

БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 67.02:637.146.33
https://doi.org/10.47612/2220-8755-2021-16-46-54

Поступила в редакцию 21 ноября 2022 года

*Е.М. Коровацкая, Н.Н. Фурик, к.т.н., Н.К. Жабанос, к.т.н., С.Л. Василенко, к.б.н.
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КУЛЬТУР-АНТАГОНИСТОВ НА ТЕХНИЧЕСКИ-ВРЕДНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В ПРОЦЕССЕ СКВАШИВАНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ХРАНЕНИЯ СЛИВОК

*E. Korovatskaya, N. Furik, N. Zhabanos, S. Vasylenko
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

STUDY OF THE INFLUENCE OF ANTAGONIST CULTURES ON TECHNICALLY HARMFUL MICROORGANISMS IN THE PROCESS OF CREAMING AND SUBSEQUENT STORAGE OF CREAM

e-mail: ekorovatskaya@mail.ru, furik_nn@tut.by, nzhabanos@tut.by, vasylenko@tut.by

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния культур-антагонистов на технически-вредные микроорганизмы в процессе сквашивания и последующего хранения сливок. Исследование показало, что антагонистическая активность культур-антагонистов в сливках к технически вредным микроорганизмам является штаммоспецифической характеристикой и зависит от стадий технологического процесса, а также от начальной дозы внесения культуры-антагониста в сливки. Например, для пропионовокислых бактерий *Propionobacterium freudenreichii* 2017 МНО-К интенсивность антагонистической активности отмечалась на стадии охлаждения сквашенных образцов сливок до $4 \pm 2^\circ\text{C}$ и хранения. Активной дозой внесения для *Propionobacterium freudenreichii* 2017 МНО-К при воздействии на плесень *Fusarium oxysporum* стала $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ (минимальная из исследованных дозировок), а для *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 2717 М-А – $5 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ (максимальная из изученных). Таким образом, при выборе культур-антагонистов в качестве защитных при изготовлении кисломолочных продуктов на основе сливок следует учитывать условия, в которых антагонизм должен проявиться (тип молочного сырья, технологические режимы изготовления продукта) и дозу внесения культуры-антагониста в сливки.

Ключевые слова: антагонистическая активность; защитные культуры; молочнокислые микроорганизмы; сливки; технически-вредные микроорганизмы.

The article presents the results of studies on the influence of antagonist cultures on technically harmful microorganisms in the process of fermentation and subsequent storage of cream. The study showed that the antagonistic activity of antagonist cultures in the cream against technically harmful microorganisms is a strain-specific characteristic and depends on the stages of the technological regime, as well as on the initial dose of the antagonist culture added to the cream. For example, for propionic acid bacteria *Propionobacterium freudenreichii* 2017 МНО-К, the intensity of antagonistic activity increased after cooling of fermented cream samples to $4 \pm 2^\circ\text{C}$ and storage. The active application dose for *Propionobacterium freudenreichii* 2017 МНО-К when exposed to *Fusarium oxysporum* mold was $1 \cdot 10^5$ CFU/cm³ (the minimum of the studied dosages), and for *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 2717 М-А – $5 \cdot 10^5$ CFU/cm³ (the maximum of those studied). Thus, when choosing antagonist cultures as protective ones in the manufacture of fermented milk products based on cream, one should take into account the conditions under which antagonism should manifest itself (type of raw milk, technological regimes for manufacturing the product) and the dose of introducing the antagonist culture into cream.

Key words: antagonistic activity; protective cultures; lactic acid microorganisms; cream; technically harmful microorganisms.

Введение. Значительная бактериальная обсемененность, наличие антибактериальных веществ и низкий уровень белка являются одними из основных проблем, с которыми сталкиваются производители при приемке молока [1].

Обсеменённость молочного сырья можно снизить термической обработкой молока, однако, после неё в молочном сырье может находиться остаточная микрофлора, которая представлена преимущественно термостойкими микроорганизмами: спорообразующими бактериями, термофильными молочнокислыми палочками и кокками, энтерококками. Посторонняя микрофлора может присутствовать и на поверхности технологического оборудования. Несоблюдение режима пастеризации молочного сырья, неудовлетворительная мойка и дезинфекция оборудования, несоблюдение температурных и других технологических режимов приводит к контаминации сырья (а, в последствии, готового продукта) технически-вредными микроорганизмами [2]. Одним из решений данных проблем может быть использование культур-антагонистов в процессе ферментации молока или сливок. Молочнокислые бактерии синтезируют разнообразные биологически активные вещества: органические кислоты, этанол, углекислоту, ферменты, вещества с антибиотической активностью [3-6], что позволяет им проявлять выраженный антагонизм в отношении различных микроорганизмов, в том числе и патогенных. Такие штаммы можно использовать при изготовлении ферментированных молочных продуктов в качестве защитных культур.

Защитные культуры представляют собой альтернативные биологические средства защиты кисломолочных продуктов и сыров от развития нежелательной микрофлоры (в том числе, санитарно-показательных микроорганизмов, которые не должны обнаруживаться в том или ином количестве продукта, технически вредной микрофлоры, которая не нормируется в продукте, но является опасной для самого продукта (спорообразующие, гнилостные микроорганизмы, вызывающие пороки органолептики и структуры)) [7].

При изготовлении кисломолочных продуктов заквасочные микроорганизмы вносят в пастеризованное молочное сырьё (молоко или сливки), однако, остаточная микрофлора может развиваться в процессе сквашивания. Часть микрофлоры незаквасочного происхождения активизируется в присутствии микроорганизмов закваски, некоторые микроорганизмы могут снижать активность основной закваски, а незначительное количество – подавляется заквасочной микрофлорой [8]. Усилить подавление нежелательной микрофлоры в процессе изготовления и хранения кисломолочных продуктов можно с помощью добавления к основной закваске культур, обладающих антагонистической активностью к технически-вредным микроорганизмам, что позволит с одной стороны улучшить качество готового продукта, а с другой – продлить его срок годности.

Таким образом, целью исследования является оценка влияния культур-антагонистов на развитие технически-вредных микроорганизмов в процессе сквашивания сливок и их последующего хранения.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись сухие закваски культур молочнокислых бактерий, изготовленных на основе штаммов из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и бактериофагов с подтвержденной антагонистической активностью к технически-вредным микроорганизмам: закваски лактобацилл (штаммы *Lactobacillus helveticus* 1191 TL-AF, *Lactobacillus plantarum* 1190 ML-AF, *Lactobacillus fermentum* 2650 TL-O, *Lactobacillus gasseri* 2648 TL-O, *Lactobacillus sakei* 2800 ML-O) и лактококков (штаммы *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 2717 M-A, *Lactococcus lactis subsp. lactis* 487 M-A, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* 2187 M-A), пропионовокислых бактерий (штамм *Propionibacterium freudenreichii* 2017 МНО-К) [9, 10], сухая закваска лактококков (из штаммов *Lactococcus lactis subsp. lactis* 835 M-A, 2359 M-A, 2812 M-A, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* 952 M-ADG, 2744 M-ADV), закваска сухая концентрированная поливидовая «Оптима протект-5» (видовой состав: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Propionibacterium ssp*), а также

сухие культуры технически-вредных микроорганизмов (дрожжей *Candida albicans*, кишечной палочки *E. coli* Y5-3R16, плесневого гриба *Fusarium oxysporum*).

С целью оценки влияния культур-антагонистов на развитие технически-вредных микроорганизмов в процессе сквашивания и последующего хранения сливок осуществлялась контаминация сырья (в количестве $1 \cdot 10^2$ КОЕ/см³) тест-культурами кишечной палочки, дрожжей и плесневого гриба.

В лабораторных условиях провели сквашивание сливок закваской лактококков с добавлением культур-антагонистов. Для этого в 100 мл пастеризованных сливок (жирностью 20%) вносили сухую закваску лактококков (в количестве $3 \cdot 10^6$ КОЕ/см³) и сухие закваски культур-антагонистов (в количестве $3 \cdot 10^4$ КОЕ/см³, $8 \cdot 10^4$ КОЕ/см³, $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ или $5 \cdot 10^5$ КОЕ/см³). Образцы сливок инкубировали в термостате при 30°C в течение 10 ч, а затем помещали в холодильник ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) на 7 суток хранения.

Микробиологический контроль полученных образцов на содержание технически-вредных микроорганизмов проводили на стадиях: 1 – через 10 ч культивирования при 30°C, 2 – через 20 ч хранения при $4 \pm 2^\circ\text{C}$, 3 – через 7 суток хранения при $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Количество технически-вредных тест-культур определяли чашечным методом путем высева из соответствующих разведений на селективные среды.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения исследований проанализировали влияние культур лактобацилл, пропионовокислых бактерий, лактококков и закваски «Оптима протект-5» (далее – культуры-антагонисты) на развитие дрожжей *Candida albicans* в процессе сквашивания сливок и последующего хранения сквашенного продукта при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$ (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Содержание *Candida albicans* в образцах сквашенных сливок

Обозначение образца	Доза внесения культуры-антагониста, КОЕ/см ³	Содержание технически-вредной тест-культуры, КОЕ/г				
		Режим и время культивирования				
		0 ч	30°C, 10ч	$4 \pm 2^\circ\text{C}$, 20 ч	$4 \pm 2^\circ\text{C}$, 7 сут	
Сливки, сквашенные закваской лактококков (контрольный образец)	–	$3,7 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^3$	$6,2 \cdot 10^2$	$4,3 \cdot 10^5$	
Сливки, сквашенные закваской лактококков	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 2717 М-А	$8 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$3,8 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$	$6,4 \cdot 10^5$
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 2717 М-А	$1 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^2$	$8,6 \cdot 10^2$	$6,4 \cdot 10^5$
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 2717 М-А	$5 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^2$	$3,0 \cdot 10^1$	<10	$4,0 \cdot 10^3$
	+ <i>Lactobacillus helveticus</i> 1191 TL-AF	$3 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$	$7,5 \cdot 10^5$
	+ <i>Lactobacillus plantarum</i> 1190 ML-AF	$3 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^3$	$3,7 \cdot 10^2$	$6,8 \cdot 10^5$
	+ <i>Lactobacillus plantarum</i> 1190 ML-AF	$1 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^2$	$5,4 \cdot 10^2$	$5,5 \cdot 10^2$	$6,9 \cdot 10^5$
	+ <i>Lactobacillus plantarum</i> 1190 ML-AF	$5 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^2$	$3,7 \cdot 10^2$	$8,3 \cdot 10^2$	$3,5 \cdot 10^5$
	+ <i>Propionobacterium freudenreichii</i> 2017 МНО-К	$3 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$2,9 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$	$6,5 \cdot 10^4$
	+ Закваска сухая концентрированная «Оптима протект - 5»	$1 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^2$	$6,2 \cdot 10^2$	$4,8 \cdot 10^2$	$5,2 \cdot 10^5$
	+ Закваска сухая концентрированная «Оптима протект - 5»	$5 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^2$	$6,1 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^4$
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 487 М-А	$8 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^5$
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> 2187 М-А	$8 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^3$	$6,2 \cdot 10^2$	$6,5 \cdot 10^4$
	+ <i>Lactobacillus fermentum</i> 2650 TL-O	$3 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$3,5 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^5$
+ <i>Lactobacillus gasseri</i> 2648 TL-O	$3 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$3,9 \cdot 10^3$	$5,9 \cdot 10^1$	$6,5 \cdot 10^4$	
+ <i>Lactobacillus sakei</i> 2800 ML-O	$3 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^2$	$3,5 \cdot 10^2$	$5,9 \cdot 10^1$	$1,4 \cdot 10^5$	

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из таблицы 1, в образце, содержащем *Propionibacterium freudenreichii* 2017 МНО-К количество дрожжей после образования сгустка составило $2,9 \cdot 10^2$ КОЕ/г (в 4,8 раз меньше, чем в контрольном образце без культур-антагонистов) и продолжало снижаться во время хранения в течение 20 ч при $4 \pm 2^\circ\text{C}$ до $2,0 \cdot 10^2$ КОЕ/г (в 3,1 раза меньше чем в контрольном образце). При хранении образца в течение 7 суток при $4 \pm 2^\circ\text{C}$ зафиксировано увеличение содержания дрожжей до $6,5 \cdot 10^4$ КОЕ/г, что в 6,6 раз меньше, чем в контрольном образце (рисунок 1 а).

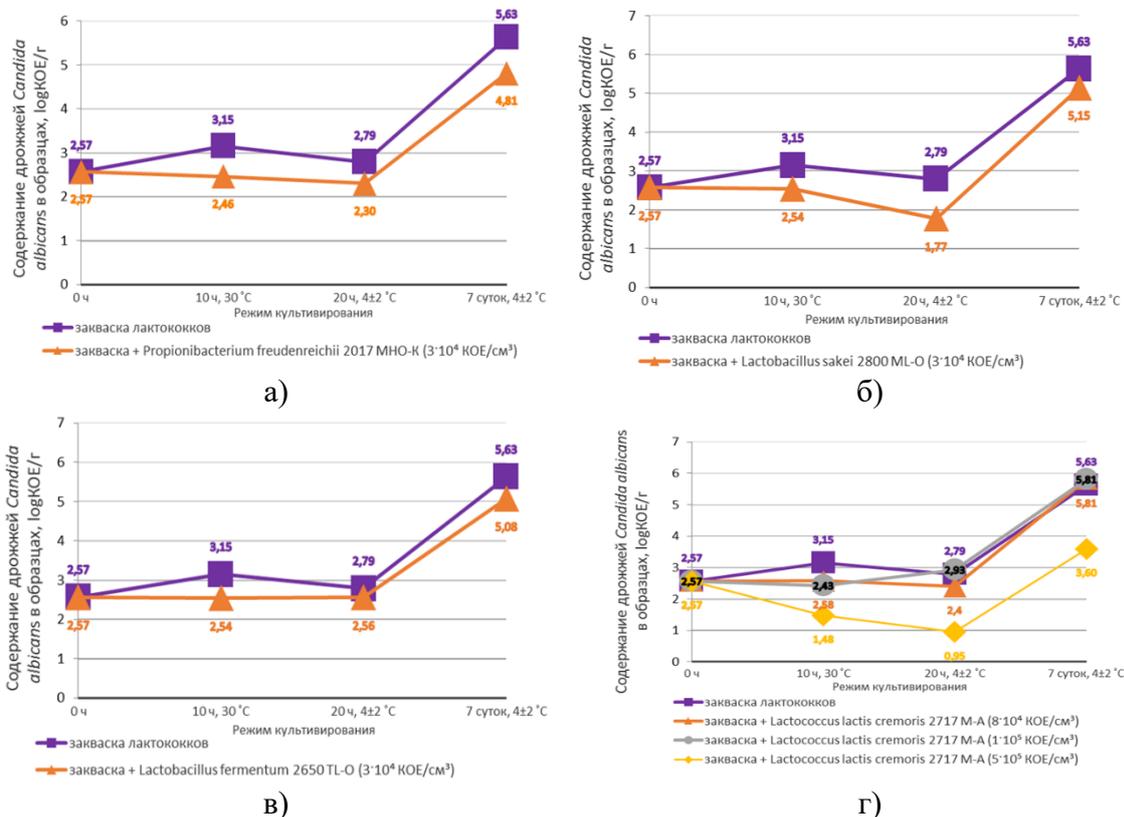


Рисунок 1 – Содержание дрожжей *Candida albicans* в образце сквашенных сливок закваской лактококков, содержащем культуру-антагониста:

- а) – *Propionibacterium freudenreichii* 2017 МНО-К; б) – *Lactobacillus sakei* 2800 ML-O; в) – *Lactobacillus fermentum* 2650 TL-O; г) – *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 2717 М-А

Источник данных: собственная разработка.

В образцах, содержащих культуры *Lactobacillus sakei* 2800 ML-O и *Lactobacillus fermentum* 2650 TL-O количество дрожжей было в 4 раза меньше, чем в контрольном образце после образования сгустка, в 10,5 и 3,4 раза после хранения в течение 20 ч при $4 \pm 2^\circ\text{C}$, в 3,1 и 3,6 раза через 7 суток хранения при $4 \pm 2^\circ\text{C}$ (рисунок 1 б, 1 в).

Добавление культуры *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 2717 М-А в количестве $5 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ позволило уменьшить количество дрожжей *Candida albicans* в 46,7, 62,0 и 107,5 раз по сравнению с контрольным образцом на исследованных стадиях. Другие исследованные дозировки данного лактококка оказались менее эффективны по отношению к *Candida albicans* в процессе сквашивания и последующего хранения сливок (рисунок 1 г).

Исследование показало, что внесение культуры *Lactobacillus plantarum* 1190 ML-AF во всех исследованных дозировках ($3 \cdot 10^4$, $1 \cdot 10^5$, $5 \cdot 10^5$ КОЕ/см³) позволило снизить количество дрожжей в 1,2, 2,6 и 3,8 раза, соответственно, на стадии образования сгустка. После хранения в течение 20 ч при $4 \pm 2^\circ\text{C}$ только в двух образцах

количество дрожжей было незначительно ниже, чем в контрольном образце (в 1,1 раза при дозе внесения $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ и в 1,7 раза при дозе внесения $3 \cdot 10^4$ КОЕ/см³), а после хранения в течение 7 суток только в образце с дозой внесения *Lactobacillus plantarum* 1190 ML-AF в количестве $5 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ отмечено сдерживание развития дрожжей в 1,2 раза по сравнению с контрольным образцом (таблица 1).

На следующем этапе работы провели оценку влияния культур-антагонистов на кишечную палочку *E. coli* Y5-3R16 в процессе сквашивания сливок и последующего хранения сквашенного продукта при 4 ± 2 °C (таблица 2, рисунок 2).

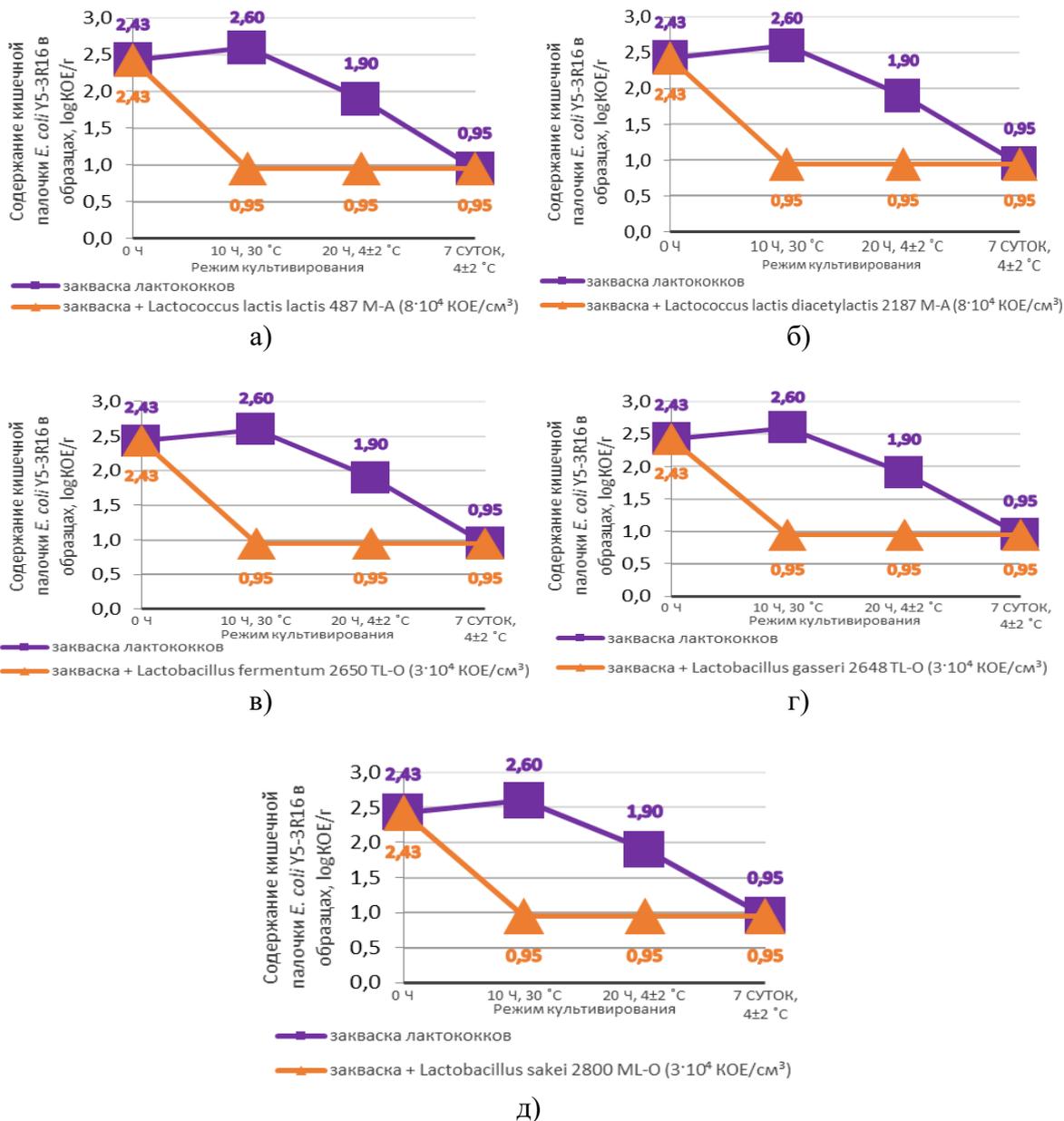


Рисунок 2 – Содержание кишечной палочки *E. coli* Y5-3R16 в образцах сквашенных сливок закваской лактококков, содержащих культуру-антагониста:

- а) – *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 487 M-A, б) – *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* 2187 M-A,
- в) – *Lactobacillus fermentum* 2650 TL-O, г) – *Lactobacillus gasseri* 2648 TL-O,
- д) – *Lactobacillus sakei* 2800 ML-O

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из рисунка 2, в образцах, содержащих культуры *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 487 M-A, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* 2187 M-A, *Lactobacillus*

fermentum 2650 TL-O, *Lactobacillus gasseri* 2648 TL-O, *Lactobacillus sakei* 2800 ML-O содержание кишечной палочки снизилось до менее 10 КОЕ/г (в соответствии с пороговой чувствительностью метода определения *E. coli*) и оставалось таковым на всех исследованных стадиях. В контрольном варианте отмечено менее интенсивное снижение количества колониеобразующих единиц *E. coli*.

В образце сквашенных сливок закваской лактококков с добавлением культуры *Propionobacterium freudenreichii* 2017 МНО-К отмечено бактерицидное воздействие на кишечную палочку только на 2-ой стадии после хранения в течение 20 ч при $4\pm 2^\circ\text{C}$: содержание *E. coli* Y5-3R16 снизилось до менее 10 КОЕ/г и оставалось таковым и после хранения в течение 7 суток (таблица 2).

В образцах сливок с *Lactobacillus helveticus* 1191 TL-AF, *Lactobacillus plantarum* 1190 ML-AF (дозы внесения $3\cdot 10^4$ и $5\cdot 10^5$ КОЕ/см³) и закваской «Оптима протект - 5» через 7 суток хранения количество кишечной палочки составляло менее 10 КОЕ/г.

При анализе контрольного образца регистрировали незначительное увеличение количества клеток *E. coli* Y5-3R16 в течение 10 ч сквашивания, с последующим отмиранием в процессе хранения в течение 7 суток до менее 10 КОЕ/г (рисунок 2, таблица 2.)

Таблица 2 – Содержание *E. coli* Y5-3R16 в образцах сквашенных сливок

Обозначение образца		Доза внесения культуры-антагониста, КОЕ/см ³	Содержание технически-вредной тест-культуры, КОЕ/г			
			Режим и время культивирования			
			0 ч	30°C, 10ч	4±2°C, 20 ч	4±2°C, 7 сут
Сливки, сквашенные закваской лактококков (контрольный образец)		–	$2,7\cdot 10^2$	$4,0\cdot 10^2$	$8,0\cdot 10^1$	<10
Сливки, сквашенные закваской лактококков	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i> 2717 М-А	$8\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	$3,7\cdot 10^2$	$1,0\cdot 10^2$	<10
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 2717 М-А	$1\cdot 10^5$	$2,7\cdot 10^2$	$1,2\cdot 10^2$	$1,1\cdot 10^2$	$2,0\cdot 10^1$
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i> 2717 М-А	$5\cdot 10^5$	$2,7\cdot 10^2$	$7,6\cdot 10^2$	$1,3\cdot 10^2$	$1,0\cdot 10^1$
	+ <i>Lactobacillus helveticus</i> 1191 TL-AF	$3\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	$2,3\cdot 10^5$	$1,7\cdot 10^4$	<10
	+ <i>Lactobacillus plantarum</i> 1190 ML-AF	$3\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	$2,8\cdot 10^5$	$2,1\cdot 10^4$	<10
	+ <i>Lactobacillus plantarum</i> 1190 ML-AF	$1\cdot 10^5$	$2,7\cdot 10^2$	$1,2\cdot 10^4$	$6,9\cdot 10^5$	$5,1\cdot 10^2$
	+ <i>Lactobacillus plantarum</i> 1190 ML-AF	$5\cdot 10^5$	$2,7\cdot 10^2$	$3,7\cdot 10^2$	$1,4\cdot 10^2$	<10
	+ <i>Propionobacterium freudenreichii</i> 2017 МНО-К	$3\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	$1,2\cdot 10^4$	<10	<10
	+ Закваска сухая концентрированная «Оптима протект - 5»	$1\cdot 10^5$	$2,7\cdot 10^2$	$2,5\cdot 10^2$	$2,5\cdot 10^2$	<10
	+ Закваска сухая концентрированная «Оптима протект - 5»	$5\cdot 10^5$	$2,7\cdot 10^2$	$9,0\cdot 10^2$	$6,0\cdot 10^2$	$1,0\cdot 10^1$
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 487 М-А	$8\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	<10	<10	<10
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> 2187 М-А	$8\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	<10	<10	<10
	+ <i>Lactobacillus fermentum</i> 2650 TL-O	$3\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	<10	<10	<10
+ <i>Lactobacillus gasseri</i> 2648 TL-O	$3\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	<10	<10	<10	
+ <i>Lactobacillus sakei</i> 2800 ML-O	$3\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^2$	<10	<10	<10	

Источник данных: собственная разработка.

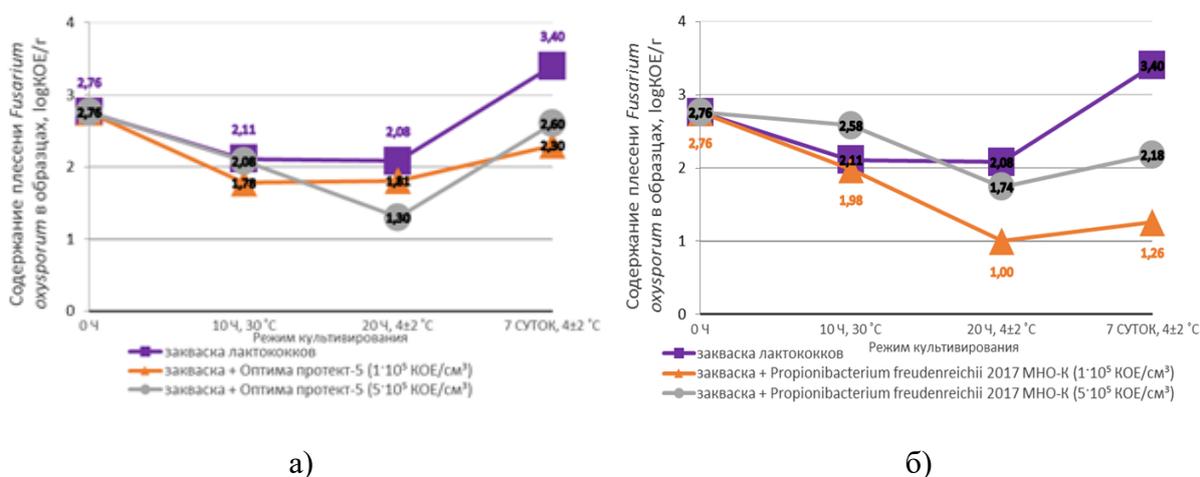
На следующем этапе работы проведена оценка влияния культур-антагонистов на плесень *Fusarium oxysporum* в процессе сквашивания и последующего хранения сливок (таблица 3, рисунок 3).

Как видно из таблицы 3, в образце, содержащем закваску сухую концентрированную поливидовую «Оптим протект - 5» (в количестве $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³) содержание плесени снизилось до $6,0 \cdot 10^1$ КОЕ/г (рисунок 3 а) на стадии после образования сгустка. Однако после хранения количество *Fusarium oxysporum* увеличивалось и составило $6,5 \cdot 10^1$ КОЕ/г (через 20 ч при $4 \pm 2^\circ\text{C}$) и $2,0 \cdot 10^2$ КОЕ/г (через 7 сут при $4 \pm 2^\circ\text{C}$) что в 1,8 и 12,5 раз меньше чем в контрольном образце.

Таблица 3 – Содержание *Fusarium oxysporum* в образцах сквашенных сливок

Обозначение образца	Доза внесения культуры-антагониста, КОЕ/см ³	Содержание технически-вредной тест-культуры, КОЕ/г				
		Режим и время культивирования				
		0 ч	30°C, 10ч	4±2°C, 20 ч	4±2°C, 7 сут	
Сливки, сквашенные закваской лактококков (контрольный образец)	–	$5,8 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^3$	
Сливки, сквашенные закваской лактококков	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 2717 М-А	$1 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$6,0 \cdot 10^1$	$1,6 \cdot 10^2$	$2,9 \cdot 10^2$
	+ <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 2717 М-А	$5 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$8,0 \cdot 10^1$	$1,1 \cdot 10^2$	$5,2 \cdot 10^2$
	+ <i>Lactobacillus helveticus</i> 1191 TL-AF	$1 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$	$7,5 \cdot 10^1$
	+ <i>Lactobacillus helveticus</i> 1191 TL-AF	$5 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$9,3 \cdot 10^1$
	+ <i>Lactobacillus fermentum</i> 2650 TL-O	$1 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$5,4 \cdot 10^2$	<10	$6,0 \cdot 10^1$
	+ <i>Lactobacillus fermentum</i> 2650 TL-O	$5 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^1$	$2,1 \cdot 10^2$
	+ <i>Lactobacillus sakei</i> 2800 ML-O	$1 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^3$
	+ <i>Lactobacillus sakei</i> 2800 ML-O	$5 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^3$
	+ <i>Propionibacterium freudenreichii</i> 2017 МНО-К	$1 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$9,5 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$	$1,8 \cdot 10^1$
	+ <i>Propionibacterium freudenreichii</i> 2017 МНО-К	$5 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$3,8 \cdot 10^2$	$5,5 \cdot 10^1$	$1,5 \cdot 10^2$
	+ Закваска сухая концентрированная «Оптим протект - 5»	$1 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$6,0 \cdot 10^1$	$6,5 \cdot 10^1$	$2,0 \cdot 10^2$
	+ Закваска сухая концентрированная «Оптим протект - 5»	$5 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^2$

Источник данных: собственная разработка.

Рисунок 3 – Содержание плесени *Fusarium oxysporum*

в образцах сквашенных сливок закваской лактококков, содержащих:

а) – закваску сухую концентрированную поливидовую «Оптим протект - 5»;

б) – культуру-антагониста *Propionibacterium freudenreichii* 2017 МНО-К

Источник данных: собственная разработка.

В образце сквашенных сливок с добавлением культуры *Propionobacterium freudenreichii* 2017 МНО-К (в количестве $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³) количество плесени снижалось до $9,5 \cdot 10^1$ КОЕ/г (на стадии образования сгустка) и $1,0 \cdot 10^1$ КОЕ/г (через 20 ч хранения при $4 \pm 2^\circ\text{C}$) и незначительно увеличилось (рисунок 3 б) при последующем хранении в течение 7 суток (до $1,8 \cdot 10^1$ КОЕ/г, что в 138,9 раз меньше, чем в контрольном образце).

Заключение. В результате проведенного исследования установлено, что антагонистическая активность культур-антагонистов в сливках к технически вредным микроорганизмам является штаммоспецифичной характеристикой и зависит от стадий технологического процесса, а также от начальной дозы внесения культуры-антагониста в сливки. Например, для пропионовокислых бактерий *Propionobacterium freudenreichii* 2017 МНО-К интенсивность антагонистической активности усиливалась после охлаждения сквашенных образцов сливок до $4 \pm 2^\circ\text{C}$ и хранения. Активной дозой внесения для *Propionobacterium freudenreichii* 2017 МНО-К при воздействии на плесень *Fusarium oxysporum* стала $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ (минимальная из исследованных дозировок), а для *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 2717 М-А – $5 \cdot 10^5$ КОЕ/см³ (максимальная из изученных).

Таким образом, при выборе культур-антагонистов в качестве защитных при изготовлении кисломолочных продуктов на основе сливок следует учитывать условия, в которых антагонизм должен проявиться (тип молочного сырья, технологические режимы изготовления продукта и сроки его хранения) и дозу внесения культуры-антагониста.

Список использованных источников

1. Банникова Л.А. Микробиологические основы молочного производства / Л.А. Банникова, Н.С. Королёва, В.Ф. Семенихина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с
2. Савелькина Н.А. Биохимия и микробиология молока и молочных продуктов. Часть 2: учебное пособие / Н.А. Савелькина – Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. – 120 с.
3. Семенов А.В. Антагонизм как результат межмикробных отношений / А.В. Семёнов // Бюллетень научного центра УрО РАН. – 2013. – С. 1-8.
4. Чернышов А.Ю. Антагонистическое действие пробиотических лактобактерий в отношении патогенных стрептококков различных серологических групп / А.Ю. Чернышов // Автореф. канд. мед. наук. - СПб, 2008. – 19 с.
5. Ганина В.И. Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии / В. И. Ганина. – М.: МГУПБ, 2001. – 169 с.
6. Ускова М.А. Изучение свойств пробиотических молочнокислых бактерий как биологически активных компонентов пищи / М.А. Ускова // Автореф. канд. биол. наук. - М, 2010. – 18 с.
7. Белкова М. Д. Повелитель времени – принцип, по которому работают защитные культуры AiBi® / М. Д. Белкова // Молочная
1. Bannikova L.A. Microbiological foundations of dairy production / L.A. Bannikova, N.S. Koroleva, V.F. Semenikhin. - M.: Agropromizdat, 1987. - 400 p.
2. Savelkina N.A. Biochemistry and microbiology of milk and dairy products. Part 2: study guide / N.A. Savelkina - Bryansk: Michurinsky branch of FSBEI HE "Bryansk State Agrarian University", 2015.- 120 p.
3. Semenov A.V. Antagonism as a result of intermicrobial relations / A.V. Semyonov // Bulletin of the Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. - 2013. - S. 1-8.
4. Chernyshov A.Yu. Antagonistic action of probiotic lactobacilli against pathogenic streptococci of various serological groups / A.Yu. Chernyshov // Author. cand. honey. Sciences. - St. Petersburg, 2008. - 19 p.
5. Ganina V.I. Probiotics. Purpose, properties and fundamentals of biotechnology / V. I. Ganina. - M.: MGUPB, 2001. - 169 p.
6. Uskova M.A. Study of the properties of probiotic lactic acid bacteria as biologically active components of food / M.A. Uskova // Author. cand. biol. Sciences. - M, 2010. - 18 p.
7. Belkova M. D. Time Lord - the principle by which I work protective cultures AiBi® / M. D. Belkova // Dairy industry. - 2015. - No. 6. - S. 34-

промышленность. – 2015. – № 6. – С. 34-35.

8. Мирошникова Е.П. Микробиология молока и молочных продуктов / Е.П. Мирошникова // Электронное учебное пособие.– Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005.-135 с.

9. Володько М.М. Отбор культур рода *Lactobacillus* из централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бак-терий для использования в производстве мясных изделий / Володько М.М., Марченко Н.М., Фурик Н.Н., Савельева Т.А., Жабанос Н.К. / Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XIII Международной научн.практ.конф.,(Минск, 1-2 октября 2014.)/ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: редкол.: В.Г.Гусаков и др. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – С. 42-44

10. Шолох О.А. Поливидовые бактериальные закваски для хлебобулочных изделий / Шолох О.А., Фурик Н.Н., Жабанос Н.К. Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X Международной научн.-техн. конференции, 23-24 апреля 2015 г., Могилев / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2015. – С. 110.

35.

8. Miroshnikova E.P. Microbiology of milk and dairy products / E.P. Miroshnikov // Electronic textbook. - Orenburg: GOU OGU, 2005.-135 p. of Finance, 2014. - S. 42-44

9. Volodko M.M. Selection of cultures of the genus *Lactobacillus* from the centralized industry collection of industrial strains of lactic acid bacteria for use in the production of meat products / Volodko M.M., Marchenko N.M., Furik N.N., Savelyeva T. A., Zhabanos N.K. / Innovative technologies in the food industry: materials of the XIII International Scientific and Practical Conference, (Minsk, October 1-2, 2014.) / RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food": editorial board: V.G. Gusakov and etc. - Minsk: Information Center of the Ministry

10. Sholokh O.A. Polyspecific bacterial starter cultures for bakery products / Sholokh O.A., Furik N.N., Zhabanos N.K. Technique and technology of food production: abstract. report X International Scientific and Technical. conference, April 23-24, 2015, Mogilev / EE "Mogilev State University of Foodstuffs"; editorial board: A.V. Akulich (responsible ed.) [and others]. - Mogilev: MGUP, 2015. - P. 110.