

Заключение

1. В условиях сельскохозяйственного предприятия для измерения мощности дизельных двигателей отечественного производства может быть использован динамический метод с помощью индикатора мощности ИМД-ЦМ, при этом калибровочные значения частоты вращения и углового ускорения коленчатого вала двигателя определяются расчетным путем.

2. Исходными данными для расчетов являются значения эффективного момента, эффективной мощности и частоты вращения коленчатого вала согласно внешней (скоростной) характеристике завода-изготовителя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диагностирование тракторов / В.И. Присс [и др]; под редакцией В.И. Присс. – Мн.: Ураджай, 1993. – 240 с.

2. Устройство измерительное ИМД-Ц: инструкция по техническому диагностированию. – М., 1984.

3. Устройство измерительное ИМД-Ц: методические указания по поверке 2781.801-МУ.

4. Диагностика и техническое обслуживание машин: учеб. пособие / А.В. Новиков [и др]; под ред. А.В. Новикова. – 2-е изд., пер. и доп. – Минск: БГАТУ, 2011. – 344 с.

5. Казакевич, П.П. Обновление парка обкаточных устройств и их импортозамещение / П.П. Казакевич, В.Я. Тимошенко // Агропанорама. – 2010. – С. 45-48.

6. Новиков, А.В. Эксплуатационная оценка широкозахватного пахотного агрегата на базе трактора «БЕЛАРУС 4522С» / А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко, Ф.И. Назаров, Н.Д. Лепешкин // Агропанорама. – 2017. – № 2. – С. 2-8.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.11.2018

УДК 637.1

ЭТАПЫ ТЕХНОЛОГИИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК

Л.В. Сафроненко,

доцент каф. инновационного развития АПК ИПК и ПК АПК БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Е.В. Сафроненко,

директор ОАО «Бона Фуд»

Изложены научные и практические аспекты создания бактериальных заквасок для производства широкого ассортимента ферментированных молочных продуктов. Приведены данные по микробиологическому составу Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов, дано краткое описание используемых штаммов и описаны способы применения заквасок.

Ключевые слова: молочнокислые микроорганизмы, коллекция культур, этапы технологии, использование бактериальных заквасок.

The scientific and practical aspects to create bacterial starters for the production of a wide range of fermented dairy products are outlined. The data on microbiological composition of the Republican collection of industrial strains of starter cultures and their bacteriophages are given, a brief description of the strains used and methods of application of starters are given.

Keywords: lactic acid microorganisms, collection of cultures, stages of technology, use of bacterial starters.

Введение

Выпуск молочных продуктов принадлежит к числу тех производств, в которых микробиологические процессы играют роль одного из важнейших факторов. Показатели безопасности и качества молочных продуктов во всем мире в большей мере нормируются именно по микробиологическим критериям, а органолептические характеристики ферментированных молочных продуктов, консистенция, реологические и диетические свойства во многом зависят от состава микрофлоры заквасок. В настоящее время бактериальные закваски, а также пробиотические микроорганизмы, относятся к функционально необходимым компонентам, используемым при производстве продуктов переработки молока. Под закваской

понимаются специально подобранные непатогенные, нетоксигенные микроорганизмы и (или) ассоциации микроорганизмов, преимущественно молочнокислых. Разработка технологий высококонцентрированных заквасок прямого внесения для производства кисломолочных продуктов представляет собой многостадийную кропотливую работу, основными этапами которой являются:

– подбор штаммов микроорганизмов и их консорциумов с учетом комплекса медико-биологических, биохимических, технологически ценных свойств, разработка параметров культивирования микроорганизмов – разработка и оптимизация питательных сред, как фактора успешного роста и развития пробиотических культур;

– обработка параметров накопления биомассы, режимов ее отделения и лиофилизации;

– подбор соотношения микроорганизмов и заквасок в состав поливидовых высококонцентрированных заквасок для обеспечения оптимальных стабильных параметров технологического процесса получения кисломолочных продуктов, исследование бактериальных концентратов по комплексу медико-биологических, токсикологических параметров и др.

Все эти этапы связаны с использованием специально отселектированных штаммов молочнокислых микроорганизмов.

Учитывая технологическую необходимость наличия заквасок на любом промышленном производстве и высокую степень использования импортных заквасок, разработка технологий отечественных заквасок для широкого ассортимента молочных продуктов является своевременным и актуальным направлением научных исследований.

Целью настоящей работы является разработка этапов технологии бактериальных заквасок для производства молочных продуктов.

Основная часть

Для производства бактериальных заквасок, применяемых в молочной промышленности, каждый производитель должен иметь коллекцию производственно-ценных культур микроорганизмов, идентифицированных и паспортизованных в установленном порядке. К одной из таких коллекций относится Республиканская коллекция промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов РУП «Институт мясо-молочной промышленности НАН Беларуси», которая Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 декабря 2016 года № 1043 признана национальным достоянием Республики Беларусь. Начало современной коллекции было положено более 30 лет назад, когда в 1987 году была организована лаборатория микробиологии. К настоящему времени в коллекции содержится около 2500 штаммов молочнокислых, пропионовокислых и бифидобактерий и более 100 бактериофагов, выделенных на молочных заводах Республики Беларусь [1].

Все культуры выделены из естественных или производственных источников, без применения генных модификаций, идентифицированы и паспортизованы в установленном порядке.

Все микроорганизмы принадлежат к видам, поименованным в перечне Международной Молочной Федерации, который содержит микроорганизмы с документально подтвержденной историей безопасного использования в пищевых продуктах.

Перед закладкой на хранение в коллекцию, все штаммы проходят тщательный отбор. Проводятся обязательные исследования на устойчивость штаммов к бактериофагу. При составлении комбинаций для заквасок обязательно учитывают антагонистическую активность штаммов к санитарно-показательным и технически вредным микроорганизмам, органолептические свойства вырабатываемого продукта,

температурные режимы производства, взаимоотношения между микроорганизмами и много других специфических факторов. На рис. 1 и в табл.1 приведен видовой состав коллекционных штаммов.

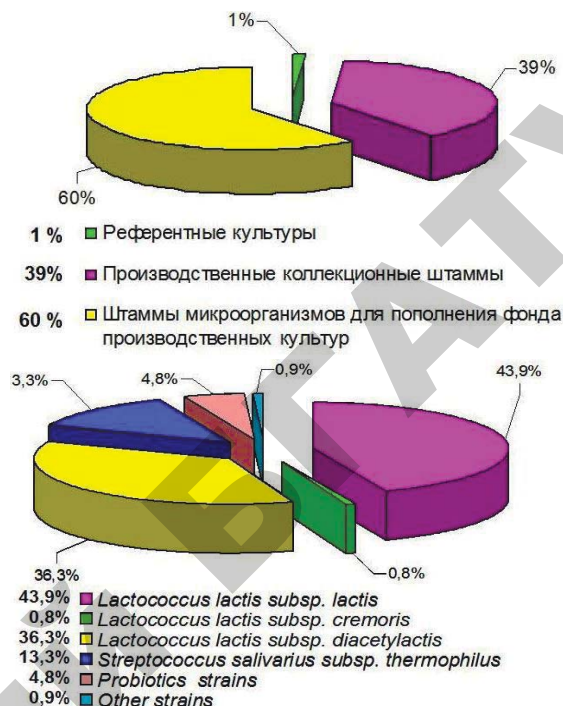


Рис. 1. Республиканская коллекция промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов

К молочнокислым бактериям относятся грамположительные, не спорообразующие, неподвижные, каталазоотрицательные, анаэробные (факультативные анаэробы), гетеротрофные микроорганизмы с довольно сложными питательными потребностями, бродильным типом энергетического метаболизма, сбраживающие углеводы с образованием молочной кислоты. Они существенно различаются:

- морфологически – кокки и палочки;
- по отношению к температуре – мезофильные и термофильные;
- по сбраживанию углеводов – гомоферментативные и гетероферментативные [2].

К пробиотическим микроорганизмам относятся виды, представленные в табл. 1

Выделяют следующие группы культур:

1. Лактококки

Включают следующие подвиды: *Lactococcus lactis subsp. lactis* (молочный лактококк), *Lactococcus lactis subsp. cremoris* (сливочный лактококк), *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* (диацетильный лактококк).

Они составляют подавляющую часть микрофлоры большинства ферментированных молочных продуктов (сметана, творог, сыры с низкой температурой второго нагревания, рассольные и мягкие сыры, напитки).

Оптимальная температура роста лактококков составляет 25-30 °С, минимальная – 8 °С,

Таблица 1. Виды пробиотических микроорганизмов

Lactobacillus	Bifidobacterium
<i>L. helveticus</i> <i>L. acidophilus</i> <i>L. casei</i> <i>L. paracasei</i> <i>L. fermentum</i> <i>L. plantarum</i> <i>L. gasserii</i> <i>L. rhamnosus</i> <i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> <i>L. delbrueckii subsp. lactis</i>	<i>B. adolescentis</i> <i>B. bifidum</i> <i>B. lactis</i> <i>B. longum</i> <i>B. pseudocatenulatum</i>

максимальная: для *Lac. lactis* – 42-43 °С, *Lac. diacetylactis* – 40-41 °С, *Lac. cremoris* – 38-39 °С.

Предельная кислотность, достигаемая в молоке в процессе культивирования при оптимальной температуре в течение 7 суток (в этих условиях после 7 суток начинается вымирание культуры и рост кислотности останавливается): *Lac. Lactis* – 110-130 °Т, *Lac. Diacetylactis* – 70-125 °Т, *Lac. Cremoris* – 100-115 °Т.

2. Лейконостоки

Род *Leuconostoc* объединяет 9 видов. В молочной промышленности значение имеют 2 вида: *Leuconostoc lactis* и *Leuconostoc mesenteroides*, которые включают 3 подвида: *dextranicum*, *cremoris*, *mesenteroides*. Микроорганизмы этого рода включают в состав заквасочной микрофлоры для производства кисломолочного масла, творога, различных сыров с низкой температурой второго нагревания.

Лейконостоки применяются для регулирования вкуса и ароматообразования, формирования рисунка сыра, а также для созревания молока. Среди лейконостоков часто встречаются культуры с выраженным антагонистическим действием на БГКП (зона подавления до 22 мм). Многие штаммы лейконостоков обладают выраженной специфической антибиотической активностью, в частности, по отношению к бактериям группы кишечной палочки, а также к психротрофным бактериям при температуре 7 °С.

Лейконостоки в молоке развиваются медленно. Большинство культур молоко не свертывают, их предельная титруемая кислотность – от 40 до 80 °Т, оптимальная температура роста – 25-30 °С, минимальная – 8 °С, максимальная – 40 °С.

3. Мезофильные лактобациллы

В производстве ферментированных молочных продуктов их используют для подавления роста, размножения и жизнедеятельности опасной и технически вредной микрофлоры, а также для активизации протеолитических и липолитических процессов, ускоряющих созревание молока и сыра. В молоке развиваются медленно, предельная титруемая кислотность – 80-180 °Т. Оптимальная температура роста – 30-32 °С, минимальная – 10 °С, максимальная – 45 °С.

Lactobacillus casei subsp. casei (сырная палочка) постоянно обнаруживается в различных

сырах, особенно на поздних стадиях их созревания. *Lactobacillus casei* отличается от *Lactobacillus plantarum* способностью образовывать газ из цитрата натрия. Оптимальная температура роста – 30-32 °С, минимальная – 10 °С, максимальная – 45 °С.

Lactobacillus plantarum используется в составе микрофлоры антагонистических заквасок и для производства пробиотических напитков, так как является представителем резидентной микрофлоры кишечника.

Закваски, содержащие *Lactobacillus plantarum* со специфической антагонистической активностью к маслянокислым и энтеробактериям, широко применяются в промышленности. В настоящее время биологические методы борьбы с вредной для сыроделия микрофлорой появились и за рубежом (так называемые, защитные культуры).

4. *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* (термофильный молочнокислый стрептококк)

Является гомоферментативным микроорганизмом. Ранее назывался *Streptococcus thermophilus*. Клетки термофильного стрептококка немного крупнее лактококков, их оптимальная температура роста – 40-46 °С, максимальная – 53-55 °С, минимальная – 15 °С.

Предельная титруемая кислотность термофильного стрептококка составляет 110-120 °Т. Многие штаммы термофильного стрептококка свертывают молоко с образованием вязких, иногда тягучих сгустков. Это связано с их способностью образовывать в молоке экзополисахарид, в состав которого входит галактоза и глюкоза. Благодаря этой способности, его используют в составе заквасок для кисломолочных продуктов для улучшения консистенции.

5. Термофильные молочнокислые палочки – *Lactobacillus helveticus* (швейцарская палочка), *L. delbrueckii subsp. bulgaricum* (болгарская палочка), *L. acidophilus* (ацидофильная палочка), *L. delbrueckii subsp. lactis* (молочная палочка).

Являются активными кислотообразователями, они сквашивают молоко через 3-4 ч, предельная кислотность достигает 200-350 °С. Сгусток молока прочный, ровный, вкус чистый, кислый. *Lactobacillus lactis* – может развиваться при 22-45 °С, оптимальная температура развития – 40 °С. Может расти при наличии в среде 4 %-й желчи. Предельная кислотность – 300 °Т.

L. delbrueckii subsp. vulgaricum относится к сильным кислотообразователям, предельная кислотность составляет 200-350 °Т, оптимальная температура роста – 40-45 °С, минимальная – 20-22 °С, максимальная – 45-50 °С.

Болгарская палочка применяется при производстве сыров с чеддеризацией и плавлением сырной массы и рассольных. Болгарскую палочку в сочетании с термофильным стрептококком применяют в качестве энергичного кислотообразователя при производстве напитков, например йогурта «Снежжа», «Мечниковской простокваши». Она

обладает способностью накапливать антибиотические вещества, подавляющие рост БГКП, споровых аэробных микроорганизмов (гнилостных бактерий) и др., оказывает противоопухолевое и геронтологическое действие на организм человека.

Lactobacillus acidophilus

Используются в составе заквасок при получении функциональных молочных продуктов. Оптимальная температура составляет 37-40 °С, минимальная – 20 и максимальная 55 °С. Предельная кислотность молока – 300 °Т.

Ацидофильная палочка является кишечным микроорганизмом, который можно выделить из содержимого пищеварительного тракта человека и теплокровных животных. После культивирования в молоке, ацидофильная палочка способна вновь приживаться в кишечнике человека и подавлять там развитие патогенных и нежелательных микроорганизмов (сальмонеллы, шигеллы, стафилококки, эшерихии и др.) Антагонистическое действие ацидофильной палочки обусловлено продуцируемыми антибиотиками – ацидофилином и лактоцидином. Продукты с ацидофильной палочкой – ацидофилин, ацидофильная простокваша и паста, кумыс и другие являются функциональными пробиотическими продуктами.

6. Бифидобактерии

в 1900 году Тисье были выделены и описаны группы бифидобактерий, и с тех пор систематическое положение и классификация бифидобактерий постоянно совершенствуются. Раздвоение клеток послужило поводом для родового названия (*bifidus* в переводе с латинского означает раздвоение). В настоящее время род *Bifidobacterium* помещен в группу 20 – «Грамположительные неспорообразующие палочки неправильной формы». Бифидобактерии являются представителями облигатной микрофлоры кишечника человека. Они являются строгими анаэробами, их оптимальная температура – 37-40 °С, минимальная – 18-20 °С, максимальная – 45-50 °С. В молоке размножаются слабо, большинство культур молоко не свертывают или свертывают более чем через 24 ч при большой дозе инокулята (5% и более). При добавлении в молоко стимуляторов роста (дрожжевого автолизата, кукурузного экстракта, гидролизованного молока) размножение и кислотообразование бифидобактерий активизируются.

Род *Bifidobacterium* включает в себя 24 вида. В молочной промышленности нашли применение 5 видов бифидобактерий: *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. infantis*, *B. breve*, *B. longum*.

Бифидобактерии сообщают продукту диетические и лечебные свойства, синтезируя витамины группы В, витамин К, а также незаменимые аминокислоты. Эти микроорганизмы разрушают канцерогенные вещества, образуемые некоторыми представителями кишечной микрофлоры при азотном обмене, выполняя, таким образом, роль «второй печени».

7. Пропионовокислые (пропионовые) бактерии

В 1878 году из сыров были выделены пропионовые бактерии. Их оптимальная температура роста составляет 22-30 °С, минимальная – 15 °С, максимальная – 40 °С. Оптимальный pH равен 6,8-7,2. В молоке пропионовокислые бактерии развиваются медленно и свертывают его через 5-7 дней. Несмотря на слабую энергию кислотообразования, предельная кислотность может достигать 160-170 °С.

Пропионовокислые бактерии способны синтезировать витамин В₁₂ и обогащать им молочные продукты. Поэтому их применяют в производстве пробиотических напитков. Они являются представителями необходимой микрофлоры для производства большинства сыров с высокими и средними температурами второго нагревания и отвечают за формирование в них специфического, слегка сладковатого пряного вкуса и крупного рисунка, образуемых в результате сбраживания части лактатов до пропионовой кислоты и СО₂ и расщепления казеина с образованием большого количества пролина (аминокислоты), обладающего сладковатым вкусом.

В табл. 2 приведены исследования по определению сквашиваемой активности отобранных в коллекцию штаммов, как одного из важных технологических факторов.

Таблица 2. Сквашивающая способность микроорганизмов коллекционных промышленных штаммов молочнокислых бактерий при оптимальной для роста температуре

Исследуемая группа микроорганизмов	Время образования сгустка в молоке при внесении 3,0 %-й закваски, ч
<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. diacetyl-lactis</i>	5 – 5,75
<i>Lactococcus lactis subsp. diacetyl-lactis</i>	24 – 36
<i>Leuconostoc</i>	24
<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	24
<i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i>	4 – 6
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis</i>	3 – 4,5
<i>Streptococcus thermophilus</i>	2,5 – 4
<i>Propionibacteriu freudenreichii</i> , <i>P. shermanii</i>	152 – 168
<i>Bifidobacterium longum</i> , <i>B. lactis</i> , <i>B. adolescentis</i>	24

Полученные результаты по сквашивающей способности коллекционных штаммов подтверждают возможность их использования в составе бактериальных заквасок для производства ферментированных молочных продуктов.

На участке по производству заквасок РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с 1997 года началось производство заквасок сухих и концентрированных бактериальных заквасок, ассортимент которых к настоящему времени составляет более 150 видов [3]. В табл. 3 приведен видовой состав микроорганизмов, используемый для производства одной из наиболее востребованных заквасок «Пробилакт».

Востребованность данной закваски связана с тем, что сквашивающей основой в ней являются специально отселекционированные штаммы термофильного стрептококка, а в зависимости от вида закваски, в ней могут содержаться до 5 штаммов пробиотических микроорганизмов [4, 5].

Все концентрированные закваски производятся по одной технологической схеме, представленной на рис. 2.

Согласно схеме, производство концентрированных заквасок состоит из 9 основных этапов: отбор штаммов, составление многоштабмовых консорциумов, трех регенераций культивирования, концентрирования бактериальных слеток, смешивания биомассы с защитной средой, замораживания и лиофильной сушки. Каждый технологический этап для конкретного вида заквасок имеет свои особенности и является предметом

Таблица 3. Бактериальные концентраты «Пробилакт»

Наименование	Состав микрофлоры концентрата
БК «ПРОБИЛАКТ»-1	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei
БК «ПРОБИЛАКТ»-2	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium ssp.
БК «ПРОБИЛАКТ»-3	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium ssp., Lactobacillus casei
БК «ПРОБИЛАКТ»-4	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus helveticus, Lactobacillus casei
БК «ПРОБИЛАКТ»-5	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus helveticus, Bifidobacterium ssp.
БК «ПРОБИЛАКТ»-6	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus helveticus, Bifidobacterium ssp., Lactobacillus casei
БК «ПРОБИЛАКТ»-7	Lactobacillus helveticus

исследований.

Способы применения бактериальных заквасок разработаны в зависимости от их состава, вида производимого продукта и качественных показателей самой закваски (табл. 4).



Рис. 2. Технологическая схема производства

Таблица.4. Способы применения бактериальных заквасок

Наименование бактериальных заквасок	Способы применения	Объем заквашиваемого сырья в зависимости от единиц активности
<i>Закваски бактериальные и тест культуры</i>	для приготовления производственной закваски (трехпересадочным способом) или в качестве тест-культур	1 порция на 0,1 л (для термофильных заквасок) 1 порция на 2 л (для МС, МТ, КД)
<i>Закваски концентрированные бактериальные сухие</i>		
термофильного стрептококка	для приготовления производственной закваски или для прямого внесения в сырье	1ЕА на 100 л 3 ЕА на 300 л 5ЕА на 500 л 10 ЕА на 1 000 л 20 ЕА на 2000 л
ацидофильной палочки		
<i>Lactobacillus helveticus</i>		
для сметаны: БКс, КМТС		
для творога		
для сыра (СБК-СЫР-1, СБК-СЫР-2)		
для силосования растительной массы		
для био ЗЦМ«Биомикс-вет»	для прямого внесения в сырье	0,1 ЕА-5 ЕА на 1000 л в зависимости от вида и назначения концентрата
для биопродуктов «ПРОБИЛАКТ»		
для биопродуктов «Биолюкс»		
для сыра (СБК-СЫР-3)		
бифидобактерий		
мезофильных лактобацилл <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus casei</i>		

Данные табл. 3 дают сведения о необходимом количестве закваски, выраженном в единицах активности ЕА, для проведения технологических операций при выработке определенного вида молочного продукта. Бактериальные закваски «Пробилакт» используются на Мозырском, Гродненском, Полоцком и др. молочных заводах при производстве кисломолочных продуктов.

Заключение

Таким образом, комплекс научных исследований основных этапов получения бактериальных заквасок, включающий селекцию микроорганизмов и создание коллекции, разработку технологических режимов производства и способов применения, позволил создать в Республике Беларусь промышленное производство всего ассортимента заквасок для производства как новых видов молочной продукции, так и традиционных, а также обеспечить их импортозамещение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафроненко, Л.В. Создание Национальной коллекции промышленных штаммов лакто- и бифидобактерий / Л.В. Сафроненко, Л.В. Прудникова, Н.В. Дудко // Техника и технология пищевых производств:

матер. Междунар. научн.-технич. конф. – Могилев, 1998. – С. 232-233.

2. Сотченко, О.Г. Кислотообразующая активность мезофильных лактококков, входящих в состав лиофилизированных и замороженных бактериальных концентратов / О.Г. Сотченко, Л.В. Сафроненко // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2009. – №1. – С. 14-18.

3. Сафроненко, Л.В. Отечественные технологии производства бактериальных препаратов и заквасок / Л.В. Сафроненко // Микробное разнообразие: состояние, стратегия сохранения, экологические проблемы: матер. Междунар. науч.-технич. конф., 8-11 октября 1996 г. – Пермь, 1996. – С. 45-46.

4. Выделение и идентификация лакто- и бифидобактерий для производства функциональных продуктов / Л.В. Сафроненко // Пища. Экология. Человек: матер. 4-й Междунар. научн.-технич. конф., Москва, 18-19 декабря 2001 г. – М. – С. 95.

5. Сафроненко, Л.В. Подбор пробиотических микроорганизмов по основным производственно-ценным свойствам, предназначенных для производства продуктов детского питания / Л.В. Сафроненко, Н.К. Жабанос, Н.Н. Фурик, Е.В. Сафроненко // Агропанорама. – 2014. – №1. – С. 21-25.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 17.12.2018