

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА НА ЕГО ПИТАТЕЛЬНОСТЬ

В статье приводятся результаты сравнительного анализа углеводного состава продуктов из зерна пшеницы, полученных при шелушении, экструдировании и ферментативном гидролизе. Показаны данные экспериментальной оценки питательности полученных продуктов при кормлении бройлеров.

Ключевые слова: зерно, шелушение, экструдирование, ферментативная обработка, углеводный состав, кормление.

Зерно является основным источником энергии в комбикормах для птицы. На его долю приходится до 70 и более процентов [1]. Поэтому рациональное использование зерна представляет практический интерес, и технология переработки зерна является важной составляющей кормопроизводства.

В России в общем объеме зерна, расходуемого на кормовые цели, свыше 50% составляет пшеница. По своим питательным свойствам пшеница считается хорошим зерновым кормом для птицы. Но, как и во всех злаковых культурах, в пшенице содержатся некрахмалистые полисахариды (НПС): клетчатка – 2,2-5,2%, арабиноксиланы – 5,5-9,5%, β -глюканы -0,1-1,5% [2]. Клетчатка организмом птицы практически не переваривается и затрудняет усвоение других питательных веществ корма. Арабиноксиланы и β -глюканы при значительном использовании пшеницы в рационах способствуют повышению вязкости содержимого желудочно-кишечного тракта. Это препятствует действию пищеварительных ферментов и в итоге снижает интенсивность роста птицы.

Поскольку НПС в основном сосредоточены в оболочках, то одним из простых способов повышения питательной ценности зерна является шелушение.

В значительной степени питательная ценность зерна определяется содержанием в нем крахмала. В пшенице содержание крахмала составляет 60-70% [3]. Крахмал в зерне находится внутри растительных клеток в виде микроскопических мелких гранул, поэтому трудно подвергается воздействию пищеварительных ферментов. Чтобы крахмал стал доступен действию ферментов, необходимо освободить его из клеток и оклейстеризовать. Добиться этого можно при экструзионной обработке зерна. В

продукте после экструдирования повышается содержание декстринов, крахмал полностью клейстеризуется, благодаря чему его переваримость возрастает в 2,0-2,5 раза [1]. Так же экструдирование повышает доступность аминокислот, переваримость клетчатки.

Наиболее полная трансформация крахмала в декстрины и сахара происходит при гидролизе амилолитическими ферментами [4].

В связи с вышеизложенным мы посчитали целесообразным провести сравнительное исследование влияния процессов шелушения, экструдирования и ферментативного гидролиза зерна или продуктов его обработки на питательную ценность получаемых кормов. На первом этапе были определены оптимальные режимы обработки зерна и их влияние на изменение углеводного состава. На втором этапе для оценки питательности полученных продуктов проводили эксперименты по кормлению птицы.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования использовали зерно пшеницы сорта Саратовская 29, прошедшее период послеуборочного дозревания.

Шелушение зерна проводили на комбинированной обоечно-щеточной машине.

Термо-механо-пластическую экструзию плющенных полуфабрикатов использовали в одношнековом экструдере РЗ-АЭ-60.

Ферментативный гидролиз сырья осуществляли с использованием амилолитических ферментных препаратов производства «Novozymes» (Дания): Termamyl 120L (термостойкая α -амилаза) и SAN Super 240 L (глюкоамилаза).

Ферментативная обработка сырья проводится в два этапа. На первом этапе осуществляется водно-тепловая обработка: измельченное

сырье смешивается с водой в соотношении 1:2-2,5 и разжижающим ферментным препаратом (α -амилаза), нагревается и выдерживается при температуре 90 °С в 60-90 мин. На данном этапе происходит полная клейстеризация и растворение крахмала, что обеспечивает высокую степень атакваемости его осахаривающими ферментами. На второй стадии с помощью глюкоамилазных ферментных препаратов осуществляется непосредственно осахаривание разжиженного крахмала.

Процесс водно-тепловой обработки и осахаривания осуществлялся в ультратермостате с автоматическим регулированием температуры в диапазоне $t_0 = 30...100$ °С.

Содержание углеводов в зерне и полуфабрикатах определяли традиционными методами: крахмала – поляриметрическим хлоркальциевым методом по ГОСТ 10845-98, декстринов – модернизированным колориметрическим методом М.П. Попова и Е.Ф. Шаненко, общих и редуцирующих сахаров – колориметрическим гексоцианоферратным методом по ГОСТ 5903-89, клетчатки – по ГОСТ 13496.2-91.

Опыты на птице проводились в условиях вивария Оренбургского государственного университета. Для эксперимента были отобраны 100 недельных цыплят-бройлеров кросса «Смена-4», которых методом аналогов разделили на 5 групп (n=20). Продолжительность эксперимента составила 5 недель. В течение подготовительного периода (7 дней) вся птица находилась в одинаковых условиях кормления и получала комбикорма, состоящие из традиционного набора компонентов, сбалансированные по питательности. Кормление подопытной птицы осуществляли в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (2000). С 15 дневного возраста цыплят-бройлеров перевели на рационы, содержащие изучаемые компоненты. Схема эксперимента приведена в таблице 1. При этом в стартовый комбикорм изучаемые компоненты вносили в количестве 30% от рациона взамен пшеницы, а в ростовой – в количестве 23,2% взамен пшеницы и ячменя.

В ходе эксперимента проводился ежесуточный учет потребления птицей корма по каждой группе. Оценка особенностей роста и развития подопытной птицы осуществлялась путем ежесуточного индивидуального взвешивания. На ос-

новании полученных данных изучали динамику ее роста.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием методов вариационной статистики по Г.Ф. Лакину [6].

Результаты и их обсуждение

С целью повышения эффективности шелушения зерна в предварительных исследованиях были определены режимы его увлажнения и подсушивания. Установлено, что увлажнение зерна до влажности 19,3...19,5%, последующее его кратковременное подсушивание при температуре 90...105 °С в течение $\tau = 3...5$ мин позволяет при шелушении в обоечно-щеточной машине получить выход ядра 84...85% (при зольности 1,15...1,2%). Показанные режимы позволяют наиболее полно отделить оболочки при наименьшем содержании битого ядра, а следовательно, и наименьших потерях крахмала.

Обработку полученного ядра в экструдере осуществляли при температуре 100...115 °С.

В таблице 2 представлен углеводный состав полученных продуктов. Анализ данных свидетельствует о значительных достоверных изменениях в их содержании.

В частности, в продукте после шелушения повышается содержание крахмала на 3,7% и снижается содержание клетчатки на 1,6%. Это обусловлено отделением оболочек, богатых клетчаткой, от крахмалистого ядра. При этом заметных изменений в содержании сахара и декстринов не наблюдается.

Значительная трансформация углеводов в сырье происходит при экструзии. Содержание

Таблица 1. Схема эксперимента на птице

Группа	Период опыта	
	подготовительный	учетный период
	возраст, суток	
	7-14	15-42
контрольная	ОР	ОР
I опытная		ОР ₁
II опытная		ОР ₂
III опытная		ОР ₃
IV опытная		ОР ₄

Примечание: ОР – основной рацион;
 ОР₁ – введение в рацион пшеничного ядра;
 ОР₂ – введение в рацион экструдированного ядра;
 ОР₃ – введение в рацион ферментированного ядра;
 ОР₄ – введение в рацион ферментированного экструдата.

Таблица 2. Содержание углеводов в сухом веществе зерна и продуктах его переработки, %

Продукт	Углеводы			
	крахмал	декстрины	сахар	клетчатка
Зерно	58,5±1,34	0,15±0,01	1,16±0,45	2,26±0,38
Шелушенное зерно (ядро)	62,2±1,08*	0,17±0,05	1,84±0,72	0,63±0,25*
Экструдированное ядро	41,1±1,22*	20,78±0,04*	1,05±0,51	0,55±0,12*
Осахаренное ядро	4,3±1,07*	21,74±0,07*	42,82±0,55*	0,52±0,18*
Осахаренный экструдат	2,5±1,23*	11,36±0,05*	48,95±0,97*	0,44±0,20*

Примечание: *P<0,05

Таблица 3. Основные результаты опыта

Показатель	Группа				
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Живая масса, г:					
в 14 дней	257,3±17,34	256,3±26,70	265,3±17,46	254,3±32,12	259,0±10,64
в 28 дней	840,3±30,68	753,7±27,87	818,7±41,74	722,3±26,73*	755,3±30,25
в 42 дня	1525,0±61,59	1541,0±55,88	1612,3±75,88	1495,3±43,91	1536,7±76,72
Среднесуточный прирост, г	47,0±1,88	47,6±1,71	49,9±2,29	46,0±1,39	47,3±2,75
Затраты корма на бройлера, кг	2,393	2,335	2,376	2,303	2,372
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,88	1,81	1,76	1,85	1,86

Примечание: *P<0,05

крахмала снижается на 21,1% за счет превращения его в декстрины. Снижение сахара (на 0,79%) может быть обусловлено участием их в реакции меланоидинообразования. Массовая доля клетчатки в экструдате изменяется незначительно по сравнению с его содержанием в ядре, поскольку выбранные режимы экструдирования не способствуют ее разрушению.

Осахаривание сырья способствует наиболее полному превращению крахмала в легкоусваиваемые соединения. В осахаренном ядре крахмал более чем на 90% гидролизуется до декстринов и сахаров. При этом содержание сахаров в 2 раза превышает содержание декстринов. В осахаренном экструдате сахаров больше, чем декстринов, в 4 раза, что объясняется большей эффективностью процесса осахаривания лучше подготовленного сырья.

Введение в рацион птицы полученных продуктов переработки зерна не способствовало повышению интенсификации ее выращивания (табл. 3).

Так за первые две недели живая масса цыплят всех опытных группы была ниже, чем в контрольной. Но достоверные различия наблюдались только между контрольной и III опытной группами. За вторую половину эксперимента

цыплята опытных групп росли интенсивнее и живая масса в I, II и IV опытных группах превысила живую массу контрольной группы на 16,87 и 11 г (P>0,05).

Среднесуточный прирост в I, III и IV группах отличается незначительно от этого показателя в контрольной группе. Наибольший среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров наблюдается во II опытной группе – 49,9 г, что выше, чем в контроле, на 2,2 г и выше, чем в III группе, на 3,9 г. Можно предположить, что отсутствие выраженного продуктивного действия кормов, подготовленных по различным технологиям, стало следствием снижения содержания протеина в зерновке после отделения оболочек.

Как показали результаты исследования, поедаемость кормов за весь эксперимент в опытных группах оказалась меньше, чем в контрольной. Разница с I группой составила 58 г, со II – 17, с III – 90 и с IV – 21 г, или 2,42; 0,71; 3,76 и 0,87% соответственно.

Затраты корма на 1 кг прироста также были ниже во всех опытных группах по сравнению с контрольной. В I группе затраты корма были ниже на 3,7%, во II – 6,4%, в III – на 1,6% и в IV – на 1,1%. Следовательно, можно сделать вывод, что питательность опытных рационов

была выше, чем контрольного. Однако затраты корма на 1 кг прироста в III и IV группах были выше, чем в I и II группах.

Таким образом, опыты показали, что наилучшие результаты получены при введении в рацион птицы зерна, освобожденного от оболоч-

ек и подвергнутого последующей экструзионной обработке. Необходимо отметить, что процессы шелушения и экструдирования являются достаточно энергоемкими. Поэтому требуется тщательный экономический анализ целесообразности получаемого положительного эффекта.

Список использованной литературы:

1. Фисин В.И., Егоров И.А., Околелова Т.М., Имангулов Ш.В. Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы. – Сергиев-Пасад: ВНИТИП, 2008. - 351 с.
2. Петрухин И.В. Корма и кормовые добавки: Справочник. – М.: Росагропромиздат, 1989. - 526 с.
3. Козьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1976. - 375 с.
4. Кислухина И., Кюдулас О. Биотехнологические основы переработки растительного сырья. – Каунас: Технология, 1997. - 184 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Изд-во «Высшая школа», 1990. - 352 с.