

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2026-1-113-119

УДК 636.4.084.522.056:[579.64:663.12]

Использование монокультуры живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* в кормлении помесных боровков

О. А. Артемьева^{1✉}, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией «Микробиология»

Р. В. Некрасов^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, директор ВНИИФБиП

А. Ю. Солина¹, аспирант лаборатории «Микробиология»

¹ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

142132, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, 60

²Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

249013, Калужская область, г. Боровск, пос. Институт

✉ vijmikrob@mail.ru.

Резюме. Для оптимизации микробиоты пищеварительного тракта используют пробиотические препараты, включая живые дрожжи, которые положительно влияют на физиологические, биохимические и иммунные процессы. Изучение эффективности использования монокультуры живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* при включении в рацион свиней в период доращивания проводилось в течение 30 дней. Объектами исследования были 24 помесных боровка (F-2: (КБхЛ)хД), разделённые на 2 группы со средней живой массой 18,77 кг по принципу пар-аналогов. Животным опытной группы дополнительно к основному рациону скармливали 2 мл живых дрожжей (10^6 КОЕ/мл) на 1 кг корма, что повлекло увеличение прироста живой массы боровков опытной группы на 2,3 % ($p>0,05$) по сравнению с контролем. Для балансового опыта в конце основного периода из опытной и контрольной групп было отобрано по 3 животных, которых на 5 суток перевели в индивидуальные клетки. Скармливание живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* привело к лучшей переваримости сырой клетчатки корма животными опытной группы на 19,5 % выше контроля ($p<0,05$). При равном показателе потребления азота (57,65 г/сут.) использование принятого и переваренного азота у животных опытной группы было выше на 4,5 % и 5,6 % животных контроля ($p>0,05$). Ретенция кальция и фосфора на 9,4 % и 9,2 % ($p>0,05$) соответственно выше также у животных опытной группы. С учетом более эффективного использования комбикорма и обменной энергии у животных опытной группы затраты кормов на единицу прироста живой массы снижались на 2,9 %. Полученные результаты доказывают целесообразность использования монокультуры живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* при включении в рацион свиней в период доращивания.

Ключевые слова: живые дрожжи, *Rhodotorula mucilaginosa*, микробный кормовой продукт, свиньи в период доращивания, пробиотики.

Для цитирования: Артемьева О. А., Некрасов Р. В., Солина А. Ю. Использование монокультуры живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* в кормлении помесных боровков // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 1 (73). С. 113-119. doi:10.18286/1816-4501-2026-1-113-119

Usage of a monoculture of live yeast *Rhodotorula mucilaginosa* in feeding of crossbred young hogs

О. А. Artemyeva^{1✉}, **R. V. Nekrasov**^{1,2}, **A. Yu. Solina**¹

¹FSBEI Research Center for Animal Husbandry named after L.K. Ernst

142132, Moscow Region, Podolsk town, Dubrovitsy Settlement, 60

²All-Russian Research Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition - Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Animal Husbandry - Research Center for Animal Husbandry named after L.K. Ernst

249013, Kaluga Region, Borovsk city, Institute settlement

✉ vijmikrob@mail.ru.

Abstract. Probiotic preparations, including live yeast, are used to improve the gastrointestinal microbiota. They have a positive effect on physiological, biochemical and immune processes. A study of the effectiveness of a live yeast monoculture, *Rhodotorula mucilaginosa*, when included in the diet of rearing pigs was conducted over a 30-day period. The study objects were 24 crossbred young hogs (F-2: (KBxL)xD), divided into two groups with an average live weight of 18.77 kg,

using the matched-pair principle. The experimental group animals were fed with 2 ml of live yeast (10^6 CFU/ml) per 1 kg of feed in addition to the main diet, which resulted in a 2.3% ($p > 0.05$) increase in live weight gain of the experimental boars compared to the control group. For the balance experiment, 3 animals were selected from each experimental and control group at the end of the main period and transferred to individual cages for 5 days. Feeding with live yeast *Rhodotorula mucilaginosa* resulted in better digestibility of crude fiber in the experimental group animals by 19.5% higher than in the control group ($p < 0.05$). With equal nitrogen consumption (57.65 g/day), the utilization of ingested and digested nitrogen in the experimental group animals was 4.5% higher than in the control group animals and 5.6% higher ($p > 0.05$). Calcium and phosphorus retention were also higher by 9.4% and 9.2% ($p > 0.05$), respectively, among animals from the experimental group. Given the more efficient usage of feed and metabolic energy of animals from the experimental group, feed costs per unit of live weight gain decreased by 2.9%. The obtained results demonstrate the feasibility of using a live yeast monoculture of *Rhodotorula mucilaginosa* in the diet of rearing period pigs.

Keywords: live yeast, *Rhodotorula mucilaginosa*, microbial feed product, rearing period pigs, probiotics.

For citation: Artemyeva O. A., Nekrasov R. V., Solina A. Yu. Usage of a monoculture of live yeast *Rhodotorula mucilaginosa* in feeding of crossbred young hogs // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.1 (73): 113-119 doi:10.18286/1816-4501-2026-1-113-119

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФ в рамках проекта № 23-16-00167

Введение

На сегодняшний день в отрасли сельскохозяйственного производства активно ведутся работы по минимизации последствий широкого распространения антибиотиков. Наиболее перспективным направлением представляется сбалансированное использование пробиотических агентов для снижения негативных эффектов антибиотиков. Хотя антибиотики обладают стимулирующим воздействием на рост сельскохозяйственных животных, их широкое применение создает значительную угрозу как для животноводства, так и для здоровья конечного потребителя и окружающей среды в целом. Многочисленные исследования показали, что повсеместное использование антибиотиков широкого спектра действия способствует развитию мультирезистентности бактериальной флоры. При этом разработка и внедрение новых антибиотиков ведет к возникновению новых уровней устойчивости бактерий [1].

В контексте биобезопасности применение пробиотических культур, стимулирующих рост животных и являющихся альтернативой антибиотикам, набирает всё большую популярность благодаря положительному влиянию непосредственно на здоровье сельскохозяйственных животных, опосредованно - на конечных потребителей и окружающую среду [2, 3, 4].

За последние два десятилетия использование пробиотиков для поддержания здоровья человека и животных значительно возросло. Под пробиотиками понимают живые микроорганизмы, которые при введении в рекомендованных дозах приносят пользу здоровью хозяина [5].

Для оптимизации микробиоты пищеварительного тракта используют пробиотические препараты, включая живые дрожжи, которые положительно влияют на физиологические, биохимические и иммунные процессы. В сельском хозяйстве добавление живых дрожжей в корма повышает энергоотдачу и эффективность использования корма.

Исследования показывают, что включение в рацион дрожжевых культур *S. cerevisiae* улучшает рост

и усвояемость питательных веществ корма поросятами-отъемышами [6], способствует росту, лучшей конверсии кормов и состоянию микробиома у свиней [7].

Hu Ping, Mao Junxia и др. проводили исследование влияния *Rhodotorula mucilaginosa*, выделенной из почвы, на рост и развитие поросят-отъемышей. Поросята, которым помимо основного рациона вводили 1 мл раствора с концентрацией $1,0 \times 10^{10}$ КОЕ/мл *R. mucilaginosa* три раза в день, показали лучшие приросты массы тела и увеличение среднесуточного потребления корма ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой, получавшей только основной рацион. Также у опытной группы было отмечено снижение частоты диарей ($p < 0,05$) и увеличение высоты ворсинок в подвздошной кишке ($P < 0,05$), что положительно влияет на всасывание питательных веществ тонким кишечником. Кроме того, зафиксирована стабилизация микробиологического баланса кишечного тракта у поросят опытной группы [8].

Проведенное нами исследование нацелено на уточнение пробиотической активности дрожжевой культуры *Rhodotorula mucilaginosa* и влияния на организм свиней в период доразривания.

Цель исследований – изучение эффективности использования монокультуры живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* при включении в рацион свиней в период доразривания.

Материалы и методы

Работы с биологическим материалом проводили в помещении, соответствующем СанПиН 3.3686-21. Исследования осуществляли *in vitro* в лаборатории микробиологии и лаборатории химико-аналитических исследований в животноводстве, *in vivo* научно-хозяйственный и балансовый опыт на физиологическом дворе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста с 31 мая по 30 июня 2022 г.

Предварительно было проведено культивирование монокультуры живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* на плотных питательных средах при 30°C в течение 48 ч на среде ДАП (глюкоза 20 г, дрожжевой экстракт 2 г, пептон 2 г, агар 30 г,

дистиллированная вода 1 л). Приготовление биопрепарата монокультуры живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* применялось как стабилизированный препарат с коротким сроком хранения – 4 суток. Имобилизацию осуществляли в жидкую среду ДАП.

Объектами исследования были 24 помесных боровка (F-2: (Крупная белая х Ландрас) х Дюрок), разделённые на 2 группы по 12 голов со средней живой массой 18,76...18,78 кг, сформированные по принципу пар-аналогов.

Был разработан общий план опыта по кормлению животных (табл. 1).

Таблица 1. Схема проведения эксперимента

Группа	Голов в группе	Характеристика кормления
Научно-хозяйственный опыт на поросятах – 30 дней		
контрольная	12	Комбикорм стандартный СК-4 (ОР)
опытная	12	ОР с дополнительным включением 2 мл живых дрожжей (10^6 КОЕ/мл) на 1 кг рациона
в том числе, балансовый опыт – 5 дней		
контрольная	3	ОР
опытная	3	ОР с дополнительным включением 2 мл живых дрожжей (10^6 КОЕ/мл) на 1 кг рациона

Комбикорм стандартный СК-4 – основной рацион (ОР) соответствовал по показателям энергетической и питательной ценности требованиям для данного возрастного и весового уровня животных [9]. Состав корма: пшеница – 38,8 %, ячмень – 31,1 %, соевый шрот – 16,9 %, подсолнечный шрот – 4,8 %, рыбная мука – 3,0 %, белковая кормосмесь – 2,4 %, сульфат лизина – 0,47 %, метионин – 0,06 %, треонин – 0,03 %, поваренная соль – 0,37 %, монокальцийфосфат – 0,6 %, известняковая мука – 1,3 %, премикс – 0,3 %.

Животным опытной группы в утреннее кормление задавали 2 мл живых дрожжей (10^6 КОЕ/мл) на 1 кг корма.

Условия кормления, содержания, температура, влажность, свет и газовый состав воздуха во всех группах соответствовали зоогигиеническим нормам и были одинаковыми. Взвешивание животных проводили в начале опыта и каждые 10 дней. На основе этих данных рассчитывали валовой и среднесуточный приросты, а также затраты кормов на единицу прироста. В конце периода доращивания проведен балансовый опыт по изучению переваримости питательных веществ комбикорма, использования животными азота, кальция и фосфора по общепринятой методике.

Для определения влияния испытуемых добавок на поедаемость кормов проводился ежедневный индивидуальный учет задаваемых кормов и их остатков на протяжении всего учетного периода. После окончания опыта средние пробы кормов, кала и мочи были подвергнуты химическому анализу в

лаборатории химико-аналитических исследований ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста по общепринятым методикам.

Высушиванием образцов при температуре 60...70 °С до постоянной массы определяли первоначальную влагу, высушиванием при температуре 100...105 °С – гигроскопическую.

В пробах образцов в воздушно-сухом состоянии определяли содержание:

- сырой золы – сжиганием навески в муфельной печи при температуре 600...700 °С;
- общего азота – методом Кьельдаля; содержание сырого протеина – путем умножения процентного содержания азота на коэффициент 6,25;
- сырого жира – экстрагированием серным эфиром в аппарате Сокслета по методу С.В. Рушковского;
- сырой клетчатки – кипячением в слабых растворах кислот и щелочей по методу Геннеберга и Штомана;
- суммы липидов – экстракцией раствора, хлороформ-метанол по Фолчу;
- безазотистых экстрактивных веществ – расчетным путем, по разности между количеством органического вещества и содержанием в нем сырых протеина, жира, клетчатки, золы и гигровлаги;
- кальция – комплексным методом, кипячением в растворе соляной кислоты и дальнейшим титрованием раствора трилоном Б;
- фосфора – колориметрическим методом (по Фиске-Суббору).

На основании данных физиологического этапа опыта была рассчитана Обменная энергия (ОЭ) по переваримым питательным веществам по формуле:

$$ОЭ_{св.} = 20,85 * пП + 36,63 * пЖ + 14,27 * пК + 16,95 * пБЭВ,$$

где ОЭ – обменная энергия в 1 кг корма, МДж; пП – переваримый протеин, кг; пЖ – переваримый жир, кг; пК – переваримая клетчатка, кг; пБЭВ – переваримые экстрактивные вещества, кг (*Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / под ред.: А.П. Калашникова, В.И. Фисина, В.В. Щеглов и др. М., 2003. 456 с.*)

Статистический анализ выполнен методом дисперсионного анализа (ANOVA) с помощью программы STATISTICA, версия 13 (StatSoft, 2011). Результаты исследований считали высокодостоверными при $***p < 0,001$ и достоверными при $**p < 0,01$ и $*p < 0,05$. При $p < 0,1$, но $p > 0,05$ - тенденция к достоверности полученных данных. При $p > 0,1$ разницу считали недостоверной.

Результаты

Период доращивания – это промежуточная фаза в технологии свиноводства, следующая после отъема поросят и предшествующая интенсивному откорму. Целью данного периода является подготовка молодняка к быстрому набору массы тела животных на этапе откорма [9]. Наблюдение за динамикой живой массы поросят в период опыта показало, что включение в рацион микробиологической добавки

позволило за период доразщивания получить прирост живой массы в опытной группе на 2,3 % выше ($p > 0,05$) по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица 2. Динамика роста подопытных борзков ($M \pm m$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Количество голов	12	12
Живая масса в начале опыта, кг	18,76±0,32	18,78±0,20
Живая масса в конце периода, кг	39,89±0,67	40,53±0,28
Валовой прирост живой массы, кг	21,13±0,55	21,76±0,35
Среднесуточный прирост, г	704,44±18,34	725,28±11,71

Для проведения балансового опыта в конце опытного периода из каждой группы — контрольной и опытной — были отобраны по 3 животных. Поросята были перемещены в специализированные клетки с индивидуальным кормлением и средствами для сбора естественных продуктов обмена веществ. Длительность физиологических исследований составила 5 учетных дней.

Включение живых дрожжей в рацион для кормления молодняка свиней приводило к тенденции повышения переваримости сухого и органического вещества, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) при равной переваримости сырого протеина и жира. При этом было отмечено повышение переваримости сырой клетчатки корма на 19,5 % ($p < 0,05$) животными опытной группы относительно контроля (табл. 3).

Таблица 3. Переваримость питательных веществ, % ($M \pm m$, $n=3$)

Питательное вещество	Группа	
	контрольная	опытная
Сухое вещество	81,87±0,26	82,17±1,10
Органическое вещество	83,86±0,17	84,11±0,99
Сырой протеин	82,19±1,03	82,05±1,58
Сырой жир	37,42±2,01	35,47±2,14
Сырая клетчатка	31,96±1,44	38,20±1,09*
Сырые БЭВ	89,15±0,48	89,25±0,68

*Достоверно при $p < 0,05$, по сравнению с контролем.

Потребление азота животными было одинаковым для контрольной и опытной групп и составило 57,65 г в сутки. Однако включение в рацион пробиотической дрожжевой добавки положительно повлияло на интенсивность роста у опытной группы по сравнению с контролем. При практически равной переваримости сырого протеина скармливание био-препарата монокультуры живых дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* растущему молодняку дрожжевой добавки в составе комбикормов приводило к тенденции улучшения использования как принятого, так и переваренного азота на 4,5 % и 5,6 %, соответственно, по сравнению с контролем.

Таблица 4. Среднесуточный баланс и использование азота корма (в среднем по группе, $M \pm m$, $n=3$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Принято с кормом, г	57,65	57,65
Выделено в кале, г	10,27±0,60	10,35±0,91
Переварено, г	47,38±0,49	47,30±0,75
Выделено в моче, г	20,59±1,34	17,91±1,08
Удержано в теле, г	26,79±1,68	29,39±1,04
Использовано в %:		
от принятого	46,48±2,91	50,98±1,81
от переваренного	56,51±3,05	62,15±2,04

Баланс кальция и фосфора у поросят исследуемых групп был положительным. Количество кальция и фосфора, выделенных с экскрементами в контрольной и опытной группах, оказалось сопоставимым и составило 6,83; 6,19 г и 4,35; 4,13 г соответственно. Содержание кальция и фосфора, выделенных с мочой, было незначительным у обеих групп.

Удержание в организме кальция у поросят опытной группы составило 7,56 г против 6,92 г в контроле, данный показатель свидетельствует о позитивной тенденции ретенции кальция. Также и количественный показатель удержания фосфора был на 9,4 % выше у животных опытной группы, что свидетельствует об отсутствии отрицательного влияния исследованного фактора на минеральный обмен у животных.

Таблица 5. Среднесуточный баланс и использование кальция и фосфора (в среднем по группе, $M \pm m$, $n=3$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Баланс кальция		
Принято с кормом, г	13,97	13,97
Выделено в кале, г	6,83±0,46	6,19±0,35
Выделено в моче, г	0,22±0,01	0,22±0,05
Удержано в теле, г	6,92±0,46	7,56±0,38
Использовано от принятого, %	49,57±3,27	54,12±2,73
Баланс фосфора		
Принято с кормом, г	6,82	6,82
Выделено в кале, г	4,35±0,18	4,13±0,17
Выделено в моче, г	0,24±0,01	0,25±0,04
Удержано в теле, г	2,23±0,18	2,44±0,20
Использовано от принятого, %	32,71±2,70	35,77±2,98

Важно отметить, что применение исследуемой пробиотической добавки не оказывало отрицательного влияния в целом на потребление корма — показатель потребления остался на уровне контрольной группы. При этом благодаря лучшему приросту живой массы у животных в опытной группе снижались общие затраты кормов на единицу прироста, что способствует повышению экономической эффективности кормления животных (табл. 6).

Таблица 6. Затраты кормов в опыте на молодняке свиней (в расчете на 1 голову)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Содержание ОЭ в 1 кг комбикорма, МДж*	12,58	12,6
Израсходовано кормов за период, кг	43,5	43,5
Израсходовано за сутки:		
комбикорма, кг	1,176	1,176
ОЭ, МДж*	14,79	14,81
Получено валового прироста за период, кг	21,13	21,76
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	2,06	2,00
в % к контролю	100	97,1
Затраты ОЭ на 1 кг прироста, МДж	37,09	36,07
в % к контролю	100	97,3

*- по переваримым питательным веществам

У животных, получавших пробиотическую добавку, затраты на 1 кг прироста снижались на 2,9 и 2,7 %, соответственно, в расчете на использование корма и обменной энергии относительно контрольной группы.

Обсуждение

К основным качественным показателям мясной скороспелости относится скорость роста животных. Этот показатель характерен для представителей одной породы и является наследуемым признаком, связанным с обменными процессами организма [9]. Включение пробиотической добавки *Rhodotorula mucilaginosa* на фоне сбалансированного кормления позволило улучшить прирост живой массы в опытной группе (725,3 г против 704,4 г в контроле) за счет переваримости питательных веществ, в первую очередь, сырой клетчатки. Переваримость и усвоение питательных веществ в период доразивания крайне важна для молодняка, низкий показатель переваримости приводит к неэффективному использованию питательных веществ, снижению продуктивности и увеличению экскреции непереваренных остатков корма [10]. Повышение переваримости сырой клетчатки на 19,5 % относительно контроля могло быть обусловлено положительным воздействием на жизнедеятельность микрофлоры кишечника у животных, способствующим формированию более эффективного функционального состояния пищеварительного тракта по сравнению с контрольной группой.

Дрожжевые препараты могут улучшить показатели роста, снизить частоту диареи, улучшать состояние кишечника, а также увеличить разнообразие и численность микрофлоры в толстом кишечнике поросят-отъемышей. В исследовании [11] пероральный прием дрожжей увеличил среднесуточный прирост, высоту ворсинок подвздошной кишки, соотношение высоты ворсинок и глубины крипт, снизил частоту диареи и смертность, концентрацию азота мочевины

крови и малонового диальдегида, улучшил разнообразие микрофлоры в слепой кишке.

Ожидается, что дрожжи будут использоваться в качестве альтернативных антибиотикам кормовых добавок при выращивании поросят-отъемышей.

В период доразивания свиней белковый обмен имеет первостепенное значение, поскольку азот является основой для построения белков, которые необходимы для быстрого роста и развития животного. Достаточное потребление белка и, следовательно, азота обеспечивает формирование мышечной ткани, ферментов и других жизненно важных структур, что напрямую влияет на среднесуточные приросты молодняка животных [9]. Повышение использования как принятого, так и переваренного азота животными на 4,5 % и 5,6 % соответственно имеет крайне важное значение для улучшения эффективности кормления, снижения затрат, минимизации негативного воздействия на окружающую среду и оптимизации роста и развития поросят [12, 13].

Баланс минеральных веществ (в первую очередь, кальция и фосфора) в рационе свиней периода доразивания критически важен для формирования прочного скелета, нормального роста и обмена веществ. Отклонения в соотношении могут привести к рахиту, нарушениям в развитии костей, снижению прироста массы и ухудшению общего состояния здоровья животных, влияя на их продуктивность в будущем [14]. При включении дрожжевой подкормки наблюдалась тенденция к улучшению удержания кальция и фосфора в организме животных посредством снижения выделения микроэлементов с экскрементами.

В исследовании [8] пероральный приём *R. mucilaginosa* TZR2014 улучшил показатели роста, повысил антиоксидантную способность, укрепил желудочно-кишечный тракт и поддержал микробиологический баланс кишечника у поросят, что в целом соотносится с полученными в нашем исследовании данными.

Эксперименты показали, что каротиноиды могут повышать устойчивость к болезням, антиоксидантную способность и темпы роста, не вызывая при этом цитотоксичности или других побочных эффектов [15]. Добавление *R. mucilaginosa* в рацион может восполнить недостаток пищеварительных ферментов и восстановить морфологию кишечника, нарушенную в результате стресса при отъеме, а также улучшить усвоение корма и показатели роста [16].

Важно отметить, что применение дрожжевых добавок не оказывает отрицательного влияния на потребление корма [17, 18, 19]. В наших исследованиях показатели потребления остались на уровне контрольной группы. При этом благодаря улучшению скорости прироста у животных в опытной группе снижаются общие затраты кормов, что способствует повышению экономической эффективности предприятия. Исходя из описанного выше, можно сделать

вывод, что использование дрожжевой пробиотической добавки является перспективным способом повышения продуктивности свиней без увеличения кормовых затрат, что особенно актуально для хозяйств промышленного типа, стремящихся к оптимизации расходов и увеличению выхода живой массы животных.

Заключение

Включение дрожжевой пробиотической добавки *Rhodotorula mucilaginosa* в рацион свиней в период доращивания положительно влияет на продуктивность и обмен веществ животных. Применение добавки обеспечило увеличение среднесуточного прироста живой массы на 2,3 % относительно контроля при сохранении уровня потребления корма.

Использование принятого и переваренного азота животными (4,5 %, 5,6 % относительно контроля) указывает на улучшение эффективности белкового обмена и способствует росту мышечной ткани, а переваримость сырой клетчатки повысилась (38,20 % против 31,96 % в контроле), что связано с улучшением микрофлоры кишечника и функционального состояния пищеварительного тракта. Баланс кальция и фосфора остался стабильным, что гарантирует нормальное формирование скелета и здоровье животных.

Включение дрожжевой пробиотической добавки *Rhodotorula mucilaginosa* в рацион свиней в период доращивания является многообещающей стратегией для улучшения продуктивных и физиологических показателей свиноводства. Дрожжевая пробиотическая добавка способствует оптимизации обменных процессов, повышению качества и скорости прироста живой массы, улучшению усвоения питательных веществ молодняка без увеличения кормовых затрат. Эти результаты подкрепляют возможность широкого применения дрожжевых пробиотиков в современных технологиях свиноводства, направленных на повышение устойчивости и эффективности производства.

Литература

1. Schjørring S., Krogfelt K.A. Assessment of Bacterial Antibiotic Resistance Transfer in the Gut // International Journal of Microbiology. 2011. Vol.11. No.10. P. 115-124. doi:10.1155/2011/312956
2. Эффективность использования пробиотиков Бацелл и Моноспорин в рационах коров и телят / Л. Г Горковенко, А. Е. Чиков, Н. А. Омельченко и др. // Зоотехния. 2011. № 3. С. 13-14.
3. Демин Н. Я. Современное свиноводство России: проблемы и перспективы // Вестник Орловского ГАУ. 2011. №6 (33). С. 13-14.
4. Evaluation of digestarom and thyme as phyto-genic feed additives for broiler chickens / K. M. Sadek, H. A. Ahmed, M. Ayoub, et al. // European Poultry Science. 2014. Vol. 78. P. 1612-1619. doi:10.1399/eps.2014.55

5. Reid G. Probiotics: Definition, scope and mechanisms of action // Best Practice & Research Clinical Gastroenterology. 2016. Vol. 30. P. 17-25. doi:10.1016/j.bpg.2015.12.001

6. Liu X., Li T., Ho K.I. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on growth performance, fecal score, and nutrient digestibility of weaning pigs // Korean Journal of Agricultural Science. 2018. Vol. 45. P. 677-685. doi:10.7744/kjoas.20180016

7. Dietary xylanase and live yeast supplementation influence intestinal bacterial populations and growth performance of piglets fed a sorghum-based diet / G. González-Ortiz, M.A. Callegari, P. Wilcock, et al. // Animal Nutrition. 2020. Vol. 6. P. 457-466. doi:10.1016/j.aninu.2020.05.005

8. Isolation, Identification, and Function of *Rhodotorula mucilaginosa* TZR2014 and Its Effects on the Growth and Health of Weaned Piglets / P. Hu, J. Mao, Y. Zeng, et al. // Frontiers in Microbiology. 2022. Vol. 13. P. 111-121. doi:10.3389/fmicb.2022.922136

9. Разведение сельскохозяйственных животных / А. Х. Хайитов, С. А. Брагинец, У. Ш. Джурраева и др.; под редакцией А. Х. Хайитов. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. 248 с.

10. Гамко Л. Н., Кубышкин А. В., Хомченко В.В. Использование обменной энергии и протеина молодняком свиней при скармливании комбикормов с минеральной добавкой // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 165-170.

11. Effects of Dietary Yucca Schidigera Extract and Oral Candida utilis on Growth Performance and Intestinal Health of Weaned Piglets / Z. Yang, Y. Wang, T. He, et al. Tang // Front Nutr. 2021. Vol. 26. No. 8. P.685540. doi:10.3389/fnut.2021.685540.

12. Бирта, Г. Белковый состав крови свиней при разной интенсивности выращивания // Свиноферма. 2006. № 12. С. 10–11.

13. Гематологические показатели свиней разных генотипов / Е. В. Пронь, В. И. Герасимов, Т. Н. Данилова // Сборник научных трудов XIV международной научно-практической конференции по свиноводству. Современные проблемы интенсификации производства свинины. Ульяновск:УГСХА. 2007. Том 1. С. 325-330.

14. Фармакокоррекция гипотрофии и рахита молодняка свиней: монография / А. В. Савинков, М. П. Семенов, О. С. Гусева, и др. Самара: СамГАУ, 2020. 222 с.

15. Nakano T., Wiegertjes G. Properties of carotenoids in fish fitness: a review // Mar. Drugs. 2020. Vol.18. P. 568. doi:10.3390/md18110568

16. The small intestine microbiota, nutritional modulation and relevance for health. / S. El Aidy, B. Van Den Bogert, M. Kleerebezem, et al. // Curr. Opin. Biotechnol. 2015. Vol. 32. P. 14-20. doi:10.1016/j.copbio.2014.09.005

17. Естественная резистентность свиней в условиях промышленной технологии выращивания / Г. В.

Максимов, О. Н. Полозюк, Е. И. Федюк, и др. // Ветеринария. 2010. № 9. С. 43-47.

18. Dietary xylanase and live yeast supplementation influence intestinal bacterial populations and growth performance of piglets fed a sorghum-based diet / G. González-Ortiz, M.A. Callegari, P. Wilcock, et al. // *Animal Nutrition*. 2020. Vol. 6. P. 457-466.

19. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on growth performance, fecal score, and nutrient digestibility of weaning pigs. / X. Liu, T. Li, K.I. Ho, Et al. // *Korean Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 45. P. 677-685.

References

1. Schjørring S., Krogfelt K.A. Assessment of Bacterial Antibiotic Resistance Transfer in the Gut // *International Journal of Microbiology*. 2011. Vol. 11. No. 10. P. 115-124. doi:10.1155/2011/312956

2. Efficiency of using Bacell and Monosporin probiotics in cow and calf diets / L. G. Gorkovenko, A. E. Chikov, N. A. Omelchenko, et al. // *Zootechnics*. 2011. No. 3. P. 13-14.

3. Demin N. Ya. Modern pig breeding in Russia: problems and prospects // *Vestnik of Oryol State Agrarian University*. 2011. No. 6 (33). P. 13-14.

4. Evaluation of digestarom and thyme as phyto-genic feed additives for broiler chickens / K. M. Sadek, H. A. Ahmed, M. Ayoub, et al. // *European Poultry Science*. 2014. Vol. 78. P. 1612-1619. doi:10.1399/eps.2014.55

5. Reid G. Probiotics: Definition, scope and mechanisms of action // *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. 2016. Vol. 30. P. 17-25. doi:10.1016/j.bpg.2015.12.001

6. Liu X., Li T., Ho K.I. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on growth performance, fecal score and nutrient digestibility of weaning pigs // *Korean Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 45. P. 677-685. doi:10.7744/kjoas.20180016

7. Dietary xylanase and live yeast supplementation influence intestinal bacterial populations and growth performance of piglets fed a sorghum-based diet / G. González-Ortiz, M.A. Callegari, P. Wilcock, et al. // *Animal Nutrition*. 2020. Vol. 6. P. 457-466. doi:10.1016/j.aninu.2020.05.005

8. Isolation, Identification and Function of *Rhodotorula mucilaginosa* TZR2014 and Its Effects on the Growth and Health of Weaned Piglets / P. Hu, J. Mao, Y. Zeng, et al. // *Frontiers in Microbiology*. 2022. Vol. 13. P. 111-121. doi:10.3389/fmicb.2022.922136

9. Breeding of farm animals / A. Kh. Khaitov, S. A. Braginet, U. Sh. Dzhuraeva, et al.; edited by A. Kh. Khaitov. 2nd ed., reprinted. St. Petersburg: Lan, 2023. 248 p.

10. Gamko L. N., Kubyshev A. V., Khomchenko V. V. Utilization of metabolic energy and protein by young pigs fed with compound feed with a mineral supplement // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019. No. 4. P. 165-170.

11. Effects of Dietary Yucca Schidigera Extract and Oral *Candida utilis* on Growth Performance and Intestinal Health of Weaned Piglets / Z. Yang, Y. Wang, T. He, et al. // *Front Nutr*. 2021. Vol. 26. No. 8. P. 685540. doi:10.3389/fnut.2021.685540.

12. Birta, G. Protein composition of pig blood at different rearing intensities // *Pig farm*. 2006. No. 12. P. 10-11.

13. Hematological parameters of pigs of different genotypes / E. V. Pron, V. I. Gerasimov, T. N. Danilova // *Collection of scientific papers of the XIV international scientific and practical conference on pig breeding. Modern problems of pork production intensification*. Ulyanovsk: USAA. 2007. Vol. 1. P. 325-330.

14. Pharmacological correction of malnutrition and rickets of young pigs: monograph / A. V. Savinkov, M. P. Semenenko, O. S. Guseva, et al. Samara: SamSAU, 2020. 222 p.

15. Nakano T., Wiegertjes G. Properties of carotenoids in fish fitness: a review // *Mar. Drugs*. 2020. Vol. 18. P. 568. doi: 10.3390/md18110568

16. The small intestine microbiota, Nutritional modulation and relevance for health. / S. El Aidy, B. Van Den Bogert, et al. // *Curr. Opin. Biotechnol*. 2015. Vol. 32. P. 14-20. doi:10.1016/j.copbio.2014.09.005

17. Natural resistance of pigs under industrial rearing technology / G. V. Maksimov, O. N. Polozhuk, E. I. Fedyuk, et al. // *Veterinary Science*. 2010. No. 9. P. 43-47.

18. Dietary xylanase and live yeast supplementation influence intestinal bacterial populations and growth performance of piglets fed a sorghum-based diet / G. González-Ortiz, M.A. Callegari, P. Wilcock, et al. // *Animal Nutrition*. 2020. Vol. 6. P. 457-466.

19. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on growth performance, fecal score and nutrient digestibility of weaning pigs. / X. Liu, T. Li, K.I. Ho // *Korean Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 45. P. 677-685.