

<https://doi.org/10.67290/2026.dw.5>

УДК 637.136.5

Марина Борисовна Захарова, канд. техн. наук

Ольга Михайловна Шухалова, канд. техн. наук

ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич

АНАЛИЗ МИКРОФЛОРЫ СЫРОГО МОЛОКА, ЗНАЧИМОЙ ДЛЯ ПОЯВЛЕНИЯ ЦВЕТНЫХ ПЯТЕН НА ПОВЕРХНОСТИ СЫРОВ

В настоящее время при промышленном производстве сыров все больше фиксируется случаев образования цветных пятен на поверхности сырной головки – порок внешнего вида, вызываемый различными видами и группами микроорганизмов, негативно влияющий на экономическую эффективность деятельности сыродельного производства. Источниками обсеменения сыра пигментообразующей микрофлорой является молоко-сырье, рассол, объекты производственной среды, включая воду, воздух, оборудование. Развитие пигментообразующих микроорганизмов на поверхности сыра может происходить при относительно низкой температуре созревания, значительной концентрации поваренной соли и критически низких концентрациях кислорода в среде. В статье рассмотрены отдельные группы пигментообразующих микроорганизмов, способные вызывать появление пороков внешнего вида сыра – дрожжи, микрококки, аэробные споровые палочки, стафилококки, наиболее часто являющиеся причиной образования цветных пятен на поверхности сыров.

Ключевые слова: сыр, споровые аэробные микроорганизмы, микрококки, дрожжи, стафилококки, пигментообразование, пороки внешнего вида

UDC 637.136.5

Marina Borisovna Zakharova, Candidate of Technical Sciences

Olga Mikhailovna Shukhalova, Candidate of Technical Sciences

VNIIMS – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems, Uglich

ANALYSIS OF RAW MILK MICROFLORA RELEVANT TO THE APPEARANCE OF COLORED SPOTS ON THE SURFACE OF CHEESE

At present, in industrial cheese production, cases of colored spots forming on the surface of the cheese wheel are increasingly being recorded. This is a defect in appearance caused by various species and groups of microorganisms and has a negative impact on the economic efficiency of cheese production. The sources of contamination of cheese with pigment-forming microflora are raw milk, brine, and objects in the production environment, including water, air, and equipment. The development of pigment-forming microorganisms on the cheese surface can occur at relatively low ripening temperatures, significant salt concentrations, and critically low oxygen concentrations in the environment. The article examines individual groups of pigment-

forming microorganisms capable of causing appearance defects in cheese – yeasts, micrococci, aerobic spore-forming rods, and staphylococci, which most often lead to the formation of colored spots on cheese surfaces.

Keywords: *cheese, aerobic spore-forming microorganisms, micrococci, yeasts, staphylococci, pigment formation, appearance defects*

Используемое сырьё служит отправной точкой для получения качественных и безопасных пищевых продуктов. Особенно актуально это положение для молочной отрасли, поскольку основное сырьё – сырое коровье молоко – представляет собой благоприятную питательную среду для микроорганизмов. Кроме того на безопасность и качество молока способны повлиять множество факторов, возникающих на этапах его получения, хранения и доставки.

При выдойке молоко может быть колонизировано микроорганизмами, присутствующими на коже сосков, доильном оборудовании, воде, кормах для животных, траве, почве, воздухе и других объектах, связанных с фермой. Состав микрофлоры сырого молока очень разнообразен и включает молочнокислые бактерии (*лактококки, лактобациллы, лейкопстоки, стрептококки, энтерококки*); психротрофные бактерии (*Acinetobacter, Pseudomonas*), некоторых представителей энтеробактерий, которые могут размножаться при допустимых температурах охлаждения и хранения молока. Кроме того, в сыром молоке присутствуют представители родов *Propionibacterium, Staphylococcus, Corynebacterium, Brevibacterium*, споровые аэробные и анаэробные микроорганизмы, а также дрожжи и плесневые грибы.

Отдельные виды бактерий в сыром молоке встречаются в диапазоне от единичных клеток или спорных форм до 10^4 – 10^5 КОЕ/см³ в зависимости от сезона года, вида корма, санитарно-гигиенических условий содержания животных. Общее содержание микроорганизмов, определяемое как показатель КМАФАнМ, нормировано и должно составлять не более 5×10^5 КОЕ/см³ по ТР ТС 033/2013.

Среди разнообразных видов и штаммов в микробиоте сырого молока также присутствуют микроорганизмы, способные продуцировать различные пигменты. В их число входят микрококки, стафилококки, дрожжи, плесневые грибы, энтерококки, споровые палочки рода *Bacillus*, брeвибактерии, пропионовокислые бактерии и др. Многие из этих представителей, обладая определенной термоустойчивостью, выдерживают низкотемпературные режимы пастеризации, принятые в сыроделии, и являются частью микробиоты сыров.

Споровые палочки рода *Bacillus*

Микроорганизмы рода *Bacillus* образуют термоустойчивые эндоспоры и благодаря этому обладают чрезвычайно высокой устойчивостью к внешним физическим и химическим воздействиям. Отличаются широким температурным диапазоном роста – от 3–5 °С (*Bacillus megaterium, Bacillus subtilis*) до 65–75 °С (*Bacillus stearothermophilus*). Аэробы или факультативные анаэробы. Отношение к повышенной температуре, рН и содержанию NaCl в среде сильно варьирует. Многие представители растут при содержании соли NaCl 5–7 % [1].

Бактерии рода *Bacillus* считаются почвенными микроорганизмами, однако широко распространены в окружающей среде и выявляются с растений и растительных остатков, обнаружены в пресной и морской воде, воздухе, донных отложениях, желудочно-кишечном тракте животных, человека, насекомых [2–4], что служит постоянными источниками обсеменения ферм и сырого молока данной группой микроорганизмов.

Представители рода *Bacillus*, как правило, всегда выявляются в составе микрофлоры сырого молока, при этом их количество зависит от условий содержания животных, используемых кормов, режимов кормления, санитарии при получении молока. По данным в источнике [2], в 1 см³ сырого молока может содержаться аэробных спорообразующих бактерий от 100 до 200 спор при стойловом и от 10 до 20 спор при пастбищном содержании. Контроль сырого молока, осуществляемого во ВНИИМС от поставщиков центрального региона России, показывает аналогичные результаты – содержание спор мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в среднем составляет $(4,8 \pm 2,4) \times 10^1$ спор/см³ с разбросом показателя от единичных спор до $2,9 \times 10^2$ спор/см³ (N=45). Уровень до 100 спор/см³ считается приемлемым для молока для сыроделия в соответствии с СТО ВНИИМС 019-2019 «Молоко коровье сырое. Технические условия» (не более 10² КОЕ/см³) [5]. В то же время их повышенное количество в сборном сыром молоке (более 10³ спор/см³) может свидетельствовать о наличии рисков, связанных с бациллами, и провоцировать появление пороков при изготовлении сыра.

Среди большого разнообразия видов и штаммов отдельные представители рода *Bacillus* (*B. atrophaeus*, *B. megaterium*, *B. indicus*, *B. nakamurai*, *B. cibi*, *B. firmus* и др.), образуют пигменты различного вида и цвета [6, 7].

Bacillus atropaeus (где «ater» означает «черный», а «phaeus» – коричневый и «atrophaeus» означает «темно-коричневый») – грамположительные аэробные спорообразующие бактерии, фенотипически сходные с *B. subtilis*. Они отличаются продуцированием темно-коричневого пигмента при культивировании в средах, содержащих источник органического азота. Характерные свойства *B. atrophaeus*, описанные L.K. Nakamura [8], свидетельствуют о возможном развитии данных микроорганизмов в процессе созревания сыров: диапазон развития составляет от 5–10 °С до 50–55 °С при оптимальной температуре роста от 28 до 30 °С. Растет при pH 5,6–5,7 и в присутствии 7 % NaCl. Рост обычно подавляется 0,001% лизоцимом [8].

По данным Sorokulova I.B., Reznik S.R. [9] пигменты, произведенные *Bacillus subtilis* var. *niger* (ранее употреблявшееся название для *Bacillus atropaeus*) на тирозинном агаре и синтетической среде, содержащей гистидин, были классифицированы как меланины.

Другим видом, способным к продуцированию черных пигментов из группы меланинов, является *Bacillus nakamurai* [10]. Штаммы *Bacillus nakamurai* на питательном агаре образуют кремово-белые, слизистые, полупрозрачные, приподнятые колонии. От близкородственных штаммов отличаются по образованию черного пигмента на пептонном железном агаре через 72 ч при 30 °С. Оптимальные условия роста: температура 37 °С, pH 7,0. Однако рост возможен при активной кислотности от 5,5 до 10 ед. pH и пониженной температуре. Они используют цитрат и гидроли-

зуют казеин; производят кислоту из глюкозы без выделения газа [10]. Результаты биологических тестов показали способность метаболизировать различные вещества, в том числе α -D-глюкозу, D-галактозу; аминокислоты (L-пролин, L-аланин, L-аргинин, L-аспарагиновую кислоту, L-глутаминовую кислоту, L-гистидин, L-серин); органические кислоты (L-молочную, уксусную, муравьиную) и др. Исследованные штаммы развивались, по данным С. А. Dunlap et al. [10], при содержании в среде до 9 % NaCl.

Наряду с продуцированием бациллами темных пигментов в литературе приводятся сведения об образовании желтых, оранжевых и розовых пигментов у представителей рода *Bacillus* (*Bacillus marisflavi*, *B. indicus*, *B. cibi*, *B. firmus*, *B. altitudinis*, *B. Safensis*) [11]. Синтез красного пигмента, связанного с мембранами спор, выявлен во время споруляции у *Bacillus megaterium* [7]. Пигменты, связанные с мембранами спор или вегетативных клеток, идентифицированы как каротиноиды. Каротиноиды, обладая антиоксидантной активностью, выполняют функцию защиты мембран от окисления и стресса, что повышает устойчивость к ультрафиолетовому облучению и активным формам кислорода, стабилизирует клеточную мембрану при низких температурах [11].

Пигментация и интенсивность окраски при развитии хромогенных бацилл, также как и у других микроорганизмов, может варьировать в зависимости от условий роста – состава питательной среды, температуры, плотности клеточной популяции. Изолят SF214 из морской воды развивал оранжевый пигмент при 25 °С и формирование белых колоний при 42 °С. Фаза развития клеточной популяции также оказывает влияние на пигментообразование: *B. indicus* вырабатывал желтый каротиноидный пигмент в процессе вегетативного роста клеток, но по мере того, как клетки спорулировали, пигментация менялась на оранжевую [11].

Продуцирование широкого спектра пигментов бактериями рода *Bacillus* обусловлено той или иной формой питательного или внешнего внеклеточного воздействия и направлено на защиту от неблагоприятных факторов окружающей среды (понижение температуры, повышенное содержание солей, ультрафиолетовое излучение и др.). Значительная часть хромогенных бактерий семейства *Bacillaceae* может продуцировать несколько пигментов различной природы. При этом пигменты могут быть как основным, так и дополнительным фактором защиты бацилл от негативного воздействия ультрафиолета или других факторов внешней среды, в том числе и при созревании сыров.

Дрожжи

Другой группой микроорганизмов, способной к пигментообразованию и выявляемой в сыром молоке от единичных клеток до 10^4 КОЕ/см³, являются дрожжи. В соответствии с СТО ВНИИМС содержание дрожжей в молоке для сыроделия не должно превышать 10^2 КОЕ/см³ [5]. Превышение данного уровня в сборном сыром молоке создает риски появления пороков, связанных с дрожжами, при изготовлении сыра.

Дрожжи широко распространены во всех климатических зонах в таких природных нишах, как растительные остатки и верхние горизонты почвы, ризосфера, нектароносные цветы, поверхность корнеплодов, фруктов и ягод и т.д. В этой связи

сухие и сочные корма являются основным источником обсеменения ферм и, соответственно, сырого молока дрожжами.

Для ряда дрожжей, так называемых «черных дрожжей» (*Aureobasidium pullulans*) характерно образование темноокрашенных оливковых, коричневых или черных колоний за счет накопления меланиноподобных пигментов [12]. Некоторые дрожжи образуют диффундирующие в среду красно-вишневые железосодержащие пигменты из группы пиразина (*Metschnikowia pulcherrima*). Отмечено развитие коричневых пигментов на поверхности сыра при росте дрожжей *Yarrowia lipolytica* [13].

Значительная часть дрожжей продуцирует пигменты класса каротиноидов, которые придают их колониям красную, розовую, оранжевую или желтую окраску. «Красные дрожжи» – продуценты каротиноидов относятся к родам *Cystofilobasidium*, *Rhodotorula*, *Rhodospiridium*, *Sporobolomyces*, *Cryptococcus*, *Rhodospiridiobolus* [12]. Поскольку каротиноиды, вырабатываемые дрожжами, имеют важное значение для разных сфер жизнедеятельности человека и производятся промышленным способом, в литературе приводятся обширные данные о влиянии внешних факторов на продуцирование пигментов: температуры, рН, наличия необходимых питательных веществ и микроэлементов, воздействия света, влияние перекиси водорода и соли NaCl [14, 15].

Анализ приводимых данных показывает, что развитие дрожжей на поверхности сыра и продуцирование пигментов является защитной реакцией на неблагоприятные факторы выживания. Это может происходить при относительно низкой температуре созревания, низком рН, значительной концентрации поваренной соли и минимальном наличии кислорода в окружающей среде.

Микрококки

К числу микроорганизмов, способных синтезировать каротиноиды, относятся представители семейства *Micrococcaceae*. Семейство *Micrococcaceae* включает роды грамположительных, облигатно и факультативно аэробных бактерий. Они являются типичными обитателями почвенных экосистем, а также имеют широкое распространение в пресноводных и морских источниках, ризосфере растений, на поверхности кожи млекопитающих [1, 16].

Типовым для семейства является род *Micrococcus*, для представителей которого оптимальная температура роста 25–37 °С, в то же время возможен рост при низких температурах 5–8 °С [17]. Галотолерантны – растут в присутствии 5 % NaCl, однако многие способны к росту при 7,5 % соли в среде, в том числе *Micrococcus luteus*, *M. varians*, *M. roseus*.

Большинство видов продуцируют каротиноидные пигменты различного цвета – могут быть желтыми, желтовато-зелеными или оранжевыми, как у *Micrococcus luteus*; темно-желтыми, как у *M. varians*; розовыми или красными, как у *M. roseus*; темно-розово-красными, как у *M. agilis*; или кремовыми и белыми, как у *M. lylae*, *M. kristinae*, *M. nishinomiyaensis*, *M. sedentarius* и *M. halobius* [18].

Микрококки занимают главное место в микрофлоре вымени здоровых животных и всегда присутствуют в сыром молоке. Их максимальная доля в сыром молоке составляет 31,5–55,0 % в зависимости от общей обсемененности молока [2]. При пастеризации, принятой в сыроделии, погибают. Однако существуют устойчи-

вые формы, в частности, попадающие из доильного оборудования, которые выдерживают кратковременный нагрев и являются микрофлорой пастеризованного молока и сыров. Представители рода *Micrococcus* благодаря своей протеолитической и липолитической активности участвуют в созревании различных видов сыра. В некоторых случаях при интенсивном развитии это приводит к появлению пороков вкуса, а также к появлению цветных пятен на поверхности сыра [13].

Стафилококки

Отдельные представители рода *Staphylococcus*, входящего в состав семейства *Micrococcaceae*, также характеризуются продуцированием каротиноидных пигментов и образуют обычно непрозрачные, белые, кремовые или от желтых до оранжевых колонии. Имеют сферические клетки диаметром 0,5–1,5 мкм, располагаются одиночно, в парах и в группах неправильной формы. В основном ассоциированы с кожными покровами и слизистыми оболочками человека и животных. Являются солеустойчивыми микроорганизмами и растут в присутствии 10 % NaCl [1]. Обсеменение сыродельного производства стафилококками происходит в первую очередь от сырого молока, поскольку стафилококки, так же как и микрококки, являются важнейшими представителями его флоры и составляют в сумме с микрококками 46–76,3 % от общей обсемененности сырого молока. Стафилококки погибают при пастеризации, однако при массивном обсеменении сырого молока часть клеток после термического шока может восстановить свою активность [13]. *Staphylococcus* subsp. входят в состав поверхностной микрофлоры сыров, созревающих с микрофлорой поверхностной слизи. При развитии в сырах коагулазоположительных штаммов *Staphylococcus aureus* могут накапливаться внеклеточные энтеротоксины, попадание которых в организм человека вызывает тяжелые токсикозы.

Использование современных методов диагностики позволяет выявлять менее известные и описанные в литературе микроорганизмы, способные вырабатывать пигменты различной окраски. Например, нами при исследовании образцов сырого молока из регионов России и анализе методом MALDI-TOF масс-спектрометрии пигментированных колоний, выросших в посевах на среде КМАФАНМ, выявлены *Chryseobacterium indologenes*.

Род *Chryseobacterium* (ранее – *Flavobacterium*) принадлежит семейству *Flavobacteriaceae*. Некоторые представители рода *Chryseobacterium*, являющиеся условно-патогенными микроорганизмами, остаются относительно новыми и малоизученными патогенами для российских исследователей [19].

Микроорганизмы рода *Chryseobacterium* наряду с такими известными патогенами человека как *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. и др. входят в группу неферментирующих грамотрицательных бактерий (НГОб) [19]. Они широко распространены в окружающей среде и обнаруживаются в почве, воде, корнях растений, разлагающемся растительном материале и различных пищевых продуктах, включая сырое мясо и молоко. Микроорганизмы этого рода также присутствуют в пресноводной воде ручьев и озер, извлечены из ила, морских отложений и вечной мерзлоты. Выявлялись в системах водяного охлаждения, в питьевой воде, молочнокислых напитках, были обнаружены в сыром молоке [20].

Виды *Chryseobacterium* представляют собой хемоорганотрофные, аэробные, неподвижные, каталазо- и оксидазоположительные, образующие индол, не ферментирующие глюкозу, грамотрицательные, не образующие спор прямые палочки с закругленными концами. Обычно клетки имеют ширину 0,5 мкм и длину от 1 до 3 мкм. Оптимальная температура инкубации 35–37°C. Микроорганизмы рода *Chryseobacterium* хорошо растут на простых питательных средах, образуя колонии уже в течение 24 ч. Колонии полупрозрачные (изредка непрозрачные), округлые, выпуклые или маловыпуклые, гладкие, блестящие, с ровными краями [19].

Название *Chryseobacterium* произошло от греч. «chryseos» – золотой и «bacterion» – маленькая палочка, т.е. *Chryseobacterium* – «желтая палочка» [21]. При росте на питательных средах *Chryseobacterium* spp. образуют желтый или оранжевый пигмент различной интенсивности. Иногда колонии *C. indologenes* окрашены в насыщенный темно-желтый цвет, что связано с синтезом водонерастворимого пигмента флексирубина [19]. Встречаются и непигментированные штаммы. Следует отметить, что интенсивность окраски колоний зависит от состава питательной среды, кислотности среды, возраста культуры, что характерно и для других представителей пигментообразователей.

Таким образом, сырое сборное молоко отличается большим разнообразием микроорганизмов, в том числе пигментообразующих, которые попадают в молоко с кожи сосков, доильного оборудования, кормов для животных, воды, воздуха, почвы, навоза. Кроме перечисленных выше групп микроорганизмов образование пигментов характерно для брeвибактерий, пропионовокислых бактерий, плесневых грибов, энтерококков и др., которые также присутствуют в сыром молоке. Как правило, отдельные виды бактерий встречаются в диапазоне от 10^1 до 10^4 КОЕ/см³ в молоке. Некоторые микроорганизмы являются необходимой микрофлорой для созревания мягких сыров или слизневых сыров. Их развитие в процессе изготовления сыра обогащает вкус готового продукта, способствует формированию необходимой консистенции и требуемых органолептических характеристик. В то же время интенсивное развитие нежелательных представителей в мягких, полутвердых и твердых сырах может провоцировать появление различных пороков вкуса (нечистый, броженный – дрожжи; горький – микрококки; аммиачный запах и вкус для полутвердых и твердых сыров при развитии микрофлоры сырной слизи; гниlostный вкус и запах при развитии протеолитических бактерий), рисунка (сетчатый, рваный, броженный или губчатый при развитии дрожжей), а также пороков внешнего вида, характеризующихся появлением пятен различной окраски на поверхности.

Список использованной литературы:

1. Краткий определитель бактерий Берги / Под ред. Дж. Хоулта – Пер. с англ. – М.: Издательство «Мир», 1980. – 496 с.
2. Микробиология продуктов животного происхождения / Г.–Д. Мюнх, Х. Заупе, М. Шрайтер, К. Вагнер, К. Цикрик. Пер. с нем. М.: Агропромиздат, 1985. 592 с.
3. Fakhry, S. Characterization of Spore Forming *Bacilli* Isolated From the Human Gastrointestinal Tract / S. Fakhry, I. Sorrentini, E. Ricca, M. De Felice, L. Baccigalupi // Journal of Applied Microbiology. 2008. Vol. 105. P. 2178-2186. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03934.x>
4. Kharkhota, M. Chromogenicity of aerobic spore-forming bacteria of the *Bacillaceae* family isolated from different ecological niches and physiographic zones / M. Kharkhota, H. Hrabova, M. Kharchuk, T. Ivanytsia,

- L. Mozhaieva, A. Poliakova, L. Avdieieva // Brazilian Journal of Microbiology. 2022. Vol. 53. P. 1395–1408. <https://doi.org/10.1007/s42770-022-00755-9>
5. СТО ВНИИМС 019-2019 Молоко коровье сырое. Технические условия: стандарт ВНИИМС: дата введения 2019-02-05 / Разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом маслоделия и сыроделия – филиал ФГБНУ «Федеральный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. – Углич, Ярославская область, 2019. –14 с.
6. **Sella, S.R.B.R.** *Bacillus atrophaeus*: main characteristics and biotechnological applications – a review / S.R.B.R. Sella, L.P.S. Vandenberghe, C.R. Soccol // Critical Reviews in Biotechnology, Early Online: 1–13, 2014. <https://doi.org/10.3109/07388551.2014.922915>
7. **Mitchell, C.** Red pigment in *Bacillus megaterium* spores / C. Mitchell, S. Iyer, J.F. Skomurski, J.C. Vary // Applied and Environmental Microbiology. 1986. Vol. 52(1). P. 64–67. <https://doi.org/10.1128/AEM.52.1.64-67.1986>
8. **Nakamura, L.K.** Taxonomic Relationship of Black-Pigmented *Bacillus subtilis* Strains and a Proposal for *Bacillus atrophaeus* sp. nov. / L.K. Nakamura // International Journal of Systematic Bacteriology. 1989. Vol. 39, № 3. P. 295–300. <https://doi.org/10.1099/00207713-39-3-295>
9. **Sorokulova, I.B.** Pigments produced by *Bacillus subtilis* var. *niger* 16k. / I.B. Sorokulova, S.R. Reznik // Prikl Biokhim Mikrobiol. 1979. № 15(2). P. 314–317.
10. **Dunlap, C.A.** *Bacillus nakamurai* sp. nov., a black pigment producing strain / C.A. Dunlap, L.P. Saunders, D.A. Schisler, T.D. Leathers, N. Naeem, F.M. Cohan, A.P. Rooney // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 2016. Vol. 66. № 8. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001135>
11. **Khaneja, R.** Carotenoids found in *Bacillus* / R. Khaneja, L. Perez-Fons, S. Fakhry, L. Baccigalupi, S. Steiger, E. To, G. Sandmann, T.C. Dong, E. Ricca, P.D. Fraser, S.M. Cutting // Journal of Applied Microbiology. 2010. Vol. 108. P. 1889–1902. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04590.x>
12. **Бабьева, И.П.** Биология дрожжей / И.П. Бабьева, И.Ю. Чернов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 221 с.
13. **Ritschard, J.S.** The Microbial Diversity on the Surface of Smear-Ripened Cheeses and Its Impact on Cheese Quality and Safety / J.S. Ritschard, M. Schuppler // Food. 2024. Vol. 13(2). P. 214. <https://doi.org/10.3390/foods13020214>
14. **Савчик, А.В.** Каротиноидсинтезирующие дрожжевые грибы и их применение в биотехнологии (обзор литературы) / А.В.Савчик, Г.И. Новик // Пищевая промышленность: наука и технология. 2020. Том 13, № 3 (49). С. 70–83.
15. **Cardoso, L.** Microbial production of carotenoids A review / L. Cardoso, K. Kanno, S. Karp // African Journal of Biotechnology. 2017. Vol. 16(4), P. 139–146. <https://doi.org/10.5897/AJB2016.15763>
16. **Ястребова, О.В.** Филогенетическое разнообразие бактерий семейства *Micrococcaceae*, выделенных из биотопов с различным антропогенным воздействием / О.В. Ястребова, Е.Г. Плотникова // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2020. Вып. 4. С. 321–333. <https://doi.org/10.17072/1994-9952-2020-4-321-333>
17. **Блекберн К. де В.** Микробиологическая порча пищевых продуктов / К. де В. Блекберн (ред). – пер. с англ. СПб.: Профессия, 2011. –784 с.
18. **Jagannadham, M.V.** The major carotenoid pigment of a psychrotrophic *Micrococcus roseus* with synthetic membranes. / M.V. Jagannadham, V.J. Rao, S. Shivaji // Journal of Bacteriology. 1991. Vol. 173(24). P. 7911–7917.
19. **Голубева, А.О.** Характеристика и клиническое значение некоторых малоизученных возбудителей рода *Chryseobacterium* (обзор литературы) / А.О. Голубева, А.П. Бондаренко, О.Е. Троценко // Дальневосточный Журнал Инфекционной Патологии. 2023. № 44. С. 86–98.
20. **Hantsis-Zacharov, E.** *Chryseobacterium oranimense* sp. nov., a psychrotolerant, proteolytic and lipolytic bacterium isolated from raw cow's milk / E. Hantsis-Zacharov, T. Shaked, Y. Senderovich et al. // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 2008. Vol. 58. P. 2635–2639.
21. **Vandamme, P.** New perspectives in the classification of the flavobacteria: description of *Chryseobacterium* gen. nov., *Bergeyella* gen. nov., and *Empedobacter* nom. rev. / P. Vandamme, J.F. Bernardet, P. Segers et al. // International Journal of Systematic Bacteriology. 1994. № 4, Vol. 44. P. 827–831.