

ПРОИЗВОДСТВО ПРОТЕИНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА ОСНОВЕ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

В. АФАНАСЬЕВ, д-р тех. наук, генеральный директор ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности»

А. ОСТРИКОВ, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Производство полнорационных комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы сдерживается дефицитом белковых компонентов, низким уровнем санитарной и гигиенической безопасности белкового сырья животного происхождения. Это приводит к снижению эффективности кормов, большому перерасходу их и недополучению животноводческой продукции.

Для решения данной проблемы необходимо использовать в производстве комбикормов растительный белок зернобобовых и масличных культур, который по качеству практически не уступает животному белку, но в нативном виде в пищеварительном тракте животных, особенно молодняка, усваивается недостаточно. Это, как известно, связано с наличием в

зерне антипитательных веществ. Одним из направлений, обеспечивающих их инактивацию и, следовательно, повышение усвояемости зерна, является тепловая (гидротермическая) его обработка, в том числе экструдирование. Применение протеиновых концентратов на основе экструдированных зернобобовых культур, как показывают многочисленные исследования и ми-

Таблица 1. Технологические режимы обработки зернобобовых культур при экструдировании

Вид зерна	Вид обработки	Давление пара, МПа	Расход пара, кг/т	Температура пропаренного зерна, °С	Влажность пропаренного зерна, %	Производительность экструдера, кг/ч	Удельный расход электроэнергии, кВт • ч/т	Температура экструдата, °С	Влажность экструдата, %
Горох Орловчанин	Пропаривание–экструдирование	0,20	50	74	17,4	400	100,0	110	11,5
	Экструдирование	—	—	—	—	350	114,3	110	9,2
Горох Зеленозерный-1	Пропаривание–экструдирование	0,20	50	72	17,1	410	97,5	110	11,4
	Экструдирование	—	—	—	—	360	111,1	110	9,3
Горох Орпела	Пропаривание–экструдирование	0,20	50	82	17,5	400	100,0	115	11,5
	Экструдирование	—	—	—	—	350	114,3	115	9,1
Люпин Тимир-1	Пропаривание–экструдирование	0,20	50	82	16,9	420	95,2	115	9,1
	Экструдирование	—	—	—	—	360	111,1	115	8,8
Бобы кормовые Янтарные	Пропаривание–экструдирование	0,22	50	90	15,7	330	105,0	110	13,5
	Экструдирование	—	—	—	—	360	111,1	130	7,2
Вика Орловская-84	Пропаривание–экструдирование	0,22	50	90	17,6	370	108,1	120	12,0
	Экструдирование	—	—	—	—	350	114,3	130	7,5
Вика Льговская-60	Пропаривание–экструдирование	0,22	50	90	18,0	370	108,1	130	11,5
	Экструдирование	—	—	—	—	350	114,3	130	6,7

Таблица 2. Качество экструдированных зернобобовых культур

Культура, сорт	Показатель						
	Атакуемость белка трипсином, мг/г	Атакуемость крахмала амилоглюко- зидазой, мг/г	ТИА, мг/г	ХИА, мг/г	Фитиновая кислота, %	Алкалои- ды, %	Цианогенные гликозиды, мг/100 г
<i>Экструдирование с предварительным пропариванием</i>							
<i>Горох</i> Орловчанин	76,4	447,6	0,24	0,27	0,78	—	—
Орпела	77,0	436,3	0,24	0,33	0,68	—	—
<i>Бобы кормовые</i> Янтарные	73,0	392,3	0,11	0,03	0,83	—	—
<i>Вика</i> Орловская-84	79,0	340,0	0,23	0,33	0,79	—	2,14
Льговская-60	73,8	367,2	0,37	0,27	0,79	—	2,21
<i>Люпин</i> Тимир-1	110,1	—	—	—	0,78	0,43	—
<i>Экструдирование без пропаривания</i>							
<i>Горох</i> Орловчанин	98,0	261,7	0,28	0,32	0,78	—	—
Зеленозерный-1	102,8	324,2	0,23	0,36	0,66	—	—
Орпела	98,0	262,9	0,42	0,61	0,68	—	—
<i>Бобы кормовые</i> Янтарные	102,2	450,6	0,25	0,13	0,74	—	—
<i>Вика</i> Орловская-84	104,8	487,1	0,56	0,44	0,52	—	1,30
Льговская-60	106,2	395,3	0,43	0,30	0,72	—	1,54
<i>Люпин</i> Тимир-1	121,4	—	—	—	0,64	0,37	—

ровой опыт, наиболее эффективно в кормлении животных и птицы.

Цель данной работы — разработка технологии и комплекта оборудования для производства таких продуктов, позволяющих повысить питательную ценность и снизить себестоимость комбикормов.

Объект исследований — зернобобовые культуры: горох, кормовые бобы, люпин, вика.

Экструдировали зерно бобовых культур на экструдере КМЗ-2, оснащенном пропаривателем. Продолжительность пропаривания регулировалась заслонками, установленными на входе и выходе пропаривателя. Зерно перед обработкой измельчали. Исследования проводили с пропариванием и без пропаривания. В опытах с пропариванием давление пара составляло 0,20–0,25 МПа, температура зерна повышалась до 72–90°C, влажность — до 18,0%. После охлаждения из охладителя пропаренные продукты поступали в экструдер, на шнеке которого установлены шайбы диаметром 129 и 130 мм.

В опытах без пропаривания исходная влажность зерна была на

уровне 11,9–13,3%, температура — 15–20°C. Под действием сил давления (сдвига) и трения в корпусе экструдера температура продуктов возрастала до 110–130°C (табл. 1).

При экструдировании, наряду с термической обработкой, происходит механохимическое деформирование растительного материала под давлением, то есть «растяжение» его волокнистой структуры, и термическая денатурация протеина, в результате чего происходит переориентация белковых молекул в пространстве, перераспределение и образование новых связей, высвобождение белков из клеточных структур. Это способствует улучшению расщепления белков пищеварительными ферментами.

По органолептическим показателям готовый продукт имел вспученную структуру, особенно тот, к которому не применяли предварительное пропаривание. Влажность его в опытах без пропаривания равнялась 6,7–9,3%, при экструдировании с пропариванием — 13,5%. Анализ питательной ценности показал, что экструдирование обеспечивает снижение содержания антипитательных веществ по

сравнению с необработанными семенами бобовых культур (табл. 2). Обработка зерна в экструдере с пропаривателем наиболее эффективна по технико-экономическим показателям и качеству готового продукта. При обработке зернобобовых культур в экструдере без пропаривателя активность ингибиторов трипсина и химотрипсина снизилась на 80–95% по сравнению с нативным зерном, с пропаривателем — на 95–99%.

Наряду с инактивацией ингибиторов отмечается снижение атакуемости белков протеолитическими ферментами, несмотря на кратковременность воздействия высоких температур. Атакуемость крахмала амилоглюкозидазой, напротив, возросла в 4–5 раз.

Содержание фитиновой кислоты во всех бобовых культурах снизилось до 0,7–0,8%, алкалоидов — до 0,40–0,43%. При применении пропаривателя атакуемость крахмала амилоглюкозидазой возросла в 3–4 раза, атакуемость белков трипсином — на 10–20%, активность ингибиторов трипсина и химотрипсина снизилась в общей сумме на 70–90%. Изменение содержания фитиновой кислоты

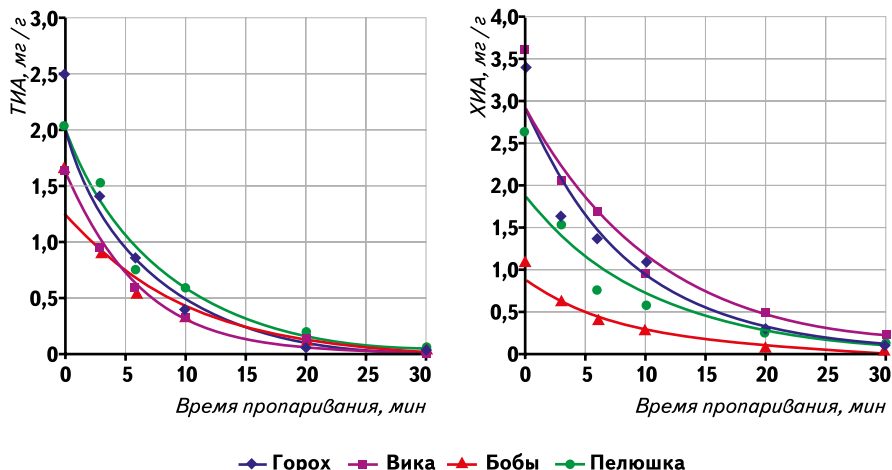


Рис. 1. Зависимость активности ингибитора трипсина (ТИА) и химотрипсина (ХИА) зернобобовых культур от продолжительности пропаривания

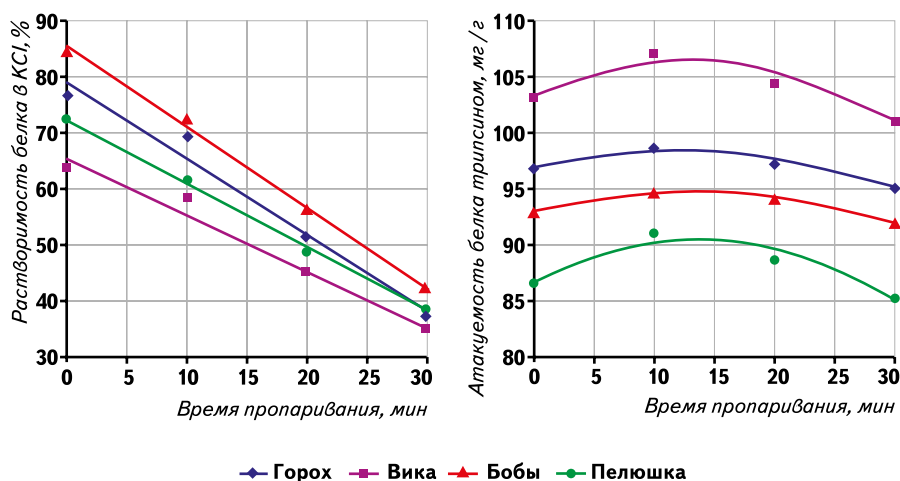


Рис. 2. Зависимость качества белка зернобобовых культур от продолжительности пропаривания

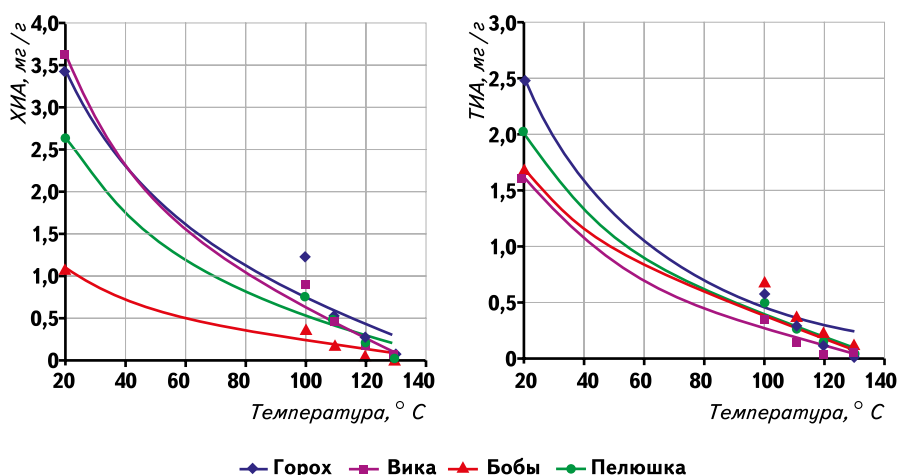


Рис. 3. Зависимость активности ингибитора трипсина (ТИА) и химотрипсина (ХИА) от температуры нагрева зернобобовых культур

и алкалоидов было в тех же пределах, что и при экструдировании без пропаривания.

Результаты исследований показали, что при экструдировании семян бобовых культур путем воздействия более высоких температур (110–130°C) переваримость крахмала, а также вкусовые качества продуктов повышаются при имеющейся тенденции к снижению атакуемости белков протеиназами. Пропаривание зерна перед экструдированием позволяет использовать в экструдере более низкие температуры, следовательно, снимается отрицательное влияние высоких температур на белки.

При экструдировании с пропариванием зернобобовые культуры подвергаются гидротермическому (обработка паром) и термодинамическому (экструдирование) воздействию.

Основные параметры гидротермической обработки — температура и время. Для определения влияния этих параметров на степень инактивации ингибиторов трипсина и химотрипсина и качество белкового комплекса измельченные семена гороха, бобов кормовых и вики мы нагревали насыщенным паром при давлении 0,20–0,25 МПа и температуре 90–95°C в течение 5; 10; 20 и 30 мин. При расходе пара в количестве 60–75 кг/т влажность зерна через 5 мин достигала 17,5–18,3%, через 10 мин — 21,1–28,3%, через 20 мин — 29,2–34,0%, через 30 мин — 40,0–41,5%. Через указанные промежутки времени отбирали пробы зерна, подсушивали его воздухом до влажности 13–14%, определяли активность ингибиторов трипсина и химотрипсина, растворимость белка в воде, атакуемость белка протеолитическими ферментами (переваримость *in vitro*).

На рисунке 1 показано влияние длительности обработки паром на активность ингибиторов трипсина и химотрипсина, на рисунке 2 — на качество белка гороха, бобов кормовых и вики.

Ингибиторы трипсина и химотрипсина неустойчивы в термических условиях, их инактивация достигается путем

воздействия на зерно теплоты и влаги. Эффективность инактивации тесно связана с продолжительностью процесса. Например, при влаготепловой обработке максимальное разрушение ингибиторов трипсина и химотрипсина (94,4–100%) отмечается после 20-минутного нагрева паром зерна гороха и вики влажностью 29,2–32,1%. За такое же время нагрева ТИА бобов кормовых снижается на 82%, ХИА — на 100%. По истечении 30 мин ТИА гороха и вики уменьшается на 90%, бобов кормовых — почти на 90%.

При гидротермических процессах возможно снижение растворимости белка в воде, а в некоторых случаях даже его разрушение, что, конечно, отрицательно сказывается на эффективности использования животными обработанного зерна. Установлено, что с увеличением длительности обработки растворимость белка снижалась и по истечении 30 мин находилась в пределах 30–45% (рис. 2).

По сравнению с гидротермической обработкой термическая сильнее воздействует на зерно бобовых культур, поскольку при этом применяется высокая температура. Даже минимальные температурные различия оказывают существенное влияние, особенно на качество белка. Это видно из графиков на рисунках 3 и 4: при температуре 120°C уже отмечается некоторое снижение его переваримости *in vitro*, а с увеличением температуры до 140°C наблюдается резкое снижение растворимости белка. Самое незначительное повышение или понижение температуры может привести к неэффективному устранению ингибирующих факторов или к разрушению необходимых питательных веществ.

В экспериментальных исследованиях были выявлены следующие рациональные режимы экструдирования зернобобовых культур с пропариванием: давление пара — 0,20–0,30 МПа, температура пропаривания — 70–90°C, продолжительность пропаривания — 5–7 мин, влажность пропаренной смеси — 16–18%, температура экструдирования — 110–130°C.

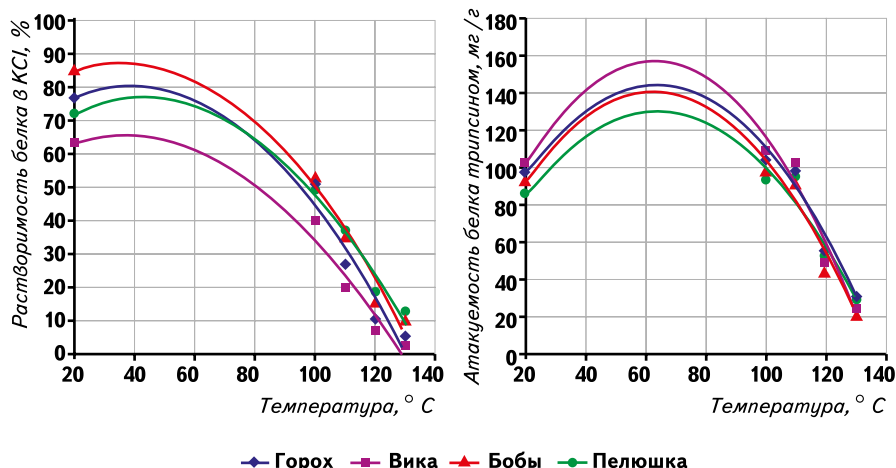


Рис. 4. Зависимость качества белка от температуры нагрева зернобобовых культур

Возможность частичной замены в рецептах комбикормов обезжиренного сухого молока, соевого шрота, рыбной и мясокостной муки, являющихся дефицитными компонентами комбикормов, экструдированным горохом с инактивированными антипитательными веществами изучали в научно-хозяйственном опыте на цыплятах-бройлерах, из которых были сформированы три группы: две контрольные и одна опытная, по 100 голов в каждой.

В первый период кормления цыплята 1 контрольной группы получали

комбикорм, содержащий 10% сухого обезжиренного молока, 2 контрольной — 5% сухого обезжиренного молока и 6% необработанного гороха. Цыплятам опытной группы скармливали корм, в котором половина сухого молока заменялась экструдированным горохом. Во второй период опыта в состав комбикорма для цыплят 1 контрольной группы включали 10% соевого шрота, 8% рыбной и 5% мясокостной муки. Состав комбикорма для цыплят 2 контрольной и опытной групп различался частичной заменой соевого шрота (3%), рыбной (3%)

Таблица 3. Результаты скармливания цыплятам-бройлерам комбикормов с экструдированным горохом

Показатель	Группа		
	1 контрольная	2 контрольная	опытная
Живая масса цыпленка, г			
на начало опыта	41,0	40,8	39,7
через 7 суток	71,0	65,7	72,0
через 20 суток	309	280	294
на конец опыта	642	547	584
Среднесуточный прирост живой массы цыпленка, г			
за 7 суток	4,3	3,6	4,6
с 8 по 20 сутки	18,3	16,5	17,1
за весь период опыта, г	20,0	16,9	18,1
Затраты комбикорма на 1 г прироста живой массы, г			
за 7 суток	3,9	4,8	3,5
с 8 по 20 сутки	2,2	3,1	2,3
за весь период опыта	2,3	2,7	2,4
Сохранность поголовья, %	93	91	93

и мясокостной (2%) муки необработанным и экструдированным горохом, соответственно.

Снижение антипротеолитической активности обработанного гороха способствовало повышению переваримости сухих веществ корма, а также протеина, жира, клетчатки. Повышение переваримости питательных веществ оказало влияние на показатели выращивания цыплят-бройлеров и затраты корма (табл. 3).

По продуктивности и затратам корма на единицу прироста живой массы в 1 контрольной и опытной группах различий не выявлено. По сравнению со 2 контрольной группой (комбикорм с необработанным горохом) отмечена разница. Так, среднесуточный прирост живой массы цыплят, получавших экструдированный горох в составе комбикормов, был на 7,1% выше, чем во 2 контрольной группе. Экструзионная обработка гороха способствовала снижению затрат корма на 11,1%.

В результате экспериментов был разработан комплект оборудования (производительность — 3 т/ч) для выработки концентрированных протеиновых продуктов на основе зернобобовых культур (рис. 5).

Производство концентрированных протеиновых продуктов из зернобобовых культур с применением данных

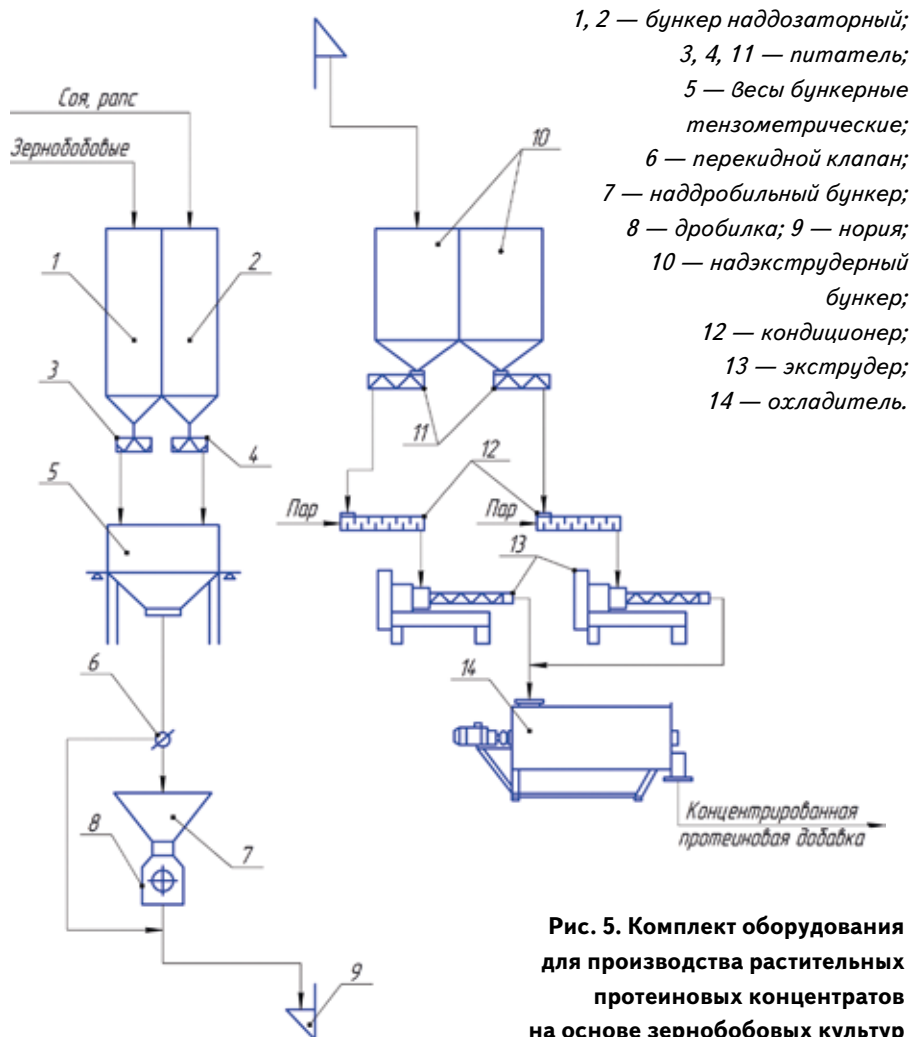


Рис. 5. Комплект оборудования для производства растительных протеиновых концентратов на основе зернобобовых культур

технологии и комплекта оборудования позволит: сократить затраты на перевозку зерна и комбикормов, снизить

себестоимость кормов, повысить продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы. ■



ЦИФРЫ И ФАКТЫ

Группа компаний «Агро-Белогорье» по итогам первого квартала 2015 г. увеличила на 4,7% производство свинины. 15 свинокомплексов агрохолдинга произвели 42 085 т свинины в живом весе, превзойдя почти на 2 тыс. т аналогичный показатель прошлого года. Рост зафиксирован на прежних мощностях при практически неизменном среднемесячном поголовье (+0,5%), что говорит о повышении эффективности работы действующих площадок. По итогам квартала все без исключения комплексы смогли перевыполнить производственную программу по реализации свиней на убой.

Наращивать производство свинины предприятиям группы компаний «Агро-Белогорья» позволяет улучшение основных производственных показателей. Среднесуточный привес по стаду составил 612 г против 597 г за

аналогичный период прошлого года (+2,5%). Наилучшая динамика зафиксирована на откорме, где удалось добиться 7%-ного увеличения привесов. В среднем животные на этих участках ежедневно прибавляли в весе по 866 г при нормативе 719 г.

Показатель сохранности поголовья в целом по предприятиям группы компаний остался на прежнем уровне. Общий падеж к среднемесячному поголовью, как и год назад, составил 1,8% (норматив — 3,1%).

На 5,5% улучшилась конверсия корма — один из ключевых критериев оценки эффективности в свиноводстве, отражающий соотношение затраченного корма к привесам. В январе-марте этого года в среднем по холдингу он составил 2,74 при прошлогоднем результате 2,9.

Пресс-служба «Агро-Белогорья»