

УДК 636.2.033

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ, НА ОТКОРМОЧНЫЕ И ПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЫЧКОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ТОО «ЖАНА БЕРЕКЕ»

Абдыкаликова Б. К., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
доктор сельскохозяйственных наук РФ

E-mail: Sample12356@bk.ru

Барч К. Е.

E-mail: Kirillbarc2001@gmail.com

Некоммерческое акционерное общество «Казахский агротехнический исследовательский
университет имени Сакена Сейфуллина», г. Астана, Казахстан

Аннотация

Работа посвящена оценке влияния зелёной массы, выращенной методом гидропоники, на откормочные и продуктивные показатели бычков мясного направления. Исследование проведено на базе ТОО «Жана Береке» в Акмолинской области. Рассмотрены показатели поедаемости кормов, прироста живой массы, убойного выхода и экономической эффективности при частичной замене концентратов гидропонным кормом. Установлено, что введение 8 кг гидропонного ячменя в рацион способствует увеличению среднесуточных приростов, улучшению конверсии корма и повышению качества мяса при одновременном снижении затрат.

Ключевые слова: гидропонный корм, рацион, мясной скот, среднесуточный прирост, убойный выход, конверсия корма

ASSESSING THE INFLUENCE OF USING GREEN MASS OBTAINED BY THE HYDROPONIC METHOD ON THE BEEF CATTLE FATTENING AND PRODUCTIVE PERFORMANCE AT THE FIRM “ZHANA BEREKE”

Abdykalikova B. K., candidate of agricultural sciences, associate professor,

doctor of agricultural sciences (RF)

E-mail: Sample12356@bk.ru

Barch K. E.

E-mail: Kirillbarc2001@gmail.com

NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan

Annotation

The study is devoted to assessing the effect of green mass grown by the hydroponic method on the beef cattle fattening and productive performance. The research has been conducted at the firm “Zhana Bereke” in Akmola region. The study examined feed intake, live weight gain, slaughter yield, and economic efficiency when partially replacing conventional concentrates with hydroponic feed. It has been found out that the inclusion of 8 kg of hydroponically grown barley into the ration contributes to an increase in average daily gains, improvement of feed conversion, and enhancement of meat quality while simultaneously reducing production costs.

Keywords: hydroponic feed, ration, beef cattle, average daily gain, slaughter yield, feed conversion ratio

Введение. Рациональное и сбалансированное кормление является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность откорма и продуктивность крупного рогатого скота. По данным аграрных исследований, уровень продуктивности животных на 60-70 % зависит именно от полноценности и стабильности кормовой базы, а также от качества используемых кормов. В современных условиях сельского хозяйства всё большее внимание уделяется внедрению энергоэффективных и инновационных технологий кормопроизводства, которые позволяют сократить зависимость животноводства от сезонности и погодных рисков.

Мясо как один из основных продуктов питания занимает важное место в обеспечении продовольственной безопасности государства. Оно является источником легкоусвояемого белка, незаменимых аминокислот, витаминов и микроэлементов, необходимых для полноценного питания населения. Увеличение производства мяса способствует укреплению продовольственной независимости страны, повышению уровня самообеспеченности населения и развитию агропромышленного комплекса. В Республике Казахстан развитие мясного животноводства является одним из приоритетных направлений аграрной политики, направленной на выполнение задач государственной продовольственной программы.

Одним из наиболее перспективных направлений в повышении эффективности мясного животноводства является использование зелёной массы, полученной методом гидропоники. Такой способ выращивания зелёных кормов обеспечивает высокую питательную ценность, стабильность производства в течение всего года, экономию земельных и водных ресурсов, а также возможность организации собственного производства кормов непосредственно на ферме.

Данная тема особенно актуальна для Республики Казахстан, поскольку в условиях резко континентального климата традиционная кормовая база сильно зависит от погодных условий – засух, поздних весен или ранних заморозков. Это приводит к колебаниям урожайности кормовых культур и, как следствие, к нестабильности обеспечения животных питательными веществами. В таких условиях гидропонное выращивание зелёной массы представляет собой реальную альтернативу сезонным кормам, обеспечивая стабильное кормление, высокие темпы откорма и повышение продуктивности животных.

Таким образом, использование гидропонных технологий в кормопроизводстве является эффективным инструментом повышения устойчивости и рентабельности животноводства в Казахстане, снижая влияние климатических факторов, повышая продуктивность скота и способствуя решению стратегически важной задачи – укреплению продовольственной безопасности страны.

Актуальность исследования. Современное мясное скотоводство сталкивается с проблемами высокой зависимости от зерновых концентратов, колебаний цен на корма и сокращения кормовой базы. В условиях изменения климата и роста затрат на производство кормов особую значимость приобретает поиск альтернативных, устойчивых и высокоэффективных источников питания для откорма КРС. Одним из таких направлений является использование гидропонного корма, который позволяет получать зелёную массу высокого качества за короткий цикл (6-8 дней), без использования почвы, пестицидов и больших площадей. Несмотря на возрастающий интерес к данной технологии, влияние гидропонной массы на откормочные качества КРС, её усвояемость, продуктивность и экономическую эффективность в условиях хозяйств Казахстана остаётся недостаточно изученным, что определяет научную и практическую значимость настоящего исследования.

Цель исследования – оценка влияния включения гидропонного корма в рационы откормочного молодняка КРС на среднесуточный прирост живой массы, показатели переваримости питательных веществ, убойный выход и качество туш и экономическую эффективность откорма при частичной замене концентратов.

Методика исследования. Животные были отобраны по принципу аналогов с учётом живой массы и возраста. Было сформировано две группы по 25 голов в каждой на заключительный период откорма продолжительностью 90 дней. Животные контрольной группы получали традиционный рацион хозяйства, а животные опытной группы – рацион с включением зелёной массы, выращенной методом гидропоники, в количестве 8,0 кг на голову в сутки, что соответствует питательности 1 кг ячменя.

Опыт проведения исследования осуществлялся на базе ТОО «Жана Береке», Ерейментауского района, Акмолинской области. Данное хозяйство специализируется на откорме молодняка крупного рогатого скота. Имеется репродуктор, а также осуществляется круглогодичная закупка разновозрастных бычков мясного направления из близлежащих хозяйств с последующим откормом. Откормочная база рассчитана на одновременное содержание 5000 голов. Кроме того, функционирует убойный цех с производственной мощностью до 20 голов в сутки.

Кормовая база хозяйства развита на высоком уровне: ежегодно заготавливаются сено, сенаж, силос, а также концентрированные корма – ячмень и кукуруза. Дополнительно в хозяйстве налажено производство гидропонного корма, объём которого составляет 8,0 тонн зелёной массы в сутки.

Содержание животных осуществляется круглогодично на открытой откормочной площадке без использования подстилки, поскольку хозяйство производит биогумус.

Следует отметить, что технология содержания бычков на открытых откормочных площадках без подстилочного материала применяется и в других хозяйствах Республики Казахстан при условии наличия соответствующей инфраструктуры: твёрдого покрытия, системы дренажа, защиты от ветров и подогреваемых поилок.

Технология кормления в исследуемом хозяйстве организована следующим образом: до достижения возраста 12-13 месяцев реализуется фаза дорастивания, в течение которой основу рациона составляют основные объёмистые корма (сено, сенаж, силос), с добавлением 25-30 % концентратов. Цель данной фазы – формирование мышечной массы. Заключительный откорм длится 90 суток, в течение которых постепенно сокращается доля объёмистых кормов и увеличивается количество концентратов. В последние 30 дней в рацион дополнительно вводится кукурузное зерно.

Животные обеспечиваются круглосуточным доступом к чистой питьевой воде (в зимний период – подогретой), а также к минеральным добавкам (поваренной соли, мелу).

Раздача кормов осуществляется дважды в сутки.

Рационы кормления были составлены по нормам, утверждённым для мясного скота, с учётом возраста, живой массы и планируемого среднесуточного прироста. Гидропонный

корм скармливался в свежем виде ежедневно. Учёт фактического поедания кормов проводился по остаткам.

Методы учёта и наблюдений.

Живая масса животных определялась индивидуальным взвешиванием в начале опыта, через 30 дней и в конце опыта.

Среднесуточный прирост рассчитывался как разница между конечной и начальной живой массой, делённая на продолжительность опыта (в сутках).

Поедаемость кормов оценивалась по состоянию кормового стола дважды – через 1,5 часа после раздачи корма, с учётом выданного и остаточного количества.

Конверсия корма определялась как отношение количества затраченного корма (в кормовых единицах или килограммах сухого вещества) к приросту живой массы.

Оценка откормочных качеств. По окончании опыта проводилась оценка откормочных и мясных качеств бычков: определялись общая и среднесуточная живая масса, прирост массы, затраты корма на 1 кг прироста, предубойная живая масса, убойный выход, масса и выход внутреннего жира (таблица 1).

**Таблица 1. Рацион кормления бычков контрольной группы на откорме
(живая масса 430 кг, среднесуточный прирост 1000 г)**

№	Показатели	Группы					
		контрольная			опытная		
1	Сено житняк, кг	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0
2	Силос кукуруза, кг	10,0	10,0	5,0	10,0	10,0	5,0
3	Сенаж люцерны, кг	5,0	5,0	8,0	5,0	5,0	7,0
4	Ячмень, кг	5,0	6,0	1,0	4,0	5,0	1,0
5	Гидропонный корм				8,0	8,0	8,0
6	Соль, мел	Свободный доступ					

В первый период живая масса составляла 430 кг, планируемый среднесуточный прирост – 1100 г; во второй период – 475 кг, среднесуточный прирост – 1200 г; в заключительный период – 510 кг, среднесуточный прирост – 1400 г.

При этом тип кормления животных контрольной группы в начале заключительного периода концентратно (59,5 %)-сочно (32,6 %)-грубый (7,8 %).

По утверждению Позняковского (2005), в этот возрастной период наблюдается интенсивное формирование мышечной ткани, что обосновывает необходимость рационов с повышенным содержанием энергии и усвояемого протеина. По мнению Ушакова (2012), преобладание сочных кормов обеспечивает хорошую поедаемость и водный баланс, концентраты повышают энергетическую ценность рациона, а небольшая доля грубых кормов выполняет структурную роль, стимулируя жвачную деятельность и нормальную моторику преджелудков. По утверждению Жданова (2010), в результате такое соотношение компонентов способствует физиологически обоснованному росту, эффективному использованию питательных веществ и формированию желаемой мясной кондиции животных.

В середине заключительного откорма бычков в хозяйстве используется концентрированно-сочный тип кормления, при котором доля концентратов составляет 61,6 %, сочных кормов – 33,9 %, а грубых – 4,1 %, а в опытной группе за счёт дачи гидропонного корма концентратно (62,0 %)-сочно (44,1 %)-грубый (4,1 %) тип кормления. Такое соотношение обеспечивает животных необходимым количеством энергии и питательных веществ за счёт концентратов, а также способствует нормальной работе пищеварительной системы благодаря включению в рацион объёмных кормов. Подобная структура кормления соответствует общепринятым схемам откорма мясного скота, однако по результатам исследований (Хазияхмев, 2006; Погосян и др., 2022), оптимальной для финишного откорма

считается более высокая доля концентратов – от 50 до 60 % от общей питательности рациона, с одновременным снижением количества сочных кормов до 25-30 % и поддержанием доли грубых кормов на уровне 10-15 %.

В исследовании, проведённом в Пензенском государственном аграрном университете (Погосян, Гаджимусаев, 2022), установлено, что увеличение уровня концентратов до 59-61 % при откорме бычков абердин-ангусской породы способствует повышению среднесуточных привесов и улучшению конверсии корма. Аналогичные результаты были получены и при откорме бычков голштинской породы, где повышение доли концентратов до 65-70 % привело к росту продуктивности. Согласно исследованиям Сударева Н. П. и соавторов (2023), применение рационов с повышенным содержанием концентратов при оптимальной доле грубых кормов обеспечивает стабильную работу рубца и предотвращает нарушения пищеварения. Также в технологических рекомендациях по производству говядины в молочном скотоводстве указывается, что к концу финишного периода доля силоса (сочных кормов) снижается до 14 %, а концентратов возрастает до 68 %, что обеспечивает максимальную энергоёмкость рациона и высокую продуктивность животных.

Таким образом, применяемый в хозяйстве тип кормления с преобладанием концентратов на уровне 44,3 % и повышенной долей сочных кормов может быть оптимизирован в сторону увеличения концентратов до 50-55 % и снижения сочных кормов до 30-35 %. Это позволит повысить эффективность откорма, улучшить конверсию корма и увеличить среднесуточные привесы, не нарушая при этом физиологическое состояние пищеварительной системы животных.

Тип кормления в контрольной группе характеризуется высокой долей концентратов (82,9 %), что обеспечивает высокую энергетическую плотность рациона и способствует интенсивному набору живой массы. Однако такой высокий уровень концентратов без достаточного количества грубых кормов может негативно влиять на здоровье рубца и вызывать метаболические нарушения.

В опытной группе за счет замены 1 кг ячменя на 8 кг гидропонного корма увеличилась доля сочного корма до 25,2 %, что улучшает микрофлору рубца и снижает риск ацидоза, обеспечивая при этом стабильный и высокий среднесуточный прирост (1400 г). При этом доля концентратов снижена до 73,2 %, что делает рацион более сбалансированным.

За счет увеличения сочного корма и снижения количества концентратов в рационе опытной группы достигается лучшее физиологическое состояние животных и профилактика нарушений пищеварения. Однако доля грубого корма в обеих группах (3,6 %) остается недостаточной для оптимального механического воздействия на рубец и требует увеличения до рекомендованных 10-15 %.

При этом состояние кормового стола проверяли три раза в день и при необходимости еженедельно вносили изменения в рацион. При этом обращали внимание на остаток корма. Если остаток корма по истечении трёх часов после раздачи превышал 10 %, дачу кормов сокращали. Если же через полтора часа после раздачи остаток был ниже 10 %, рацион корректировали в сторону увеличения.

Определение поедаемости кормов является одним из ключевых аспектов эффективного управления рационом в откормочных хозяйствах. Анализ опыта крупных производителей позволяет выделить несколько подходов к оценке поедаемости и оптимизации кормления, так как опыт ведущих хозяйств демонстрирует, что контроль остатков корма в фиксированные временные промежутки является эффективным инструментом для оценки поедаемости и корректировки рационов. Интеграция современных методов мониторинга и автоматизации позволяет повысить экономическую эффективность откорма и улучшить продуктивные показатели животных.

В связи с этим, помимо ежедневного контроля кормового стола, один раз в месяц поедаемость кормов подопытными животными определяется с использованием системы GrowSafe Systems Ltd.

GrowSafe Systems Ltd. – канадская компания, основанная в провинции Альберта (г. Эдмонтон). Она разработала и производит автоматизированные системы для измерения индивидуального потребления корма животными. Эти системы широко применяются в научных исследованиях, программах генетической селекции, а также на промышленных фермах для повышения эффективности откорма.

GrowSafe является мировым лидером в области мониторинга кормопотребления у крупного рогатого скота и других сельскохозяйственных животных. Технология компании запатентована и используется с конца 1990-х годов в Канаде, США, Австралии, странах Европы и Азии.

Система позволяет измерять, сколько корма съедает каждое животное в сутки, анализировать его поведение у кормушек (время подхода, длительность кормления, частоту посещений), вычислять остаточное потребление корма (RFI – *Residual Feed Intake*) – показатель, отражающий, насколько эффективно животное использует корм для прироста массы, и выявлять животных с высокой кормовой эффективностью, что имеет большое значение в племенной работе.

Работа системы GrowSafe основана на сочетании электронной идентификации животных (RFID) и точных весовых измерений кормушек. Для этого каждое животное получает индивидуальную RFID-метку (электронную бирку), обычно закрепляемую на ухе.

Кормовые станции (лотки или бункеры) оснащены RFID-считывателями, которые определяют, какое животное подошло к кормушке, и высокоточными весовыми модулями (load cell), измеряющими массу корма в реальном времени. Когда животное начинает есть, система фиксирует его идентификатор, время начала кормления и последующие изменения массы корма. После ухода животного данные автоматически сохраняются – известно, сколько корма оно съело и как долго находилось у кормушки. Все данные передаются в центральный компьютер и обрабатываются программным обеспечением GrowSafe, которое формирует отчёты о потреблении, активности и эффективности каждого животного. Таким образом, система полностью автоматизирует учёт индивидуальной поедаемости без участия человека.

Преимущества технологии – высокая точность и объективность измерений, индивидуальный контроль в условиях группового содержания, снижение трудозатрат и влияния человеческого фактора, а также возможность автоматического анализа данных (рост, поедаемость, эффективность). Кроме того, система используется в селекционной работе, позволяя отбирать животных с лучшими генетическими показателями по кормовой эффективности.

В Казахстане компании используют разные методы контроля поедаемости кормов. Например, компания KazBeef сотрудничает с международной консалтинговой компанией Feedlot Health Management Service, предоставляющей услуги по мониторингу и консультированию в области откорма крупного рогатого скота. Это сотрудничество способствует внедрению современных методов оценки поедаемости и оптимизации рационов в откормочных хозяйствах.

В зарубежных исследованиях также рассматриваются методы оценки поедаемости кормов. В материалах Liu H., Gao J., Baran D., Montout A., Campbell N. W., Dowsey A. W. Cattle представлены методы видеоанализа поведения крупного рогатого скота, включая идентификацию кормления, что может быть полезно для оценки поедаемости.

В Казахстане система GrowSafe внедрена в хозяйствах ТОО «Жана Береке» и ТОО «Галицкое» (таблица 2).

Таблица 2. Результаты исследования поедаемости кормов подопытными животными в системе GrowSafe

№	Показатели	В рационе СВ, кг		Группы			
		контрольная	опытная	контрольная		опытная	
				кг	%	кг	%
1	Первый месяц (19-20.06.25)	11,8	10,9	11,4	96,3	10,6	97,5
2	Второй месяц (24-25.07.25)	10,6	10,8	10,2	96,5	10,7	98,8
3	Третий месяц (22-23.08.25)	11,0	11,0	10,7	97,0	10,9	99,7
Итого за период откорма		11,1	10,9	10,8	96,6	10,7	98,7

Анализ таблицы свидетельствует о достаточно высокой поедаемости кормов подопытными животными, которая колеблется на уровне 96,3-99,7 %. При этом животные опытной группы, получившие к основному рациону зелёную массу гидропонного корма, показали поедаемость на 2,1 % выше по сравнению с контрольной группой (рисунок 1, 2; таблица 3).

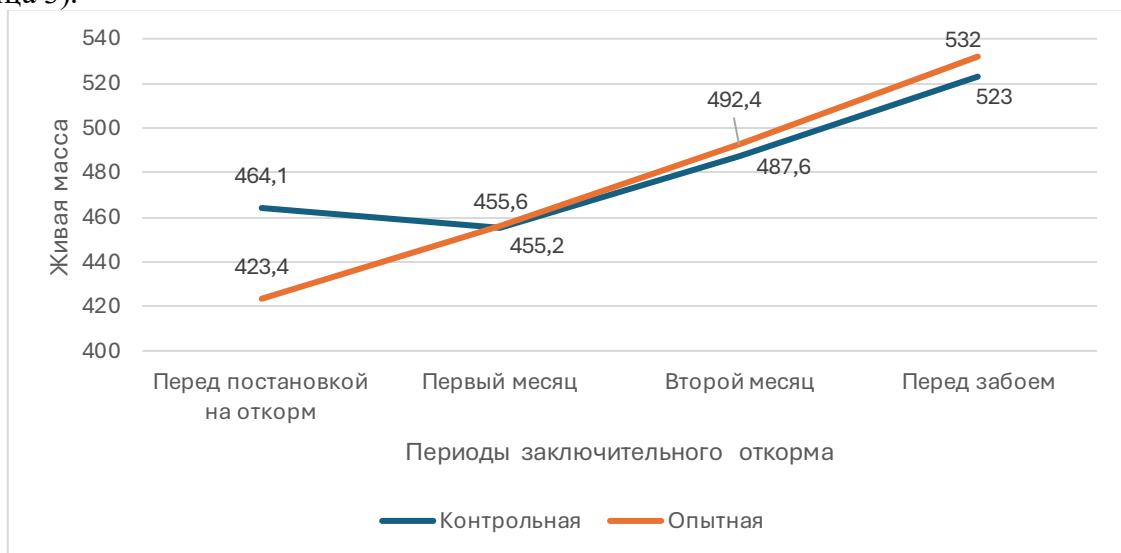


Рисунок 1. Изменение живой массы подопытных животных в заключительный период откорма



Рисунок 2. Среднесуточный прирост массы подопытных животных в заключительный период откорма

Таблица 3. Изменение живой массы подопытных животных

№	Показатели	Ед. изм.	Группы	
			Контрольная	Опытная
1	Продолжительность откорма	дни	90	
2	Живая масса перед постановкой на заключительный откорм	кг	424,08+22,57	423,36+23,03
3	Живая масса в 1 мес. заключительного откорма	кг	455,16+22,87	455,6+22,85
4	Живая масса во 2 мес. заключительного откорма	кг	487,64+21,88	492,36+23,59
5	Живая масса перед забоем	кг	523,0+22,06	532,36+23,61
6	Среднесуточный прирост в 1 мес.	г	1048,4+103,55	1074,4+113,18
7	Среднесуточный прирост в 2 мес.	г	1081,88+247,26	1209,2+234,82
8	Среднесуточный прирост в 3 мес	г	1186,92+265,27	1329,6+164,35

Проведённые исследования показали, что включение в рацион бычков гидропонного ячменя вместо части концентратов оказало положительное влияние на динамику живой массы, среднесуточные приросты и убойные качества животных. Продолжительность заключительного откорма в обеих группах составила 90 дней, что обеспечило сопоставимость условий содержания и кормления, а значит, корректность сравнительной оценки полученных результатов.

В начале заключительного откорма масса животных в обеих группах находилась примерно на одном уровне, что говорит о равных стартовых условиях. В течение первого месяца различия между контрольной и опытной группами были незначительными, что можно объяснить периодом адаптации животных к новому виду корма. Известно, что при переходе на гидропонные зеленые корма у жвачных временно изменяется микрофлора рубца и ферментативная активность, что требует определённого времени для стабилизации пищеварительных процессов. Несмотря на это, уже к концу первого месяца у бычков, получавших гидропонный ячмень, отмечалась небольшая тенденция к повышению среднесуточного прироста, что указывает на успешное привыкание и начало более эффективного использования питательных веществ.

Во втором месяце откорма эффект применения гидропонного ячменя стал более выраженным: прирост живой массы в опытной группе был выше контрольного примерно на 11-12 %, что свидетельствует о повышении продуктивного действия корма. Вероятно, это связано с высоким содержанием в зелёной массе гидропонного ячменя легкоусвояемых углеводов, ферментов, витаминов группы В и каротиноидов, которые усиливают обмен белков и способствуют более полному усвоению азотистых веществ. Подобную тенденцию отмечали Федосеев (2020) и Поляков и др. (2021), установившие, что гидропонные корма активизируют микробиологические процессы в рубце, ускоряют переваривание клетчатки и повышают конверсию питательных веществ.

К третьему месяцу откорма различия между группами достигли максимума: бычки опытной группы превосходили контрольных по среднесуточным привесам примерно на 12 %. Это говорит о том, что гидропонный ячмень не только хорошо усваивается, но и оказывает кумулятивный эффект: накопленные изменения в обмене веществ приводят к более интенсивному росту мышечной массы. Подобная динамика подтверждает выдвинутую гипотезу о целесообразности использования гидропонного ячменя в откормочных рационах.

Положительные изменения наблюдались и по убойным показателям. Убойная масса и убойный выход у опытных животных были выше на 5-6 % и около 1 % соответственно. Эти данные свидетельствуют о более рациональном использовании энергии корма на образование мышечной ткани и повышении мясных кондиций туш. Согласно результатам Сидоренко и др. (2022), применение зелёных кормов гидропонного происхождения

способствует увеличению выхода съедобной части туши за счёт уменьшения доли костей и внутреннего жира.

Особое внимание заслуживает снижение массы и выхода внутреннего жира у животных опытной группы примерно на 10-12 %. Это говорит о смещении энергетического обмена в сторону белкового синтеза и меньшем отложении подкожного и внутреннего жира. Такая перестройка обменных процессов характерна при поступлении в рацион биологически активных веществ растительного происхождения, способствующих улучшению метаболизма и повышению качества мяса. Сходные результаты получены Громовым и соавт. (2020), которые показали, что гидропонные корма стимулируют белковый обмен и формирование более плотной мышечной ткани при одновременном снижении жировых отложений.

Таким образом, по совокупности полученных данных можно утверждать, что использование гидропонного ячменя в рационе откармливаемых бычков подтвердило рабочую гипотезу исследования. Добавление 8 кг гидропонного корма по питательности, заменяющего часть концентратов, не только не оказало отрицательного влияния на приросты и мясные качества животных, но и способствовало их существенному улучшению. Отмеченное повышение живой массы, увеличение среднесуточных приростов и убойного выхода при одновременном снижении жиросотложений указывает на высокую эффективность и биологическую ценность гидропонного ячменя.

Следовательно, включение гидропонных кормов в рационы мясного скота можно рассматривать как перспективное направление повышения продуктивности и качества говядины, особенно в условиях ограниченности традиционных кормовых ресурсов и необходимости интенсификации животноводства.

Полученные в ходе опыта результаты можно объяснить как изменением структуры рациона, так и особенностями химического состава гидропонного ячменя. Несмотря на то что содержание сахаров и протеина в обеих группах не достигало оптимального соотношения (норма С:П – около 9:1), их баланс в опытной группе был более благоприятным – 3,32:1 против 1,65:1 в контрольной. Это указывает на лучшее соотношение легкоусвояемой энергии и азотистых веществ, что способствует более полному использованию протеина на синтез мышечной ткани, а не на энергетические нужды.

Повышенное содержание сахаров в гидропонном корме (в 1,5-2 раза больше, чем в зерне) могло обеспечить дополнительную энергетическую подпитку микрофлоры рубца, что усилило процессы микробного синтеза белка. Известно, что именно сахара, в отличие от крахмала, обеспечивают более равномерное поступление энергии для микробов, участвующих в разложении клетчатки (Савченко, 2019). В результате в рубце создаются оптимальные условия для переваривания кормов и образования микробного протеина – основного источника аминокислот для жвачных животных.

Важным фактором является также повышенное содержание каротина в гидропонном ячмене. По нашим данным, его количество почти в два раза превышало уровень в зерне. Каротин не только является предшественником витамина А, но и играет роль антиоксиданта, улучшая обменные процессы, работу печени и состояние эпителия слизистых оболочек. Это, в свою очередь, способствует лучшему усвоению питательных веществ и стабильности обмена. Подобные эффекты отмечали Громов и др. (2020), указывая, что гидропонные корма с высоким содержанием каротина стимулируют рост и повышают иммунный статус животных.

Следует отметить, что в первый месяц эксперимента значительных различий между группами по живой массе не наблюдалось. Вероятно, это связано с периодом адаптации животных к новому типу корма. В этот период в рубце формировалась новая микробная флора, способная эффективно перерабатывать свежую зеленую массу. Однако уже со второго месяца действие гидропонного корма проявилось в виде увеличения среднесуточных приростов на 11-12 %. Таким образом, положительный эффект имеет нарастающий характер: по мере

адаптации пищеварительной системы повышается эффективность использования энергии и азота, что отражается в более интенсивном росте животных (таблица 4).

Таблица 4. Мясные качества подопытных животных

№	Показатели	Ед. изм.	Группы	
			контрольная	опытная
1	Убойная масса	кг	295,04+14,97	310,4+15,82
2	Убойный выход	%	56,44+2,33	57,4+2,66
3	Масса внутреннего жира	кг	15,2+2,14	13,54+2,11
4	Выход внутреннего жира	%	5,15+0,70	4,56+1,14

Анализ результатов убоя показывает, что убойный выход в опытной группе 57,4 % против 56,44 % в контрольной группе. По утверждению исследователей, на убойный выход влияют множество факторов: порода/тип животного, упитанность, мышечная масса, состояние и наполнение желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), пол, возраст, диета и условия убоя. С учётом этих показателей убойный выход крупного рогатого скота колеблется, по литературным данным, приблизительно от 50 до 65 %, при этом у специализированного мясного скота убойный выход выше, чем у помесей или беспородного скота. Это связано с меньшей мышечной массой, более высоким относительным весом костей и пятой четверти у помесей, а также с типом кормления: животные, получившие в заключительный период откорма преимущественно концентратный рацион, имеют тенденцию к более высокому убойному выходу.

Масса внутреннего жира у откормочных бычков в среднем колеблется в пределах 15-25 кг, что составляет около 1,5-2,5 % живой массы. На данный показатель, по результатам исследований, оказывают влияние порода и тип животных, уровень упитанности, возраст, направление продуктивности и тип кормления, особенно в заключительный период откорма.

Так, по данным Кочеткова и др. (2019), при откорме бычков казахской белоголовой и симментальской пород масса внутреннего жира составляла 20-25 кг, или 2,0-2,3 % живой массы, что отражает высокий уровень упитанности животных мясного направления (Агропромышленный комплекс России, 2019). Аналогичные результаты приводит Галкин (2017) в диссертационном исследовании: у помесных бычков черно-пёстрой и казахской белоголовой пород масса внутреннего жира варьировала от 16 до 21 кг при выходе 1,8-2,1 % живой массы.

По данным Сеитова (2020), у беспородного откормочного скота в условиях юго-востока Казахстана масса внутреннего жира составила 15-18 кг, или 1,5-2,0 % живой массы, что соответствует нижней границе показателя для животных данного типа и связано с менее выраженным мясным направлением продуктивности (Вестник КазНАУ, 2020). В опытах Ларионовой (2021) на герефордах и беспородных помесях масса внутреннего жира достигала 18-28 кг, при относительном выходе 1,8-2,6 %, что подтверждает влияние породы и степени упитанности (Зоотехническая наука России, 2021).

Особое значение имеет тип кормления в заключительный период откорма. Так, Исаков (2018) показал, что при повышении доли концентратов в рационе до 60 % масса внутреннего жира у беспородных бычков увеличивалась до 22-25 кг ($\approx 2,4$ %), тогда как при доле концентратов 40 % она составляла лишь 19,8 кг (1,9 %). Это объясняется повышением энергетической плотности рациона и, соответственно, более интенсивным накоплением жира в организме животных.

В целом, по результатам отечественных и казахстанских исследований, можно заключить, что масса внутреннего жира у бычков возрастает по мере увеличения доли концентратов в рационе и улучшения упитанности, при этом более высокие показатели характерны для мясных и мясо-молочных пород, тогда как у беспородных животных они ниже на 10-20 %.

Рост убойной массы и повышение убойного выхода в опытной группе при одновременном снижении массы внутреннего жира свидетельствуют о перераспределении питательных веществ в сторону синтеза мышечной ткани. Это связано с тем, что избыточная энергия, поступающая из сахаров, при достаточном уровне протеина используется для образования белков, а не жиров. Другими словами, в организме бычков создаются условия для более «мясного» типа откорма, что и наблюдается в результате.

Таким образом, обсуждаемые данные позволяют утверждать, что положительный эффект гидропонного ячменя обусловлен совокупностью факторов:

- лучшим соотношением сахаров и протеина, обеспечивающим оптимальные условия для микробного синтеза белка;
- повышенным содержанием каротина, улучшающим обмен веществ и устойчивость организма;
- равномерным поступлением легкоусвояемой энергии, способствующей интенсивному росту без избыточного жираотложения.

Все это в совокупности подтверждает выдвинутую гипотезу о том, что гидропонный ячмень является эффективным энергетическим и биологически активным компонентом рациона, повышающим мясную продуктивность бычков и качество туш.

Таким образом, накопление внутреннего жира находится в прямой зависимости от энергетической обеспеченности рациона и степени упитанности животных. По материалам Кочеткова и др., (2019) и Исакова (2018), умеренное увеличение доли внутреннего жира обычно сопровождается ростом убойного выхода и улучшением морфологического состава туши, так как оно отражает более полное отложение энергии в виде жировой ткани. Однако при чрезмерном отложении жира происходит перерасход кормовых ресурсов, не приводящий к пропорциональному увеличению массы туши, поэтому оптимальным считается уровень внутреннего жира около 2 % живой массы для беспородного и помесного скота.

Экономическая эффективность зоотехнических мероприятий является определяющим фактором при внедрении новых технологий кормления. Даже при положительных биологических результатах (повышении продуктивности, улучшении качества мяса и т. д.) решение о широком применении метода должно подтверждаться его экономической целесообразностью.

Рациональное использование кормов в животноводстве играет ключевую роль в решении продовольственной программы и обеспечении населения полноценными продуктами животноводства. Известно, что доля кормов в себестоимости продукции животноводства составляет от 55 до 70 %, а при откорме крупного рогатого скота может достигать 75 %. Поэтому любые способы снижения кормовых затрат при сохранении или повышении продуктивности имеют решающее значение для экономики хозяйства.

Использование гидропонного ячменя способствует интенсификации откорма и снижению затрат на традиционные корма (зерно, сено, силос), что напрямую влияет на снижение себестоимости мяса. Повышение продуктивности животных при одновременном уменьшении расхода концентратов позволяет увеличить коэффициент окупаемости кормов и сократить период откорма без ущерба для качества мяса.

Одним из ключевых показателей экономической эффективности является конверсия корма, то есть способность животных превращать питательные вещества рациона в продукцию – мясо, молоко или прирост живой массы.

Конверсия корма определяется по формуле

$$\text{Конверсия корма (К)} = \frac{\text{Расход кормовых единиц за период, к. ед.}}{\text{Прирост живой массы, кг}} \quad (1)$$

или, в обратном виде, коэффициент кормоотдачи

$$\text{Кормоотдача (КО)} = \frac{\text{Прирост живой массы, кг}}{\text{Расход кормовых единиц, к. ед.}} \quad (2)$$

Чем меньше конверсия или выше кормоотдача, тем эффективнее используется корм и тем ниже себестоимость продукции (таблица 5).

Таблица 5. Конверсия корма

№	Показатели	Группы	
		контрольная	опытная
1	Поголовья животных, гол	25	
2	Прирост живой массы, кг	98,8	109,0
3	Живая масса после 30 дн. заключительного периода, кг	31,0	32,2
4	Живая масса после 60 дн. заключительного периода, кг	32,4	36,8
5	Живая масса после 90 дн. заключительного периода, кг	35,4	40,0
6	Расход кормов, кг	1065	969
7	30 дней	348	327
8	60 дней	336	324
9	90 дней	381	318
10	Конверсия корма за 90 дн. заключительного периода	10,8	8,9
11	30 дней	11,2	10,2
12	60 дней	10,4	10,0
13	90 дней	10,8	7,95

Как видно из таблицы, конверсия корма была достаточно высокой. При оптимальных параметрах 6,5-7,0 кормовых единиц для высокопродуктивных специализированных мясных пород у подопытных животных контрольной группы конверсия корма составила 10,8, тогда как у животных опытной группы – 8,9.

Следует отметить, что включение в рацион гидропонной зелёной массы положительно повлияло на конверсию корма.

По данным Rajkumar и др. (2018) включение гидропонного зелёного корма в рацион молодняка крупного рогатого скота улучшает показатели роста и, в ряде случаев, конверсии корма. В нашем опыте, применённом к беспородным бычкам, наблюдается снижение конверсии с 10,8 до 8,9 при добавлении гидропонной зелёной массы, что соответствует положительной тенденции, зафиксированной в литературе.

Вывод. Результаты проведённого опыта убедительно показывают, что внедрение гидропонных технологий в кормопроизводство является эффективным инструментом повышения продуктивности и устойчивости мясного скотоводства. Включение зелёной массы, выращенной методом гидропоники, в рационы откармливаемых бычков обеспечило не только увеличение среднесуточных приростов живой массы, но и улучшение физиологического состояния животных, показателей мясной продуктивности и экономических параметров откорма.

Животные опытной группы, получавшие 8 кг гидропонного ячменя в сутки, превосходили контрольную группу по среднесуточным привесам на 10-12 %, по убойной массе – на 5-6 %, а по качеству мяса – пониженным содержанием внутреннего жира и более плотной структурой мышечной ткани. Это свидетельствует о повышении биологической ценности продукции.

Введение гидропонного ячменя позволило частично заменить традиционные концентраты без снижения энергетической ценности рациона. Такая замена улучшила баланс

между энергией и протеином, а также способствовала более полному использованию азотистых веществ за счёт высокой усвояемости и содержания ферментов, витаминов и каротина.

Применение гидропонных кормов имеет особое значение для Казахстана, где резко континентальный климат и дефицит зелёных кормов в зимний период часто ограничивают стабильность откорма. Технология гидропоники обеспечивает круглогодичное получение высококачественной зелёной массы при минимальных ресурсных затратах, что способствует снижению зависимости животноводства от сезонных факторов и повышению продовольственной безопасности страны.

Таким образом, использование гидропонных кормов в мясном скотоводстве не только повышает биологическую продуктивность животных и качество говядины, но и обеспечивает устойчивость производственных процессов, экономию ресурсов и рост рентабельности предприятий аграрного сектора. Это направление является одним из наиболее перспективных путей модернизации кормопроизводства и адаптации животноводства к климатическим вызовам XXI века.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Погосян Г. В., Гаджимусаев Ш. М. Влияние уровня концентратов в рационе на продуктивность бычков // Вестник Пензенского ГАУ. 2022. № 2. С. 58-63.
2. Оптимизация доли концентратов и грубых кормов при откорме мясного скота / Н. П. Сударев, [и др.] // Технология производства говядины. 2023. № 1. С. 22-28.
3. Савченко И. А. Энергетический баланс и переваримость кормов у жвачных животных. Москва : Агропромиздат, 2019. 204 с.
4. Громов А. Н., Поляков И. С., Федосеев П. П. Гидропонные корма в откорме бычков: влияние на приросты и качество мяса // Зоотехния. 2020. № 6. С. 37-42.
5. Сидоренко В. А., Козлов А. Н., Ермаков И. В. Применение зелёных кормов в откорме мясного скота // Аграрная наука. 2022. № 3. С. 17-21.
6. Позняковский В. М. Физиология питания и кормления сельскохозяйственных животных. Новосибирск : СибГАУ, 2005. 230 с.
7. Ушаков А. А. Основы кормления и содержания мясного скота. Москва : Колос, 2012. 178 с.
8. Behavior-based feed intake monitoring in beef cattle / Н. Liu, L. Gao, D. Baran [et al.] // Cattle Science Journal. 2021. Vol. 12. P. 55-63.
9. GrowSafe Systems Ltd. Feed intake monitoring and RFI measurement. Alberta (Canada) : GrowSafe, 2020. 45 p.
10. Poljakov V. I. Hydroponic green mass in beef cattle feeding // Animal Nutrition and Feed Technology. 2021. Vol. 25 (4). P. 233-240.