

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРОВ (ГЛЮКОЗЫ, САХАРОЗЫ) ЗЕРНОВОЙ И СВЕКЛОВИЧНОЙ МЕЛАССЫ НА РОСТ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ

^{1,2}**М.А. Леонова**, кандидат ветеринарных наук

^{1,2}**С.В. Леонов**, старший научный сотрудник

^{1,2}**Е.А. Тареева**, младший научный сотрудник

²**А.А. Политов**, кандидат химических наук

²**В.В. Аксёнов**, кандидат химических наук

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

²Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук

E-mail: felis-ligr@mail.ru

Ключевые слова: зерновая меласса, свекловичная меласса, углеводы, сахара, глюкоза, сахароза, микроорганизмы, бактерии.

Реферат. Перед технологами животноводческих комплексов стоит задача поиска кормовой углеводной добавки, которая бы компенсировала дефицит энергии основного рациона. Этому требованию отвечает зерновая и свекловичная меласса. Однако, являясь питательным субстратом, она может активно заселяться бактериями из окружающей среды. Цель исследований – оценить влияние различных концентраций сахаров зерновой и свекловичной мелассы на развитие условно-патогенных микроорганизмов. В результате изучения воздействия сахаров зерновой (глюкоза) и свекловичной (сахароза) мелассы в концентрациях от 18,0 до 46,0 % установлено консервирующее (антибактериальное) действие в отношении разных видов бактерий. Глюкоза в концентрациях 18,0 – 30,0 % снижала рост *L. mesenteroides*, *Ps. aeruginosa*, *Ps. fluorescens*, *E. coli*, *Str. viridans*, *L. monocytogenes*, *S. enterica* subsp. *houtenae*, *St. aureus*, *B. cereus* от 2 до 5 порядков относительно контроля, для отдельных видов концентрации 22,0 – 30,0 % и для всех – 34,0–46,0 % были бактерицидны. Сахароза в концентрациях 18,0 – 38,0 % снижала рост отдельных видов на 1 – 4 порядка относительно контроля; консервирующий (антибактериальный) эффект отмечен у концентраций 18,0 – 34,0 % в отношении отдельных видов и в отношении всех бактерий (исключая *L. mesenteroides*) был у концентраций 38,0 – 46,0 %. Опираясь на полученные результаты, при условии, если не применять химические консерванты и дезсредства, то целесообразно изготавливать зерновую мелассу за короткий срок перед внесением в рацион животных, так как это более технологично. В данном случае установки для производства кормовой мелассы можно размещать в кормозаготовительном цехе любого животноводческого комплекса, что снизит риски возможного обсеменения и снижения содержания углеводов (сахаров) при длительной транспортировке и хранении.

THE INFLUENCE OF SUGAR CONCENTRATIONS (GLUCOSE, SUCROSE) IN GRAIN AND BEET MOLASSES ON THE GROWTH OF CONDITIONALLY PATHOGENIC BACTERIA

^{1,2}**M.A. Leonova**, PhD in Veterinary Sciences

^{1,2}**S.V. Leonov**, Senior Researcher

^{1,2}**E.A. Tareeva**, Junior Researcher

²**A.A. Politov**, PhD in Chemical Sciences

²**V.V. Aksyonov**, PhD in Chemical Sciences

¹Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences

²Institute of Solid-State Chemistry and Mechanochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Keywords: grain molasses, beet molasses, carbohydrates, sugars, glucose, sucrose, microorganisms, bacteria.

Abstract. *Technologists of livestock complexes face the task of finding a carbohydrate feed supplement that would compensate for the energy deficit in the main diet. Grain and beet molasses meet this requirement. However, being a nutritious substrate, it can be actively colonised by environmental bacteria. The research aims to assess the influence of different concentrations of sugars from grain (glucose) and beet (sucrose) molasses on the development of conditionally pathogenic microorganisms. As a result of studying the effects of sugars from grain (glucose) and beet (sucrose) molasses at concentrations ranging from 18.0 to 46.0%, a preservative (antibacterial) effect against different bacterial species was observed. Glucose at 18.0–30.0% reduced the growth of *L. mesenteroides*, *Ps. aeruginosa*, *Ps. fluorescens*, *E. coli*, *Str. viridans*, *L. monocytogenes*, *S. enterica* subsp. *houtenae*, *St. aureus*, *B. cereus* by 2 to 5 orders of magnitude compared to the control; for certain species, concentrations of 22.0–30.0%, and for all species, concentrations of 34.0–46.0% were bactericidal. Sucrose at concentrations of 18.0–38.0% reduced the growth of certain species by 1–4 orders of magnitude compared to the control; the preservative (antibacterial) effect was observed at concentrations of 18.0–34.0% for certain species and at concentrations of 38.0–46.0% for all bacteria (except *L. mesenteroides*). Based on the results obtained, when not using chemical preservatives and disinfectants, it is advisable to manufacture grain molasses shortly before adding it to the animal's diet, as it is more technologically feasible. In this case, facilities for producing feed molasses can be located in the feed preparation department of any livestock complex, reducing the risks of possible contamination and reducing carbohydrate (sugar) content during long-distance transportation and storage.*

Потребность в протеине в большинстве животноводческих предприятий удовлетворяется почти полностью, при этом дефицит легкоусвояемых углеводов носит устойчивый характер и во многих российских хозяйствах достигает 40–50 % [1]. Традиционные источники сахаров в рационах крупного рогатого скота – корнеклубнеплоды, сахарная меласса, гидролизные патоки, пропиленгликоль имеют как положительные (восполнение энергии в рационе), так и отрицательные стороны – низкое содержание сахаров (14,0–22,0 %), быстрая трата углеводов организмом, наличие нитратов, высокие энергетические и трудовые затраты при производстве и доставке конечного продукта до потребителя [1–3].

При производстве зерновой патоки немаловажным является фактор доступности сырья, а именно, молочные предприятия имеют собственные поля, где возможно произвести посев пригодной районированной зерновой культуры (например, ржи, ячменя и пр.) [4]. Перспективной культурой также является горох, из которого можно получить дешевую комбинированную углеводно-протеиновую добавку.

Меласса (патока) в своем составе имеет легкодоступные сахара, в связи с чем является натуральным субстратом (питательной средой) для активной жизнедеятельности микроорганизмов из окружающей среды. Накопление микробной массы возможно во время хранения, переработки сырья и готовой продукции. Различные бактерии (*Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringens*, *Leuconostoc dextranicum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Sarcina lutea*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* и др.) в процессе развития оказывают влияние на характеристики продукта (разлагают белки, сбрасывают сахара с образованием кислот, газа, инвертного сахара, уксусного альдегида) [5, 6]. Наличие слизиобразующих микроорганизмов в свёкле, полупродуктах вызывает технологические отклонения и нарушает пищевую безопасность предприятий [6]. Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 (п. 3.21), в пищевых продуктах не допускается наличие патогенных микроорганизмов и их токсинов, представляющих опасность для здоровья человека и животных.

Для предотвращения бактериальной обсемененности конечного продукта сахарного производства применяют различные средства. Формалин, дезсредства на основе четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), надуксусной кислоты (НУК) и др. (Бетасепт, Нобак, Нависан

и др.) [7] имеют высокие бактерицидные свойства, но при этом оказывают отрицательное влияние на окружающую среду, здоровье человека и животных за счет аллергенных и токсигенных свойств. Полигуанидины блокируют дыхание, питание, транспорт метаболитов через клеточную стенку бактерий, но их побочный продукт – газы (CO_2 , CH_4 , H_2) могут создавать опасность взрыва на производстве [8]. Бактерицидная активность хлорсодержащих препаратов обусловлена окислительной способностью хлора [5], однако остаточные количества хлора приводят к снижению активности простейших в рубце жвачных. Озон, ультрафиолет нарушают целостность оболочек бактериальных клеток за счет окисления [8]. Консерванты, добавляемые в конечный продукт – патоку и мелассу, – диоксид серы; сульфит натрия, калия и кальция; гидросульфит натрия, калия и кальция; пиросульфит натрия и калия (до 70 мг/кг), обуславливают отрицательные последствия применения в виде аллергических реакций, нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта, рубцового пищеварения (так как не у всех видов животных есть соответствующие ферменты, способные их переработать до неактивных соединений), разрушения тиамина (витамина B_1).

Для оценки качества пищевой продукции введено понятие «микробиологическая стойкость», которое подразумевает потенциальные возможности сохранения готового продукта без порчи под действием микроорганизмов [6, 9], при этом свежая патока, согласно ряду исследований, не должна храниться дольше 6 месяцев, так как повышается риск развития нежелательной микрофлоры и снижения количества ферментируемого сахара [10, 11].

Цель исследований – оценить влияние различных концентраций сахаров в зерновой и свекловичной мелассе на развитие условно-патогенных микроорганизмов.

Исследования были проведены на базе лаборатории болезней птиц Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока (ИЭВСиДВ) СФНЦА РАН.

Объектами исследования послужили: опытная зерновая меласса (произведена по технологии ИХТТМ СО РАН (В.В. Аксёнов и др.), содержащая глюкозу, и контрольная – свекловичная меласса (производства сахароперерабатывающего завода РФ), содержащая сахарозу.

Для тестирования использовали изоляты условно-патогенных микроорганизмов (МО), выделенные из промышленных сахарозаготавливающих, складских, кормозаготовительных и животноводческих объектов: *Leuconostoc mesenteroides* (выделен из ослизненной сахарной свёклы), *Pseudomonas aeruginosa* (выделен из воды водонапорной башни; устойчив к дезинфектантам), *Pseudomonas fluorescens* (выделен из образца сенажа с нарушением закладки, муконидная (био пленкообразующая) форма), *Escherichia coli* (выделен с кормового стола; устойчив к широкому спектру антибиотиков), *Streptococcus viridans* (выделен с зерна, загрязненного фекалиями голубей), *Listeria monocytogenes* (выделен из системы водоснабжения перерабатывающего завода; устойчив к широкому спектру антибиотиков и дезинфицирующих препаратов в низких концентрациях), *Salmonella enterica* subspecies *houteanae* (выделен из кормового зерна; устойчив к воздействию внешних природных неблагоприятных факторов), *Staphylococcus aureus* (выделен с упаковки; устойчив к действию начальных концентраций дезинфектантов на основе надуксусной кислоты и перекиси, используемых в пищевой промышленности), *Bacillus cereus* (выделен с образца сенажа; обладает выраженными протеолитическими ферментными системами; растет в широких температурных диапазонах и на средах с различным солевым составом).

На первом этапе изоляты восстанавливали суточным культивированием при 37,0 °C из лиофилизированного состояния на средах, обогащенных факторами роста (бульон Хоттингера, мясо-пептонный бульон (МПБ) и мясо-пептонный агар (МПА) с добавлением к объёму 5,0 % стерильной сыворотки лошади. Из суточных культур МО готовили взвесь с концентрацией 0,5 ед. по МакФарленду ($1,0 \times 10^8$ КОЕ/мл) на стерильном 0,9 %-м растворе натрия хлористого. Получаемую взвесь тестировали методом серийных разведений на приборе спирального по-

сева EasySpiral (Interscience) с последующей оценкой результата на приборе подсчета колоний Scan 500 (Interscience).

На втором этапе забуференную пептонную воду (ЗПВ) смешивали с зерновой и свекловичной мелассой, доводя концентрации глюкозы и сахарозы до следующих значений: 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 46%. Данные значения связаны с тем, что конечный продукт, в зависимости от различных факторов (длительность хранения, сырье), может иметь разную концентрацию сахаров.

Для культивирования МО использовали плоскодонный прозрачный 96-луночный планшет Thermo Scientific (cat. №456529) с крышкой. В лунки планшета помещали по 190,0 мкл стерильной ЗПВ с заданной концентрацией углеводов, а в контрольные лунки ЗПВ без сахаров, после чего в экспериментальные лунки вносили взвесь микроорганизмов ($1,0 \times 10^8$ КОЕ/мл) в трех повторях в объеме 10,0 мкл. В лунки контроля вносили взвесь МО в объеме 10,0 мкл.

Заполненный планшет закрывали крышкой и помещали в Tecan Spark 10M (Tecan), устанавливали программу: шейкирование каждые 10 мин, 96 RPM и амплитудой 6 мм, +37,0 °C. Через 24 ч культивирования образцы из лунок были отобраны для определения концентраций микроорганизмов, которое проводили методом спирального посева EasySpiral (Interscience), после чего проводили подсчет КОЕ в 1,0 мл.

Статистическую обработку проводили с помощью программы для статанализа Microsoft Excel, входящей в пакет программ Microsoft Office 7.0.

Установлено, что различные концентрации глюкозы зерновой мелассы были восприняты бактериями по-разному (табл. 1). Так, *Leuconostoc mesenteroides* в диапазоне 18,0–26,0 % имел устойчивый рост, который отличался от контроля на 2 порядка, при 30,0 % отмечено снижение на 3 порядка, а концентрации 34,0–46,0 % полностью сдерживали рост.

Pseudomonas aeruginosa развивался только при концентрации глюкозы 18,0 %, при этом развитие было ниже на 3 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 22,0 % рост не наблюдали.

Pseudomonas fluorescens в присутствии 18,0 % глюкозы снижал развитие на 2, а 22,0 % – на 3 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 26,0 % глюкозы рост не наблюдали.

Escherichia coli в присутствии 18,0 и 22,0 % глюкозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 26,0 % глюкозы рост не наблюдали.

Streptococcus viridans в диапазоне 18,0–26,0 % глюкозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, при концентрации глюкозы выше 26,0 % рост не наблюдали.

Listeria monocytogenes в диапазоне 18,0–26,0 % глюкозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, 30,0 %-я концентрация снижала рост на 3 порядка, а при концентрации 34,0–46,0 % зерновая меласса обладала консервирующим (антибактериальным) свойством в отношении данного микроорганизма.

Salmonella enterica subspecies *houstenae* в присутствии 18,0 и 22,0 % глюкозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 26,0 % рост не наблюдали.

Staphylococcus aureus в присутствии 18,0 % глюкозы снижал рост на 2, а 22,0 % – на 5 порядков, 26,0–46,0 %-я глюкоза предотвращала рост бактерий.

Bacillus cereus при концентрации глюкозы 18,0 и 22,0 % снижал рост на 2, а 26,0 % – на 3 порядка, 30,0–46,0 %-я глюкоза предотвращала рост бактерий.

Таким образом, из представленных результатов следует, что зерновая меласса обладает консервирующим (антибактериальным) свойством по отношению к изучаемой условно-патогенной и патогенной микрофлоре, преимущественно с концентрацией глюкозы более 34,0 %.

Таблица 1

Рост МО в присутствии зерновой мелассы через 24 ч, КОЕ/мл
Growth of MO in the presence of grain molasses after 24 hours, CFU/ml

Микроорганизмы	Концентрация глюкозы, %								
	18,0	22,0	26,0	30,0	34,0	38,0	42,0	46,0	0,0 (контроль)
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	4,46±0,06x10 ⁶	3,20±0,15x10 ⁶	1,73±0,22x10 ⁶	1,02±0,09x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	3,45±0,14x10 ⁸
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5,28±0,24x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,45±0,07x10 ⁸
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	6,06±0,53x10 ⁶	1,7±0,07x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	6,65±0,23x10 ⁸
<i>Escherichia coli</i>	4,00±0,12x10 ⁶	1,95±0,15x10 ⁶	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	6,86±0,00x10 ⁸
<i>Streptococcus viridans</i>	2,53±0,04x10 ⁵	2,41±0,47x10 ⁵	1,09±0,08x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	6,51±0,07x10 ⁷
<i>Listeria monocytogenes</i>	2,06±0,06x10 ⁶	1,09±0,22x10 ⁶	1,08±0,08x10 ⁶	5,24±0,47x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	8,34±0,02x10 ⁸
<i>Salmonella enterica subspecies houtenae</i>	7,43±0,32x10 ⁶	3,3±0,77x10 ⁶	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,05±0,14x10 ⁹
<i>Staphylococcus albus</i>	8,52±0,06x10 ⁶	7,67±0,47x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	3,26±0,14x10 ⁹
<i>Bacillus cereus</i>	1,93±0,03x10 ⁶	1,56±0,08x10 ⁶	2,82±0,05x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,86±0,01x10 ⁸

Таблица 2

Рост МО в присутствии свекловичной мелассы через 24 ч, КОЕ/мл
Growth of MO in the presence of beet molasses after 24 hours, CFU/ml

Микроорганизмы	Концентрация сахарозы, %								
	18,0	22,0	26,0	30,0	34,0	38,0	42,0	46,0	0,0 (контроль)
<i>Leuconostoc mesenterioides</i>	2,44±0,03x10 ⁶	1,99±0,01x10 ⁶	1,32±0,02x10 ⁶	7,98±0,01x10 ⁵	3,53±0,0x10 ⁴	1,01±0,0x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	2,11±0,09x10 ⁸
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6,30±0,07x10 ⁴	1,49±0,23x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	1,58±0,5x10 ⁷
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3,34±0,7x10 ⁶	2,07±0,02x10 ⁶	2,68±0,01x10 ⁵	1,68±0,00x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	8,95±0,07x10 ⁸
<i>Escherichia coli</i>	2,71±0,06x10 ⁴	2,59±0,08x10 ⁴	7,83±0,6x10 ³	2,22±0,25x10 ³	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	3,21±0,07x10 ⁶
<i>Streptococcus viridans</i>	3,09±0,09x10 ⁴	2,42±0,00x10 ⁴	5,49±0,15x10 ³	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	1,21±0,0x10 ⁷
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,86±0,2x10 ⁶	2,62±0,2x10 ⁶	1,18±0,5x10 ⁶	2,90±0,00x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	9,14±0,0x10 ⁷
<i>Salmonella enterica subspecies houtenae</i>	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,06±0,00x10 ⁹
<i>Staphylococcus albus</i>	7,44±0,01x10 ⁵	1,03±0,01x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	1,12±0,00x10 ⁹
<i>Bacillus cereus</i>	2,34±0,0x10 ⁶	1,39±0,0x10 ⁶	9,66±0,5x10 ⁵	5,91±0,7x10 ⁵	4,26±0,2x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	3,23±0,00x10 ⁸

В таблице 2 показан рост МО в присутствии различных концентраций сахарозы свекловичной мелассы.

Leuconostoc mesenterioides в диапазоне концентраций сахарозы 18,0–26,0 % имел устойчивый рост и отличался от контроля на 2 порядка, при 30,0 % отмечено снижение на 3 порядка, концентрации 34,0–38,0 % снижали рост на 4 порядка и только 42,0 – 46,0 %-я сахароза полностью сдерживала рост. Такие значимые диапазоны сахарозы характерны для данной бактерии, которая наиболее часто загрязняет сахарное производство.

Pseudomonas aeruginosa имел неактивное развитие при концентрации сахарозы 18,0 – 22,0 % – ниже на 3 порядка относительно контроля, 26,0–46 % -я концентрация прекращала рост бактерии.

Pseudomonas fluorescens в присутствии 18,0 – 22,0 %-й сахарозы снижала развитие на 2, а 26,0–30,0 % – на 3 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 34,0 % сахарозы рост не наблюдали.

Escherichia coli в присутствии 18,0 и 22,0 % сахарозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, 26,0–30,0 %-я сахароза снижала рост на 3 порядка, отсутствие роста наблюдали в диапазоне концентрации 34,0–46,0 %.

Streptococcus viridans в диапазоне 18,0–22,0 % сахарозы снижал развитие на 3 порядка, 26,0 % – на 4 порядка относительно контроля, а начиная с концентрации 30,0 % сахарозы рост не наблюдали.

Listeria monocytogenes в диапазоне 18,0–26,0 % концентрации сахарозы снижала развитие на 1 порядок относительно контроля, 30,0 % -я концентрация снижала рост на 3 порядка, а свекловичная меласса с концентрации сахарозы 34,0–46,0 % обладала консервирующим (антибактериальным) свойством в отношении данного микроорганизма.

У *Salmonella enterica subspecies houtenae* в диапазоне 18,0–46,0 % -й концентрации сахарозы рост не наблюдали.

Staphylococcus aureus в присутствии 18,0–22,0 % сахарозы снижая рост на 4 порядка, начиная с концентрации сахарозы 26,0 % рост бактерии не отмечен.

Bacillus cereus при концентрации сахарозы 18,0 и 22,0 % снижал рост на 2 порядка, при 26,0–30,0 % – на 3 порядка, 34,0 % – на 4 порядка, а 38,0–46,0 % сахароза предотвращала рост бактерии.

Таким образом, из представленных результатов следует, что свекловичная меласса обладает консервирующим (антибактериальным) свойством по отношению к изучаемой условно-патогенной микрофлоре, преимущественно с концентрацией сахарозы более 38,0 % (исключая *Leuconostoc mesenterioides* – более 42,0 %).

Только высокие концентрации глюкозы (34,0 – 46 %) и сахарозы (38,0 – 46,0 %) полностью препятствуют росту условно-патогенной и патогенной микрофлоры (исключение *Leuconostoc mesenterioides* – бактерицидны лишь концентрации 42,0 и 46,0 % сахарозы). Более низкие концентрации углеводов (18,0–34,0 %) имеют широкие пределы по сдерживанию активности бактерий. Из опыта производства и хранения, на содержание сахаров в конечном продукте оказывают влияние многие факторы, а именно, количество сахаров в первичном сырье (сорт свеклы или зерновой культуры), условия внешней среды (например, высокая влажность и длительное хранение).

Результаты наших исследований показывают преимущество зерновой мелассы за счёт меньшей восприимчивости отдельными бактериями глюкозы. Так 26,0 % -я концентрация останавливает рост пяти из девяти видов, в то время как сахароза в этой же концентрации останавливает рост только трех представителей бактерий. Глюкоза в концентрации 30,0 % подавляет рост семи бактерий, а сахароза – четырёх. Однако в наиболее распространенном для мелассы в диапазоне содержания углеводов 18,0–26,0 % мы всё же наблюдали рост отдельных бактерий, что указывает на возможные риски от обсеменения на этапе переработки и хранения.

Исходя из вышесказанного, если не применять химические консерванты и дезсредства, то целесообразно изготавливать зерновую мелассу за короткий срок перед внесением в рацион животных, так как это более технологично ввиду того, что установки для производства кормовой мелассы [2] можно размещать в кормозаготовительном цехе любого животноводческого комплекса, что снизит риски возможного обсеменения и снижения содержания углеводов (сахаров) при длительной транспортировке и хранении.

Исследования финансированы в рамках Государственного задания ИХТТМ СО РАН №122011700261-3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Переработка* зерна на кормовые сахара для животных / К.Я. Мотовилов, Н.А. Шкиль, В.В. Аксенов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 10. – С. 43–45.
2. *Оценка* эффективности технологических приемов совершенствования способа получения кормовой патоки / В.В. Аксенов, С.К. Волончук, А.И. Резепин, С.А. Дубкова // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 2. – С. 45–47.
3. *Review Regarding the Use of Molasses in Animal Nutrition* / A.L. Mordenti, E. Giarretta, L. Campidonico [et al.] // *Animals* (Basel). – 2021. – Jan 7, N 11 (1). – P. 115. – <https://doi.org/10.3390/ani11010115>.
4. *Перевозчиков А.В., Воробьева С.Л., Березкина Г.Ю.* Влияние зерновой патоки в рационах коров на качественные характеристики сырого молока и продуктов его переработки // *Аграрный вестник Урала*. – 2019. – № 7. – С. 51–58.
5. *Кульнева Н.Г., Гойкалова О.Ю., Шматова А.И.* Факторы, формирующие качество сахара-песка // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2015. – № 1. – С. 188–190. – <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2015-1-188-190>.
6. *Микробиологические аспекты в свеклосахарном производстве* / Н.Г. Ильяшенко, Л.Н. Шабурова, М.Б. Мойсеяк [и др.] // *Сахар*. – 2022. – № 8. – С. 37–42. – <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2022-8-37-42>.
7. *Остапенко А.В.* Взаимодействие антимикробного средства и ферментного препарата в процессе экстрагирования сахарозы из бактериально инфицированной сахарной свеклы // *Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.* – 2020. – С. 146–150.
8. *Шматова А.И.* Обеспечение безопасности сахарного производства путем подавления микрофлоры при извлечении сахарозы из свеклы: дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2015. – 156 с.
9. *Ермолаева Т.А., Мойсеяк М.Б., Ильяшенко Н.Г.* Микробиологические исследования эффективности средства «Волсепт Стерил» в отношении специфической микрофлоры при производстве сахара // *Сахар*. – 2017. – № 3. – С. 50–56.
10. *Impact of Storage Time, Rain and Quality of Molasses in the Production of Bioethanol* / Z. Bhatti, M. Rajput, G. Maitlo [et al.] // *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology* – 2019. – Vol. 38. – P. 1021–1032. – <https://doi.org/10.22581/muet1982.1904.14>.
11. *Rahman M., Yi P.M., Mat K.* Effect of Molasses Level on Hardness, Storage Durability and Chemical Composition of Densified Complete Feed // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Vol. 596. – P. 012095. – <https://doi.org/10.1088/1755-1315/596/1/012095>.

REFERENCES

1. Motovilov K.Ya., Shkil' N.A., Aksenov V.V., Adonin A.I., Pidenko G.F., Ramazanov A.Yu., Luk'yanenko D.N., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No. 10, pp. 43–45. (In Russ.)
2. Aksenov V.V., Volonchuk S.K., Rezepin A.I., Dubkova S.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2017, Vol. 31, No. 2, pp. 45–47. (In Russ.)
3. <https://doi.org/10.3390/ani11010115>.

4. Perevozchikov A.V., Vorob'eva S.L., Berezkina G.Yu., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2019, No. 7, pp. 51–58. (In Russ.)
5. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2015-1-188-190>.
6. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2022-8-37-42>.
7. Ostapenko A.V. Problemy i perspektivy nauchno-innovacionnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa regionov (Problems and prospects of scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions), *Proceedings of reports of the International Scientific and Practical Conference*, 2020, pp. 146–150. (In Russ.)
8. Shmatova A.I. Obespechenie bezopasnosti saharnogo proizvodstva putem podavleniya mikroflory pri izvlechenii saharozy iz svekly (Ensuring the safety of sugar production by suppressing microflora during the extraction of sucrose from beets), *Candidate' thesis of Technical Sciences'*, Voronezh, 2015, 156 p. (In Russ.)
9. Ermolaeva T.A., Mojseyak M.B., Il'yashenko N.G., *Sahar*, 2017, No. 3, pp. 50–56. (In Russ.)
10. <https://doi.org/10.22581/muet1982.1904.14>.
11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/596/1/012095>.