

пичев // Международный Вестник ветеринарии. – 2013. № 3. С. 60-64

2. Рыбальченко, О. В. Токсинообразующие микроскопические грибы / О. В. Рыбальченко // Зооиндустрия. 2004. № 4. С. 78.

3. Трemasов, М. Я. Микотоксикозы животных / М. Я. Трemasов, В. П. Павлов // Тр. второго Съезда ветеринарных врачей Республики Татарстан. Казань. 2001. С. 228-234.

4. Мирошниченко П.В. Шантыз А.Х., Панфилкина Е.В. Контаминация кормов для крупного рогатого скота плесневыми

грибами и микотоксинами в Краснодарском крае // Сборник Национальной (Всероссийской) научной конференции «Теория и практика современной аграрной науки», г. Новосибирск, 2018 г. С. 403-404.

5. Шантыз А.Х., Мирошниченко П.В., Панфилкина Е.В., Данильченко О.Б. Микологический и микотоксикологический анализ состояния кормов для крупного рогатого скота в условиях Краснодарского края. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Казань, 2018. Т. № 235 (III). С. 188-193.

DOI:10.34617/k6e2-r269

УДК 636.4.087.7:637.146

ПРИМЕНЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ И ОТКОРМЕ СВИНЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ДЕТСКОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Москаленко Елена Александровна, канд. техн. наук

Головко Елена Николаевна, д-р биол. наук

Ижевская Наталья Георгиевна

Быченко Наталья Владимировна

*ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»,
г. Краснодар, Российская Федерация*

Способ кормления свиней для целей детского и функционального питания предусматривал введение в комбикорм откармливаемых свиней комплексной кормовой добавки на основе консорциума штаммов молочнокислых бактерий трех комплексов, селена и йода. Повысились среднесуточный прирост живой массы на 26,7 % по сравнению с контролем без добавок. Убойный выход туш третьей группы с добавками закваски с молочнокислыми бактериями, селена и йода превзошел контроль на 5,5 %. По выходу туши и мяса, пригодного для детского питания, животные опытной группы превысили контроль на 9,1 и 2,8 %, соответственно. Функциональные свойства свинины были обеспечены за счет прижизненного накопления йода и селена, содержание которых увеличилось по сравнению с контролем, соответственно, на 1,6 и 20,8 мкг %.

Ключевые слова: детское питание; свиньи для откорма; химический состав мышечной ткани; селен; йод

APPLICATION OF BIOTECHNOLOGY IN GROWING AND FATTENING PIGS FOR THE PRODUCTION OF PRODUCTS FOR BABY AND FUNCTIONAL FOOD

Moskalenko Elena Aleksandrovna, PhD Tech. Sci.

Golovko Elena Nikolaevna, Dr. Biol. Sci.

Izhevskaya Natalia Georgievna

Bychenko Natalia Vladimirovna

Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine,

Krasnodar, Russian Federation

The method of feeding pigs for the baby and functional nutrition included the introduction of a complex feed additive into the feed of fattening pigs based on a consortium of lactic acid bacteria strains of the three complexes, selenium and iodine. The average daily live weight gain increased by 26.7 % compared with the control without additives. The slaughter yield of carcasses of the third group with the addition of the lactic acid bacteria, selenium and iodine exceeded the control by 5.5 %. By the output of carcasses and meat suitable for baby food, the animals of the experimental group exceeded the control by 9.1 and 2.8 %, respectively. The functional properties of pork were provided due to intravital accumulation of iodine and selenium, the content of which increased by 1.6 and 20.8 µg%, respectively, compared to the control.

Key words: baby food; fattening pigs; chemical composition of tissue; selenium; iodine

Микробиота (микробиом) кишечника свиней составляет до 10^{14} КОЕ/г микроорганизмов на 1 г содержимого желудочно-кишечного тракта. Она напрямую влияет на гомеостаз организма в целом. Бактерии кишечника играют роль в запуске противовирусных ответов [5]. Большинство Т-клеток, стимулируемых специфическими бактериями кишечника, нарабатывают γ -интерфероны, подавляющие распространение вирусов. Микробиом илеального содержимого подвздошной кишки также стимулирует противовоспалительные и регуляторные иммунные реакции [9]. Кроме того, что микробиота кишечника стимулирует иммунную систему, у нее есть более прямой путь усиления иммунитета животных [4, 6, 8]. Так, микробиом находится в постоянной конкуренции с внешними патогенами за пребиотики, не оставляя для них ресурсов для выживания [10]. Болезнетворные бактерии погибают. Полезные кишечные симбиотические бактерии способствуют образованию молодыми В-клетками антител путем рекомбинации генов иммуноглобулинов [10].

Известно совместное использование в кормлении сельскохозяйственной птицы, а именно гусей, пробиотиков с препаратами микроэлементов [7]. Как показывает практика, основным, наиболее доступным средством коррекции оптималь-

ного состава кишечной микрофлоры свиней для гарантии физиологических процессов в организме и повышения иммунитета являются пробиотики на основе молочнокислых бактерий [2].

Промышленное производство коммерческих пробиотиков включает применение дорогостоящего оборудования, значительных нерентабельных затрат энергоресурсов. Лечебно-профилактический эффект комплексной актуальной кормовой добавки, включающей пробиотик с йодом и селеном, определяют входящие в её состав биологически активные нутрицевтики, проявляющие свое действие при скармливании свиньям.

В научных источниках информации предлагаемые способы применения бактериальных пробиотиков без обогащения их микроэлементами, йодом и селеном, предусматривается как использование монокультур бактерий, так и их консорциумов, зачастую не свойственных нормофлоре кишечника свиней конкретного региона или породности. Близкими по технологической сущности и достигаемому результату являются способы получения и применения пробиотических препаратов на основе культур штаммов пробиотиков ветеринарного назначения. Некоторые, предложенные авторами, кормовые пробиотические добавки в меньшей мере обладают антибиотическими и

антагонистическими свойствами по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре, присутствующей в желудочно-кишечном тракте свиней южного мясного типа (например, скоропелой мясной породы). Известно, что активность пробиотического действия молочнокислой пробиотической культуры зависит от её способности адаптироваться в желудочно-кишечном тракте [8].

Методика. Кормовая пробиотическая закваска МКЗ с добавкой йода (МКЗ-1) и селена (МКЗ-2) с высокой пробиотической активностью для животных и способностью йода и селена откладываться в мышечной ткани свинных туш разрабатывалась нами ранее в двух вариантах: МКЗ-1 с KI; МКЗ-2 с Na₂SeO₃. В экспериментах *in vitro* ранее нами установлено, что совместное обогащение селенитом натрия и йодидом калия действует угнетающе на лактобактерии и приводит к резкому снижению титра молочнокислых микроорганизмов в препарате. Для обогащения рационов свиней закваской МКЗ, включающей KI, и Na₂SeO₃, был необходим оптимальный способ внесения комплексной добавки в комбикорм без отрицательных последствий.

Закваску (МКЗ) получили из консорциума трех комплексов: 1-й из штаммов молочнокислых бактерий *S. salivarius*-ЛТ-1, *S. Thermophilus*-ЛТ9, ЛТ10, ЛТ11 и штамма пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freidenreichii* – ЛТ8 в соотношении 1:3; 2-й из штаммов молочнокислых бактерий *L. Plantarum*-ЛТ7, *L. Acidophilus*-ЛТ12 и штамма пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freidenreichii* – ЛТ8 в соотношении 2:1; 3-й из штаммов пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freidenreichii* – ЛТ8 и молочнокислых бактерий *S. salivarius*-ЛТ-1, *L. Plantarum*-ЛТ7, *S. Thermophilus*-ЛТ9, ЛТ10, ЛТ11, *L. Acidophilus*-ЛТ12 в соотношении 7:2. Этим консорциумом из трех комплексов бактерий заквашивали пастеризованное молоко жирностью 1,5-2,5 % в соотношении 1:30. Средой для культивирова-

ния молочнокислых микроорганизмов служило сухое обезжиренное молоко, которое восстанавливали водой в соотношении 1:6, стерилизовали в течение 20 мин. при 0,5 атм. (кг/см²) (110 °С) в воздушно-паровом стерилизаторе. При приготовлении питательной среды для лактобактерий в стерильном 1 % молоке растворяли рассчитанное количество селенита натрия или йодида калия для введения в комбикорм до уровня йода 0,35 мг/кг, и селена – 0,2 мг/кг сухого вещества корма. Затем вносили в раствор чистую культуру *Lactobacillus paracasei*. Титр молочнокислых микроорганизмов (через 18 – 20 часов при выдержке в термостате с температурой 37 °С) в закваске составлял 10¹⁰ – 10¹² КОЕ/мл. Сроки хранения определяли по времени снижения титра лактобактерий до 10⁸ КОЕ/мл – после 14 суток хранения и до 10⁶ КОЕ/мл – после 30 суток хранения при 10°С. Закваску, разведенную водой, распыляли на сухой комбикорм перед скармливанием.

Первый научно-хозяйственный опыт в ООО «Марка» Крыловского р-на Краснодарского края проведен на свиньях СМ-1 в период откорма с 4 до 6 мес по общепринятой методике [3].

Применили способ кормления свиней, откармливаемых для целей детского и функционального питания, разработанный авторами (Забашта, Головкин, Москаленко, 2017), который предусматривал введение в комбикорм комплексной кормовой добавки (МКЗ) на основе консорциума штаммов молочнокислых бактерий трех комплексов. Первый комплекс состоял из штаммов молочнокислых бактерий *S. salivarius*-ЛТ-1, *S. Thermophilus*-ЛТ9, ЛТ10, ЛТ11 и штамма пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freidenreichii* – ЛТ8 в соотношении 1:3. Второй комплекс состоял из штаммов молочнокислых бактерий *L. Plantarum*-ЛТ7, *L. Acidophilus*-ЛТ12 и штамма пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freidenreichii* – ЛТ8 в соотношении 2:1. Третий комплекс состоял из штаммов пропионовокислых бактерий

Propionibacterium freidenreichii – ЛТ8 и молочнокислых бактерий *S. salivarius*-ЛТ-1, *L. Plantarum*-ЛТ7, *S. Thermophilus*-ЛТ9, ЛТ10, ЛТ11, *L. Acidophilus*-ЛТ12 в соотношении 7:2. [6].

В качестве источников селена и йода использовали минеральные соли натрия и калия – селенит натрия и йодид калия. Введение этих элементов (в составе солей) осуществляли на 1 кг комбикорма: йода 0,35 мг (МКЗ-1) и селена 0,2 мг (МКЗ-2).

В течение всего периода откорма в комбикорм суточного рациона попеременно через сутки вводили МКЗ-1 - 10 мл или МКЗ-2 – 10 мл на голову. Месячный цикл введения добавки: 1 и 3 неделя месяца – МКЗ-1; 2 и 4 неделя месяца – МКЗ-2 в течение двух месяцев откорма, начиная с 4-х мес. возраста до убоя в 6 мес.

Исследования проводили в соответствии с методикой проведения научных и производственных исследований по кормлению животных [3]. Группы по 10 голов формировали по принципу пар-аналогов.

В процессе проведения опыта учитывали клинико-физиологическое состояние животных путем ежедневного их осмотра. Живую массу свиней определяли путем индивидуального взвешивания. В 6 мес. проведен убой.

МКЗ с йодом (МКЗ-1) или селеном (МКЗ-2) после предварительного разведения водой в емкости вместимостью 1,5-2,0 литра, равномерно распыляли вручную над кормом в кормушках. Опыт проводили по схеме, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта на свиньях, n=10

Группа	Особенности кормления
1 контрольная	Основной рацион (ОР)
2 опытная	ОР + МКЗ
3 опытная	ОР + МКЗ+ KI + Na ₂ Se O ₃
4 опытная	ОР + Na ₂ Se O ₃ + KI

Медико-биологическую оценку полученной свинины провели на отъемышах лабораторных крыс в течение 28

дней (табл. 2). Мясо к рациону добавляли ежедневно в количестве 10 г на одно животное.

Таблица 2 – Схема опыта на крысах по скармливанию опытной свинины, (n=10)

Группа	Особенности кормления
1 контрольная	Основной рацион (ОР)
2 опытная	ОР + мясо от свиней 1-й (контрольной)
3 опытная	ОР + мясо от свиней 2-й группы, получавших добавку МКЗ
4 опытная	ОР + мясо от свиней 3-й группы, получавших МКЗ с селеном и йодом
5 опытная	ОР + мясо от свиней 4-й группы, получавших селен и йод

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что свиньи третьей опытной группы отличались от остальных подопытных свиней наиболь-

шими приростами живой массы за весь период опыта, а по отношению к контролю живая масса свиней этой группы была выше на 12,5 % (табл. 3).

Таблица 3 – Основные результаты опыта на свиньях, n=10

Показатель	Группа			
	1, контроль	2	3	4
Ж. м. свиней в начале откорма, кг	51,0±3,3	51,0±3,7	50,0±3,5	51,0±2,5
Ж. м. свиней в конце откорма, кг	103,0±3,3	105,7±4,0	115,9±3,5 *	110,1±3, 0*
в % к контролю	–	102,6	112,5	106,9
Суточный прирост ж. м. за опыт, г	866,7	911,7	1098,3*	985,0*
в % к контролю	–	105,2	126,7	113,6

Примечание: * - p < 0,001

Также среднесуточный прирост живой массы у свиней 3 группы составил 1098,3 г за 2 месяца откорма, что выше контроля на 26,7 %. Оценка результатов контрольного убоя приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты контрольного убоя свиней, n=10

Показатель	Группа			
	1 контроль	2	3	4
Предубойная ж. масса, кг	101,0±1,4	103,6±1,2	113,6±1,4*	107,9±2,1
Жир сырец, кг	3,7±0,2	3,4±0,2	3,0±0,2	3,1±0,1
Жир сырец, %				
Голова, кг	3,5±0,17	3,4±0,13	3,2±0,10	3,3±0,13
Выход туши (без жира-сырца, головы), кг	67,4±1,10	69,11±1,10	73,55±1,10*	71,73±1,10
Убойная масса (с жиром-сырцом, головой), кг	70,20±1,10	71,91±1,32	75,75±1,22*	74,13±1,73
Убойный выход, %	69,5	71,2	75,0*	73,4
Масса мякоти в туше, кг	57,0±1,4	59,5±1,2	64,3±1,1*	62,3±1,5
Выход мякоти (мяса), %	84,6	86,1	87,4	86,9
Толщина шпика между 6-7 грудными позвонками, см	3,85 ± 0,1	3,05 ± 0,2	2,52 ± 0,2	2,73±0,2*
Площадь мышечного глазка, см ²	39,17±1,5	40,20±1,2	43,20±1,2*	41,58 ± 1,4
Кости, кг	9,98±0,19	9,26 ± 0,21	8,97 ± 0,34*	9,04± 0,35
Кости, %	14,8	13,4	12,2	12,6
Техзачистки, кг	0,42	0,35	0,28	0,39

Примечание: * – p < 0,001

Туши 3 группы (с МКЗ, селеном и йодом в рационе) превосходили контроль по выходу туши на 9,1 %. По убойному выходу и выходу мякоти (мяса) животные третьей группы превзошли контроль на 5,5 и 2,8 %, соответственно. Наблюдалось достоверное снижение толщины шпика в области 6-7 грудного позвонка у свиней третьей группы по сравнению с контрольной на 1,3 см; у четвертой группы (с селеном и йодом в рационе) она также

снизилась на 1,1 см. Площадь мышечного глазка также была больше (43,2 см) по сравнению с контролем (39,17).

При исследовании физико-химических показателей длиннейшей мышцы спины установлено уменьшение количества жира в мышечной ткани туш 3-й группы по сравнению с контролем на 1,4 абс. %, а 4-й группы (с селеном и йодом без закваски в рационе) – на 0,8 абс. % (табл. 5).

Таблица 5 – Физико-химические показатели длинной мышцы спины свиней

Показатель	Группа			
	1	2	3	4
Влага, %	50,83±3,26	53,07±2,34	56,40±2,66	54,08±2,87
Влагоёмкость, %	56,48±0,02	55,47±0,01	51,30±3,0	52,90±0,1
Интенсивность окраски, E*1000	79,2±1,78	80,5±0,37	82,0±1,15	81,3±0,99
pH	5,6±0,02	5,7±0,1	5,9±0,03	5,8±0,01
М. доля влаги, %	74,03	73,7	71,8	73,1
М. д. сырого протеина, (N*6,25), %	22,1	22,7	25,6	23,7
М. доля жира, %	3,1	2,8	1,70	2,3
М. д. золы, %	0,77	0,80	0,91	0,90

По содержанию селена в печени, на 23,7 мкг %; 24,1 мкг % и 20,8 мкг % сердце и длинной мышце 3-я группа (рис. 1). превзошла контрольную, соответственно,

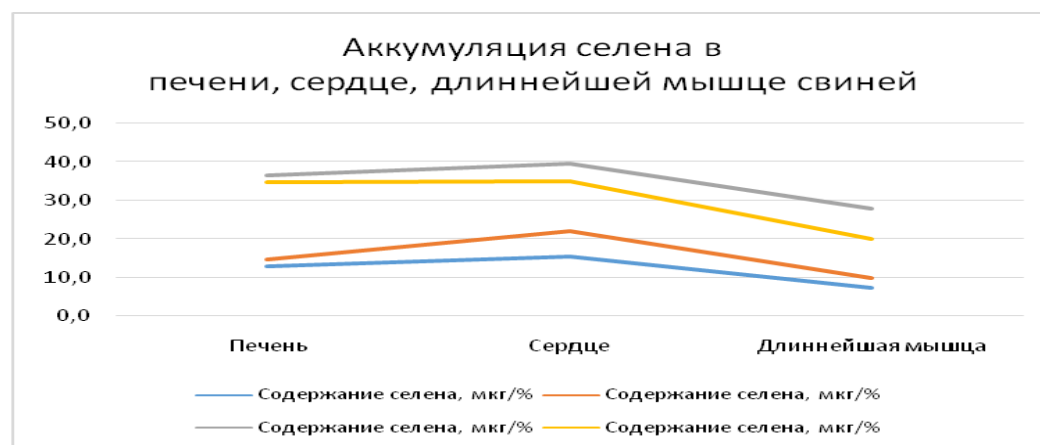


Рисунок 1 – Аккумуляция селена тканями свиней

Содержание йода в печени, сердце и длинной мышце третьей группы было также выше контроля, соответственно, в печени, сердце и мясе на 71,0 мкг%; 10,7 мкг% и 1,6 мкг%. (рис. 2).

При анализе результатов исследования мясного сырья от свиней 1-4 опытных групп на присутствие остаточных количеств токсических веществ установлено, что оно безопасно и отвечает требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 33867-2016.

Во втором опыте по окончании скормливания лабораторным животным полученной в первом опыте свинины установлено, что прижизненное отложение селена

и йода в тканях мышц и органов лабораторных крыс отражено в рисунках 3 и 4.

Максимальное количество селена и йода в мышцах крыс отмечено в четвертой группе, которой скармливали мясо от свиней третьей группы, получавших общий рацион с МКЗ, селеном и йодом: оно составило, соответственно, 15,5 и 18,0 мкг/%.

На втором месте 5 группа крыс, которой скармливали мясо от свиней 4 группы, получавших общий рацион с селеном и йодом без молочнокислой закваски.

Содержание селена и йода в мышцах крыс 5 группы составило, соответственно, 10,5 и 15,5 мкг/%.

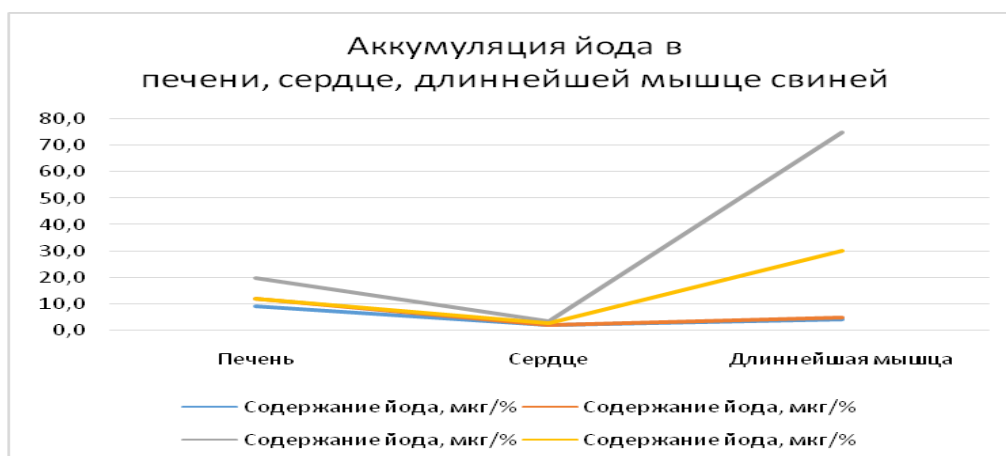


Рисунок 2 – Аккумуляция йода тканями свиней

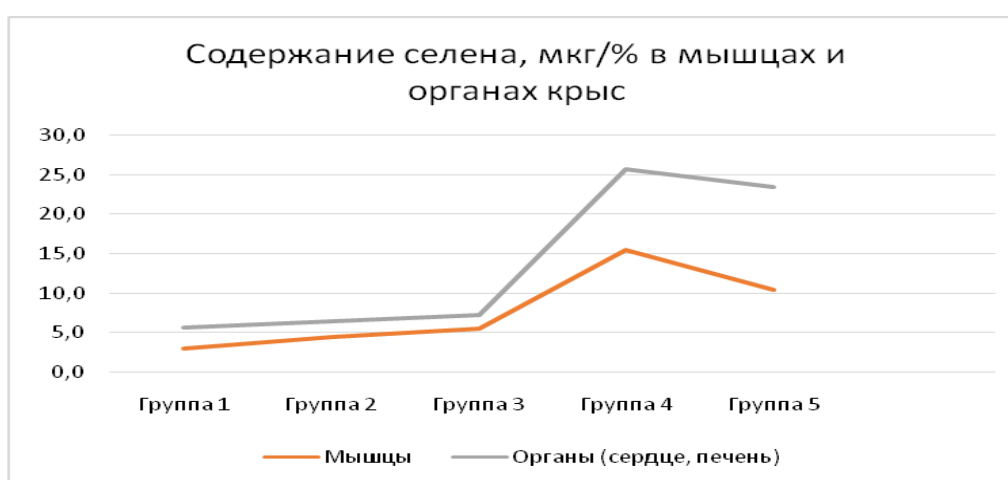


Рисунок 3 – Содержание селена в мышцах и органах крыс на рационе с опытной свиной

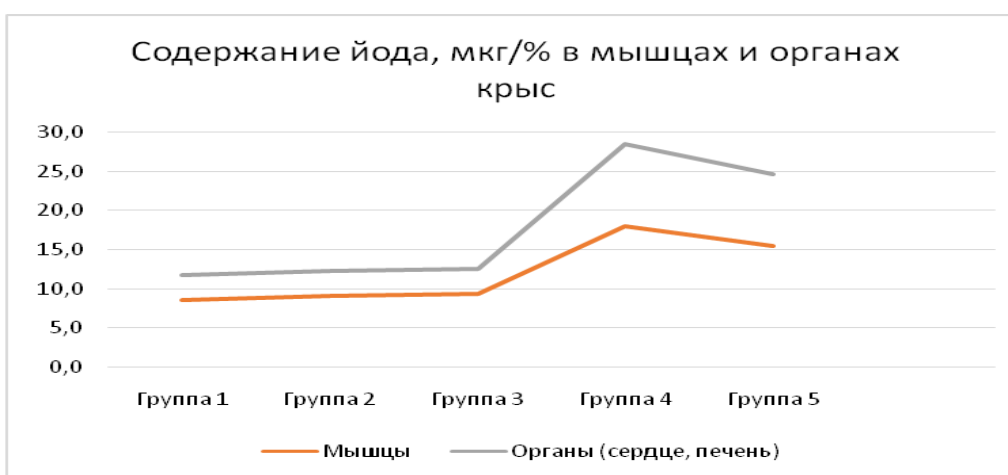


Рисунок 4 – Содержание йода в мышцах и органах крыс на рационе с опытной свиной

Достоверно большее количество селена и йода в общем образце сердца и печени крыс отмечено также в 4 группе, которой скармливали мясо от свиней 3-й

группы, получавших общий рацион с МКЗ, селеном и йодом: оно составило, соответственно, 25,7 и 28,5 мкг/%.

На втором по количеству селена и йода в органах (сердце и печени) месте 5 группа крыс, которой скармливали мясо от свиней 4 группы, получавших общий рацион с селеном и йодом без молочнокислой закваски.

Содержание селена и йода в мышцах крыс 5 группы составило, соответственно, 23,4 и 24,7 мкг/%.

Выводы. При добавлении в рацион свиней с 4-х мес. возраста закваски МКЗ на основе молочнокислых микроорганизмов в комплексе с йодом и селеном в дозе 10 мл на 1 голову 1 раз в сутки через день (одну неделю животные получают МКЗ-1 с йодом, другую – МКЗ-2 с селеном и т. д.) до достижения свиньями убойной живой массы, требуемой для производства продуктов детского питания, 100-110 кг, установлено достоверное накопление в мясе и субпродуктах селена и йода.

Проведенные исследования показали, что введение в рацион добавки, содержащей молочнокислую закваску, йод и селен, способствовали увеличению продуктивности, уменьшению прослойки подкожного жира и увеличению площади мышечного глазка, оптимизации водородного показателя, насыщенности цвета мяса, увеличению влагоудерживающей способности мяса, обогащению мясного сырья селеном и йодом, улучшению экологической безопасности мяса за счет уменьшения содержания жира (где максимально накапливаются токсические агенты) в мышечной ткани.

Список литературы

1. ГОСТ 33867-2016 Межгосударственный стандарт Требования при выращивании и откорме свиней на мясо для выработки продуктов детского питания. Типовой технологический процесс. М.: Стандартиформ, 2016. 12 с.

2. Забашта Н.Н., Головки Е.Н., Москаленко Е.А., Лисовицкая Е.П. Положительное воздействие симбиотического пробиотика на иммунную систему, микрофлору кишечника и прирост массы тела свиней // Ветеринария. 2020. № 3. С. 48-50.

3. Овсянников, А.И. Основы опытного дела: учебное пособие. М.: Колос, 1976. 304с.

4. Токарев И.Н., Блинецов А.В., Ганиева С.Р. Применение пробиотиков в промышленном свиноводстве // Ученые записки казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Т. 219. № 3. 2014. С. 275-281.

5. Artis D. Epithelial-cell recognition of commensal bacteria and maintenance of immune homeostasis in the gut. *Nat. Rev. Immunology*. 2008. V. 8. P. 411-420.

6. D'Aimmo, M.R., Modesto, M. and Biavati, B. Antibiotic Resistance of Lactic Acid Bacteria and Bifidobacterium Spp. Isolated from Dairy and Pharmaceutical Products. // *International Journal of Food Microbiology*. 2007. V. 15. P. 35-42.

7. MacPherson AJ, Harris NL. Interactions between commensal intestinal bacteria and the immune system // *Nat Rev Immunology*. 2004. V. 4. P. 478-485.

8. MacPherson, A.J. IgA adaptation to the presence of commensal bacteria in the intestine // *Curr. Top. Microbiol. Immunology*. 2006. No 308, P. 117-136.

9. Metchnikoff E. Probiotics, the Intestinal Microbiome and the Quest for Long Life // In: *The Prolongation of Life / Mitchell PC, editor. Optimistic Studies*. New York: GP Putnam's Sons. 1910. P. 96.

10. Peterson, D.A., McNulty, N.P., Guruge, J.L., and Gordon, J.I. Ig A response to symbiotic bacteria as a mediator of gut homeostasis. *Cell Host Microbe* (2007) 2, 328-339.