

грузку собранных данных, их семантическую рубрикацию, а также хранение отрубрицированной информации в виде персональной мини-энциклопедии. Продукт адресован как пользователям интернета, коллекционирующим информацию по теме какого-нибудь увлечения, так и специалистам-аналитикам, чья работа связана с поиском, подбором и анализом информации на определенную тему.

Компания «Мегапьютер Интеллидженс» разработала продукт – систему Poly Analyst, предназначенную для автоматического и полуавтоматического анализа числовых и текстовых баз данных с целью обнаружения в них ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных пониманию закономерностей, необходимых для принятия оптимальных решений в бизнесе. В настоящее время в мире насчитывается порядка 500 инсталляций в 20 странах мира, среди пользователей системы – крупнейшие корпорации: Boeing, 3M, Chase Manhattan Bank, Dupont, Siemens и др. Аналитический пакет Poly Analyst включает в себя почти два десятка алгоритмов анализа и позволяет из разнородной информации выявлять скрытые зависимости, влияющие на развитие анализируемой модели.

Конечно, не стоит ждать чуда – стопроцентная полнота и релевантность результатов поиска в Интернете в принципе недостижима. Рассмотренные программы – не более чем инструмент, легкий и гибкий, который избавляет аналитика от рутины, а результаты Интернет-поиска делает более точными и удобными для работы.

УДК 631.363.2

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ДВУХСТАДИЙНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА

Дрозд С.А., Воробьев Н.А., к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Одним из самых важных составляющих комбикорма является зерно. Важнейшей технологической операцией производства комбикорма является измельчение зерна, которое необходимо для обеспечения усвояемости питательных веществ животными.

Для производства комбикормов зерно измельчается с влажностью 13-14% преимущественно молотковыми дробилками, с удельными энергозатратами 8–12 кВт·ч/т, в зависимости от степени измельчения и их конструкции [1,2]. Данный факт свидетельствует о высоких удельных энергозатратах на осуществление данной операции. Также зерно, измельченное молотковыми дробилками, имеет неравномерную однородность состава.

Данная проблема должна быть решена путем применения новых способов измельчения, одним из которых является комбинированное воздействие различными рабочими органами при измельчении зерна, то есть, двухстадийное измельчение, проводимое путем поэтапного пропуска зернового материала через два различных измельчителя.

Нами предложен способ измельчения зерна, в котором процесс измельчения зерна проходит за две ступени, где на первой ступени осуществляют деформацию зерна сжатием и сдвигом до величины, исключающей компрессионное сжатие с последующим разрушением зерна ударом на второй ступени [3].

Для обоснования таких параметров как межвальцовый зазор (b) и диаметр отверстий в решетке (d) и подтверждения эффективности предложенного способа измельчения зерна были проведены экспериментальные исследования.

Для определения влияния межвальцового зазора первой стадии измельчения и диаметра отверстий в решетке второй стадии измельчения на (Q) производительность y_1 , т/ч; (q) удельные энергозатраты y_2 , кВт ч/т·мм; ($\lambda_{\text{изм}}$) степень измельчения y_3 ; (Ls) средневзвешенный размер частиц y_4 , мм; (V) однородность измельченного продукта (коэффициент вариации) y_5 , %; (K) показатель качества измельченного зерна (для свиней - y_6 ; для КРС – y_7 ; для птицы в возрасте до 17 недель – y_8), % при двухстадийном измельчении зерна ячменя с влажностью менее 14% был проведен двухфакторный эксперимент:

$$(Q, q, \lambda_{изм}, L_s, V, K) = f(b, d) \quad (8)$$

Уровни и значения факторов, которые варьировались при проведении эксперимента, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значение факторов x_1 и x_2 в кодированном и натуральном виде

Факторы	Обозначение	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
Межвальцовый зазор, мм	X_1	1,0	0,5	1,5	2,5
Диаметр отверстий в решетке, мм	X_2	1,5	3	4,5	6

Получены зависимости описывающие влияние межвальцового зазора первой стадии измельчения и диаметра отверстий в решетке второй стадии измельчения на производительность – $y_1 = 0,56 - 0,16X_1 + 0,06X_2 - 0,02X_1X_2 - 0,09X_1^2$; удельные энергозатраты – $y_2 = 5,99 + 0,45X_1 - 1,57X_2 - 0,40X_1X_2 + 1,10X_1^2 + 0,37X_2^2$; степень измельчения – $y_3 = 2,17 - 0,25X_1 - 0,28X_2$; средневзвешенного размера частиц – $y_4 = 1,53 + 0,17X_1 + 0,21X_2 + 0,05X_1X_2 + 0,05X_2^2$; однородность продукта (коэффициента вариации) – $y_5 = 5,84 - 1,09X_1 - 1,39X_2$; показателя качества измельченного зерна для откорма свиней – $77,68 - 9,54X_1 - 11,83X_2 - 2,60X_1X_2 + 3,06X_1^2 - 2,72X_2^2$; КРС – $y_7 = 18,41 + 7,29X_1 + 8,91X_2 + 0,16X_1X_2 - 3,57X_1^2 + 0,87X_2^2$; птицы в возрасте до 17 недель – $y_8 = 80,92 + 2,70X_1 + 2,78X_2 - 3,00X_1X_2 - 2,62X_1^2$.

Проведена многокритериальная оптимизация целевой функцией которой являлось минимизация удельных энергозатрат при различных показателях качества измельчения зерна. Данные многокритериальной оптимизации измельчения зерна при производстве корма для свиней представлены в таблице 2 вместе с сравнительными данными по измельчению зерна молотковым измельчителем одностадийным способом.

Таблица 2 – Данные по оптимизации двухстадийного измельчения зерна при производстве кормов для откорма свиней и сравнительный анализ с одностадийным

Показатель качества не менее $K, \%$	Двухстадийное измельчение				Молотковое измельчение		Отличие +/-	
	$Q, \text{ т/ч}$	$q, \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}$	$b, \text{ мм}$	$d, \text{ мм}$	$Q, \text{ т/ч}$	$q, \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}$	$Q, \%$	$q, \%$
95	0,55	7,55	0,51	3,52	Не обеспечивает		-	-
90	0,63	6,61	0,52	4,49	Не обеспечивает		-	-
80	0,65	5,65	0,86	5,17	Не обеспечивает		-	-
70	0,65	5,01	1,14	5,81	0,28	8,9	+132	-44
60	0,56	4,79	1,48	6,00	0,30	7,7	+87	-38

Анализ данных представленных в таблице 2 позволил сделать выводы о целесообразности измельчения зерна двухстадийным способом с получением показателя качества измельчения не ниже 70 %.

Также получено экспериментальное значение целевой функции минимизации удельных энергозатрат измельчения зерна при приготовлении кормов для птицы в возрасте до 17 недель $y_{1min}(q_{min}) = 4,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}$ и показателем качества измельчения $y_8(K)=83 \%$, которые одновременно выполняют все принятые ограничения. Приведя в размерную форму значения факторов, были получены следующие их оптимизационные значения: межвальцовый зазор первой ступени измельчения $b=1,5 \text{ мм}$; диаметр отверстий в решетке $d=6,0 \text{ мм}$. Для сравнения молотковое измельчение 75% зерна одностадийным способом при значении показателя качества измельчения для откорма птицы в возрасте до 17 недель дает следующие значения: удельных энергозатрат – $7,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}$.

Применение двухстадийного измельчения позволяет снизить удельные энергозатраты процесса измельчения на 36% по сравнению с одностадийным при измельчении зерна на корм свиньям и на корм птицы в возрасте до 17 недель. При этом наблюдается рост произво-

длительности второй ступени измельчения более чем в два раза и рост показателей качества измельчения зерна на 13 % и 8 % соответственно для свиней и птицы в возрасте до 17 недель. При этом двухстадийное измельчение позволит повысить показатель качества измельчения более чем на 27 % по сравнению с одностадийным молотковым измельчением.

Наши исследования по измельчению различных зерновых культур с влажностью до 14% двухстадийным способом показали снижение удельных энергозатрат и повышение показателя качества по сравнению с молотковым измельчением: для зерна ржи удельные энергозатраты снизились с 8,6 до 5,4 кВт·ч/т, показатель качества вырос с 67 % до 82%; для зерна тритикале с 7,9 до 5,1 кВт·ч/т и с 70% до 85% соответственно, для зерна овса с 10,4 до 9,2 кВт·ч/т и с 60% до 77% соответственно.

Заключение

Предложен способ двухстадийного измельчения зерна, включающий предварительное разрушение за счет воздействия на зерно вальцов и окончательное измельчение молотковым ротором с вертикальной осью вращения.

Установлены регрессионные модели, описывающие зависимость: производительности, удельных энергозатрат, степени измельчения, средневзвешенного размера частиц, однородности продукта (коэффициента вариации), показателя качества измельчения от межвальцового зазора первой стадии измельчения и диаметра отверстий в решетке второй стадии измельчения.

Установлены оптимальные значения межвальцового зазора и диаметра отверстия в решетке обеспечивающие различные значения показателя качества измельчения при производстве комбикормов для откорма свиней и сельскохозяйственной птицы в возрасте до 17 недель.

Литература

1. Машины и оборудование для производства комбикормов: справ. пособ. / В. А. Шаршунов [и др.]. – Минск : Экоперспектива, 2005. – 487 с.
2. Шило, И. Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства: монография / И. Н. Шило, В. Н. Дашков. – Минск : БГАТУ, 2003. – 183 с.
3. Воробьев, Н. А. Способ и устройство для двухстадийного измельчения зерна / Н. А. Воробьев, С. А. Дрозд // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК материалы междунар. науч.-практ. конф. «Белагро-2019 – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 267-268.

**ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОИЗВОДСТВУ
ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В БЕЛАРУСИ**
Пашкова Е.С., Бренч М.В., Расолько Л.А., к.б.н., доцент,
Лобач М.А., Данилькевич А.А.
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

К категории органических продовольственных продуктов относят изделия, полученные с использованием технологий и сырья, где не применялись пестициды и другие средства защиты растений, минеральные удобрения, стимуляторы роста, не производился откорм животных с применением антибиотиков, гормональных и ветеринарных препаратов. В органических продуктах также полностью исключено применение ГМО, они не должны подвергаться обработке ионизирующим облучением. В рецептуре органического продукта в ограниченном количестве могут быть только натуральные ароматизаторы и пищевые добавки, препараты из микроорганизмов и ферменты, разрешенные в качестве технологических вспомогательных средств, кроме микроорганизмов и ферментов, полученных методом генной инженерии. И только тогда на упаковку продукта может наноситься особая маркировка «органический продукт».