

Основы ферментирования белокочанной капусты

Екатерина С. Шишлова¹ tirina.k@yandex.ru
 Наталья Е. Посокина¹ labtech45@yandex.ru
 Ольга Ю. Лялина¹ olgalyalina@yandex.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования, ул. Школьная, 78, г. Видное, 142703, Россия

Реферат. В данном обзоре полностью освещен процесс ферментации (молочнокислого брожения) белокочанной капусты. Ферментация является очень сложным динамичным процессом с многочисленными физическими, химическими и микробиологическими изменениями, влияющими на качество конечного продукта. Описана последовательность развития молочнокислых бактерий в процессе ферментации, которая характеризуется ростом и сменой пулов различных микроорганизмов. На смену молочнокислым микроорганизмам *Leuconostoc mesenteroides* приходит *Lactobacillus brevis*, а затем размножается *Lactobacillus plantarum*. Приведены основные факторы, которые необходимо учитывать в процессе ферментации и хранения квашеной капусты. Для того чтобы начался самопроизвольный процесс ферментации, необходимо, чтобы молочнокислые бактерии, присутствующие на поверхности свежего сырья, преобладали над патогенной микрофлорой. При этом использование заквасочных культур является хорошей альтернативой естественной ферментации, так как это гарантирует правильное протекание процесса и получения готового продукта хорошего качества. Рассмотрены методы термической обработки, такие как пастеризация и стерилизация, позволяющие продлить срок годности готового ферментированного продукта. Также описаны различные виды упаковки, которые лучше использовать для ферментированных продуктов: полиэтиленовые пакеты, стеклянные и металлические банки. Указано, какие гигиенические нормы необходимо соблюдать при производстве квашеной капусты. Показано, что ферментированная (квашеная) капуста обладает пробиотическими свойствами, которые оказывают благоприятное воздействие на организм человека. Отмечено, что использование молочнокислых микроорганизмов (заквасочных культур) в процессе ферментации белокочанной капусты благоприятно влияет на весь процесс, так как подавляет развитие патогенных и других нежелательных микроорганизмов, находящихся на поверхности свежего сырья и позволяет производить продукт с улучшенными функциональными свойствами.

Ключевые слова: ферментация, квашеная капуста, молочнокислые микроорганизмы, белокочанная капуста, молочная кислота, заквасочные культуры

The basics of fermenting white cabbage

Ekaterina S. Shishlova¹ tirina.k@yandex.ru
 Natalya E. Posokina¹ labtech45@yandex.ru
 Olga Yu. Lyalina¹ olgalyalina@yandex.ru

¹ Russian Research Institute of Canning Technology, Shkolnaya Street, 78, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia

Summary. In this review, the fermentation process (lactic acid fermentation) of white cabbage is completely covered. Fermentation is a very complex dynamic process with numerous physical, chemical and microbiological changes affecting quality of the final product. The sequence of lactic acid bacteria development in the fermentation process, which is characterized by the growth and change of pools of various microorganisms, is described. In place of lactic acid microorganisms *Leuconostoc mesenteroides* comes *Lactobacillus brevis*, and then propagated *Lactobacillus plantarum*. The main factors to be taken into account in the fermentation and storage of sauerkraut are given. In order to start the spontaneous fermentation process, it is necessary that the lactic acid bacteria present on the surface of fresh raw materials prevail over the pathogenic microflora. At the same time, the use of starter cultures is a good alternative to natural fermentation, as this ensures the proper flow of the process and the finished product of good quality. The methods of heat treatment, such as pasteurization and sterilization, allowing to extend the shelf life of the finished fermented product. Various types of packaging that are best used for fermented products are also described: plastic bags, glass and metal cans. It is specified what hygienic norms should be observed at production of sauerkraut. It is shown that fermented (fermented) cabbage has probiotic properties that have a beneficial effect on the human body. It is noted that the use of lactic acid microorganisms (starter cultures) in the fermentation process of white cabbage favorably affects the whole process, as it suppresses the development of pathogenic and other undesirable microorganisms on the surface of fresh raw materials and allows to produce a product with improved functional properties.

Keywords: fermentation, sauerkraut, lactic acid bacteria, white cabbage, lactic acid, starter cultures

Введение

Происхождение процесса ферментации было обнаружено китайцами приблизительно в 3 веке до н. э. [1, 2]. Ферментированные продукты, произведенные из разнообразного сырья, используются практически во всем мире. В слаборазвитых странах молочнокислое брожение (соление, квашение и мочение) является важным способом сохранения овощей и фруктов из-за доступности этого метода и низких энергозатрат [3]. Благодаря применению

различных технологий – от очень простых до самых продвинутых, ферментированные продукты могут иметь разнообразный вкус и структурные свойства. Процесс ферментации играет важную роль как в домашнем хозяйстве, так и в промышленном производстве. Сохранение скоропортящихся продуктов животного и растительного происхождения с помощью ферментации помогает увеличить срок годности продукта в течение длительного периода времени.

Для цитирования

Шишлова Е.С., Посокина Н.Е., Лялина О.Ю. Основы ферментирования белокочанной капусты // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 242–248. doi:10.20914/2310-1202-2018-2-242-248

For citation

Shishlova E.S., Posokina N.E., Lyalina O.Yu. The basics of fermenting white cabbage. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 242–248. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-2-242-248

Ферментированные продукты – это продукты, наделенные определенными функциональными свойствами, в процессе ферментации которых задействованы молочнокислые микроорганизмы, естественным образом существующие на поверхности сырья или добавленные (заквасочные культуры, дрожжи и т. д.). Молочнокислые бактерии являются микроорганизмами, которые, воздействуя на сырьё, дают гарантию, что готовый продукт будет безопасным. Молочная кислота играет существенную роль в ферментированных продуктах, так как с ее помощью продукт дольше хранится и обогащается питательными веществами [4]. На первый взгляд производство квашеной капусты является достаточно простым процессом, который можно легко осуществить в домашних условиях, но с другой стороны это сложный процесс, состоящий из множества фаз (этапов). И именно от успешного прохождения всех фаз ферментации зависит качество готового продукта.

Процесс ферментации

Ферментация белокочанной капусты является очень сложным динамичным процессом с многочисленными физическими, химическими и микробиологическими изменениями, влияющими на качество конечного продукта. Производство ферментированной капусты состоит из следующих этапов: сбор сырья, очистка, удаление кочерыги, мытье, измельчение, фасовка в упаковку, где в дальнейшем будет происходить процесс брожения. В начале процесса ферментации находится критическая точка, которая определяет, как быстро молочнокислые бактерии смогут развиваться и снизить pH, чтобы процесс продолжался в нужном направлении. При этом должны сохраняться максимально анаэробные условия для предотвращения роста нежелательных микроорганизмов. Необходимо так же соблюдать определенную температуру, чтобы в итоге получить готовый продукт хорошего качества.

Ферментация белокочанной капусты может быть разделена на две фазы – первая является газообразной, так как в ней «работают» молочнокислые бактерии гетероферментативного типа, которые формируют молочную и уксусную кислоты, а также CO₂, а вторая – без газообразования, где преобладают уже бактерии гомоферментативного типа [5]. Типичными продуктами, сформированными во время ферментации квашеной капусты, являются: молочная кислота, уксусная кислота, маннит и этанол. При этом молочная кислота является главным продуктом ферментации [6].

Молочнокислые бактерии и их роль в процессе ферментации

Молочнокислые бактерии принадлежат к следующим семействам: *Aerococcaceae*, *Carnobacteriaceae*, *Enterococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *Leuconostocaceae* и *Streptococcaceae*. Молочнокислые бактерии неподвижные, грамположительные, аэротерпимые, обычно неспорообразующие и каталаза-отрицательные организмы, которые в процессе ферментации производят молочную кислоту. Считается, что они защищают ферментируемое сырьё от патогенных микроорганизмов путем производства антагонистических комплексов, таких как кислоты, бактериоцины и противогрибковые вещества [7]. В свежей капусте содержится очень низкое количество молочнокислых бактерий, но этого количества обычно бывает достаточно для того, чтобы процесс ферментации начался. При этом необходимо, чтобы происходило быстрое уменьшение pH в начале процесса, для того чтобы добиться быстрого увеличения кислотности, которая доминирует над нежелательной микрофлорой и подавляет её рост. Также кислотность в процессе ферментации отвечает еще и за аромат готового продукта. Органические кислоты, в основном молочная и уксусная, производятся в значительных количествах на ранней стадии ферментации капусты. Замечено, что уксусная кислота имеет больший антибактериальный эффект, чем молочная [8], в связи с чем необходимо, чтобы она была произведена на ранней стадии ферментации [9].

Уровень кислотности зависит от концентрации сахаров, присутствующих в свежем сырье, и степени, до которой эти сахара могут преобразовываться в кислоты в течение всего процесса. Ферментация продолжается, пока все способные к брожению сахара не используются или пока титруемая кислотность в продукте не достигнет значения 1,7–2 %, с pH 3,4–3,6, после чего прекращается рост молочнокислых бактерий [5].

Последовательность микроорганизмов, развивающихся в процессе ферментации белокочанной капусты, состоит в росте и смене пулов микроорганизмов. На смену молочнокислым микроорганизмам *Leuconostoc mesenteroides* приходит *Lactobacillus brevis*, а затем размножается *Lactobacillus plantarum*, который опять продуцирует кислоту, снижая значение pH ниже 4,0. В начале процесса ферментации над патогенной микрофлорой доминируют молочнокислые бактерии гетероферментативного типа. На более позднем этапе ферментации гетероферментативные молочнокислые бактерии

заменяются более кислотоустойчивыми – гомо-ферментативными, производящими молочную кислоту [10]. Как правило, *Ln. mesenteroides* развивается в начале ферментации, а *Lb. plantarum* в конце [11, 12].

Благодаря тому, что молочнокислые бактерии в процессе ферментации преобладают над патогенной микрофлорой, это увеличивает срок годности и повышает микробиологический уровень безопасности ферментированных продуктов.

Проблемы, связанные с непосредственной ферментацией капусты

Производство квашеной (ферментированной) капусты высокого качества является очень сложной задачей, поскольку существуют некоторые риски, связанные с протеканием процесса ферментации. Для положительного развития процесса необходимо, чтобы питательные вещества, содержащиеся в капусте, были сразу доступны молочнокислым бактериям. В этом случае нежелательная микрофлора не будет иметь потенциала для развития и, при накоплении значительных количеств молочной кислоты, будет уничтожена. Именно поэтому необходимо, чтобы процесс ферментации начинался как можно скорее с роста молочнокислых бактерий и, следовательно, с быстрого уменьшения pH для предотвращения роста патогенных микроорганизмов. При этом должны сохраняться максимально анаэробные условия, так как если в процессе ферментации произойдет попадание воздуха, то это приведет к обесцвечиванию поверхности капусты, образованию неприятного аромата и понижению микробиологического качества продукта [13]. В случае если во время процесса ферментации не произойдет должного снижения показателя pH, то молочнокислые микроорганизмы *Lb. brevis*, могут послужить причиной окрашивания ферментированной капусты в красный цвет [13], а произведенные в процессе ферментации пептазы могут способствовать образованию слизи. Также получение «тягучей» квашеной капусты обычно является результатом формирования декстрана, вызванного молочнокислыми микроорганизмами *Ln. mesenteroides*. Таким образом, необходимо помнить, что от правильного обращения со свежим сырьем и со всем оборудованием, используемым в процессе ферментации, зависит качество готового продукта.

Концентрация соли

Соль (NaCl) традиционно используется в процессе ферментации. Квашеную капусту солят с помощью сухого посола [14]. Соль помогает предотвратить возможное размягчение сырья капусты и уменьшить развитие нежелательной микрофлоры. Также она оказывает

влияние на аромат конечного продукта. Обычно концентрация соли в ферментированной капусте находится в диапазоне 2–3%. Однако сегодня потребители предпочитают более низкую концентрацию соли в своей еде, в основном из-за внимательного отношения к своему здоровью, именно поэтому все внимание сейчас сконцентрировано на том, чтобы производить ферментированную капусту с низким содержанием соли. Ученые доказали, что в процессе молочнокислого брожения, возможно, понизить концентрацию NaCl от 0,5 до 2,0% без потери микробиологического или сенсорного качества готового продукта [15, 16]. Также квашеная капуста может быть успешно произведена с использованием минеральной соли в низких концентрациях [17].

Использование заквасочных культур

Для обеспечения высокого качества продукта, в процессе ферментации, наряду с вышеупомянутыми факторами, могут использоваться заквасочные культуры. Они содержат живые микроорганизмы, которые применяются с намерением использовать их микробный метаболизм и улучшить качество ферментированной капусты [18, 19]. Заквасочная культура должна быть добавлена в сырье обязательно до начала процесса ферментации. В качестве заквасок могут использоваться монокультуры молочнокислых микроорганизмов или их консорциумы. Важным моментом при применении заквасочных культур является то, что они гарантируют точное продолжение процесса ферментации при достаточном количестве сахаров [20]. Используемые в процессе ферментации штаммы молочнокислых микроорганизмов, в основном, приобретаются у поставщиков, но при желании могут быть произведены и обогащены самим производителем. При этом для самостоятельного получения заквасок, необходимо специализированное оборудование и хорошо подготовленный персонал.

При производстве ферментированной капусты всегда большое внимание уделяется усовершенствованию органолептических и функциональных свойств продукта, поскольку это может влиять и на реализацию [5].

Преимущества использования заквасочных культур

Использование заквасок является хорошей альтернативой самопроизвольной ферментации квашеной капусты, поскольку с их помощью процессом можно управлять. Правильный выбор заквасок имеет огромное значение для получения готового продукта с улучшенной пищевой ценностью. Закваски могут быть добавлены к сырью в виде монокомпонентных культур или в виде консорциумов молочнокислых

микроорганизмов. В основном при ферментации овощного сырья применяются заквасочные культуры следующих родов: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Weissella*, *Enterococcus* и *Pediococcus*. При этом для успешного использования заквасок в ферментированных продуктах необходимо учитывать несколько факторов: органолептические особенности, безопасность, польза для здоровья и срок хранения. При культивировании свежей белокочанной капусты молочнокислыми микроорганизмами происходит резкое нарастание молочной и уксусной кислот, что приводит к быстрому снижению pH и гарантирует продолжение процесса ферментации. Таким образом, некоторые качественные признаки ферментированного продукта, а также его технологические, пищевые и функциональные параметры могут быть улучшены. Кроме того, использование заквасок ускоряет процесс ферментации, и квашеная капуста может быть произведена за более короткий период, по сравнению с естественной ферментацией.

Пробиотическая роль молочнокислых микроорганизмов

Большинство ферментированных продуктов, как известно, является источниками пробиотических культур молочнокислых микроорганизмов [21, 22]. В квашеной капусте содержится большое количество углеводов и живых молочнокислых бактерий. В связи с этим пробиотические молочнокислые микроорганизмы могут быть получены из непосредственно ферментированной капусты [23]. Таким образом, свежая белокочанная капуста в комбинации с пробиотическими микроорганизмами дает возможность получить ферментированный продукт с улучшенными технологическими, пищевыми и функциональными свойствами.

Объясняется это тем, что пробиотические молочнокислые микроорганизмы во время процесса ферментации производят несколько биологически активных комплексов, таких как органические кислоты, витамины, ферменты и другие, которые, в конечном счете, оказывают благоприятное влияние на здоровье потребителя [24]. При этом пробиотические молочнокислые микроорганизмы не только оказывают влияние на организм человека, но и лечат хронические болезни, такие как рак, гепатит и другие [25].

Сок квашеной капусты

Сок квашеной капусты может быть произведен при непосредственной ферментации белокочанной капусты. Сок может быть извлечен из квашеной капусты после того, как процесс брожения достигнет pH ниже 4,2. В целом микробиологическое и сенсорное качество сока

в процессе ферментации капусты зависит от самого сырья и от условий брожения, поскольку эти факторы оказывают огромное влияние на протекание процесса и, соответственно, на качество готового продукта. Полученный в процессе ферментации сок квашеной капусты может быть сохранен при тех же температурах, при которых хранится готовый продукт. При этом, полученный сок квашеной капусты подвергают термической обработке: пастеризации или стерилизации, что позволяет продлить срок годности сока в течение многих лет, но при этом он теряет свои полезные свойства.

Для обеспечения в процессе ферментации более однородного сенсорного и микробиологического качества сока квашеной капусты могут использоваться закваски. Добавление заквасочных культур позволяет производить более эффективно молочную и уксусную кислоты, таким образом, понижая влияние других микроорганизмов, которые существуют в свежем сырье. Все это гарантирует получение сока квашеной капусты улучшенного качества. При этом, при помощи определенных комбинаций молочнокислых микроорганизмов, трав и специй в процессе ферментации, может быть изменен вкус сока квашеной капусты. Концентрация соли тоже может повлиять на вкус сока. В свою очередь использование молочнокислых микроорганизмов *Ln. mesenteroides* и комбинации заквасочных культур *Ln. mesenteroides* и *P. dextrinicus*, показали, что сок ферментированной капусты может быть произведен с более нежным вкусом, который пользуется большим спросом у потребителей, что является важным фактором в дальнейшей реализации готового продукта [26]. На самом деле, можно сделать вывод, что существует бесконечное количество возможностей произвести сок ферментированной капусты с различными вкусами.

Термическая обработка

Ферментированная капуста может быть обработана термически, чтобы остановить функцию ферментов и устранить патогенную микрофлору путем нагревания от 70–80 °C и при помощи более высоких температур – от 120 до 140 °C. Таким образом, термическая обработка позволяет хранить готовый продукт при комнатной температуре. При этом под действием температур в ферментированной капусте происходит разрушение содержащихся в ней молочнокислых бактерий и, следовательно, готовый продукт уже не содержит полезных ингредиентов. В связи с чем очевидно, что данный процесс не улучшает функциональность ферментированной капусты, а помогает только продлить ее срок годности.

Упаковка и условия производства ферментированной капусты

Для производства квашеной капусты необходимо использовать свежее сырье хорошего качества, после чего-либо немедленно реализовать его, либо оставить на хранение в чистом складе. При этом компоненты, используемые в процессе ферментации, так же должны иметь хорошее микробиологическое качество. Важно, чтобы свежая капуста была правильно обработана на каждой стадии процесса ферментации. Кроме того, помимо чистой рабочей одежды, производственный штат должен знать, как обращаться с сырьем, используемым в процессе ферментации. Все оборудование, которое используется в процессе ферментации, всегда должно содержаться в чистоте для избегания всех возможных рисков загрязнения сырья. Готовые продукты должны храниться в специально отведенном для этого чистом месте, при правильных температурах, для поддержания их микробиологических и органолептических свойств. Перед этим ферментированные продукты обязательно герметично упаковывают в потребительскую упаковку. Выбор упаковочного материала для ферментированных продуктов зависит в основном от того, был ли продукт обработан термически. Квашеная капуста может быть упакована в полимерные пакеты, в стеклянные и металлические банки. При этом для пастеризованной или стерилизованной ферментированной капусты применяется упаковочный материал, произведенный из стекла или металла. Таким образом, желательно, чтобы все условия, влияющие на процесс ферментации, были соблюдены с целью получения готового продукта хорошего качества.

Влияние молочнокислых бактерий на здоровье человека

Продукты, изготовленные с минимальным использованием химических консервантов, являются актуальными в наше время. Квашеная капуста является полезным продуктом, поскольку в ней сохраняются питательные вещества и витамины, содержащиеся в свежем сырье, также она богата большим количеством молочнокислых бактерий, которые благоприятно влияют

на организм человека [27, 28]. Именно поэтому у потребителей увеличивается спрос на ферментированную капусту. Молочнокислые бактерии, присутствующие в квашеной капусте добавляют продукту пробиотические свойства и помогают устранить какое-либо расстройство организма [29–31]. А, например, квашеная капуста, произведенная с помощью молочнокислых бактерий *Ln. mesenteroides* с низким содержанием соли, обладает высокими антиокислительными свойствами, антиканцерогенными комплексами и низким содержанием натрия [32]. Важным моментом в процессе ферментации является то, что при взаимодействии свежей белокочанной капусты с молочнокислыми микроорганизмами получается продукт с функциональными свойствами, улучшающими здоровье потребителя [33]. А люди, можно сказать, только недавно в полном объеме оценили все эти полезные свойства квашеной капусты.

Выводы

Использование процесса ферментации является актуальным методом для пищевой промышленности, не только потому, что с его помощью можно продлить срок годности скоропортящихся продуктов, но и в связи с тем, что можно получить продукты, оказывающие благоприятное влияние на здоровье людей. Именно поэтому в настоящее время при создании новых продуктов процесс ферментации рассматривается как потенциально важный источник полезных бактерий. Поскольку ферментированная капуста богата молочнокислыми бактериями, витаминами, питательными веществами, то этот продукт широко применяется для диетического питания, а также помогает наладить работу желудочно-кишечного тракта. В связи с чем, можно сказать, что квашеная капуста является неотъемлемой частью питания населения, так как улучшает работу организма человека. При этом важность применения процесса ферментации заключается в том, чтобы как можно больше добавить готовому продукту полезных функциональных свойств путем использования разнообразных заквасочных культур молочнокислых микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Pederson C.S. Microbiology of Food Fermentations. Avi, Westport: CI, 1979. P. 153–209.
- 2 Buckenhüskes H.J. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities // FEMS Microbiology Reviews 12. 1993. P. 253–272.
- 3 Daeschel M.A., Andersson R.E., Fleming H.P. Microbial ecology of fermenting plant materials // FEMS Microbiology Reviews 46. 1987. P. 357–367.

- 4 Jay J. Modern Food Microbiology. New York: Chapman and Hall, 1996.
- 5 Fleming H.P. Considerations for the Controlled Fermentation and Storage of Sauerkraut. 1987. P. 26–32.
- 6 von Wright A. Lactic Acid Bacteria // Boca Raton. 2011.
- 7 Visser R., Holzapfel W.H., Bezuidenhout J.J., Kotze J.M. Antagonism of lactic acid bacteria against phytopathogenic bacteria // Applied and Environmental Microbiology 52. 1986. P. 552–555.

- 8 Eklund T., Gould G.W. Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures. 1989. P. 161–199.
- 9 Adams M.R., Hall C.J. Growth inhibition of food-borne pathogens by lactic and acetic acids and their mixtures // International Journal of Food Science and Technology 23. 1988. P. 287–292.
- 10 Pederson C.S., Albury M.N. The sauerkraut fermentation // New York State Agricultural Experiment Station Technical Bulletin. 1969. № 824.
- 11 Neish A.C. Analytical methods for bacterial fermentations // Nat. Res. Coun. Can. Bull. 1952. P. 8–46.
- 12 Pederson C.S., Albury M.N. The effect of pure culture inoculation on fermentation of cucumbers // Food Technology 15. 1961. P. 351–354.
- 13 Oberg C.J., Brown R.J., Kauffman G.B. Focusing on the chemistry and microbiology of vegetables in preservation by fermentation. Products of Chemistry // California State University. Fresno. 1993.
- 14 Gashe B.A. Kocho fermentation // Journal of Applied Bacteriology 62. 1987. P. 473–477.
- 15 Viander B., Mäki M., Palva A. Impact of low salt concentration, salt quality on natural large-scale sauerkraut fermentation // Food Microbiology 20. 2003. P. 391–395.
- 16 Johanningsmeier S., McFeeters R.F., Fleming H.P., Thompson R.L. Effects of *Leuconostoc mesenteroides* starter culture on fermentation of cabbage with reduced salt concentrations // Journal of Food Science 72. 2007. № 5. P. 166–172.
- 17 Wiander B., Palva A. Sauerkraut and sauerkraut juice fermented spontaneously using mineral salt, garlic and algae // Agricultural and Food Science 20. 2011. P. 169–175.
- 18 Desai P., Sheth T. Controlled fermentation of vegetables using mixed inoculum of lactic cultures // Journal of Food Science and Technology 34. 1997. № 3. P. 155–158.
- 19 Hammes W.P. Bacterial starter cultures in food production // Food Biotechnology 4. 1990. №1. P. 383–397.
- 20 Lücke F.K., Brümmer J.M., Buckenhuskes H.J. et al. Starter culture development // Processing and Quality of Foods. Food Biotechnology : Avenues to Healthy and Nutritious Products. 1990. V. 2.
- 21 Di Cagno R., Coda R., De Angelis M., Gobbetti M. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation // Food Microbiology 33. 2013. P. 1–10.
- 22 Swain M. R., Anandharaj M., Ray R.C., Rani R.P. 250 Fermented fruits and vegetables of Asia: A potential source of probiotics // Biotechnology Research International. 2014. P. 424.
- 23 Papadimitriou K., Zoumpopoulou G., Foligné B. et al. Discovering probiotic microorganisms: In vitro, in vivo, genetic and omics approaches // Frontiers in Microbiology 6. 2015. P. 58.
- 24 Suskovic J., Kos B., Beganovic J. et al. Anti-microbial activity – The most important property of probiotic and starter lactic acid bacteria // Food Technology and Biotechnology 48. 2010. P. 296–307.
- 25 Patel A., Shah N. Recent advances in anti-microbial compounds produced by food grade bacteria in relation to enhance food safety and quality // Journal of Innovative Biology. 2014. № 1(4). P. 189–194.
- 26 Wiander B., Ryhänen E.L. Identification of lactic acid bacteria strains isolated from spontaneously fermented sauerkraut and their use in fermentation of sauerkraut and sauerkraut juice in combination with a low NaCl content // Milchwissenschaft 63. 2008. P. 386–389.
- 27 Hose H., Sozzi T. Processing and Quality of Foods // Food Biotechnology: Avenues to Healthy and Nutritious Products. 1990. V. 2.
- 28 Kalantzopoulos G. Fermented Products with Probiotic Qualities // Anaerobe 3. 1997. P. 185–190.
- 29 Masood M.I., Qadir M.I., Shirazi J.H., Khan I.U. Beneficial effects of lactic acid bacteria on human beings // Critical Reviews in Microbiology 37. 2011. P. 91–98.
- 30 Salminen E., Elomaa I., Minkinen J. et al. Preservation of intestinal integrity during radiotherapy using live *Lactobacillus acidophilus* cultures // Clinical Radiology 39. 1988. P. 435–437.
- 31 Salminen S., Isolauri E., Salminen E. Clinical uses of probiotics for stabilizing the gut mucosal barrier: Successful strains and future challenges // Anthonie van Leeuwenhoek 70. 1996. P. 347–358.
- 32 Peñas E., Frias J., Sidro B., Vidal-Valverde C. Chemical evaluation and sensory quality of sauerkrauts obtained by natural and induced fermentations at different NaCl levels from brassica oleracea Var. capitata Cv. Bronco Grown in eastern Spain: Effect of storage // Journal of Agricultural and Food Chemistry 58. 2010. № 6. P. 3549–3557.
- 33 Drosinos E.H., Paramithiotis S. Nutritional attributes of lactic acid fermented fruits and vegetables // Agro Food Industry Hi Tech 23. 2012. P. 46–48.

REFERENCES

- 1 Pederson C.S. Microbiology of Food Fermentations. Avi, Westport: CI, 1979. pp. 153–209.
- 2 Buckenhuskes H.J. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities. FEMS Microbiology Reviews 12. 1993. pp. 253–272.
- 3 Daeschel M.A., Andersson R.E., Fleming H.P. Microbial ecology of fermenting plant materials. FEMS Microbiology Reviews 46. 1987. pp. 357–367.
- 4 Jay J. Modern Food Microbiology. New York: Chapman and Hall, 1996.
- 5 Fleming H.P. Considerations for the Controlled Fermentation and Storage of Sauerkraut. 1987. pp. 26–32.
- 6 von Wright A. Lactic Acid Bacteria. Boca Raton. 2011.
- 7 Visser R., Holzapfel W.H., Bezuidenhout J.J., Kotze J.M. Antagonism of lactic acid bacteria against phytopathogenic bacteria. Applied and Environmental Microbiology 52. 1986. pp. 552–555.
- 8 Eklund T., Gould G.W. Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures. 1989. P. 161–199.
- 9 Adams M.R., Hall C.J. Growth inhibition of food-borne pathogens by lactic and acetic acids and their mixtures. International Journal of Food Science and Technology 23. 1988. pp. 287–292.
- 10 Pederson C.S., Albury M.N. The sauerkraut fermentation. New York State Agricultural Experiment Station Technical Bulletin. 1969. no. 824.
- 11 Neish A.C. Analytical methods for bacterial fermentations. Nat. Res. Coun. Can. Bull. 1952. pp. 8–46.
- 12 Pederson C.S., Albury M.N. The effect of pure culture inoculation on fermentation of cucumbers. Food Technology 15. 1961. pp. 351–354.
- 13 Oberg C.J., Brown R.J., Kauffman G.B. Focusing on the chemistry and microbiology of vegetables in preservation by fermentation. Products of Chemistry. California State University. Fresno. 1993.

14 Gashe B.A. Kocho fermentation. Journal of Applied Bacteriology 62. 1987. pp. 473–477.

15 Viander B., Mäki M., Palva A. Impact of low salt concentration, salt quality on natural large-scale sauerkraut fermentation. Food Microbiology 20. 2003. pp. 391–395.

16 Johanningsmeier S., McFeeters R.F., Fleming H.P., Thompson R.L. Effects of *Leuconostoc mesenteroides* starter culture on fermentation of cabbage with reduced salt concentrations. Journal of Food Science 72. 2007. no. 5. pp. 166–172.

17 Wiander B., Palva A. Sauerkraut and sauerkraut juice fermented spontaneously using mineral salt, garlic and algae. Agricultural and Food Science 20. 2011. pp. 169–175.

18 Desai P., Sheth T. Controlled fermentation of vegetables using mixed inoculum of lactic cultures. Journal of Food Science and Technology 34. 1997. no. 3. pp. 155–158.

19 Hammes W.P. Bacterial starter cultures in food production. Food Biotechnology 4. 1990. no. 1. pp. 383–397.

20 Lücke F.K., Brümmer J.M., Buckenhüskes H.J. et al. Starter culture development. Processing and Quality of Foods. Food Biotechnology: Avenues to Healthy and Nutritious Products. 1990. vol. 2.

21 Di Cagno R., Coda R., De Angelis M., Gobbetti M. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. Food Microbiology 33. 2013. pp. 1–10.

22 Swain M. R., Anandharaj M., Ray R.C., Rani R.P. 250 Fermented fruits and vegetables of Asia: A potential source of probiotics. Biotechnology Research International. 2014. pp. 424.

23 Papadimitriou K., Zoumpoulou G., Foligné B. et al. Discovering probiotic microorganisms: In vitro, in vivo, genetic and omics approaches. Frontiers in Microbiology 6. 2015. pp. 58.

24 Suskovic J., Kos B., Beganovic J. et al. Anti-microbial activity – The most important property of probiotic and starter lactic acid bacteria. Food Technology and Biotechnology 48. 2010. pp. 296–307.

25 Patel A., Shah N. Recent advances in anti-microbial compounds produced by food grade bacteria in relation to enhance food safety and quality. Journal of Innovative Biology. 2014. no. 1(4). pp. 189–194.

26 Wiander B., Ryhänen E.L. Identification of lactic acid bacteria strains isolated from spontaneously fermented sauerkraut and their use in fermentation of sauerkraut and sauerkraut juice in combination with a low NaCl content. Milchwissenschaft 63. 2008. pp. 386–389.

27 Hose H., Sozzi T. Processing and Quality of Foods. Food Biotechnology: Avenues to Healthy and Nutritious Products. 1990. vol. 2.

28 Kalantzopoulos G. Fermented Products with Probiotic Qualities. Anaerobe 3. 1997. pp. 185–190.

29 Masood M.I., Qadir M.I., Shirazi J.H., Khan I.U. Beneficial effects of lactic acid bacteria on human beings. Critical Reviews in Microbiology 37. 2011. pp. 91–98.

30 Salminen E., Elomaa I., Minkinen J. et al. Preservation of intestinal integrity during radiotherapy using live *Lactobacillus acidophilus* cultures. Clinical Radiology 39. 1988. pp. 435–437.

31 Salminen S., Isolauri E., Salminen E. Clinical uses of probiotics for stabilizing the gut mucosal barrier: Successful strains and future challenges. Anthonie van Leeuwenhoek 70. 1996. pp. 347–358.

32 Peñas E., Frias J., Sidro B., Vidal-Valverde C. Chemical evaluation and sensory quality of sauerkrauts obtained by natural and induced fermentations at different NaCl levels from brassica oleracea Var. capitata Cv. Bronco Grown in eastern Spain: Effect of storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58. 2010. no. 6. pp. 3549–3557.

33 Drosinos E.H., Paramithiotis S. Nutritional attributes of actic acid fermented fruits and vegetables. Agro Food Industry Hi Tech 23. 2012. pp. 46–48.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Екатерина С. Шишлова старший научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования, ул. Школьная, 78, г. Видное, 142703, Россия, tirina.k@yandex.ru

Наталья Е. Посокина к.т.н., заведующая лабораторией, лаборатория технологии консервирования, Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования, ул. Школьная, 78, г. Видное, 142703, Россия, labtech45@yandex.ru

Ольга Ю. Лялина ведущий научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования, ул. Школьная, 78, г. Видное, 142703, olgalyalina@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.03.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.04.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ekaterina S. Shishlova senior researcher, laboratory of technology of canning, Russian Research Institute of Canning Technology, 78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia, tirina.k@yandex.ru

Natalya E. Posokina Cand. Sci. (Engin.), head of the laboratory, laboratory of technology of canning, Russian Research Institute of Canning Technology, 78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703 leading researcher 3, Russia, labtech45@yandex.ru

Olga Yu. Lyalina leading researcher, laboratory of technology of canning, Russian Research Institute of Canning Technology, 78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia, olgalyalina@yandex.ru

CONTRIBUTION

all authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.18.2018

ACCEPTED 4.13.2018