

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОВЫШЕНИЯ В МОЛОКЕ-СЫРЬЕ ЧИСЛА СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК НА ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

А. Л. Ишевский¹, П. И. Гунькова¹, А. С. Бучилина¹,
Е. Н. Волокитина¹, Е. Н. Неверов^{2, *}

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»,
197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

²ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: neverov42@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 20.10.2017

Дата принятия в печать: 11.12.2017

© А. Л. Ишевский, П. И. Гунькова, А. С. Бучилина,
Е. Н. Волокитина, Е. Н. Неверов, 2017

Аннотация. При заболеваниях коров и нарушениях правил их доения в молоке повышается число соматических клеток, приводящее к неблагоприятным изменениям состава и свойств молока-сырья и нарушению биохимических и микробиологических процессов при его переработке. Глубина изменений определяется степенью заболевания животных. Цель работы состояла в исследовании влияния числа соматических клеток в молоке-сырье на его способность к сквашиванию заквасочными культурами и качество готового продукта, а также в установлении предельно допустимого в молоке, направляемом на выработку кисломолочных напитков, содержания соматических клеток. Работа выполнена в лабораториях Санкт-Петербургского университета ИТМО, ряд исследований проводился в производственной лаборатории молочного завода. При проведении экспериментов применяли стандартные методики. В результате работы определено, что с повышением в молоке-сырье числа соматических клеток его способность к сквашиванию молочнокислыми бактериями при выработке кисломолочных напитков снижается. Торможение роста заквасочных микроорганизмов наблюдается при содержании СК более 300 тыс./см³ и становится значительным при его значении выше 400 тыс./см³. Превышение числа соматических клеток 500 тыс./см³ приводит к увеличению времени сквашивания молока термофильным стрептококком в 2 раза, а смешанной культурой – приблизительно в 1,5 раза, что недопустимо. Термофильные стрептококки являются наименее устойчивыми, по сравнению со смешанными культурами термофильного стрептококка и болгарской палочки, к повышенному содержанию соматических клеток. Повышение содержания соматических клеток в молоке-сырье отрицательно сказывается на качестве кисломолочного напитка – простокваши. Снижение качества простокваши отмечается при числе СК выше 300 тыс./см³. Использование молока с количеством СК более 400 тыс./см³ приводит к ухудшению органолептических показателей напитка. Качество простокваши, выработанной из молока с содержанием СК выше 500 тыс./см³, становится низким, что проявляется в недостаточном количестве молочнокислых бактерий, чрезмерно вязкой и слизистой консистенции, отделении сыворотки, появлении посторонних привкусов и запаха. Для обеспечения высокого качества кисломолочных напитков необходимо отбирать молоко-сырье с содержанием СК до 300 тыс./см³. Использование молока, имеющего более 400 тыс. клеток/см³, может привести к получению продукта с неприемлемым качеством.

Ключевые слова. Молоко-сырье, соматические клетки молока, технологические свойства молока-сырья

Для цитирования: Воздействие повышения в молоке-сырье числа соматических клеток на его технологические свойства и качество кисломолочных напитков / А. Л. Ишевский [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 47, № 4. – С. 46–53. DOI: 10.21603/2074-9414-2017-4-46-53.

THE INFLUENCE OF SOMATIC CELLS NUMBER INCREASE IN RAW MILK ON ITS TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND QUALITY OF FERMENTED DRINKS

A. L. Ishevskiy¹, P. I. Gunkova¹, A. S. Buchilina¹, E. N. Volokitina¹, E. N. Neverov^{2, *}

¹ITMO University,
49, Kronverksky Pr., St. Petersburg, 197101, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science
and Technology (University),
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: neverov42@mail.ru

Received: 20.10.2017

Accepted: 11.12.2017

© A. L. Ishevskiy, P. I. Gunkova, A. S. Buchilina,
E. N. Volokitina, E. N. Neverov, 2017

Abstract. The number of somatic cells in milk increases when cows are sick or the rules of their milking are violated. This leads to the unfavorable changes in the composition and properties of raw-milk as well as to the biochemical and microbiological issues during its processing. The significance of changes is determined by how sick the animals are. The objective of this work was to study the influence of somatic cells number in raw milk on its ability to be fermented by the starter cultures and on the quality of the final product. The authors also determined the maximum concentration of somatic cells in the milk which can be processed to produce fermented drinks. The work was carried out in the laboratories of ITMO University (St. Petersburg) and some analyses were made in a dairy plant laboratory. The authors were using standard techniques during the experiments. The obtained data showed that the ability of milk to be fermented by lactic acid bacteria during fermented drinks production decreases when the number of somatic cells in raw milk increases. The starter cultures growth inhibition took place when the number of somatic cells was more than 300 thousand/cm³ and it became significant when its value was above 400 thousand/cm³. When the number exceeded 500 thousand/cm³ the period of milk fermentation by *Streptococcus thermophilus* increased 2 times and by mixed cultures – about 1.5 times, which is unacceptable. *Streptococcus thermophilus* is less stable than mixed cultures containing *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* to the increased number of somatic cells. The increase of somatic cells number in raw milk has negative effect on the quality of such fermented drink as curdled milk. The decrease in curdled milk quality took place when the number of somatic cells was more than 300 thousand/cm³. When the authors used milk with more than 500 thousand/cm³ somatic cells this led to the decline in organoleptic properties of the drink. The quality of curdled milk produced from milk when the number of somatic cells was more than 500 thousand/cm³ was low. This became evident due to the insufficient number of lactic acid bacteria, too viscous and slimy consistency, whey separation, strange aftertaste and flavor. To ensure high quality of fermented drinks it is necessary to take raw milk with somatic cells number not more than 300CFU/g. The usage of milk having more than 400 thousand/cm³ somatic cells can lead to the production of the dairy product of unacceptable quality.

Keywords. Raw milk, milk somatic cells, raw milk technological properties

For citation: Ishevskiy A. L., Gunkova P. I., Buchilina A. S., Volokitina E. N., Neverov E. N. The influence of somatic cells number increase in raw milk on its technological properties and quality of fermented drinks. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 47, no. 4, pp. 46–53 (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2017-4-46-53.

Введение

Повышение числа соматических клеток (СК) свидетельствует о примеси в сборном молоке маститного. Маститы крупного рогатого скота широко распространены. В основном они имеют инфекционное происхождение или вызываются нарушением технологии машинного доения. Молоко, поступающее на переработку, нередко имеет в 1 см³ 500 тыс. и более соматических клеток. Молоко-сырье с высоким числом СК имеет высокую бактериальную обсемененность, содержит биологически активные стрептококки, стафилококки и микроскопические грибы [1, 3, 6]. В зависимости от глубины и характера заболевания изменяются состав и физико-химические свойства молока маститных коров. В молоке с примесью маститного возрастают: величина электропроводности до 0,7–1,7 См/м; количество ионов хлора до 140–200 мг %; содержание γ -казеинов до 10–15 % от κ -казеина, а также сывороточных белков; активность редуктаз, каталазы, липазы, фосфатазы. В нем снижаются: титруемая кислотность до 5–15 °Т; плотность до 1024–1025 кг/м³; содержание сухих веществ до 10,8 %; количество кальция и фосфора на 25–75 %, калия на 10 %, массовые доли лактозы, жира, казеина, витаминов В1, В2, С [1, 5, 7]. Изменение состава и свойств молока с примесью маститного приводит к нарушению биохимических и микробиологических процессов при его переработке и снижению качества кисломолочных продуктов [1, 4, 5, 7]. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) регламентирует содержание в молоке-сырье СК не более $7,5 \cdot 10^5$ в см³, согласно изменению № 2 к ГОСТ Р 52054 «Молоко коровье сырое. Технические условия» содержание СК в 1 см³ должно составлять не более $2,5 \cdot 10^5$ в молоке

высшего сорта, $4,0 \cdot 10^5$ – в молоке первого сорта и $7,5 \cdot 10^5$ в молоке второго сорта [8, 9]. Молоко, поступающее на переработку, нередко имеет в 1 см³ 500 тыс. и более соматических клеток.

Цель настоящей работы заключалась в исследовании влияния числа СК в молоке-сырье на способность молока к сквашиванию и качество готового продукта, а также в установлении предельно допустимого в молоке, направляемом на выработку кисломолочных напитков, содержания СК.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований были приняты:

– молоко коровье сырое цельное хозяйств Ленинградской области без ингибирующих веществ и антибиотиков, с содержанием жира 3,3–3,5 %, белков – 2,8–3,2 %, СОМО – 8,2–8,3 %; кислотностью 16,0–18,0 °Т; плотностью 1027–1029 кг/м³, количеством соматических клеток от 100 до более чем 750 тыс. в см³, КМАФАнМ от $5,0 \cdot 10^5$ до $6,0 \cdot 10^{10}$;

– стартовые культуры: YO-MIX 205 (DANISCO FRANCE SAS), состоящая из смеси штаммов *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*; CHOOZIT TA (DANISCO FRANCE SAS), состоящая из штаммов *Streptococcus thermophilus*; YO-MIX 300 (DANISCO FRANCE SAS) и YC-X 11 (CHR HANSEN) (обе культуры состоят из смеси штаммов *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*); – выработанный из исследуемого молока кисломолочный напиток – простокваша «Мечниковская».

Пробы молока отбирали в хозяйствах Ленинградской области в течение четырех сезонов

года. В зависимости от содержания СК молоко, отобранное для экспериментов, относили к группам согласно данным табл. 1.

Методы исследования, примененные в работе, аналогичны используемым на молочных заводах при контроле сырья и готовой продукции. В исследуемом молоке-сырье определяли: содержание жира, белков и СОМО – на приборе MilkScan Minor; титруемую кислотность – с использованием индикатора фенолфталеина; плотность – с помощью ареометра; содержание соматических клеток – на приборе «Соматос-В»; наличие ингибирующих веществ – путем проведения пробы с индикатором метиленовым голубым, присутствии антибиотиков (β -лактама, левомицетина, стрептомицина, тетрациклина) – экспресс-методом с помощью прибора Heat-Sensor. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в молоке учитывали путем посева его разведений на питательную среду МПА с последующим культивированием при температуре $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 72 часов, подсчетом и микроскопированием выросших колоний. Наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП) выявляли путем посева разведений молока в жидкую среду Кесслера с последующим их выращиванием при температуре $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 24 часов. Содержание дрожжей определяли путем посева молока и его разведений на твердую среду БФ, с дальнейшим их культивированием при температуре $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение пяти суток и микроскопированием выросших колоний. Показатель pH сквашиваемой смеси измеряли на приборе Hanna HI 8314. Кисломоломочный напиток (простоквашу) вырабатывали в лаборатории термостатным способом. Молоко пастеризовали при температуре $(92 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 5 мин; охлаждали до температуры заквашивания, равной $(45 \pm 1)^\circ\text{C}$; вносили в количестве 5% стартовую культуру, состоящую из смеси штаммов *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii*

subsp. bulgaricus; перемешивали и сквашивали при температуре, равной $(45 \pm 1)^\circ\text{C}$, до достижения смеси значения pH, равного 4,6, и образования плотного сгустка. По окончании сквашивания простоквашу охлаждали до температуры $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$ [2] и определяли показатели ее качества. Кислотность образующегося сгустка и готовой простокваши измеряли на pH-метре HI 8314 F, влагоудерживающую способность сгустка устанавливали методом центрифугирования на лабораторной центрифуге «ОКА», эффективную вязкость измеряли на ротационном вискозиметре «Реотест-2». Количество молочнокислых бактерий в сквашенном молоке и продукте подсчитывали методом предельных разведений, определяя наиболее вероятное число (НВЧ) бактерий. Для раздельного определения молочнокислых стрептококков и палочек использовали данные микроскопического анализа сгустка и значение титруемой кислотности сгустка. Содержание бифидобактерий контролировали путем посева разведений сквашенного молока на гидролизатно-молочную среду с неомицином. Органолептические свойства простокваши (консистенцию, вкус, запах) оценивали по 9-балльной шкале: 1 балл – крайне неприемлемый; 5 баллов – приемлемый; 9 баллов – чрезвычайно приемлемый продукт.

Результаты и их обсуждение

Важнейшим технологическим свойством молока-сырья при выработке кисломоломочных напитков является его способность к сквашиванию. В молоке с высокой микробной обсемененностью рост заквасочных культур тормозится, что приводит к образованию сгустка неудовлетворительного качества. Поэтому мы определяли содержание микроорганизмов и активность роста бактериальных культур в молоке с различным количеством соматических клеток. Изменение микробной обсемененности молока при увеличении в нем числа соматических клеток представлено в табл. 2.

Таблица 1 – Число соматических клеток в исследуемом молоке

Table 1 – Number of somatic cells in the analyzed milk sample

| Число СК, тыс./см ³ | Ниже 100 | От 101 до 200 | От 201 до 300 | От 301 до 400 | От 401 до 500 | От 501 до 750 | Выше 750 |
|--------------------------------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| Группа молока | I | II | III | IV | V | VI | VII |

Таблица 2 – Микробная обсемененность молока при увеличении содержания в нем соматических клеток

Table 2 – Milk microbial content when the number of somatic cells increases

| Показатель, КОЕ/см ³ * | Группа молока | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| КМАФАнМ | $5 \cdot 10^5$ | $9,1 \cdot 10^5$ | $1,0 \cdot 10^6$ | $1,9 \cdot 10^8$ | $2,1 \cdot 10^9$ | $2,4 \cdot 10^9$ | $6,0 \cdot 10^{10}$ |
| БГКП | 10^{-4} | 10^{-4} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-5} | Менее 10^{-6} | Менее 10^{-6} |
| Дрожжи | Нет | Нет | Нет | 2 | 6 | 11 | 18 |

*Для БГКП — титр, см³.

Данные табл. 2 свидетельствуют, что микробная обсемененность молока-сырья первых трех групп (с содержанием соматических клеток от 100 до 300 тыс./см³) различается незначительно. При дальнейшем повышении числа соматических клеток обсемененность существенно возрастает. Наиболее резкий – на два порядка – скачок КМАФАнМ наблюдается в молоке четвертой группы (число соматических клеток от 301 до 400 тыс./см³). В молоке с содержанием соматических клеток выше 300 тыс./см³ наблюдаются бактерии – возбудители маститов коров: диплококки, стрептококки, стафилококки, кишечные палочки и дрожжи. Таким образом, видна взаимосвязь между содержанием в молоке соматических клеток и его микробной обсемененностью.

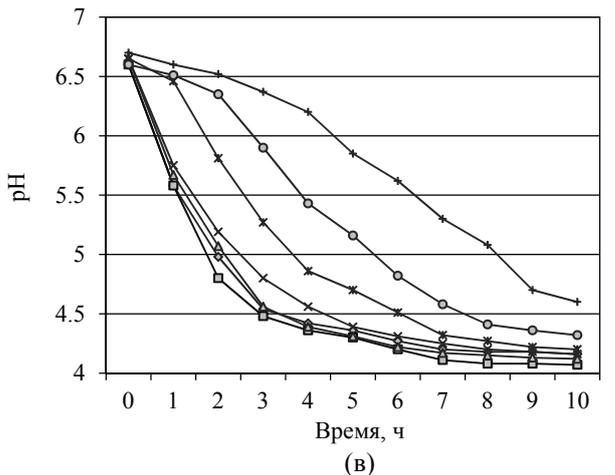
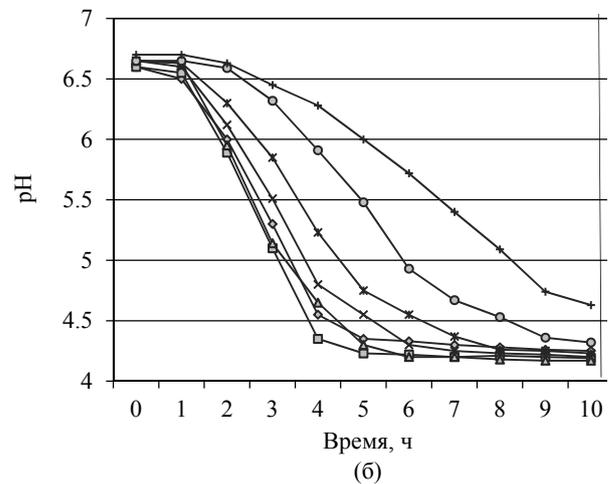
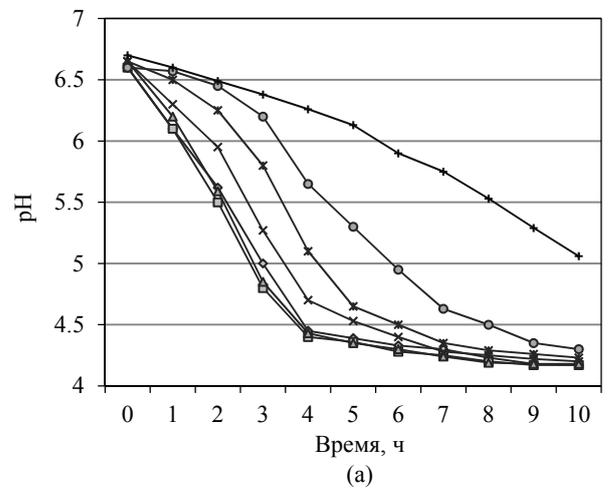
Об активности роста стартовых культур в молоке с различным количеством соматических клеток судили по изменению pH сквашиваемой смеси. Результаты исследований представлены на рис.1.

Из графиков, представленных на рис. 1, видно, что скорость роста стартовых культур изменяется в зависимости от числа соматических клеток в молоке. В молоке первых трех групп (число СК 300 тыс./см³ и ниже) она приблизительно равна и является наибольшей, в молоке с четвертой по седьмую группу (количество СК выше 300 тыс./см³) скорость роста постоянно снижается. Наибольшее замедление роста при увеличении количества соматических клеток наблюдается у культуры CHOOZIT TA, имеющей в своем составе только штаммы *Streptococcus thermophilus*. Стартовая культура YO-MIX 300, состоящая из смеси штаммов *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*, характеризуется максимальной устойчивостью к повышению в молоке содержания СК. Наименьшая устойчивость к повышенному количеству соматических клеток отмечается у *Streptococcus thermophilus*. Установленные различия возможно объяснить видовыми особенностями бактерий и их неодинаковой ферментативной активностью и устойчивостью к лейкоцитам.

В технологии кисломолочных напитков процесс сквашивания проводят до достижения смеси показателя pH, приблизительно равного 4,6. Оптимальная продолжительность процесса сквашивания, наряду с другими факторами, позволяет получить продукт высокого качества. Результаты исследования взаимосвязи между содержанием соматических клеток и продолжительностью сквашивания молока стартовыми культурами представлены на рис. 2.

На рис. 2 видно, что увеличение количества СК в молоке-сырье приводит к повышению продолжительности его сквашивания всеми культурами. Период сквашивания значительно возрастает при содержании в молоке соматических клеток от 300 тыс./см³ и выше. Повышение числа соматических клеток более значения 400 тыс./см³ приводит к постоянному возрастанию времени сквашивания молока. Превышение числа

соматических клеток 500 тыс./см³ приводит к увеличению времени сквашивания молока термофильным стрептококком в 2 раза, а смешанной культурой – приблизительно в 1,5 раза, что недопустимо.



—○— I —□— II —△— III —×— IV —*— V —○— VI —+— VII

Рисунок 1 – Изменение pH сквашиваемой смеси при росте стартовых культур в молоке с различным содержанием соматических клеток: (а) CHOOZIT TA; (б) YO-MIX 205; (в) YO-MIX 300
Figure 1 – Fermented mixture pH change when starter cultures multiply in milk having different number of somatic cells: a - CHOOZIT TA; b - YO-MIX 205; c - YO-MIX 300

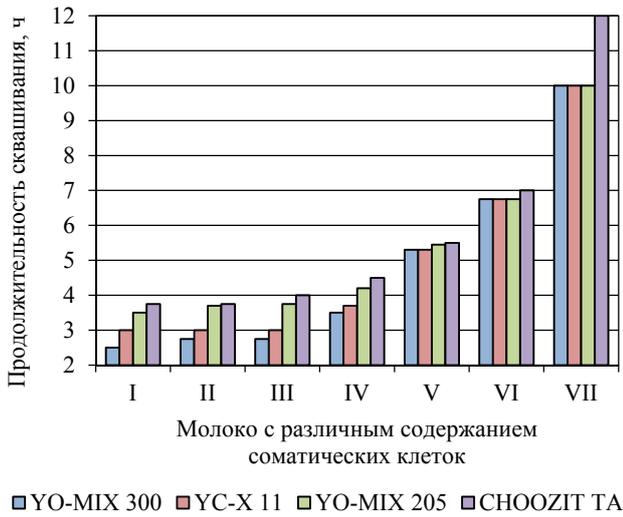


Рисунок 2 – Зависимость продолжительности сквашивания молока стартовыми культурами от содержания в нем соматических клеток

Figure 2 – Dependence between milk fermentation time by starter cultures and somatic cells content

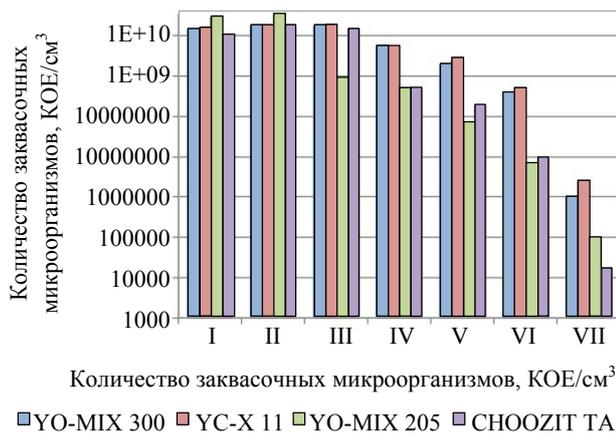


Рисунок 3 – Содержание заквасочных микроорганизмов в сквашенном молоке с различным содержанием соматических клеток

Figure 3 – Starter culture content in fermented milk with different somatic cells

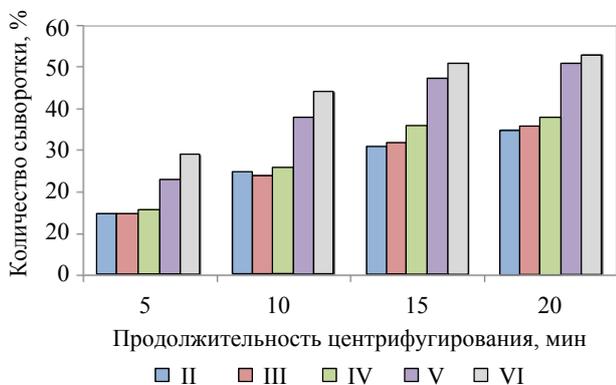


Рисунок 4 – Влагодерживающая способность сгустков из молока с различным содержанием соматических клеток

Figure 4 – Water-retention capacity of milk clusters with different number of somatic cells

Количество заквасочных микроорганизмов по окончании процесса сквашивания молока с различным содержанием соматических клеток представлено на рис. 3.

Как видно на рис. 3, количество всех микроорганизмов заквасок в сквашенном молоке I и II групп (с числом соматических клеток менее 200 тыс./см³) является приблизительно одинаковым и составляет около 10¹⁰ КОЕ/см³. Повышение числа СК до 300 тыс./см³ (молоко III группы) приводит к снижению до 10⁹ КОЕ/см³ количества бактерий культуры YO-MIX 205, имеющей в своем составе бифидобактерии и ацидофильные палочки, при этом содержание микроорганизмов остальных трех культур остается на уровне молока I и II групп. Дальнейший рост числа СК до 400 тыс./см³ в молоке IV группы вызывает падение до значения 4,9 · 10⁸ КОЕ/см³ термофильных стрептококков в культуре SCHOOSIT TA. При следующем увеличении содержания СК количество бактерий всех исследуемых культур в сквашенном молоке продолжает снижаться и в молоке VII группы достигает минимального значения 10⁶ КОЕ/см³ для культур YO-MIX 300 и YO-X 11, состоящих из термофильного стрептококка и болгарской палочки, и 10⁴ КОЕ/см³ для культур YO-MIX 205 и SCHOOSIT TA, имеющих в своем составе бифидобактерии и только термофильный стрептококк.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что способность молока-сырья к сквашиванию понижается при увеличении в нем числа соматических клеток. Термофильные стрептококки и бифидобактерии являются наименее устойчивыми, по сравнению со смешанными культурами термофильного стрептококка и болгарской палочки, к повышенному содержанию соматических клеток. Их рост начинает тормозиться в молоке-сырье с содержанием СК около 300 тыс./см³. При значении числа СК более 400 тыс./см³ способность молока-сырья к сквашиванию всеми бактериями значительно падает. Снижение способности к сквашиванию заквасочными культурами молока-сырья с большой степенью жирности объясняется, вероятно, недостатком в нем факторов роста молочнокислых бактерий (витаминов группы B и др.), изменениями белковой и солевой системы вследствие деятельности высокоактивных ферментов, выделяемых лейкоцитами и посторонними бактериями.

Для определения воздействия изменения в молоке-сырье количества СК на качество кисломолочных напитков проводили оценивание консистенции и органолептических показателей простокваши из молока различных групп.

Результаты исследований влияния числа СК на степень отделения сгустком сыворотки представлены на рис. 4, а изменение эффективной вязкости простокваши – на рис. 5.



Рисунок 5 – Эффективная вязкость простокваши из молока с различным содержанием соматических клеток*

*Кислотность образцов простокваши составляла $(85 \pm 2) \text{ }^\circ\text{T}$; измерения проводили при величине градиента скорости сдвига 27 с^{-1} .

Figure 5 – Effective viscosity of curdled milk with different number of somatic cells*

* Curdled milk samples acidity was $(85 \pm 2) \text{ }^\circ\text{T}$; the measurements were taken when shear rate was 27 s^{-1}

Графики, представленные на рис. 4 и рис. 5, показывают, что с увеличением в молоке-сырье содержания соматических клеток интенсивность отделения сыворотки из сгустков и вязкость

простокваши возрастают. При использовании молока V и VI групп влагоудерживающая способность образуемых сгустков превышает $2,5 \text{ см}^3$, а вязкость достигает $610 - 760 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, что нежелательно для кисломолочных напитков. Простокваша из молока с числом соматических клеток более 400 тыс./см^3 характеризуется значительным отделением сыворотки и чрезмерно высокой вязкостью, т. е. низким качеством.

Органолептические показатели простокваши из молока с различным содержанием соматических клеток показаны на рис. 6.

На диаграмме рис. 6 видно, что наилучшими консистенцией, вкусом, запахом обладают образцы простокваши, выработанной из молока II и III групп (менее 300 тыс. СК/см^3). В образцах, полученных из молока IV группы (до 400 тыс. СК/см^3), наблюдается некоторое снижение этих показателей. Использование молока с количеством соматических клеток более 400 тыс./см^3 (группы V и VI) приводит к значительному ухудшению качества простокваши «Мечниковская». При превышении числом СК значения 500 тыс./см^3 простокваша приобретает нехарактерную для нее неоднородную, вязкую и слизистую консистенцию, посторонние запахи и привкусы, из нее интенсивно отделяется сыворотка.

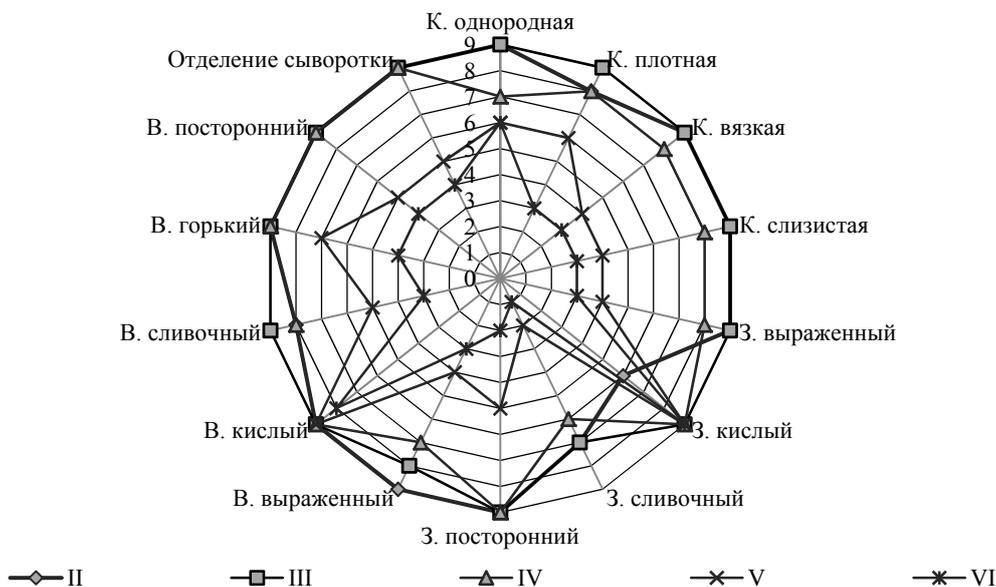


Рисунок 6 – Органолептические свойства простокваши «Мечниковская», полученной из молока с различным содержанием соматических клеток (К. – консистенция; В. – вкус; З. – запах)

Figure 6 – Organoleptic properties of Mechnikovskaya curdled milk produced using milk with different number of somatic cells (“К.” – consistency; “В.” – taste; “З.” – smell)

Таким образом, по результатам исследований можно сделать следующие выводы. Способность молока к сквашиванию при выработке кисломолочных напитков снижается с повышением в молоке-сырье числа соматических клеток. Торможение роста заквасочных микроорганизмов наблюдается при содержании СК более 300 тыс./см^3 и становится существенным при его значении выше 400 тыс./см^3 . Превышение

числа соматических клеток 500 тыс./см^3 приводит к увеличению времени сквашивания молока термофильным стрептококком в 2 раза, а смешанной культурой – приблизительно в 1,5 раза, что недопустимо. Термофильные стрептококки являются наименее устойчивыми, по сравнению со смешанными культурами термофильного стрептококка и болгарской палочки, к повышенному содержанию соматических клеток.

Повышение содержания соматических клеток в молоке-сырье отрицательно сказывается на качестве кисломолочного напитка – простокваши. Снижение качества простокваши отмечается при числе СК выше 300 тыс./см³. Использование молока с количеством СК более 400 тыс./см³ приводит к ухудшению органолептических показателей напитка. Качество простокваши, выработанной из молока с содержанием СК выше 500 тыс./см³, становится низким, что проявляется в

недостаточном количестве молочнокислых бактерий, чрезмерно вязкой и слизистой консистенции, отделении сыворотки, появлении посторонних привкусов и запаха. Для обеспечения высокого качества кисломолочных напитков необходимо отбирать молоко-сырье с содержанием СК до 300 тыс./см³. Использование молока, имеющего более 400 тыс./см³, может привести к получению продукта с неприемлемым качеством.

Список литературы

1. Гунькова, П. И. Биотехнологические свойства белков молока / П. И. Гунькова, К. К. Горбатова. — СПб. : ГИОРД, 2015. – 216 с.
2. Неверов, Е. Н. Аппарат для холодильной обработки пищевых продуктов с рециркуляцией диоксида углерода / Е. Н. Неверов // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 1. – С. 60–65.
3. Свириденко, Г. М. Пищевая промышленность. Микробиологические риски при производстве молока и молочных продуктов / Г. М. Свириденко. – М. : Изд-во Россельхозакадемии, 2009. – 246 с.
4. Тамим, А. Й. Йогурт и другие кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А. Й. Тамим, Р. К. Робинсон ; пер. с англ. под науч. ред. Л. А. Забодаловой. – СПб. : Профессия, 2003. – 664 с.
5. Тёпел, А. Химия и физика молока / А. Тёпел ; пер. с нем. под ред. С. А. Фильчаковой. – СПб. : Профессия, 2012. – 832 с.
6. Leukocytes – second line of defense against invading mastitis pathogens / M. J. Paape [et al.] // Journal of Dairy Science. – 1979. – Vol. 62 (1). – P. 135–153.
7. Physiological role of indigenous milk enzymes / N. Silanikove [et al.] // International Dairy Journal. – 2006. – Vol. 16. – P. 533–545.
8. ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции : прин. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 окт. 2013 г. № 67. – 148 с.
9. Изменение № 2 ГОСТ Р 52054. Молоко коровье сырое. Технические условия. – Введ. 1 сент. 2017 г.

References

1. Gunkova P.I., Gorbatova K.K. *Biotechnologicheskie svoystva belkov moloka* [Milk Proteins Biotechnological Properties]. St. Petersburg: GIORD Publ., 2015. 216 p.
2. Neverov E.N. *Apparat dlya kholodil'noy obrabotki pishchevykh produktov s retsirkulyatsiey dioksida ugleroda* [Device for refrigeration treatment of food with carbon dioxide recirculation]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Journal of International Academy of Refrigeration], 2016, no. 1, pp. 60–65.
3. Sviridenko G.M. *Pishchevaya promyshlennost'. Mikrobiologicheskie riski pri proizvodstve moloka i molochnykh produktov* [Food Industry. Microbiological Risks in Milk and Dairy Products Production]. Moscow: Izdatel'stvo Rossel'khozakademii Publ., 2009. 246 p.
4. Tamim A.Y., Robinson R.K. *Yogurty i drugie kislomolochnye produkty: nauchnye osnovy i tekhnologii* [Yogurt and Other Dairy Products: Scientific Basics and Technology]. St. Petersburg: Professiya Publ., 2003. 664 p.
5. Tepel A. *Khimiya i fizika moloka* [Milk Chemical and Physical Properties]. St. Petersburg: Professiya, 2012. 832 p.
6. Paape M.J., Wergin W.P., Guidry A.J., Pearson R.E. Leukocytes – Second Line of Defense against Invading Mastitis Pathogens. *Journal Dairy Sci.*, 1979, vol. 62, no. 1, pp.135–153. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(79)83215-4.
7. Silanikove N., Merin U., Leithner G. Physiological Role of Indigenous Milk Enzymes: An overview of an evolving picture. *International Dairy Journal*, 2006, vol.16, no. 1, pp.533–545. DOI: 10.1016/j.idairyj.2005.08.015.
8. *Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza "O bezopasnosti moloka i molochnoj produktsii" TR TS 033/2013* [Customs Union Technical Regulations "On Safety of Milk and Dairy Products" TR TS 033/2013].
9. *GOST R 52054 Izmenenie № 2 "Moloko korov'e syroe. Tekhnicheskie usloviya"* [State Standard GOST R 52054 Amendment No. 2 "Cow's Raw Milk". Technical Regulations]. Moscow: Standartinform Publ., 2017. 7 p.

Ишевский Александр Леонидович

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д.49, тел. +7(812) 315-21-73, e-mail: ishev.53@mail.ru

Alexander L. Ishevskiy

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor, of the Department Technology of Meat, Fish Products and Cold Preservation, SPb ITMO University, 49 Kronverksky Pr., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7(812) 315-21-73, e-mail: ishev.53@mail.ru

Гунькова Полина Исаевна

канд. техн. наук, доцент, доцент научно-образовательного центра химического инжиниринга и биотехнологий, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел. +7(812) 315-21-73, e-mail: polinagunkova@mail.ru

Бучилина Алина Сергеевна

магистрант кафедры химии и молекулярной биологии, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел. +7(812) 315-21-73, e-mail: alina.buchilina@yandex.ru

Волокитина Екатерина Николаевна

магистрант кафедры химии и молекулярной биологии, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел. +7(812) 315-21-73, e-mail: eka9375486@yandex.ru

Неверов Евгений Николаевич

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры теплохладотехники, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +79235215385, e-mail: neverov42@mail.ru

Polina I. Gunkova

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Scientific and Educational Center for Chemical Engineering and Biotechnology, SPb ITMO University, 49 Kronverksky Pr., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7(812) 315-21-73, e-mail: polinagunkova@mail.ru

Alina S. Buchilina

graduate student of the Department of the Chemistry and Molecular Biology, SPb ITMO University, 49 Kronverksky Pr., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7(812) 315-21-73, e-mail: alina.buchilina@yandex.ru

Catherine N. Volokitina

graduate student of the Department of the Chemistry and Molecular Biology, SPb ITMO University, 49 Kronverksky Pr., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7(812) 315-21-73, e-mail: eka9375486@yandex.ru

Evgeniy N. Neverov

Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Professor, of the Department of Heat Refrigerant Equipment, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +79235215385, e-mail: neverov42@mail.ru

