

KRZYSZTOF KORPYSZ, HENRYK ROSZKOWSKI, KAZIMIERZ ZDUN
*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza
w Warszawie*

ANALIZA MOŻLIWOŚCI POPRAWY SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO ŚRUTY

Podstawową operacją w procesie przeróbki ziarna na paszę jest rozdrabnianie, które przeprowadza się w celu ułatwienia zjadania i trawienia przez zwierzęta nasion zbóż pastewnych oraz ułatwienia mieszania z innymi rodzajami pasz. Dzięki rozdrabnianiu zwiększa się powierzchnia właściwa śruty, co ułatwia i przyspiesza proces wchłaniania przez zwierzę zawartych w niej składników pokarmowych. W trakcie rozdrabniania ziarna na cele paszowe następuje rozbicie łusek, zniszczenie struktury komórkowej ziarna oraz równomierne zmieszanie łusek z bielmem. Wskaźnikiem charakteryzującym stopień rozdrobnienia jest średnia wielkość cząstek śruty. Niezależnie od stopnia rozdrobnienia jakość śruty jest tym lepsza, im mniej zawiera cząstek mąki i pyłu mącznego, oraz cząstek zbyt dużych tj. o wymiarach przekraczających średnie wielkości dopuszczalne dla danej grupy zwierząt. Pył mączny zawsze powoduje duże straty wskutek rozkurzu i przyklepania się do zasobników, w których jest przechowywany lub przewożony oraz do koryt. Ponadto pył trudno daje się zwilżać wodą i śliną zwierząt, przy tym łatwo tworzy grudki, źle wykorzystywane przez organizm zwierzęcy.

Cząstki zboża słabo rozdrobnionego o zbyt dużych wymiarach są często źle trawione, bywa że przechodzą przez układ trawienny zwierzęcia i są w całości wydalane wraz z kałem.

Wielkość cząstek w śrucie wynikająca z wymagań zootechnicznych zależy w pierwszej kolejności od gatunku i wieku zwierząt. Przyjmuje się, że dopuszczalna wielkość cząstek w śrucie przeznaczonej dla bydła wynosi 3 mm, dla trzody chlewnej 1 mm [2, 10]. Optymalna wielkość cząstek w śrucie wynosi odpowiednio: dla bydła dorosłego 1,3÷1,5 mm, dla trzody chlewnej 0,7÷1,0 mm.

W badaniach stwierdzono, że średnie dobowe przyrosty masy zwierząt w zależności od składu granulometrycznego śruty mogą się wahać od 15% do 18% [8, 10].

W innych badaniach Iszkov [8] wykazał, że zmniejszenie o połowę zużycia energii potrzebnej do rozdrobnienia, która w produkowanych

obecnie rozdrabniaczach bijakowych z sitem o średnicy otworów $\phi 4$ mm wynosi $35 \div 45$ kJ/kg ($10 - 12,5$ kWh/Mg), zmniejsza koszt paszy tylko o ok. 0,1 rubla na tonę. Właściwy skład granulometryczny śruty i zmniejszenie zużycia paszy o 15%, dzięki lepszej przyswajalności, daje efekt $10 \div 15$ rubli na tonę, czyli ponad 100 razy wyższy niż ten, który wynika ze zmniejszenia energochłonności procesu rozdrabniania. Świadczy to o dużym znaczeniu przygotowania na paszę dla zwierząt jednorodnej śruty o optymalnej wielkości cząstek.

Przedstawione tu rozważania wskazują na ważny kierunek badań nad urządzeniami do przygotowania śruty zbożowej. Badania winny prowadzić do znalezienia takich parametrów pracy istniejących urządzeń, które pozwoliłyby przygotować śrutę o składzie granulometrycznym najmniej odbiegającym od optymalnego.

Urządzenia do przygotowania śruty zbożowej

Do rozdrabniania ziarna na paszę można stosować rozdrabniacze bijakowe, śrutowniki walcowe i tarczowe, rozdrabniacze uniwersalne oraz gniotowniki. Proces rozdrabniania w tych urządzeniach następuje w wyniku rozcinania i rozbijania, przez uderzenie, rozłupywanie, rozcieranie lub zgniatanie cząstek materiału.

W Polsce spotyka się ogromną liczbę różnych rodzajów rozdrabniaczy. W przemyśle paszowym i paszarniach gospodarczych dominują rozdrabniacze bijakowe. Można uznać, że rozdrabniacze bijakowe są obecnie podstawowymi urządzeniami do rozdrabniania, wszystkich rodzajów pasz suchych. Powszechne stosowanie rozdrabniaczy bijakowych do przygotowania śruty zbożowej wynika z następujących najważniejszych zalet tych urządzeń:

- dużej wydajności w stosunku do masy maszyny,
- prostej budowy, łatwej obsługi i regulacji,
- możliwość zautomatyzowania ich pracy,
- dużej niezawodności pracy.

Do najważniejszych wad rozdrabniaczy bijakowych zalicza się znaczną energochłonność procesu rozdrabniania oraz stosunkowo niską jakość produktu rozdrobnienia. Śruta zbożowa otrzymywana z rozdrabniacza bijakowego charakteryzuje się zróżnicowanym składem granulometrycznym w tym ze znacznym udziałem części pylistych ($15 \div 25\%$).

Badania nad przebiegiem procesu rozdrabniania w rozdrabniaczu bijakowym oraz wpływem parametrów pracy urządzeń na przebieg i rezultaty rozdrabniania prowadziło wielu autorów. Przyjmowano w badaniach

jako kryteria oceny rozdrabniacza następujące parametry: jednostkowe zużycie energii, wydajność i stopień rozdrobnienia. Uwzględniano niekiedy ograniczenia wynikające z udziału w śrucie frakcji bardzo drobnej tj. mąki i pyłu mącznego oraz frakcji cząstek bardzo grubych.

Zużycie energii i wydajność rozdrabniaczy bijakowych zależą z jednej strony od rodzaju surowca i jego właściwości oraz wymaganego stopnia rozdrobnienia a z drugiej strony od parametrów konstrukcyjnych urządzenia. Zależności te zostały dość dokładnie przebadane i ich wpływ na przebieg procesu poznany. Niemniej nie opracowano jednolitej teorii, która by wszystkie problemy pozwalała w sposób zadowalający wyjaśniać. Wydaje się ponadto, że w badaniach nie zwracano wystarczającej uwagi na wpływ parametrów pracy urządzenia na jednorodność składu granulometrycznego śruty. Wiadomo że zmniejszenie udziału części pylistych w śrucie można osiągnąć stosując sita o większych otworach lub większym współczynniku prześwitu. Użycie sit o większych otworach prowadzi do wzrostu wydajności rozdrabniacza, zmniejszenia udziału mąki ale jednocześnie powoduje wzrost udziału w śrucie cząstek o zbyt dużych wymiarach, co z punktu widzenia fizjologii żywienia i wykorzystania składników z paszy jest niekorzystne. Ze względu na trwałość sit i koszt ich wykonania nie można zbyt zwiększać współczynnika prześwitu sita. Wyeliminowanie sit w rozdrabniaczach bijakowych nie wyszło w zasadzie poza prace eksperymentalne. W praktyce więc stosuje się sita o takich otworach, które umożliwiają uzyskanie śruty o stopniu rozdrobnienia, określanym średnim wymiarem cząstek, zalecanym przez zootechników dla określonej grupy zwierząt.

Innym czynnikiem mającym istotny wpływ na stopień rozdrobinienia jest prędkość obwodowa bijaków. Stwierdzono [4], że przy średnicy otworów w sicie wynoszącej 3,5 mm, zmniejszenie prędkości obwodowej z 80 do 50 m/s powoduje wzrost średniej wielkości cząstek o 50 do 100%. Dla niektórych gatunków zbóż (jęczmień, owies) łączy się to jednak ze wzrostem jednostkowego zużycia energii.

Rodzaj rozdrabnianego materiału wywiera wpływ na wydajność rozdrabniacza i stopień rozdrobnienia. W badaniach porównawczych uzyskano przy rozdrabnianiu kukurydzy wydajność o 6,2÷11,9% wyższą niż przy rozdrabnianiu jęczmienia. Jednocześnie średnia wielkość cząstek rozdrobnionego jęczmienia była wyższa o 30,2% do 37,1% niż rozdrobnionej kukurydzy [5]. W innych badaniach [4] różnice średnich wielkości cząstek były jeszcze wyższe.

Wilgotność materiału wpływa na wydajność urządzenia jakość uzyskanej śruty. Rozdrabnianie zboża nadmiernie suchego powoduje wzrost ilości cząstek bardzo drobnych w śrucie. Optymalny poziom wilgotności

zboż przeznaczonych do rozdrobnienia na paszę powinien zawierać się w przedziale 13—16%. W miarę wzrostu wilgotności ziarna następuje nieznaczne obniżenie zawartości frakcji mączystej w śrucie, jednakże obserwuje się przy tym większy wzrost udziału cząstek grubych, co w efekcie końcowym pogarsza jakość śruty. Ponadto wzrost wilgotności zboża prowadzi do znacznego zmniejszenia wydajności urządzenia.

Dla określonego materiału o stałej wilgotności interesującą próbę zmniejszenia energochłonności procesu rozdrabniania w rozdrabniaczu bijakowym przy jednoczesnym zwiększeniu jednorodności cząstek podano w pracy Hendersona i Bölöni [6]. Doświadczenie polegało na rozdrabnianiu zboża w rozdrabniaczu bijakowym, w którym zastosowano sito o dużych otworach. Rozdrobniony produkt był następnie dzielony na sicie na dwie frakcje. Frakcja cząstek grubych była poddawana ponownie procesowi rozdrabniania.

W badaniach nad rozdrabnianiem jęczmienia tym sposobem nastąpiło zmniejszenie jednostkowego zużycia energii od 17÷22% w stosunku do rozdrabniania przy jednokrotnym przejściu materiału przez rozdrabniacz i uzyskaniu wymaganego stopnia rozdrobnienia. Jednocześnie uzyskano zmniejszenie udziału w śrucie cząstek bardzo drobnych.

W analogicznym doświadczeniu [3] stwierdzono ponadto, że obniżenie jednostkowego zużycia energii od 15 do 20% następuje tylko wówczas, gdy udział powtórnie rozdrabnianej (recyrkulującej) masy wynosi od 5 do 20% całości.

Jakkolwiek przytoczone wyniki świadczą o uzyskaniu większej jednorodności cząstek, to jednak rozdrabnianie z recyrkulacją nie znalazło w praktyce szerszego zastosowania.

Spośród wielu innych urządzeń do przygotowania śruty zbożowej warto zwrócić uwagę na gniotownik, który charakteryzuje się najmniejszym jednostkowym zużyciem energii. W stosunku do rozdrabniacza bijakowego gniotownik ma ok. 4-krotnie mniejsze jednostkowe zużycie energii [7].

Gniotownik jest urządzeniem, w którym zespół roboczy składa się z dwóch walców o gładkiej powierzchni, przy czym prędkości obwodowe walców są równe. Jeden z walców jest zamocowany na stałe, a drugi wahliwie do ramy. Walec ruchomy jest dociskany sprężynami co zabezpiecza zespół roboczy przed uszkodzeniem w przypadku obecności w surowcu twardych zanieczyszczeń. Przesuwne zamocowanie walców umożliwia zmianę wielkości szczeliny roboczej.

Śruta zbożowa przygotowana w gniotowniku charakteryzuje się znacznie korzystniejszym składem granulometrycznym w stosunku do śruty otrzymanej w rozdrabniaczu bijakowym (tab. 1).

Tabela 1

Porównanie składu granulometrycznego śruty [7]

Wielkość częstek	% udział frakcji w śrucie otrzymanej z	
	gniotownika	rozdrabniacza bijakowego
1,5 mm	67,3	14,4
1,0÷1,5	11,4	26,3
0,5÷1,0	11,3	35,2
0,5	10,0	24,1

Stosunkowo nieliczne doniesienia o badaniach przydatności śruty otrzymanej z gniotownika w żywieniu bydła i trzody chlewnej nie pozwalają na ostateczne i jednoznaczne stwierdzenia. Jednakże pojawiające się wyniki wskazują, że żywienie zwierząt śrutą otrzymaną w procesie gniecenia pozwala uzyskać lepsze efekty, tj. większe przyrosty masy zwierząt oraz pełniejsze wykorzystanie składników pokarmowych z paszy [1].

Panuje w zasadzie zgodny pogląd, że śruta gnieciona w żywieniu przeżuwaczy jest zdecydowanie lepsza od miałkiej śruty otrzymanej w rozdrabniaczach bijakowych. W badaniach dotyczących wpływu sposobu przygotowania śruty zbożowej na efektywność odchowu cieląt przeprowadzonych w RFN na dwóch grupach kontrolnych (w grupach odpowiednio 15 i 14 szt.) okazało się, że przyrosty masy cieląt (odchów do wagi 100 kg) w grupie żywionej paszą gniecioną były o 10% wyższe w porównaniu z przyrostami masy w grupie żywionej śrutą z rozdrabniacza bijakowego [7].

Tabela 2

Wartość współczynników strawności % [9]

Sposób przy- gotowania	Śrutowanie	Gniecenie	Rozdrabnianie
Pszenica			
Sucha masa %	81,1	84,1	82,1
Białko	82,0	85,0	84,0
Włókno	20,0	33,7	29,1
Energia całkowita	81,2	84,9	83,4

Badania żywieniowe na trzodzie chlewnej nad przyswajalnością składników pokarmowych zawartych w paszy przygotowanej różnymi sposobami przeprowadzone przez Lawrenca [9] wskazują, że najwyższe wskaźniki uzyskuje się skarmiając śrutę przygotowaną w gniotownikach. Doświadczenie polegało na żywieniu 48 sztuk trzody chlewnej paszą z dużym udziałem pszenicy przygotowanej trzema sposobami: śrutowanie w śrutowniku walcowym, gniecenie na zimno bez wstępnej przeróbki termicznej oraz rozdrabnianie w rozdrabniaczu bijakowym (tab. 2).

Wraz z doniesieniami o wynikach żywienia zwierząt śrutą przygotowaną w procesie gniecenia zaczynają pojawiać się informacje o rozwiązaniach konstrukcyjnych gniotowników przeznaczonych do gniecenia zboża. Konstrukcje te różnią się znacznie między sobą i to zarówno pod kątem budowy, jak i zakresu stosowanych parametrów pracy. W dostępnej literaturze brak aktualnych badań podstawowych nad procesem gniecenia zboża jak i badań nad optymalizacją parametrów pracy gniotowników.

Powyższe fakty wskazują na potrzebę badań nad gniotownikami, zarówno w aspekcie żywieniowym, jak też w celu znalezienia optymalnych parametrów pracy urządzenia.

LITERATURA

1. Chomyszyn M.: Biuletyn Informacyjny Instytutu Zootechniki, nr 1, 2, 3, 1983.
2. Dmitrewski J.: Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. T. 3. Maszyny i urządzenia do mechanizacji produkcji zwierzęcej. PWRiL, Warszawa 1978.
3. Fridrich W., Jansen H.D.: Aufbereitungs-Technik. Heft 10, 1980.
4. Fridrich W., Jansen H.D.: Aufbereitungs-Technik, Heft 6, 1980.
5. Grochowicz J., Czapski A.: Maszyny i Ciągniki Rolnicze, nr 4, 1978.
6. Henderson S.M., Bölöni I.: J. Agr. Eng. Research, nr 11, 1966.
7. Hülsenberger Versuchsbericht: Kälberaufzucht futher quetschen oder mahlen. Schaumann Verlag, Pinneberg, 1983.
8. Iszkov W.I., Sundeev: Technika w selskom choziajstwie, nr 1, 1979.
9. Lawrence T.L.J.: J. Agric. Sc. Camb. 1967 nr 68 i cz. II 1967 nr 69/2.
10. Zdun K., Bandurska I., Roszkowski H.: Przegląd literatury dotyczącej stanu badań nad procesem rozdrabniania i rozgniatania ziarna zbóż w aspekcie technologicznym i energetycznym. Maszynopis IBMER, 1983.