

УДК 636.034:581.192

КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ РЖИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ

Ш. ШАКИРОВ, д-р с.-х. наук, **И. БИКЧАНТАЕВ**, канд. биол. наук,
ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Э. ЯГУНД, канд. хим. наук, **Р. ЯХИН**, д-р тех. наук,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

В. ХАБИБУЛЛИНА, ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»
E-mail: bichantaev@mail.ru

Установлено, что различные физико-химические методы воздействия на зерно озимой ржи оказали положительное влияние: содержание в нем сахаров повысилось при запаривании в 4,39 раза, при обжаривании — в 5,81, при ферментировании — в 5,87, при экструзии — в 1,5 раза. Данные подтверждаются ИК-спектроскопией.

Ключевые слова: рожь кормовая, ферментные препараты, экструзия, питательность, сахар.

We have found that using various physicochemical methods of effect on winter rye grain influenced positively: in it increasing the sugar content was as follows while of hardening to 4,39 times, while roasting to 5,81, using enzyme preparations to 5,87 and extrusion to 1,5 times. The data were confirmed by IR-spectroscopy.

Keywords: feed rye, enzyme preparations, extrusion, nutrition, sugar.

Озимая рожь, резервный и доступный полноценный компонент комбикормов, по содержанию питательных веществ не уступает ячменю и пшенице, а по уровню сахара превосходит их в 2 раза. При этом среди зерновых культур у нее самые низкие требования к плодородию почвы, интенсивности возделывания, климатическим условиям, внесению удобрений и пестицидов, что позволяет получить высокие урожаи экологически чистого и недорогого высококачественного зерна. Перечисленные факторы характеризуют озимую рожь как культуру низкого экономического риска [4].

Однако озимая рожь не находит широкого применения в комбикормах для сельскохозяйственных животных и птицы из-за высокого содержания в ней антипитательных веществ, таких как некрахмалистые полисахариды (около 17%), фитиновая кислота, пентозаны, пектины, β-глюканы, танины, ингибиторы трипсина и химотрипсина, β-алкилрезорцины. Это ограничивает ее ввод в состав комбикормов: для крупного рогатого скота и свиней — не более 20%, для птицы — не более 7% [2, 6].

Наиболее действенными способами снижения антипитательных факторов и повышения содержания сахаров в озимой ржи являются селекция культуры на качество и эффективные технологические приемы: ферментирование зерна, тепловая и баротермическая обработка (экструзирование), другие методы [1, 9].

Целью наших исследований явилась разработка научно обоснованной и доступной технологии подготовки к скармливанию кормовой озимой ржи нового сорта Пода-

рок. Это могло бы способствовать повышению эффективности использования сельскохозяйственными животными всех питательных веществ рациона.

В научно-технологическом центре животноводства ФГБНУ «ТатНИИСХ» и на кафедре физики, электротехники и автоматики ФГБОУ ВПО «КазГАСУ» изучались несколько способов обработки ржи, сравнивались результаты.

Зерно ржи, предварительно смоченное и набухшее, обжаривали на металлическом листе при постоянном перемешивании до светло-коричневого цвета. Ферментативная обработка, длившаяся 2–3 часа, заключалась в следующем: измельченную рожь помещали в емкость, заливали горячей водой температурой 80–90°C в соотношении 1:3 и добавляли ферментный препарат в дозе 0,1% от массы зерна; смесь тщательно перемешивали. При экструдировании на пресс-экструдере ПЭ-1 зерно подвергалось кратковременному, но очень интенсивному механическому и баротермическому воздействию при температуре 110–135°C и давлении около 25 атм. Применялись также запаривание и автоклавирование.

Для оценки кормовой и биологической ценности изучаемых образцов озимой ржи до и после обработки проводилось определение ее химического состава и питательности (табл. 1). Результаты показали, что по сравнению с контролем содержание сахаров в зерне при запаривании повысилось в 4,39 раза, при обжаривании — в 5,81 раза. Испытуемые ферментные препараты, особенно Универсал, также оказали значительное воздействие на гидролиз углеводов ржи: концентрация сахара в ней повысилась

Таблица 1. Химический состав и питательность ржи при различной обработке (на в.с.в.)

Вид обработки	Химический состав, %				Питательность 1 кг зерна		
	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	БЭВ	Кормовая единица	Обменная энергия, МДж	Сумма сахаров, г
Необработанное зерно (контроль)	8,87	3,05	1,79	78,09	1,26	13,98	56,0
Экструдирование	10,23	2,58	1,07	77,52	1,27	14,13	83,9
Обжаривание	9,01	2,37	1,51	77,06	1,24	13,79	325,5
Автоклавирование	9,57	3,05	1,87	76,51	1,25	13,92	64,0
Запаривание	9,28	3,07	1,50	77,49	1,26	13,96	246,0
Ферментирование препаратами НИСТ-2	8,96	2,27	1,23	75,43	1,21	13,46	322,0
Универсал	9,05	2,48	1,79	78,70	1,27	14,12	329,0
Биоксил	9,00	2,21	1,89	73,33	1,20	13,35	286,5

в 5,88 раза. Барометрическое воздействие на зерно путем экструзии позволило увеличить содержание не только суммы сахаров (на 49,82%) и сырого протеина (на 15,33%), но и обменной энергии (на 22,53%).

Динамика фракционного состава протеина озимой ржи свидетельствует о том, что уровень альбуминов в ее образцах существенно снизился (на 9,4–10,2%) при баротермической обработке по сравнению с контролем (табл. 2). Технологии ферментирования и запаривания на этот показатель не оказали никакого влияния.

Глобулиновая фракция протеина при разных технологиях обработки особенно не различалась. Максимальное снижение ее наблюдалось при влажном ферментировании препаратами НИСТ-2 и Универсал — соответственно на 10,6 и 9,2% по сравнению с контролем. При автоклавировании и обжаривании снижение было минимальным — на 6,1 и 7,8%.

В отношении проламинов следует отметить, что такие методы воздействия, как автоклавирование и экструдирование, способствовали наименьшему снижению их уровня (на 0,4 и 1,9%), тогда как в остальных вариантах опыта этот процесс был более заметным (на 3,7–4,6%).

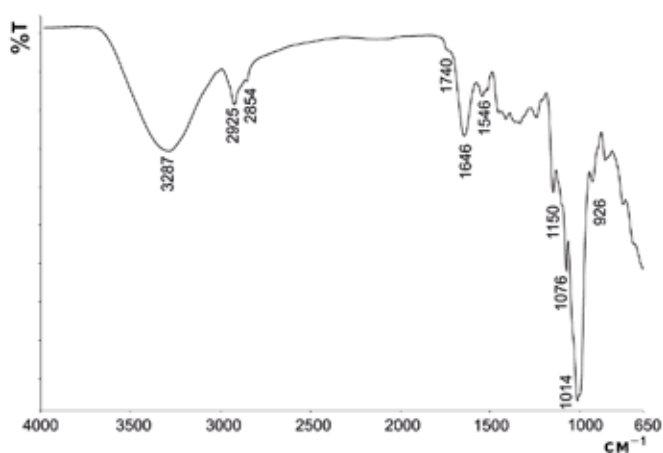
Значительно изменился уровень глютелинов в озимой ржи при автоклавировании и ферментировании: их доля возросла на 6,9 и 7,5% от исходной величины. При высокотемпературной обработке методами запаривания, обжаривания и экструдирования значение этого показателя увеличилось на 3,7–4,7%.

Сумма растворимых фракций протеина существенно уменьшилась при экструдировании и поджаривании зерна ржи — на 16,3 и 17,9% по сравнению с нативным его состоянием. При запаривании, автоклавировании и ферментировании (НИСТ-2) — на 7,4–10,0%.

На рисунке представлен ИК-спектр необработанных зерен ржи (контроль). Как видим, на следующих частотах спектра присутствуют интенсивные характеристические полосы поглощения, отвечающие: 3287 см⁻¹ — гидроксильным группам (ОН), связанным водородной связью; 2925–2854 см⁻¹ — валентным колебаниям метильных и метиленовых групп; 1740 см⁻¹ — валентным колебаниям карбонильных групп (C=O); 1646 см⁻¹ — деформационным колебаниям молекул воды; 1546 см⁻¹ — деформационным колебаниям аминогрупп (NH), входящих в структуру белков.

Таблица 2. Фракционный состав протеина озимой ржи, %

Вид обработки	Альбумины	Глобулины	Проламины	Глютелины	Сумма всех растворимых фракций	Нерастворимый осадок
Необработанное зерно (контроль)	39,12	22,00	14,29	15,16	90,57	9,43
Экструдирование	28,96	13,31	12,41	19,61	74,29	25,71
Обжаривание	29,25	14,15	10,38	18,87	72,65	27,35
Автоклавирование	29,72	15,86	13,87	22,06	81,51	18,49
Запаривание	38,70	13,81	10,75	19,90	83,16	16,84
Ферментирование препаратами НИСТ-2	38,74	11,45	9,73	20,61	80,53	19,47
Универсал	38,83	12,82	10,62	21,98	84,25	15,75
Биоксил	38,68	13,37	11,52	22,63	86,20	13,80



ИК-спектр необработанных зерен ржи

Наиболее сильный пик наблюдается при 1014 см^{-1} с рядом более слабых плечей при 1150 , 1076 и 926 см^{-1} , отвечающих смешанным валентным и деформационным колебаниям связей С-О- и С-С-скелета макромолекулы и пиранозных циклов, которые являются основными элементами структуры целлюлозы и крахмала.

Анализ ИК-спектров экструдированной ржи показывает, что различий в области валентных колебаний аминно- и гидроксильных групп практически нет. Однако пик 1646 см^{-1} , соответствующий колебаниям адсорбированной зерном воды, слабее в экструдате, что свидетельствует о меньшем содержании в нем влаги по сравнению с нативным зерном.

В области 1014 см^{-1} , где находится наиболее интенсивный пик поглощения скелета макромолекул целлюлозы и крахмала и колебаний пиранозных циклов, спектры практически совпадают [5]. Но различия наблюдаются в области спектра 1740 см^{-1} , где поглощаются сложноэфирные группы С=О, и в области 1546 см^{-1} , где возникают деформационные колебания NH-групп белковых макромолекул. В экструдате пик С=О интенсивнее, а пик NH слабее, чем в контрольном образце. Возможно, это свидетельствует о том, что при экструзии происходит гидролиз белковых макромолекул с образованием сложноэфирных и карбоксильных групп, входящих в структуру аминокислот [8].

При сравнении ИК-спектров образцов запаренной в течение 1 ч ржи и нативного зерна выявлено, что влажность в них примерно одинаковая. Содержание белка в первом образце практически не изменилось по сравнению с исходным показателем, о чем можно судить по близкой интенсивности полос — 1740 и 1546 см^{-1} . Однако в нем слабее полоса 1014 см^{-1} . Вероятно, при запаривании происходит гидролиз именно высокоуглеводных молекул целлюлозы и крахмала, что приводит к снижению интенсивности пика колебаний простых эфирных групп С-О-С, соединяющих гликозидные циклы [3].

В ферментированной препаратом Универсал озимой ржи, по сравнению с контролем, оказались вдвое меньшими уровень влажности и интенсивность полосы 1014 см^{-1} , что говорит о значительной степени гидролиза углеводной составляющей. По содержанию белка образцы примерно были одинаковыми.

Спектры обжаренной и нативной ржи практически идентичны. Хотя некоторое снижение количества белка наблюдается при обжаривании — уменьшается интенсивность пика 1546 см^{-1} .

Таким образом, под воздействием различных физико-химических методов на озимую рожь происходит расщепление сложных углеводов и белковых молекул с образованием ди- и моносахаридов, а также сложноэфирных и карбоксильных групп, что подтверждается как результатами химического анализа, так и изменениями в ИК-спектрах. Следовательно, полученные в процессе исследований знания могут быть использованы в производстве зерновой патоки и в увеличении норм ввода озимой ржи в состав комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы.

Литература

1. Афанасьев, В.А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов / В.А. Афанасьев — Воронеж: Воронежский государственный университет, 2002. — 296 с.
2. Бикчантаев, И.Т. Экструдированная рожь в кормлении дойных коров / И.Т. Бикчантаев, Ш.К. Шакиров, А.Р. Хайруллина // Повышение эффективности АПК в современных условиях. Мат. Всеросс. науч.-практич. конф., посвящ. 95-летию со дня основания ТатНИИСХ. — 2015. — С. 478–482.
3. Жбанков, Р.Г. Инфракрасные спектры и структура углеводов / Р.Г. Жбанков — Минск: Наука и техника, 1972. — 298 с.
4. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трех томах. — М.: Агрорус, 2009. — Т II. — 1104 с.
5. Котенева, И.В. Анализ модифицированной целлюлозы методом ИК-спектроскопии / И.В. Котенева, В.И. Сидоров, И.А. Котлярова // Химия растительного сырья. — 2011. — № 1. — С. 21–24.
6. Морозков, Н.А. Экструдированная рожь в рационе дойных коров / Н.А. Морозков, В.А. Ситников // Достижения науки и техники в АПК. — 2013. — № 5. — С. 50–52.
7. Русаков, Р.В. Эффективность разных способов подготовки зерна озимой ржи в кормлении высокопродуктивных коров / Р.В. Русаков, В.М. Косолапов // Достижения науки и техники в АПК. — 2012. — № 6. — С. 61–63.
8. Таранов М.Т. Биохимия кормов / М.Т. Таранов, А.Х. Сабинов — М.: Агропромиздат, 1987. — 224 с.
9. Фицев, А.И. Зоотехническая оценка использования ржи в рационах сельскохозяйственных животных / А.И. Фицев, В.М. Косолапов // Кормопроизводство. — 2007. — № 1. — С. 27–30. ■