

УДК 579.262

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
МИКРООРГАНИЗМОВ ACETOBACTER ACETI,
LACTOBACILLUS PLANTARUM,
LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS И
SACCHAROMYCES CEREVISIAE В
СОВМЕСТНОЙ КУЛЬТУРЕ**

Горшалева Никита Максимилианович
Студент бакалавр
nik.gorshalev.99@mail.ru

Анискина Мария Владимировна
к. с.-х. н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 1255-4837
mery-meri@mail.ru
Кубанский государственный аграрный
университет, Россия, 350044, Краснодар,
Калинина, 13

В статье описано исследование взаимодействия ACETOBACTER ACETI, LACTOBACILLUS PLANTARUM, LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS И SACCHAROMYCES CEREVISIAE с целью дальнейшего использования их в производстве кормовой добавки. Было доказано способность вышеперечисленных микроорганизмов к совместному культивированию, для дальнейшего симбиотического брожения. Опытным путем были подобраны питательные среды и проверены антагонистические свойства культур микроорганизмов. Лучшие результаты подбирались по равновесному росту культур в консорциуме на упрощенной питательной среде, *Acetobacter aceti* добавлялись в консорциум через 24 часа. По результатам культивирования было выбрано соотношение микроорганизмов 0.5:1:1:1.5. При культивировании консорциума молочнокислых микроорганизмов и дрожжей оценивали прирост молочной кислоты, а также количество этанола, произведенного дрожжами, так как этанол в дальнейшем должен участвовать в питании *Acetobacter aceti*. При культивировании *Acetobacter aceti* (как совместно, так и раздельно) оценивали образование уксусной кислоты. Данный симбиоз дрожжей и уксуснокислых и молочнокислых бактерий играет важную роль в производстве кормов для животных. Дрожжи способствуют ферментации сырья, что улучшает его питательные свойства, а уксуснокислые и молочнокислые бактерии помогают обеспечить безопасность и длительный срок хранения корма. Таким образом, использование симбиотических культур в производстве кормов позволяет повысить их качество и эффективность при использовании в

UDC 579.262

4.1.2. Plant breeding, seed production and biotechnology (biological sciences, agricultural sciences)

**INVESTIGATION OF THE INTERACTION OF
MICROORGANISMS ACETOBACTER ACETI,
LACTOBACILLUS PLANTARUM,
LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS AND
SACCHAROMYCES CEREVISIAE IN CO-
CULTURE**

Gorshalev Nikita Maximilianovich
Bachelor student
nik.gorshalev.99@mail.ru

Aniskina Maria Vladimirovna
Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor
RSCI SPIN code: 1255-4837
mery-meri@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russia, 350044, Kalinina, 13

The article describes the study of the interaction of ACETOBACTER ACETI, LACTOBACILLUS PLANTARUM, LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS and SACCHAROMYCES CEREVISIAE with the aim of further using them in the production of feed additives. The ability of the above-mentioned microorganisms to be co-cultured for further symbiotic fermentation has been proven. Nutrient media were experimentally selected and the antagonistic properties of microbial cultures were tested. The best results were selected based on the equilibrium growth of crops in the consortium on a simplified nutrient medium, *Acetobacter aceti* was added to the consortium after 24 hours. According to the results of cultivation, the ratio of microorganisms 0.5:1:1:1.5 was selected. When cultivating a consortium of lactic acid microorganisms and yeast, the increase in lactic acid was estimated, as well as the amount of ethanol produced by yeast, since ethanol should further participate in the nutrition of *Acetobacter aceti*. During the cultivation of *Acetobacter aceti* (both combined and separate), the formation of acetic acid was evaluated. This symbiosis of yeast and acetic acid and lactic acid bacteria plays an important role in the production of animal feed. Yeast promotes the fermentation of raw materials, which improves its nutritional properties, and acetic acid and lactic acid bacteria help ensure the safety and long shelf life of the feed. Thus, the use of symbiotic crops in feed production makes it possible to improve their quality and efficiency when used in animal feeding

кормлении животных

Ключевые слова: *ACETOBACTER ACETI*,
LACTOBACILLUS PLANTARUM, *LACTOBACILLUS*
ACIDOPHILUS, *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*,
СИМБИОЗ, КОНСОРЦИУМ, ПРОБИОТИКИ

Keywords: *ACETOBACTER ACETI*,
LACTOBACILLUS PLANTARUM,
LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS,
SACCHAROMYCES CEREVISIAE, SYMBIOSIS,
CONSORTIUM, PROBIOTICS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-195-002>

Введение

Современные биотехнологические методы в кормопроизводстве все чаще начинают использоваться, основываясь на новые подходы при создании бактериальных препаратов. Одним из популярных объектов исследований сейчас являются уксуснокислые бактерии, обладающие способностью синтеза уксусной кислоты и доказанными иммуноповышающими, бактерицидными и ферментативными свойствами [7]. Также широко известны положительные свойства молочнокислых микроорганизмов и дрожжей, выступающими как симбиотический консорциум в определенных условиях [1]. Однако, важным фактором, затрудняющим достижение клинической эффективности таких пробиотических добавок, является отсутствие учета биосовместимости видов бактерий при формировании консорциума, что может привести к подавлению их жизнеспособности и потере значимых свойств. Так, основываясь на исследования по молочнокислым бактериям, можно судить о изменении накопления биомассы при вступлении в консорциум [3].

Основная цель создания комплексного пробиотика заключается в обеспечении устойчивого состава его компонентов как на этапах производства препарата, так и на этапе его использования [4]. Сложность заключается в доминировании одного из самых приспособленных штаммов на определенном этапе.

Для создания консорциума были выбраны следующие микроорганизмы: *Acetobacter aceti*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*.

Данный выбор был обусловлен благотворным влиянием данных микроорганизмов друг на друга и схожими условиями культивирования.

Дрожжи используют молочную кислоту, производимую молочнокислыми бактериями, которые в свою очередь потребляют продукты автолизата первых. Также они потребляют рибофлавин и никотиновую кислоту, производимую уксуснокислыми бактериями.

Молочнокислые бактерии относят к самым сложным микроорганизмам по усвоению питательных веществ[10]. Они очень требовательны к субстратам, на которых их выращивают, наличию витаминов, поэтому необходимо добавление дополнительных компонентов к субстратам, либо необходимо использование симбиоза для успешного культивирования *Lactobacillus* [2].

Для размножения молочнокислых бактерий была использована питательная среда со значениями водородного показателя в пределах 5,4–6,4, поскольку при отклонении кислотности среды скорость деления клеток начинает замедляться.

Использование молочнокислых микроорганизмов в консорциуме обусловлено продуцированием различных кислот (молочная, янтарная и другие), белки, витамины группы В, другие биологически активные вещества. Молочнокислые бактерии, *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus acidophilus*, способны сбрасывать сахара и другие углеводы, образуя молочную кислоту[9]. Так же данные молочнокислые бактерии выделяют большое количество антимикробных веществ, способных подавлять рост патогенных микроорганизмов[12].

Использование добавок на основе дрожжей в рационах стимулирует жизнедеятельность микрофлоры желудочно-кишечного тракта, улучшает

конверсию корма, нормализует обмена веществ, стимулирует рост молодняка птицы. В целом это способствует высокой сохранности стада и увеличению продуктивности[6].

Уксуснокислые бактерии в консорциуме связаны с получением этанола и молочной кислоты, как продуктами метаболизма дрожжей и молочнокислых микроорганизмов, что является хорошим источником углерода. Применение уксуснокислых бактерий в кормах может помочь снизить риск заболеваний животных, так как они способствуют укреплению иммунной системы. Бактерии также могут помочь снизить уровень стресса у животных, что в свою очередь может привести к улучшению их общего здоровья и производительности. Кроме того, уксуснокислые бактерии могут быть использованы для биологического контроля патогенных микроорганизмов в кишечнике животных, что помогает снизить риск заболеваний и улучшить общее состояние животных. Кроме того, доказанные иммуноповышающие, бактерицидные и ферментативные свойства живых бактерий.

В итоге мы получаем микроорганизмы, способные вместе образовывать симбиотическое брожение. Симбиотическая ферментация это форма брожения, при которой множество организмов взаимодействуют в симбиозе с целью получения желаемого продукта. Например, дрожжи могут вырабатывать этанол, который затем потребляется уксуснокислой бактерией. Данный процесс активно применяется во многих сферах пищевой биотехнологии: чайный и кефирные грибы, производство уксуса, соевого соуса, виски, вина и тд.

Симбиоз дрожжей с уксуснокислыми и молочнокислыми бактериями способствует обогащению продукта полезными микроорганизмами, которые могут оказывать благоприятное воздействие на пищеварение и общее здоровье. Кроме того, высокий уровень жизнеспособности и длительное время хранения готового продукта

обеспечивается высоким содержанием КОЕ, так как сочетание молочнокислых бактерий, уксуснокислых бактерий и дрожжей благоприятно взаимно [11]. Развитию молочнокислых бактерий способствует потребление рибофлавина, никотиновой кислоты и синтеза витамина В₁₂, синтезируемого уксуснокислыми бактериями. Развитие же дрожжей происходит благодаря молочной кислоте. В свою очередь продукты автолизата дрожжей служат питанием для молочнокислых бактерий[5].

Следует еще раз акцентировать внимание, что дрожжи играют ключевую роль в процессе брожения, превращая сахара в спирт и углекислый газ, в то время как уксуснокислые и молочнокислые бактерии приводят к образованию кислот. Например, *Acetobacter aceti*, превращают спирт, образованный дрожжами, в уксусную кислоту, которая в свою очередь будет полезна в корме по ряду причин:

1. Уксусная кислота выступает как консервант тем самым предотвращает рост бактерий, плесени и дрожжей, помогая продлить срок хранения корма.

2. Уксусная кислота регулирует рН, что важно для обеспечения оптимальных условий пищеварения животных.

3. Уксусная кислота дает продукту определенный вкус, стимулирующий аппетит животных.

4. Выступает источником энергии для животных, особенно для моногастричных животных, таких как свиньи и птицы.

Таким образом, вышперечисленные микроорганизмы способны благотворно влиять друг на друга, создавая хороший консорциум. Это можно использовать в производстве кормовых добавок пробиотиков.

Объекты и методы исследования

Цель исследования – создание консорциума микроорганизмов для дальнейшего его использования как основы пробиотических препаратов кормового назначения.

Объекты исследования: молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus acidophilus*, уксуснокислые бактерии *Acetobacter aceti* и дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*.

Lactobacillus plantarum, *Lactobacillus acidophilus* и *Saccharomyces cerevisiae* выращивались совместно на двух типах сред - упрощенная универсальная среда и среда MRS, затем в процессе культивирования добавлялась культура *Acetobacter aceti*, получаемая отдельно на среде с этиловым спиртом. После совместного культивирования оценивался прирост биомассы, а также полученные метаболиты.

Для проведения исследования были использованы питательные среды представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Составы питательных сред

Состав среды	Название питательных сред		
	Упрощенная универсальная среда (1)	MRS (2)	Среда для культивирования <i>Acetobacter aceti</i> (3)
Пептон	+	+	+
Этиловый спирт (этанол)			+
Дрожжевой экстракт	+	+	+
Глюкоза	+	+	+
Экстракт мяса	+		
Магний сульфат		+	+
Хлористый калий		+	
Хлористый натрий	+		
Фосфат калия двузамещенный	+		+
Магний сульфат	+		
Карбонат кальция	+		
Карбонат натрия	+		
Магний карбонат		+	
Марганец сульфат		+	+
Марганец сернокислый	+		
Ацетат натрия		+	
Цитрат аммония		+	
Цитрат натрия			+
pH	5.5-6.5	6.2-6.8	5.0-6.0.

Перед культивированием оценивали антагонистические свойства культур микроорганизмов, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Антагонистические свойства культур микроорганизмов

Наименование штаммов	Реакция культуральной жидкости
<i>Acetobacter aceti</i> + <i>Lactobacillus plantarum</i>	Отрицательная
<i>Acetobacter aceti</i> + <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Отрицательная
<i>Acetobacter aceti</i> + <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Отрицательная
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> + <i>Lactobacillus plantarum</i>	Отрицательная
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> + <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Отрицательная
<i>Lactobacillus plantarum</i> + <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Отрицательная

Далее осуществлялся подбор соотношения штаммов в консорциуме. Лучшие результаты подбирались по равновесному росту культур в консорциуме на упрощенной питательной среде, *Acetobacter aceti* добавлялись в консорциум через 24 часа. В таблице 3 представлены результаты подбора.

Таблица 3 – Соотношение штаммов

Культуры	Титр клеток, lg КОЕ/см ³			
	Соотношение штаммов 1:1:1:1	Соотношение штаммов 0.5:1:1:1	Соотношение штаммов 0.5:1:1:1.5	Соотношение штаммов 1:0.5:0.5:1
<i>Acetobacter aceti</i>	7,74 ± 0,24	8,17 ± 0,45	8,19 ± 0,57	9,13 ± 0,36
<i>Lactobacillus plantarum</i>	8,15 ± 0,93	10,06 ± 0,39	8,23 ± 0,93	7,03 ± 0,12
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	8,42 ± 0,89	9,23 ± 0,51	8,20 ± 0,73	7,82 ± 0,61
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	7,58 ± 0,35	9,39 ± 0,20	8,33 ± 0,27	6,50 ± 0,26

По результатам культивирования было выбрано соотношение микроорганизмов 0.5:1:1:1.5.

При культивировании консорциума молочнокислых микроорганизмов и дрожжей оценивали прирост молочной кислоты, а также количество этанола, произведенного дрожжами, так как этанол в дальнейшем должен участвовать в питании *Acetobacter aceti*. При

культивировании *Acetobacter aceti* (как совместно, так и раздельном) оценивали образование уксусной кислоты.

Все метаболиты оценивались в культуральной жидкости путем ВЭЖХ, результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка метаболитов

Питательная среда Метаболит	Упрощенная универсальная среда (1)	MRS (2)	Среда для культивирования <i>Acetobacter aceti</i> (3)
12 часов			
Уксусная кислота (г/л)	-	-	7.9 ± 0.2
Молочная кислота (г/л)	7.5 ± 0.3	5.8 ± 1.0	-
Этанол (%)	0.6	0.8	-
24 часа (добавление <i>Acetobacter aceti</i> в среду 1 и 2 для совместного культивирования)			
Уксусная кислота	-	-	23.1 ± 1.1
Молочная кислота	18.8 ± 1.5	17.3 ± 0.6	-
Этанол	1.4	2.1	-
36 часов			
Уксусная кислота	8.2 ± 0.4	5.4 ± 0.6	39.2 ± 2.3
Молочная кислота	31.5 ± 2.7	28.4 ± 1.1	-
Этанол	3.8	3.0	-
48 часов			
Уксусная кислота	29.3 ± 1.7	25.8 ± 1.2	45.1 ± 2.7
Молочная кислота	67.6 ± 4.8	52.8 ± 3.2	-
Этанол	5.2	5.0	-
72 часа			
Уксусная кислота	48.7 ± 0.9	43.8 ± 2.7	62.8 ± 3.4
Молочная кислота	93.6 ± 1.7	85.2 ± 2.3	-
Этанол	6.5	6.1	-
96 часов			
Уксусная кислота	53.7 ± 3.0	49.9 ± 1.4	50.6 ± 1.6
Молочная кислота	95.8 ± 5.1	86.4 ± 4.0	-
Этанол	3.2	3.8	-

В ходе исследований было определено, отсутствие антагонистических свойств между исследуемыми микроорганизмами. Опытным путем было выяснено лучшее соотношение штаммов *Acetobacter aceti*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*, 0.5:1:1:1.5. Результат был определен по

равновесному росту культур в консорциуме на упрощенной питательной среде, *Acetobacter aceti* добавлялись в консорциум через 24 часа.

Заключение

Исследование взаимодействия микроорганизмов *Acetobacter aceti*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* и *Saccharomyces cerevisiae* в совместной культуре показало, что данные микроорганизмы создают симбиотическое брожение, что обуславливается извлечением пользы от совместного существования[8].

Благодаря экспериментально полученным данным о скорости роста микроорганизмов и способности синтезировать интересующие нас метаболиты были установлены примерное их количество при возрасте консорциума в 96 часов:

- молочная кислота 95.8 ± 5.1 г/л,
- уксусная кислота 53.7 ± 3.0 г/л,
- этанол 3,2 %.

Во время исследования биосовместимости были определены оптимальные параметры совместного культивирования консорциума: режим культивирования анаэробный, соотношение 4-х штаммов в консорциуме 0.5:1:1:1.5, время культивирования 96 часов.

Библиографический список

1. Determination of the intensity of bacteriocin production by strains of lactic acid bacteria and their effectiveness / M. I. Zimina [et al.] // *Foods and Raw Materials*. 2017. Vol. 5. № 1. P. 108-117.

2. Prosekov A. Yu., Babich O. O., Bepomestnykh K. V. Identification of industrially important lactic acid bacteria in foodstuffs // *Foods and Raw Materials*. 2013. Vol. 1. № 2. P. 42-45.

3. Use of lactic acid bacteria and yeasts to reduce exposure to chemical food contaminants and toxicity / G. M. Chiochetti [et al.] // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019. Vol. 59. № 10. P. 1534-1545.

4. Анискина М.В. Подбор оптимального соотношения молочнокислых микроорганизмов и дрожжей для создания консорциума // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса*. - 2019. - С. 219-220.

5. Анискина, М. В. Изучение особенностей культивирования и подбор оптимальной питательной среды для *Lactobacillus* sp / М. В. Анискина, Е. С. Волобуева, А. И. Петенко // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2015. – №. 114. – С. 1145-1155.

6. Волкова, Г. С. Создание многоштаммового бактериального консорциума для технологии пробиотических препаратов кормового назначения / Г. С. Волкова, Е. М. Серба // *Техника и технология пищевых производств*. – 2021. – Т. 51, № 2. – С. 260-269. – DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-260-269. – EDN UQKJTT.

7. Горобец Д. В. Подбор оптимального соотношения культур в консорциуме для получения пробиотического кормового продукта / Д. В. Горобец, М. В. Анискина // *Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии*. – 2019. – Т. 8. – № 1. – С. 243–246.

8. Горшалева, Н. М. Разработка микробиологического препарата для получения функциональных кормовых продуктов на основе отходов производства / Н. М. Горшалева // *СТУДЕНТ года 2021 : Сборник статей Международного учебно-исследовательского конкурса в 6-ти частях, Петрозаводск, 19 мая 2021 года. Том Часть 2. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. – С. 309-314.*

9. Интенсификация процесса культивирования физиологически адаптированных штаммов лактобацилл как основа для создания биопрепаратов микробного происхождения для птицеводства / А. Г. Кошаев [и др.] // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2017. № 128. С. 1102-1115.

10. Красникова Л.В. Красникова Л.В., Гунькова П.И., Маркелова В.В. Микробиология молока и молочных продуктов: Лабораторный практикум: Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 85 с.

11. Шурхно Р. А. Микробиологический препарат на основе гомоферментативных штаммов *Lactobacillus plantarum*, выделенных из природных источников для биоконсервирования растительных ресурсов (обзор проведенных исследований в период с 2000 по 2015 г.) // *Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки*. 2016. Т. 158. № 1. С. 5-22.

12. Щетко, В. А. Выделение молочнокислых бактерий, перспективных для пищевой промышленности, с целью последующей их идентификации / В. А. Щетко, В.

Ю. Фещенко // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2015. – № 2. – С. 42-48. – EDN VDJVYB.

References

1. Determination of the intensity of bacteriocin production by strains of lactic acid bacteria and their effectiveness / M. I. Zimina [et al.] // Foods and Raw Materials. 2017. Vol. 5. № 1. P. 108-117.

2. Prosekov A. Yu., Babich O. O., Bespomestnykh K. V. Identification of industrially important lactic acid bacteria in foodstuffs // Foods and Raw Materials. 2013. Vol. 1. № 2. P. 42-45.

3. Use of lactic acid bacteria and yeasts to reduce exposure to chemical food contaminants and toxicity / G. M. Chiocchetti [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019. Vol. 59. № 10. P. 1534-1545.

4. Aniskina M.V. Podbor optimal'nogo sootnosheniya molochnokislyh mikroorganizmov i drozhzhej dlja sozdaniya konsorciuma // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa. - 2019. - S. 219-220.

5. Aniskina, M. V. Izuchenie osobennostej kul'tivirovaniya i podbor optimal'noj pitatel'noj sredy dlja Lactobacillus sp / M. V. Aniskina, E. S. Volobueva, A. I. Petenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – №. 114. – S. 1145-1155.

6. Volkova, G. S. Sozdanie mnogoshammovogo bakterial'nogo konsorciuma dlja tehnologii probioticheskikh preparatov kormovogo naznachenija / G. S. Volkova, E. M. Serba // Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv. – 2021. – T. 51, № 2. – S. 260-269. – DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-260-269. – EDN UQKJTT.

7. Gorobec D. V. Podbor optimal'nogo sootnosheniya kul'tur v konsorciume dlja polucheniya probioticheskogo kormovogo produkta / D. V. Gorobec, M. V. Aniskina // Sbornik nauchnyh trudov Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootehnii i veterinarii. – 2019. – T. 8. – № 1. – S. 243–246.

8. Gorshalev, N. M. Razrabotka mikrobiologicheskogo preparata dlja polucheniya funkcional'nyh kormovyh produktov na osnove othodov proizvodstva / N. M. Gorshalev // STUDENT goda 2021 : Sbornik statej Mezhdunarodnogo uchebno-issledovatel'skogo konkursa v 6-ti chastjah, Petrozavodsk, 19 maja 2021 goda. Tom Chast' 2. – Petrozavodsk: Mezhdunarodnyj centr nauchnogo partnerstva «Novaja Nauka», 2021. – S. 309-314.

9. Intensifikacija processa kul'tivirovaniya fiziologicheski adaptirovannyh shtammov laktobacill kak osnova dlja sozdaniya biopreparatov mikrobnogo proishozhdenija dlja pticevodstva / A. G. Koshhaev [i dr.] // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 128. S. 1102-1115.

10. Krasnikova L.V. Krasnikova L.V., Gun'kova P.I., Markelova V.V. Mikrobiologija moloka i molochnyh produktov: Laboratornyj praktikum: Ucheb.-metod. posobie. SPb.: NIU ITMO; IHiBT, 2013. 85 s.

11. Shurhno R. A. Mikrobiologicheskij preparat na osnove gomofermentativnyh shtammov Lactobacillus plantarum, vydelennyh iz prirodnyh istochnikov dlja biokonservirovaniya rastitel'nyh resursov (obzor provedennyh issledovanij v period s 2000 po 2015 g.) // Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki. 2016. T. 158. № 1. S. 5-22.

12. Shhetko, V. A. Vydelenie molochnokislyh bakterij, perspektivnyh dlja pishhevoj promyshlennosti, s cel'ju nasledujushhej ih identifikacii / V. A. Shhetko, V. Ju. Feshhenko // Vestnik Polesskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija prirodovedcheskih nauk. – 2015. – № 2. – S. 42-48. – EDN VDJVYB.