nitrogen and phosphorus digestibility of growing and finishing swine diets containing distiller's dried grains with solubles. *J. Anim. Sci.*, 77 (Suppl. 1): 188.
- Stein H.H., Shurson G.C. (2009). The use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. *J. Anim. Sci.*, 87: 1292–1303.
- Stein H.H., Pedersen C., Gibson M.L., Boersma M.G. (2006). Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles by growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 84: 853–860.
- Świątkiewicz M., Hanczakowska E. (2006). The effect of crude fiber concentrate supplementation on some characteristics of piglet intestine. *Pol. J. Nat. Sci.*, 3: 377–382.
- Świątkiewicz M., Hanczakowska E. (2011). The efficiency of distillers dried grains with solubles (DDGS) in feeding of sows, piglets and weaners. *Scientific Papers of Wrocław University of Environmental and Life Sciences*, series Biology and Animal Breeding, LXII, 580: 433–442.
- Świątkiewicz M., Hanczakowska E., Szewczyk A. (2006). Effect of crude fiber concentrate supplementation on rearing performance of piglets. *Ann. Anim. Sci.*, Suppl. 2, 2: 427–431.
- Świątkiewicz M., Hanczakowska E., Olszewska A. (2013). Effect of diet containing corn distillers dried grains with solubles (DDGS) and NSP-hydrolyzing enzymes supplementation on growth performance, carcass traits and meat quality of pigs. *Ann. Anim. Sci.*, 13, 2: 313–326.
- Świątkiewicz M., Oczkiewicz M., Hanczakowska E., Olszewska A. (2014). Wpływ profilu kwasów tłuszczowych paszy na wyniki tuczu i jakość mięsa świń oraz poziom ekspresji wybranych genów. *Mat. konf. XLIII Sesji Naukowej Sekcji Żywienia Zwierząt KNZ PAN, UPH, Siedlce*, 3–4.06.2014, ss. 80–81.
- Thacker P.A. (2009). Effects of supplementary threonine, canola oil or enzyme on nutrient digestibility, performance and carcass traits of growing-finishing pigs fed diets containing wheat distillers grains with solubles. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.*, 22 (12): 1676–1685.
- Urbańczyk J., Świątkiewicz M., Hanczakowska E. (2001). Preliminary results of *ad libitum* feeding of diets containing a high amount of fibrous components on the reproductive performance of sows. *J. Anim. Feed Sci.*, 10 (2): 243–248.
- Wang J.P., Hong S.M., Yan L., Yoo J.S., Lee J.H., Jang H.D., Kim H.J., Kim I.H. (2009). Effects of single or carbohydrates cocktail in low-nutrient-density diets on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and carcass traits in growing-finishing pigs. *Livest. Sci.*, 126: 215–220.
- Weber T.E., Richert B.T., Belury M.A., Gu Y., Enright K., Schinckel A.P. (2006). Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. *J. Anim. Sci.*, 84: 720–732.
- Weimer D., Stevens J., Schinckel A., Latour M., Richert B. (2008). Effects of feeding increasing levels of distillers dried grains with solubles to grow-finish pigs on growth performance and carcass quality. *J. Anim. Sci.*, 86: 2–51.
- White H.M., Richert B.T., Radcliffe J.S., Schinckel A.P., Burgess J.R., Koser S.L., Donkin S.S., Latour M.A. (2009). Feeding conjugated linoleic acid partially recovers carcass quality in pigs fed dried corn distillers grain with solubles. *J. Anim. Sci.*, 87: 157–166.
- Whitney M.H., Shurson G.C. (2001). Availability of phosphorus in distiller's dried grains with solubles for growing swine. *J. Anim. Sci.*, 79 (Suppl. 1): 108.
- Whitney M.H., Shurson G.C. (2004). Growth performance of nursery pigs fed diets containing increasing levels of corn distiller's dried grains with solubles originating from modern Midwestern ethanol plant. *J.*

Anim. Sci., 82: 122–128.

Whitney M.H., Shurson G.C., Johnson L.J., Wulf D., Shanks B. (2001). Growth performance and carcass characteristics of grow-finish pigs fed increasing levels of distiller's dried grains with solubles. *J. Anim. Sci.*, 79 (Suppl. 1): 108.

Whitney M.H., Shurson G.C., Johnson L.J., Wulf D.M., Shanks B.C. (2006). Growth performance and carcass of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plants. *J. Anim. Sci.*, 84: 3356–3363.

Widmer M.R., McGinnis L.M., Wulf D.M., Stein H.H. (2008). Effects of feeding distillers dried grains with solubles, high-protein distillers dried grains with solubles and corn germ to growing-finishing pigs on pig performance, carcass quality and the palatability of pork. *J. Anim. Sci.*, 86: 1819–1831.

Widyaratne G.P., Patience J.F., Zijlstra R.T. (2009). Effect of xylanase supplementation of diets containing wheat distiller's dried grain with solubles on energy, amino acid and phosphorus digestibility and growth performance of grower-finisher pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 89, 1: 91–95.

Wilson J.A., Whitney M.H., Shurson G.C., Baidoo S.K. (2003). Effects of adding distiller's dried grains with solubles (DDGS) to gestation and lactation diets on reproductive performance and nutrient balance. *J. Anim. Sci.*, 81 (Suppl. 1).

Xu G., Baidoo S.K., Johnston L.J., Cannon J.E., Shurson G.C. (2007). Effects of adding increasing levels of corn dried distillers grains with solubles (DDGS) to corn-soybean meal diets on growth performance and pork quality of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 85 (Suppl. 2): 76.

Xu G., Baidoo S.K., Johnston L.J., Bibus D., Cannon J.E., Shurson G.C. (2010 a). The effects of feeding diets containing corn distillers dried grains with solubles, and withdrawal period of distillers dried grains with solubles, on growth performance and pork quality in grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, 88: 1388–1397.

Xu G., Baidoo S.K., Johnston L.J., Bibus D., Cannon J.E., Shurson G.C. (2010 b). Effects of feeding diets containing increasing content of corn distillers dried grains with solubles to grower-finisher pigs on growth performance, carcass composition and pork fat quality. *J. Anim. Sci.*, 88: 1398–1410.

Yáñez J.L., Beltranena E., Cervantes M., Zijlstra R.T. (2011). Effect of phytase and xylanase supplementation or particle size nutrient digestibility of diets containing distillers dried grains with solubles cofermented from wheat and corn in ileal-cannulated grower pigs. *J. Anim. Sci.*, 89: 113–123.

Zijlstra R.T., Owusu-Asiedu A., Simmins P.H. (2010). Future of NSP-degrading enzymes to improve nutrient utilization of co-products and gut health in pigs. *Livest. Sci.*, 134: 255–257.

## **CORN DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES (DDGS) IN PIG FEEDING**

### **Summary**

The main by-product of the ethanol production is distillers dried grains with solubles (DDGS). High content of fermentable starch in the grain enables the corn to be used as the main and the most effective grain in ethanol industry. Due to the modern DDGS drying technology (mostly gentler drying conditions) which improved its quality and lysine availability, increasing interest in feeding corn DDGS to monogastric animals is observed. The relatively high content of protein in DDGS enables it to be used as a partial replacement of soybean meal. The high content of unsaturated fatty acids (UFA) in corn DDGS as well as its possible negative influence on fat quality and traits important for processing, must be considered when the high corn DDGS content is used in pig diet.

Summing up it can be stated that corn distillers dried grains with solubles (DDGS) is a valuable feedstuff for pigs and can be used in feed mixtures without significant deterioration of rearing indices, fattening performance and meat quality. Supplementing feed mixtures, containing corn DDGS, with NSP-hydrolyzing enzymes tends to improve the body weight gains and feed utilization.