

DOI 10.25741/2413-287X-2019-02-2-043

УДК 664.542.69:621.867.4

ЛИНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КОМБИКОРМОВ С ВВОДОМ ЗЕРНОВЫХ ХЛОПЬЕВ

В. АФАНАСЬЕВ, д-р тех. наук, **В. МАНУЙЛОВ**, **А. ОСТРИКОВ**, д-р тех. наук, АО «ВНИИКП»

E-mail: vnii_kp@vmail.ru

С целью повышения усвояемости комбикормов была разработана технология обработки зерна, заключающаяся в его увлажнении, пропаривании и плющении. Данная технология реализована в технологической линии производства комбикормов с улучшенными микробиологическими характеристиками и повышенной кормовой ценностью.

Результаты опытов по скармливанию стартерных комбикормов, содержащих зерновые хлопья, телятам в возрасте 10–75 дней показали увеличение прироста на 15,4% по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: технология, оборудование, пропаривание, плющение, зерновые хлопья, комбикорм, усвояемость.

Важным в повышении усвояемости и обеспечении доброкачественности комбикормов при их производстве является влаготепловая обработка (увлажнение и пропаривание) зерна, доля которого достигает 70% [1, 3, 4]. Влаготепловая обработка зерна с последующим плющением способствует улучшению вкусовых качеств и поедаемости корма, повышению его питательной ценности, снижению затрат организма на переваривание питательных веществ корма, инактивированию антипитательных веществ, уничтожению патогенной микрофлоры.

Для улучшения продуктивности сельскохозяйственных животных, а также для обеспечения микробиологической безопасности кормов учеными ВНИИКП была разработана линия по производству комбикормов из зерновых хлопьев [2]. Благодаря новой разработке удалось повысить качество и кормовую ценность зерна злаковых и бобовых культур, снизить удельный расход электроэнергии на их измельчение и расширить ассортимент рассыпных комбикормов [4, 5].

Разработанная линия работает следующим образом.

Зерно злаковых и бобовых культур последовательно очищается от крупной, минеральной и металломагнитной примесей соответственно в скальператоре 1, камнеотборнике 2 и магнитном сепараторе 3. Очищенное зерно поступает в бункер 4 и далее на кондиционер-пропариватель 5, где оно обрабатывается паром и выдерживается несколько минут для перераспределения влаги по объему продукта и при-

A technology of grain processing was developed to improve the digestibility of compound feeds involving wetting, steaming, and flaking procedures. The technology resulted in the productive line of a compound feed with improved microbiological characteristics and feed value.

Weight gains 10–75 days of age in calves fed starter diets with the grain flakes were higher by 15.4% in compare to control.

Keywords: technology, equipment, steaming, flaking, grain flakes, compound feed, availability.

дания ему пластичности. Кондиционер-пропариватель выполнен в виде трех соединенных между собой горизонтальных цилиндров, каждый с вращающимся шнеком внутри. Размягченное зерно подается в двухвалковую плющильную машину 6, которая оснащена системой регулирования числа оборотов валков и давления их прижима для получения хлопьев различной толщины. Валки эксплуатируются без охлаждения водой, их прижим и поддержание требуемого зазора производятся гидравлическим устройством. Валковый питатель с регулируемой частотой оборотов равномерно подает и распределяет зерно по длине валков плющильной машины.

Из плющильной машины продукт направляется в сушилку-охладитель 7, которая представляет собой единый корпус. Внутри она разделена на две зоны — сушка и охлаждение. Для сушки воздух подогревается в паровом калорифере, для охлаждения — забирается из помещения. Сушится и охлаждается продукт в виброкипящем слое, получаемом путем вибрации ситовой поверхности сушилки-охладителя и потока воздуха, нагнетаемого двумя вентиляторами среднего давления. Охлажденные хлопья направляются в наддозаторные бункера 19 основного узла дозирования и смешивания компонентов.

Гранулированное сырье (кормовые дрожжи, травяная мука, жмыхи и шроты) на просеивающей машине 8 очищается от крупной примеси и разделяется на мелкую

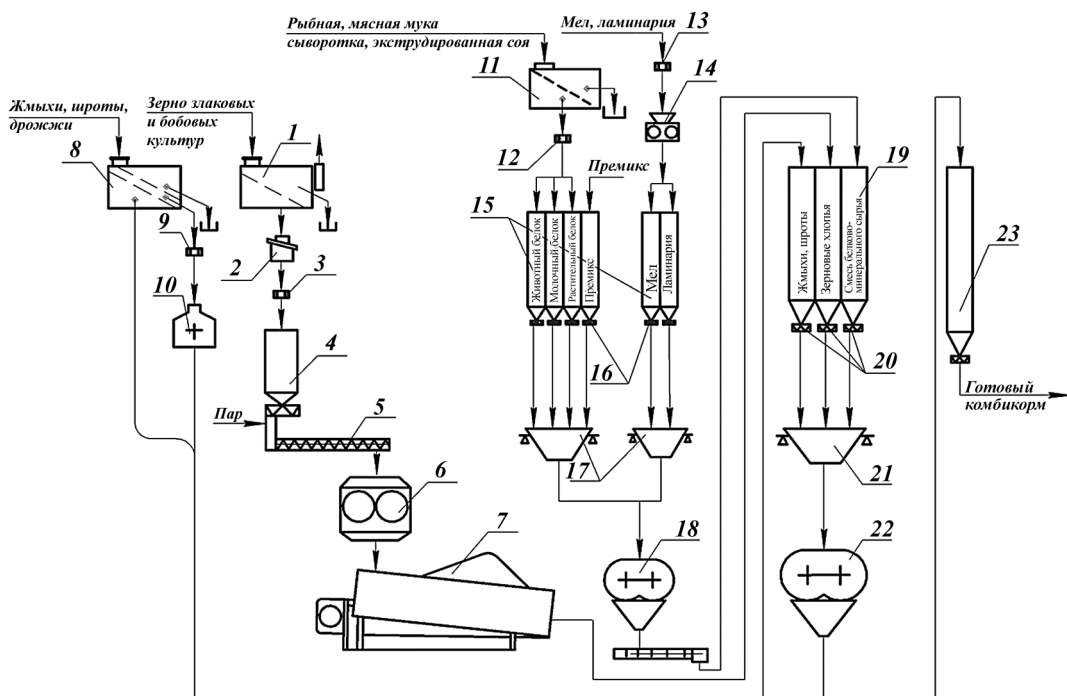
и крупную фракции. Последняя измельчается в дробилке 10, и, соединяясь с мелкой фракцией, направляется в наддозаторные бункера 19 основного узла дозирования и смешивания компонентов комбикормов. Белковое сырье (рыбная и мясная мука, сыворотка, кукурузный глютен, экструдированная соя) очищается от крупной и металломагнитной примеси на просеивающей машине 11 и на магнитном сепараторе 12. Из минерального сырья (кормовой мел, соль, высушенная ламинария) выделяется металломагнитная примесь на магнитном сепараторе 13, и затем оно измельчается в дробилке 14. Подготовленное белковое и минеральное сырье, а также премиксы подаются в наддозаторные бункера 15, а оттуда питателями 16 в весовые дозаторы 17. Затем компоненты поступают в смеситель 18, установленный на участке дозирования и смешивания белково-минерального сырья. Готовая однородная смесь поступает в наддозаторные бункера 19 основного узла дозирования и смешивания компонентов комбикорма.

Все подготовленные компоненты из наддозаторных бункеров 19 питателями 20 подаются на многокомпонентный весовой дозатор 21, где поочередно взвешиваются в соответствии с рецептом, и далее в смесителе 22 смешиваются до образования однородной смеси — рассыпного комбикорма, который поступает в бункер готовой продукции 23.

Методом пропаривания и плющения можно обрабатывать зерно не только злаковых (кукуруза, пшеница, ячмень и овес шелушенные, рожь, тритикале), но и бобовых культур (горох, соя, рапс).

Выявлено, что зерно целесообразно увлажнять водой температурой 40–60°C в течение 1–2 мин до влажности: ячмень, пшеница — 15–17%; овес — 15–16%; кукуруза, горох — 17–19%. Равномерное распределение влаги в зерновке достигается при длительном отволаживании пшеницы, шелушенных ячменя и овса, цельного зерна ячменя и овса — в течение 2–4 ч; кукурузы и гороха — 4–6 ч. Установлено, что при обработке зерна паром в течение 5 мин степень денатурации белка составляет 28%, в течение 10 мин — 47,2%, 60 мин — 87,7%. Таким образом, оптимальное время пропаривания увлажненного зерна пшеницы, шелушенных и нешелушенных ячменя и овса составляет 10–20 мин (влажность 19–20%), кукурузы и гороха — 20–30 мин (влажность 20–21%). Температуру зерна при этом следует поддерживать в пределах 80–100°C.

Плющение пропаренных пшеницы, шелушенных и нешелушенных ячменя и овса необходимо проводить при установке зазора между валками 0,5–0,6 мм, кукурузы и гороха — при 0,8–1,0 мм. При расплющивании пропаренного зерна между валками разрушается структура набухших крахмальных зерен, то есть происходит деструкция. При механическом воздействии (расплющивании) на нагретое и увлажненное зерно увеличивается степень клейстеризации крахмала, обусловленная разрывом оболочек крахмальных гранул. При этом переваримость, например, крахмала хлопьев из пропаренного ячменя повышается в 2–3,5 раза по сравнению с исходным ячменем. В результате исследований установлено, что при одних и тех же режимах обработки пропарен-



Линия производства комбикормов с вводом зерновых хлопьев: 1 — скальператор; 2 — камнеотборник; 3, 9, 12, 13 — магнитные сепараторы; 4 — оперативный бункер; 5 — кондиционер-пропариватель; 6 — плющильная машина; 7 — сушилка-охладитель; 8, 11 — просеивающие машины; 10, 14 — дробилки; 15, 19 — наддозаторные бункера; 16, 20 — питатели; 17, 21 — весовые дозаторы; 18, 22 — смесители; 23 — бункер для готовой продукции

ного ячменя, но в зависимости от величины зазора между валками плющильного станка можно получить различную степень клейстеризации крахмала. Таким образом, хлопья различной толщины могут иметь разную питательность. Так, количество глюкозы, образовавшейся при гидролизе крахмала, увеличивается с уменьшением толщины хлопьев, то есть при уменьшении зазора между валками в процессе плющения [1]. Установлено, что плющение практически не изменяет сумму азотных веществ в ячмене, но влияет на фракционный состав белков. Потеря белком растворимости свидетельствует о денатурационных изменениях.

Изучение влияния пропаривания и плющения на содержание биологически активных веществ показало, что в процессе обработки количество витамина Е в кукурузе снижается на 23–28%, витамина В₂ в ячмене — на 6–10%. Микробиологические показатели зерна после обработки паром значительно улучшаются, обсемененность зерна микроорганизмами снижается на 95–98%.

Для изучения влияния нагрева при пропаривании и плющении гороха были проведены опыты *in vitro* по определению атакуемости белка трипсином. Содержание сырого протеина во всех образцах гороховых хлопьев находилось на одном уровне; содержание непереваримого протеина в горохе, обработанном паром при атмосферном давлении в течение 5–30 мин, практически не отличалось от исходного зерна. Незначительное снижение атакуемости белка трипсином наблюдается при пропаривании гороха в течение более 45 мин. Увеличение времени пропаривания до 60 мин приводит к повышению количества непереваримого протеина, что отрицательно сказывается на его переваримости в целом. Пропаривание, кондиционирование и плющение гороха также способствуют снижению уровня антипитательных веществ, таких как ингибиторы трипсина (с 1,50–2,60 до 0,11–0,20 мг/г) и химотрипсина (с 2,00–2,90 до 0,24–0,30 мг/г). Кроме того, отмечается улучшение микробио-

Таблица 1. Схема опыта на телятах в возрасте 10–75 дней

Группа	Особенности кормления
Контрольная	КР-1 с содержанием 40,0% ячменя и 11,4% овса без пленок
1 опытная	КР-1 с содержанием 40,0% ячменя, 11,4% овса и 5,0% гороха в виде измельченных хлопьев
2 опытная	КР-1 с содержанием 40,0% ячменя, 11,4% овса и 5,0% гороха в виде неизмельченных хлопьев
3 опытная	КР-1 с содержанием 40,0% ячменя, 14,0% овса и 10,0% гороха в виде неизмельченных хлопьев, без сахара и с пониженным содержанием сухого молока
4 опытная	КР-1 с содержанием 45,0% ячменя, 7,5% овса и 17,9% гороха в виде неизмельченных хлопьев, без сахара и сухого молока

логического фона зерна после обработки пропариванием с последующим плющением.

После влаготепловой обработки и плющения для снижения влажности хлопьев их необходимо высушить в течение 8–9 мин при температуре агента 120–130°C и скорости воздуха 0,7–0,8 м/с. Охлаждают высушенные хлопья при той же скорости воздуха в течение 4–5 мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА НА ТЕЛЯТАХ

Для определения эффективности использования флокерованного зерна, полученного на технологической линии для выработки хлопьев, были проведены опыты на телятах-молочниках в возрасте от 10 до 75 дней, одинаковых по возрасту, полу, живой массе и породе, которым к основ-

Таблица 2. Состав и питательность стартерного комбикорма КР-1 для телят, %

Компонент	Группа				
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Ячмень без пленок	40,0	—	—	—	—
Овес без пленок	11,4	—	—	—	—
Ячменные хлопья измельченные	—	40,0	—	—	—
Овсяные хлопья измельченные	—	11,4	—	—	—
Гороховые хлопья измельченные	—	5,0	—	—	—
Ячменные хлопья неизмельченные	—	—	40,0	40,0	45,0
Овсяные хлопья неизмельченные	—	—	11,4	14,0	7,5
Гороховые хлопья неизмельченные	—	—	5,0	10,0	17,9
Шрот соевый	13,9	8,9	8,9	13,9	16,5
Дрожжи кормовые	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Сухое молоко	18,0	18,0	18,0	9,0	—
Травяная мука	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Сахар	4,0	4,0	4,0	—	—
Фосфат	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Соль	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Мел	1,3	1,3	1,3	1,7	1,7
Премикс КР-2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Содержание питательных веществ</i>					
Обменная энергия, МДж/кг	11,69	11,69	11,68	11,35	11,12
Сырой протеин	21,09	20,33	20,33	20,52	20,06
Сырая клетчатка	3,42	3,34	3,34	4,09	4,50
Лизин	1,32	1,26	1,26	1,22	1,15
Метионин + цистин	0,66	0,62	0,62	0,62	0,58
Жир	2,21	2,24	2,24	2,43	2,37
Кальций	1,11	1,10	1,10	1,15	1,05
Фосфор	0,65	0,64	0,64	0,61	0,57
Натрий	0,32	0,34	0,34	0,30	0,24

ному рациону добавляли стартерный комбикорм КР-1 (табл. 1). В контрольной группе было 26 телят, в первой и второй опытных группах — по 22 теленка, в третьей — 25, в четвертой — 21.

В таблице 2 приведены состав и питательность стартерных комбикормов.

Ввод в стартерные комбикорма для телят хлопьев овса, ячменя и гороха взамен измельченного зерна повысил прирост живой массы в опытных группах по сравнению с контрольной (табл. 3). На эффективность использования хлопьев влияние оказали возраст животных и целостность хлопьев. Так, в более раннем возрасте (в первые 42 дня опыта) среднесуточный прирост живой массы на 5,7% был выше у телят, получавших измельченные хлопья, а в последние 20 дней опыта этот показатель был выше на 6,9% у животных, получавших неизмельченные хлопья.

Экспериментальные данные доказывают возможность как частичной, так и полной замены сахара и сухого молока в стартерных комбикормах для телят неизмельченными хлопьями гороха, ячменя и овса. Так, среднесуточный прирост живой массы телят третьей и четвертой опытных групп за весь период опыта превышал контрольный показатель на 9,3 и 15,4% соответственно.

Скармливание комбикормов с вводом зерновых хлопьев, произведенных на разработанной технологической линии, позволяет повысить продуктивность телят 10–75-дневного возраста на 15–20%, снизить затраты корма на 12–15% благодаря улучшению вкусовых качеств зерна, повышению питательной ценности углеводно-протеинового комплекса и усвояемости комбикорма, инактивации антипитательных веществ, улучшению санитарного состояния корма.

Литература

1. Оценка эффективности технологии получения зерновых хлопьев для производства комбикормов для молодняка крупного рогатого скота / В. А. Афанасьев [и др.] // Кормопроизводство. — 2017. — № 6. — С. 33–38.

Таблица 3. Динамика живой массы и прирост

Период опыта	Группа				
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
<i>Живая масса, кг</i>					
При постановке на опыт	56	62	53,9	65,6	64,3
Через 42 дня опыта	86,3	95,4	85,5	97,2	98,0
При снятии с опыта	102,2	112,8	104,1	116,1	117,6
<i>Валовой прирост в среднем на 1 гол., кг</i>					
Через 42 дня опыта	30,3	33,4	31,6	31,6	33,7
Через следующие 20 дней опыта	15,9	17,4	18,6	18,9	19,6
за период опыта	46,2	50,8	50,2	50,5	53,3
<i>Среднесуточный прирост, г</i>					
через 42 дня опыта	721,4	795,2	752,2	752,4	802,4
Через следующие 20 дней опыта	795,0	870,0	930,0	945,0	980,0
за период опыта	745,2	819,4	810,0	814,5	859,7

2. Остриков, А. Н. Разработка технологии зерновых хлопьев для комбикормов / А. Н. Остриков, В. А. Афанасьев, В. В. Мануйлов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2017. — Том 79. — № 1 (71). — С. 15–21.
3. Табаков, Н. А. Использование плющеного ячменя в рационах молодняка крупного рогатого скота / Н. А. Табаков, М. А. Юдахина, А. В. Игадрыгин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. — 2010. — № 4.
4. Сысуев, В. А. Технология двухступенчатого плющения фуражного зерна / В. А. Сысуев, П. А. Савиных, В. А. Казаков // Достижения науки и техники АПК. — № 6. — 2012. — С. 70–72.
5. Romański, L. Analiza stanu naprężeń elastoptycznego modelu ziarna pszenicy przy jednoosiowym ściskaniu / L. Romański, R. Stopa // Probl. Inż. Roln. — 2001. ■