

УДК 579.672

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ЭКОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ИХ ПЕРЕРАБОТКЕ И ХРАНЕНИИ

Минченко Любовь Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Волгоградский государственный аграрный университет, Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, 26, lyubov.minchecko@yandex.ru

Андреенко Людмила Валентиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Волгоградский государственный аграрный университет, Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, 26, milaanko@mail.ru

Статья посвящена экологии микроорганизмов и изучению микробиологических особенностей молока и молочных продуктов. Проанализированы виды микрофлоры (специфичная и неспецифичная), перечислены микроорганизмы, загрязняющие её в каждой из формаций, а также обозначены свойства и роль в производстве молока и продуктов его переработки. Особое внимание уделено бактериям молочнокислого брожения. Отмечено, что молоко после доения необходимо правильно содержать и обработать, чтобы все опасные бактерии были дезактивированы и не попали в организм человека. Рассматриваются микробиологические процессы внутри микрофлоры, а именно то, каким образом она трансформируется в процессе хранения. Обозначены фазы изменения микрофлоры молока: бактерицидная, смешанной микрофлоры, молочнокислых бактерий, развития дрожжей и плесени. Отмечается, что увеличения сроков хранения молоко подвергают пастеризации и стерилизации в целях ликвидации неспецифичной микрофлоры. Однако при этом гибнет специфичная микрофлора молока, а также витамины, снижая его питательную ценность.

Ключевые слова: экология, микробиология, микрофлора, бактерии, микроорганизмы, питательная среда, молоко, молочные продукты

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS AND ECOLOGY OF MILK AND DAIRY PRODUCTS DURING THEIR PROCESSING AND STORAGE

Minchenko Lyubov A., Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Volgograd State Agrarian University, 26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, Russian Federation, lyubov.minchecko@yandex.ru

Andrienko Lyudmila V., Ph. D. (Agriculture), Senior Lecturer, Volgograd State Agrarian University, 26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, Russian Federation, milaanko@mail.ru

The article is devoted to the ecology of microorganisms and the study of microbiological features of milk and dairy products. The author analyzes the types of microflora (specific and non-specific), lists the microorganisms that pollute it in each of the formations, and also identifies the properties and role in the production of milk and its processed products. Special attention is paid

to lactic acid fermentation bacteria. It is noted that milk after milking must be properly contained and processed so that all dangerous bacteria are deactivated and do not enter the human body. The microbiological processes inside the microflora are considered, namely, how it is transformed during storage. The phases of changes in the microflora of milk are indicated: bactericidal, the phase of mixed microflora, the phase of lactic acid bacteria, the phase of yeast and mold development. It is noted that increasing the shelf life of milk is subjected to pasteurization and sterilization, in order to eliminate non-specific microflora. However, at the same time, the specific microflora of milk, as well as vitamins, dies, reducing its nutritional value.

Keywords: *ecology, microbiology, microflora, bacteria, microorganisms, nutrient medium, milk, dairy products*

Введение. Молоко является ценным продуктом биологического происхождения. На сегодняшний день оно входит в состав многих продуктов, потребляемых человеком, а его производство стало крупной отраслью промышленности. Основными компонентами молока являются вода, лактоза, казеин, жир и минеральные вещества [4]. Оно используется как элемент для производства различных молочных продуктов: сыра, творога, йогурта и др., получаемых с применением молочнокислотных бактерий, пропионовокислых бактерий, бифидобактерий, уксуснокислотных бактерий, дрожжей.

Выяснение экологии микроорганизмов служит основой для понимания явлений паразитизма, природно-очаговых и зоонозных заболеваний, а также для разработки противопаразитических мероприятий в борьбе с различными инфекционными болезнями. Для многих микроорганизмов молоко является благоприятной питательной средой, поэтому скорость их размножения зависит от температурных показателей. Традиционно различают специфичную и неспецифичную микрофлору молока и молочных продуктов. К первой относят микробов – возбудителей спиртового, молочнокислотного и пропионовокислого брожения. За счёт жизнедеятельности этих микроорганизмов происходят различные микробиологические процессы, лежащие в основе изготовления таких кисломолочных продуктов, как творог, кефир, простокваша, ацидофилин и др.

Бактерии молочнокислого брожения считаются нормальной микрофлорой молока и молочных продуктов.

Материалы и методы исследования

1. Лактококки – это сферические или овальные клетки размером $0,5–1,2 \times 0,5–1,5$ мкм, располагающиеся в виде коротких цепочек или попарно; они неподвижны, спор и капсул не образуют, грамположительные [3]. Они входят в состав различных заквасок для кисломолочных продуктов, например, сметаны творога, кисло-сливочного масла и сыров. Кислое молоко и сметана содержат $0,5–0,9$ % молочной кислоты из-за молочного брожения, осуществляемого лактококками.

2. Лейконостоки – это сферические, немного вытянутые клетки размером $0,5–0,7 \times 0,7–1,2$ мкм, располагающиеся парами или цепочками, по Граму

окрашиваются положительно, неподвижные, спор не образуют [3]. Их применяют в качестве ароматообразующих составляющих заквасок для приготовления масла и ломтевых сыров. Также они входят в состав естественной микрофлоры кефирного грибка и формируют его вкус и запах. Молоко для них является отличной средой обитания, особенно при добавлении экстракта дрожжей и глюкозы.

3. Термофильные стрептококки – грамположительные шарообразные или эллипсоидные клетки диаметром 0,7–0,9 мкм, чаще располагающиеся длинными цепочками, не образует спор и капсул, неподвижны [3]. Используют в молочной промышленности, в частности, при производстве сыра моцарелла, йогурта, ряженки.

4. Лактобактерии – это палочки размером 4–15 × 0,5–0,6 мкм, встречаются изогнутые и булавовидные формы, также короткие каккобактерии, неподвижны, спор и капсул не образуют, по Граму окрашиваются положительно [3]. Лактобактерии содержат небольшое количество видов пробиотиков (положительно влияют на организм человека). Они вызывают молочнокислое брожение и также используются в производстве молочнокислых продуктов – йогуртов, кисломолочных напитков, творожков.

Неспецифичную микрофлору составляют те бактерии, которые являются возбудителями порчи молока и молочных продуктов, например гнилостные.

Гнилостные бактерии вызывают протеолиз (распад белков до аммиака), придавая молоку и молочным продуктам неприятный вкус и запах. Все гнилостные представляют собой довольно крупные толстые палочки, достигающие размеров 0,5–2,5 × 10 мкм, грамположительные, подвижны до момента спорообразования, капсул не образуют [3]. Некоторые из них применяются в промышленности для свертывания и пептонизирования молока (продукты для людей, не переносящих лактозу). Но при этом спорообразующие бактерии становятся причинами многих проблем: даже незначительное нарушение режима стерилизации может вызвать порчу продукта при хранении.

Результаты исследований и их обсуждение

Согласно нашим исследованиям, чтобы из молока (лактата) получился качественный пищевой продукт, в первую очередь необходимо соблюдать условия содержания молочного скота и ухода за ним в целях предотвращения попадания бактерий в молоко и их дальнейшего роста и развития. Особенно стоит отметить обязательное выполнение санитарно-гигиенических норм при доении и первичной обработке молока на ферме. Некоторые микробы обитают в каналах сосков вымени, на самой поверхности, также шерсти животных, руках доильщиков и на инвентаре, и в результате оказываются в выдоенном молоке. За счёт этих источников количество микробов в 1 см³ после доения увеличивается от нескольких тысяч до десятков и сотен тысяч после обработки – фильтрации, охлаждения и разлива [1].

Первостепенное условие, при котором получается высокое в бактериальном отношении качество молока, – это его охлаждение сразу же после дойки. В парном молоке, имеющем температуру, приближённую к температуре животных, создаются благоприятные условия для развития и размножения микроорганизмов, в первую очередь молочнокислотных бактерий. При охлаждении возникает защитное действие бактериальных веществ, фактически исключая процесс их деления, и кислотность молока достаточно долгое время не нарастает.

Молоко относится к скоропортящимся продуктам питания и требует строгого соблюдения технологии производства, режима хранения, правил транспортировки и всех условий при его реализации. Главной причиной порчи молока являются различные протекающие в нём во время хранения микробиологические процессы [5].

Микрофлора молока, несмотря на правильность его хранения, непрерывно изменяется в зависимости от температуры, продолжительности хранения, степени обсеменения и состава микрофлоры. Микрофлора, размножающаяся и накапливающаяся в процессе хранения, называется вторичной. В протекании таких трансформаций имеется определённая закономерность.

Изменения подразделяются на так называемые естественные фазы развития микрофлоры молока:

1. Бактерицидной фазой называется тот период, когда микроорганизмы не развиваются в свежесвыдоенном молоке и даже частично отмирают. Бактерицидными свойствами обладают содержащиеся в молоке лизоцимы, антитела и лейкоциты.

Лизоцимы – ферменты белкового происхождения, возникающие в организме животного и обладающие бактерицидным и бактериостатическим действием. В состав коровьего молока входят четыре вида лизоцимов: лизоцим М (молока), лизоцим О (основной), лизоцим В (вымени), лизоцим Т (термостабильный), вырабатываемые молочной железой. При пастеризации молока эти вещества дезактивируются.

Антитела – гамма-глобулины, возникающие в результате введения в макроорганизм микроорганизмов, их продукты обмена или другие чужеродные белковые вещества. Антитела разрушаются при пастеризации молока, так как являются термолабильными.

Лейкоциты – клеточные элементы крови, поглощающие и растворяющие живые или убитые микроорганизмы. Они входят в состав молока в небольшом количестве, имеют антибактериальные свойства. Также как и антитела, лейкоциты термолабильны. Продолжительность бактерицидной фазы играет огромную роль в сохранении качества молока. Она напрямую зависит от:

- температурных условий: чем выше температура, тем короче фаза, например, при 37 °С продолжительность бактерицидной фазы будет равна 2 ч, 25° – 6 ч, 5° – 36 ч, 0° – 48 ч;

- состава микрофлоры молока: чем больше микроорганизмов в молоке, тем меньше будет протекать бактерицидная фаза;
- индивидуальных особенностей животных.

Следовательно, существует два способа продления бактерицидной фазы: получение бактериально чистого молока и охлаждение до низких температур (максимум до 0).

2. Фаза смешанной микрофлоры обуславливается размножением микроорганизмов в молоке. Этот этап продолжается от 12 ч до 1–2 сут. В зависимости от температурных показателей хранения в молоке развивается микрофлора трёх видов:

- Криофлора – флора низких температур (от 0 до +10 °С), в таких условиях микроорганизмы развиваются очень медленно. В этот период возникают пастонизирующие и гнилостные бактерии, разлагающие белки и жиры.

- Мезофлора – флора средних температур (от +10 до +35 °С). В этом случае происходит быстрое размножение микроорганизмов и рост количества молочнокислотной микрофлоры, которая превосходит над остальными микроорганизмами, чем и обусловлен переход к фазе молочнокислых бактерий. В составе микрофлоры развиваются группы кишечных палочек, флюоресцирующих и других гнилостных бактерий, которые значительно снижают качество молока, в связи с чем стоит исключить вероятность нахождения продукта в фазе смешанной микрофлоры.

- Термофлора – флора высоких температур, развивающаяся при температуре +40...+45 °С. На практике это наблюдается в сыроделании при производстве сыров с высокой температурой второго нагревания. На данной стадии развиваются термофильные молочнокислые палочки и термофильные стрептококки.

3. Фаза молочнокислых бактерий обусловлена ростом молочной кислотности в продукте. С накоплением молочной кислоты молочнокислые бактерии замедляют темп своего размножения, а остальные постепенно отмирают. На этой стадии происходит, условно говоря, самоочищение молока практически от всех групп микроорганизмов, кроме молочнокислых бактерий. В составе микрофлоры развиваются молочнокислые стрептококки, дрожжи и плесени. Продолжительность молочнокислой стадии достаточно велика, может длиться месяцами без каких-либо изменений в микрофлоре (эту стадию ещё можно назвать процессом консервирования молока). То есть на фазе молочнокислых бактерий молоко преобразуется из обычного в кисломолочный продукт. На начальной стадии данной фазы молочный продукт может быть использован для производства сыра и масла.

4. Фаза развития дрожжей и плесени – заключительный этап, к концу которого происходит абсолютная минерализация молока. Ещё во время молочнокислотной фазы на поверхности продукта возникают островки молочной плесени, а позднее превращаются в сплошную белую пушистую плёнку.

Под ней появляются признаки пептонизации, обусловленной появлением полупрозрачной жидкости светло-жёлтого или тёмно-бурого цвета.

Традиционно для более долгого хранения молоко подвергают пастеризации и стерилизации, исключив инфицированные вещества из продукта. Однако при этом гибнет не только микрофлора молока, но и витамины, что снижает его питательную ценность.

Молоко, не соответствующее нормам даже по одному из показателей, может быть смертельно опасным для человека [2], поэтому при его изготовлении и переработке должны быть учтены все условия.

Список литературы

1. Азаров, В. Н. Основы микробиологии и санитарии : учеб. / В. Н. Азаров. – 2-е изд., перераб. – Москва : Экономика, 1986. – 206 с.
2. Горегляд, Х. С. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии переработки продуктов животноводства / Х. С. Горегляд, В. А. Макаров, И. Е. Макаров ; под ред. Х. С. Горегляда. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1981. – 583 с.
3. Мирошникова, Е. П. Микробиология молока и молочных продуктов : электрон. учеб. пос. / Е. П. Мирошникова. – Оренбург : Оренбургский гос. ун-т, 2005. – 135 с.
4. Перемышленникова, Ю. П. Количественный и качественный анализ микрофлоры молока и продуктов его переработки / Ю. П. Перемышленникова, А. А. Сиротин, А. В. Посохова // Евразийский союз учёных. – 2014. – № 7–2. – С. 140–143.
5. Щупакова, Ю. И. Микробиологические исследования овечьего молока / Ю. И. Щупакова, А. А. Сенина, Ю. В. Петрова // Научный журнал. – 2017. – № 7 (20). – С. 80–81.

References

1. Azarov, V. N. *Osnovy mikrobiologii i sanitarii* [Fundamentals of microbiology and sanitation]. Moscow, Ekonomika Publ. House, 1986, 2nd ed., 206 p.
2. Goreglyad, Kh. S., Makarov, V. A., Makarov, I. E. *Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza s osnovami tekhnologii pererabotki produktov zhivotnovodstva* [Veterinary and sanitary expertise with the basics of technology for processing animal products]. Ed. by Kh. S. Goreglyad. Moscow, Kolos, 1981, 2nd ed., 583 p.
3. Miroshnikova, E. P. *Mikrobiologiya moloka i molochnykh produktov* [Microbiology of milk and dairy products]. Orenburg, Orenburg State University Publ. House, 2005, 135 p.
4. Peremyshlnikova, Yu. P., Sirotn, A. A., Posokhova, A.V. *Kolichestvennyy i kachestvennyy analiz mikroflory moloka i produktov ego pererabotki* [Quantitative and qualitative analysis of the microflora of milk and its processed products]. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], 2014, no 7–2, pp. 140–143.
5. Shchupakova, Yu. I., Senina, A. A., Petrova, Yu. V. *Mikrobiologicheskie issledovaniya ovechego moloka* [Microbiological studies of sheep's milk]. *Nauchnyy zhurnal* [Scientific Journal], 2017, no 7 (20), pp. 80–81.