НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЦЕССУ ФЕРМЕНТАЦИИ ОВОЩЕЙ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР

SCIENTIFICALLY-BASED APPROACHES TO THE PROCESS VEGETABLE FERMENTATION AND ADVANTAGES USE OF BACTERIAL STARTER CULTURES

Посокина Н.Е.^{1*} – кандидат техн. наук, зав. лаб. технологии консервирования

Лялина О.Ю.¹ – ведущий н.с.

Захарова А.И.¹ – с.н.с.

Шишлова Е.С.¹ – с.н.с.

Терешонков В.И.² – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лабораторно-аналитического центра

¹Всероссийский научно-исследовательский институт
технологии консервирования –

филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(ВНИИТЭК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН)
142703, Россия, Московская область, г. Видное, ул. Школьная, 78

*E-mail: labtech45@yandex.ru

E-mail: vniitek@vniitek.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр овощеводства»
143072, Россия, Московская обл.,

Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14
E-mail: vniissok@mail.ru

Posokina N.E.^{1*} – Head of the laboratory, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.)

Lyalina O.Yu.¹ – Leading Researcher

Zakharova A.I.¹ – Senior Researcher

Shishlova E.S.¹ – Senior Researcher

Tereshonok V.I.² – Senior Researcher, Ph.D. in Agriculture

¹Russian Research Institute of Canning Technology –
Branch of V.M. Gorbatoev Federal Research Center for Food Systems of RAS
(VNIITEK – Branch of Gorbatoev Research Center for Food Systems)
78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia
www.vniitek.ru

*E-mail: labtech45@yandex.ru

E-mail: vniitek@vniitek.ru, vniikoptok@yandex.ru

²FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionnaya str., 14, p. VNISSOK,
Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia
E-mail: vniissok@mail.ru

Наряду с тепловой обработкой, копчением и сушкой на солнце, одним из старейших способов консервирования пищевых продуктов является ферментация (сбраживание). Ферментированные пищевые продукты появились задолго до того, как люди узнали о существовании микроорганизмов, и вошли в традиционный рацион почти у всех культур. В настоящее время производство соленых, квашеных и моченых продуктов является важным сегментом пищевой промышленности. На скорость размножения микроорганизмов в пищевых продуктах влияют различные факторы, в том числе свойства продуктов (содержание нутриентов, значение pH, окислительно-восстановительный (редокс-) потенциал, активность воды и т.п.) и внешние факторы – в том числе, условия хранения, например, температура и относительная влажность. Консервирование пищевых продуктов обычно базируется на уничтожении микроорганизмов или контроле их размножения и общего состава микробиоты. Снижение темпов или предотвращение микробиологической порчи пищевых продуктов основано на четырех основных принципах: минимизация контаминации продукта микроорганизмами; подавление роста и размножения микроорганизмов-контаминантов; уничтожение микроорганизмов-контаминантов; удаление микроорганизмов-контаминантов. Ферментация основана на сочетании первых трех принципов и достигается созданием условий для роста специфических микроорганизмов, которые могут придавать пищевым продуктам желаемый вкус, аромат, текстуру и внешний вид. Данный обзор посвящен научным аспектам ферментирования овощей, в т.ч. с использованием бактериальных заквасочных культур. Даны характеристики используемых молочнокислых микроорганизмов, приведены и описаны основные принципы и преимущества процесса ферментации овощей и происходящие при этом биохимические процессы, описаны преимущества использования бактериальных заквасочных культур (штаммов молочнокислых микроорганизмов) с целью повышения качества готовой продукции.

Ключевые слова: обзор, процесс ферментации овощей, принципы и преимущества ферментации, биохимические процессы, использование бактериальных заквасочных культур (штаммов молочнокислых микроорганизмов).

Для цитирования: Посокина Н.Е., Лялина О.Ю., Захарова А.И., Шишлова Е.С., Терешонков В.И. НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЦЕССУ ФЕРМЕНТАЦИИ ОВОЩЕЙ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР. Овощи России. 2018;(5):77-80. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-77-80

Along with heat treatment, Smoking and drying in the sun, one of the oldest ways to preserve food is fermentation (fermentation). Fermented foods appeared long before people learned about the existence of microorganisms, and entered the traditional diet of almost all cultures. Currently, the production of salted, fermented and wetted products is an important segment of the food industry. The rate of reproduction of microorganisms in foods is affected by several factors including properties of the products (nutrient content, pH value, oxidation-reduction (redox) potential, water activity, etc.) and external factors, including storage conditions, such as temperature and relative humidity. Preservation of food products is usually based on the destruction of microorganisms or control of their reproduction and the overall composition of the microbiota. Reducing the rate or preventing microbiological spoilage of food is based on four main principles: minimization of product contamination by microorganisms; suppression of growth and reproduction of micro-organisms-contaminants; destruction of micro-organisms-contaminants; removal of micro-organisms-contaminants. Fermentation is based on a combination of the first three principles and is achieved by creating conditions for the growth of specific microorganisms that can give food the desired taste, aroma, texture and appearance. This review is devoted to the scientific aspects of vegetable fermentation, including the use of bacterial starter cultures. The characteristics of lactic acid microorganisms are given, the basic principles and advantages of the process of fermentation of vegetables and the biochemical processes taking place at the same time are given and described, the advantages of the use of bacterial starter cultures (strains of lactic acid microorganisms) for the purpose of improving the quality of the finished product are described.

Keywords: review, the process of vegetable fermentation, the principles and benefits of fermentation, biochemical processes, the use of bacterial starter cultures (lactic acid bacteria).

For citation: Posokina N.E., Lyalina O.Yu., Zakharova A.I., Shishlova E.S., Tereshonok V.I. SCIENTIFICALLY-BASED APPROACHES TO THE PROCESS VEGETABLE FERMENTATION AND ADVANTAGES USE OF BACTERIAL STARTER CULTURES. Vegetable crops of Russia. 2018;(5):77-80. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-77-80

Введение

Использование процесса ферментации для сохранения растительного сырья известно еще с древних времен. Например, квашеную капусту в далеком прошлом эффективно приме-

няли для профилактики неизлечимой тогда еще болезни цинги. Процесс брожения овощей и фруктов представляет собой очень сложную систему микробных, биохимических, ферментативных, химических и физических про-

цессов. Квашеная капуста, соленые огурцы и оливки являются одними из самых популярных ферментированных продуктов. Процессы, происходящие при ферментации этих овощей, схожи, но имеют ряд отличий. Например, фер-

ментированная капуста представляет собой продукт, полученный в результате молочнокислого брожения измельченного свежего сырья, в то время как огурцы и оливки не измельчают. Протекание процесса ферментации зависит от множества факторов, таких как количество ферментируемых углеводов, содержащихся в сырье, концентрация соли от 0,6 до 2%, соблюдение анаэробных условий и поддержание оптимальной температуры между 15 и 20°C. Соблюдение данных условий – залог получения высококачественного готового продукта [1].

Ферментация капусты белокочанной представляет собой сложный микробиологический процесс, обусловленный метаболической активностью в определенной последовательности развития различных микроорганизмов, преимущественно гетероферментативного и гомоферментативного типа. Эта преемственность является следствием изменения условий окружающей среды в процессе ферментации. Также существует альтернатива традиционному способу самопроизвольного брожения (соления и заквашивания) овощей – это использование в процессе ферментации культуральных заквасок (штаммов молочнокислых микроорганизмов), поскольку они более эффективно устраняют неблагоприятную естественную микрофлору, ускоряют протекание процесса и приводят к получению продукта стабильного качества с

улучшенными физическими, химическими, органолептическими и микробиологическими свойствами [2,10].

Главные принципы ферментации

Ферментация – это биохимический процесс, при котором в органических субстратах (главным образом, в углеводах под действием микроорганизмов) происходят изменения, приводящие к превращению разлагаемых пищевых компонентов в более стабильные формы.

При квашении и солении овощей молочнокислые бактерии сбраживают сахар в молочную кислоту по схеме:

Во многих случаях наиболее очевидным изменением в процессе молочнокислого брожения является образование кислоты и последующее снижение значения pH, что приводит к увеличению кислотности и снижению степени сладости [3]. Молочнокислые бактерии – это разнородная группа микроорганизмов, обладающих рядом общих свойств. Все они продуцируют молочную кислоту, которая может подавлять жизнедеятельность и убивать другие микроорганизмы [4]. Молочнокислые бактерии обычно мезофильны, но могут расти и при низких температурах (5°C), и при высоких (45°C). Если большинство штаммов способны к росту при pH 4,0-4,5, некоторые из них активны даже при pH 9,6, а другие – при pH 3,2 [5,6]. Важнейшие свойства

молочнокислых бактерий, используемых при ферментации плодоовощной продукции, представлены в таблице 1. За исключением некоторых стрептококков молочнокислые бактерии безвредны для человека, что делает их идеальным средством консервирования пищевых продуктов.

Молочнокислые бактерии подразделяются на две группы – гомо- и гетероферментативные, которые затем подразделяются далее по способу сбраживания глюкозы. Гомоферментативные бактерии (*Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*) и некоторые лактобациллы в качестве главного или единственного продукта продуцируют из глюкозы молочную кислоту [7,8,9], а гетероферментативные бактерии (*Weissella* и *Leuconostoc*) играют важную роль в продуцировании флавоноидных компонентов – ацетальдегидов и диацетила. Молочнокислые бактерии довольно требовательны к питательной среде и требуют наличия витаминов и аминокислот. Все эти нутриенты, необходимые для роста молочнокислых бактерий, содержатся в ферментируемых капусте, огурцах и оливках [10].

Молочнокислые бактерии обычно участвуют в продуцировании соединений, ингибирующих рост и размножение других микроорганизмов, в том числе противомикробные соединения с относительно широким спектром ингибирующего действия, и соединения с довольно узким противомикробным

Таблица 1. Важнейшие свойства молочнокислых бактерий, используемых при ферментации плодоовощной продукции [7]
Table 1. The most important properties of lactic acid bacteria used in the fermentation of fruit and vegetable products

Свойство	<i>Lactobacillus</i>		<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
	<i>brevis</i>	<i>plantarum</i>		
Морфологическое строение	Палочки, одиночные	Палочки, одиночные или в виде коротких цепочек	Овальные кокки, парами	Кокки, парами и тетрады
Морфологическое строение	Палочки, одиночные	Палочки, одиночные или в виде коротких цепочек	Овальные кокки, парами	Кокки, парами и тетрады
Оптимальная температура роста, °C	30	30-35	20-25	35
Гомоферментативные		+		+
Гетероферментативные	+		+	
Основной продукт	Лактат, ацетат и CO ₂ в молярном соотношении 1:1:1	Лактат	Лактат, ацетат и CO ₂ в молярном соотношении 1:1:1	Лактат
Оптический изомер молочной кислоты, образующейся из глюкозы	DL	DL, D(-), L(+)	D(-)	DL, L(+)

действием [11]. Наиболее эффективный способ вытеснения других микроорганизмов обусловлен способностью молочнокислых бактерий к быстрому росту в большинстве пищевых продуктов с образованием кислоты, которая быстро снижает pH до значений, при которых конкурирующие организмы не выживают [12]. Кроме того, у лактобацилл отсутствует каталаза, и поэтому они способны продуцировать пероксид водорода [13], который подавляет жизнедеятельность микроорганизмов порчи [14] (сами лактобациллы относительно устойчивы к нему) [15]. Роль пероксида водорода как консерванта, судя по всему, не главная, особенно по сравнению с продуцированием кислоты. Диоксид углерода, вырабатываемый гетероферментативными бактериями, также обладает консервирующим действием, которое частично является результатом его вклада в анаэробизм [16]. Кроме того, молочнокислые бактерии подавляют жизнедеятельность других микроорганизмов благодаря продуцированию бактериоцина [17,18]. При ферментации обычно происходит изменение органолептических (вкус, запах и т.п.) и/или функциональных свойств пищевого продукта, которые востребованы потребителями. Употребление пищевых продуктов, содержащих молочнокислые бактерии, обуславливает ряд потенциально полезных для здоровья эффектов [1,19]. Некоторые из них связаны с активностью молочнокислых бактерий при ферментации пищевых продуктов, другие обусловлены колонизацией ими желудочно-кишечного тракта. Тем не менее, многие заявления о полезности молочнокислых бактерий для здоровья являются довольно противоречивыми [20] и должны стать предметом научных исследований их специфических функций в пищевых продуктах и организме человека [21].

Примеры ферментированной плодовоовощной продукции

С помощью молочнокислого брожения консервируют самые разные овощи и фрукты. В странах Запада очень популярна квашеная капуста, соленые огурцы и ферментированные оливки, но ферментируют также морковь, цветную капусту, сельдерей, окру (бамию), некоторые виды лука и перцев. При попадании овощей в солевой раствор соответствующей концентрации в них начинается брожение. В большинстве случаев при промышленном производстве заквасочные культуры не используют, и брожение является результатом жизнедеятельности природных микроорганизмов и условий среды (концентрации соли, значение pH и температуры рассола) [22]. Для ферментации большинства видов овощей приготавливают рассолы, но соль может вноситься и в сухом виде, например, при квашении капусты. Концентрация соли зависит от способности конкретных овощей к размягче-

нию при выдержке в рассоле и может варьировать от 1% до 8% [23]. Основным продуктом брожения является молочная кислота. Соль впитывает из овощей влагу и сдерживает рост нежелательных микроорганизмов порчи, причем овощи служат субстратом для роста и размножения молочнокислых бактерий. В ходе ферментации должны поддерживаться анаэробные условия, позволяющие нативным микроорганизмам размножаться и продуцировать достаточное количество молочной кислоты, предотвращая при этом рост микроорганизмов порчи. В некоторых странах контроль ферментации определенных овощей (например, огурцов) осуществляют путем добавления уксусной кислоты, препятствующей росту микроорганизмов порчи, создания буферной среды с помощью ацетата или гидроксида натрия, а также путем использования закваски на основе *L. plantarum*, (отдельно или вместе с *Pediococcus cerevisiae*). Такая контролируемая ферментация экономически более выгодна и позволяет быстрее получать однородный по качеству продукт.

Описание процесса ферментации

Ферментация осуществляется одним из трех способов: самопроизвольным брожением, путем добавления рассола от предыдущей ферментации или путем внесения закваски. Самопроизвольное брожение – это комплекс процессов биохимических изменений без участия заквасочных культур. Обычно эти изменения происходят благодаря активности различных конкурирующих нативных микроорганизмов. Доминирующими оказываются те микроорганизмы, которые лучше всего адаптированы к данному пищевому субстрату и к условиям процесса (соотношение углерода и азота, температура, значение pH, наличие и количество кислорода). Брожение такого типа довольно часто происходит путем смены пулов микроорганизмов, среди них доминируют молочнокислые бактерии, а на втором месте различные виды дрожжей. Молчнокислые бактерии продуцируют молочную кислоту и другие противомикробные вещества, подавляющие рост и размножение патогенных бактерий и микроорганизмов порчи, тогда как дрожжи продуцируют главным образом вкусо-ароматические соединения и спирты. Многие промышленные процессы ферментации (например, квашение капусты) до сих пор проводят как самопроизвольное брожение.

В случае применения рассола от предыдущей партии ферментируемого продукта инициируем новый процесс брожения, используя остаточную «целевую» микрофлору. При этом сокращается начальная стадия процесса сбраживания, снижается риск неудачного брожения [24], и процесс приобретает «полуперерывный» характер.

В производстве ферментированных продуктов зачастую используют раз-

личные группы микроорганизмов – лактобациллы, лейконостоки и педиококки (*Lactobacilli*, *Leuconostoc*, *Pediococci*). В ферментировании плодовоовощной продукции чаще применяют молочнокислые бактерии и различные дрожжи.

Внесение заквасочных культур используется при наличии возможности инактивации нативной микробиоты путем тепловой обработки сырья и позволяет расти и размножаться только внесенным заквасочным микроорганизмам [25,26]. Выбор той или иной заквасочной культуры (одно- или многоштаммовой) определяется свойствами субстрата, ожиданиями потребителей и техническими требованиями.

Бактериальные заквасочные культуры

Процессы ферментации, происходящие естественным путем, в некотором смысле непредсказуемы, что неприемлемо для крупномасштабного производства. Для повышения надежности и обеспечения более стабильного процесса ферментации зачастую применяют бактериальные заквасочные культуры, которые должны обладать соответствующими свойствами и быть способными доминировать над нативными молочнокислыми бактериями.

Заквасочные культуры могут быть чистыми или смешанными. Применение смешанных заквасочных культур позволяет снизить риск инфицирования бактериофагами [7] и улучшить качество готовой продукции. При ферментации пищевых продуктов под влиянием динамично меняющихся условий среды происходит сложная смена пулов микроорганизмов. Вместе с тем, выделение из ферментированных естественным образом овощей широкого спектра молочнокислых бактерий, продуцирующих бактериоцины, свидетельствует, что при традиционной ферментации определенную роль играют и противомикробные белки [7]. Роль и взаимодействие культуры бактерий и продуцирующих штаммов в природных экосистемах до сих пор до конца не ясны, хотя продуцирующие бактериоцин-заквасочные культуры, способные к росту в овощных рассолах, могут иметь конкурентное преимущество, что может использоваться в разработке коммерческих заквасочных культур для ферментирования плодовоовощной продукции [7].

При ферментации плодовоовощной продукции применяют лишь несколько стартерных культур (штаммов молочнокислых микроорганизмов) и основной закваской при солении и квашении огурцов, капусты и оливок является культура на основе *L. plantarum*, *L. mesenteroides* [6,8].

Молчнокислые бактерии довольно требовательны к питательной среде и требуют наличия витаминов и аминокислот. Употребление пищевых продуктов, содержащих молочнокислые бактерии, обуславливает ряд потенциально полезных для здоровья эффектов [26]. Некоторые из них связаны с актив-

ностью молочнокислых бактерий при ферментации пищевых продуктов, другие обусловлены колонизацией ими желудочно-кишечного тракта.

Микробные пулы в ферментированных овощах

Ферментация овощей зависит не столько от какого-либо единственного микроорганизма, сколько от пула бактерий разных родов и видов. Определенный микроорганизм (или группа микроорганизмов) начинает размножаться и через некоторое время становится доминирующим. В результате накопления соединений-ингибиторов роста он замедляется, и начинают размножаться другие виды, менее чувствительные к ингибирующим факторам.

О последовательном участии различных видов молочнокислых бактерий в брожении сообщают разные ученые [1,23]. Смена пулов зависит от химических (субстраты, концентрация соли, значение pH) и физических (тип продукта, температура) факторов. В работе [3] рост микроорганизмов в процессе естественной ферментации овощей разделяется на четыре последовательные стадии:

1) инициация брожения (рост различных грамположительных и грамотрицательных бактерий, нативно присутствующих в данном овоще);

2) первичное брожение (рост молочнокислых бактерий наряду с размноже-

нием ферментативных дрожжей или без него);

3) вторичное брожение (рост ферментативных дрожжей после подавления размножения молочнокислых бактерий из-за низкого значения pH при условии, что остаются сбраживаемые углеводы);

4) постферментация, происходящая после исчерпывания запаса сбраживаемых углеводов (она характеризуется отсутствием размножения микроорганизмов в анаэробных условиях и проявлением роста окислительных микроорганизмов при воздействии на рассол атмосферных условий).

При производстве квашеной капусты первыми размножаются *Leuconostoc mesenteroides*, продуцируя молочную и уксусную кислоты, а также CO₂, после чего происходит рост *Lactobacillus brevis* и, наконец, размножаются *Lactobacillus plantarum*, которые опять продуцируют кислоту, снижая значение pH ниже 4,0. Все это позволяет долго хранить квашеную капусту в анаэробных условиях. В производстве соленых огурцов крепкого посола большую роль играют бактериальные заквасочные культуры, сначала – *Pediococcus cerevisiae*, которые затем сменяются более кислотостойкими *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. mesenteroides* в производстве огурцов крепкого посола не так важна, но зато она активна в огурцах слабого посола [2].

Основные преимущества ферментации

Ферментация – относительно недорогой и энергосберегающий способ переработки скоропортящейся плодово-овощной продукции, для нее не требуется сложного оборудования. При ферментации повышается безопасность пищевых продуктов для здоровья человека, снижается опасность достижения патогенными микроорганизмами и токсинами инфекционного или токсикогенного уровня, увеличивается срок хранения благодаря подавлению роста микроорганизмов порчи, которые вызывают органолептические изменения и порчу продуктов.

Выводы

Ферментированные овощи играют важную роль в питании, обеспечивая наличие безопасного для здоровья и питательного продукта длительного срока хранения с характерными органолептическими свойствами. Целью будущих разработок в этой области является повышение качества и снижение порчи ферментированных овощей и фруктов, что можно обеспечить путем управления процессом ферментации с использованием сочетания физических, химических и биологических факторов.

Литература/References

- Guizani N., Mothershaw A. Fermentation // Handbook of Food Science, Technology and Engineering/ Hui Y.H. (ed.). Vol.2. Boca Raton: CRC Press, 2006. – P.63.1.
- Britta Wiander. Lactic Acid Fermentation of Fruits and Vegetables // Food biology series/ Paramithiotis S. (ed.). Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2017. – P.65-78.
- Guizani N., Mothershaw A. Fermentation as a method of food preservation // Handbook of Food Preservation / Rahman M. S. (ed.)– 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2007. – P.215.
- Josephsen J., Jespersen L. Fermented foods and starter cultures // Handbook of Food Science, Technology and Engineering / Hui Y. H. (ed.). – Boca Raton, FL: CRC Press, 2006. – P.177-1 –177-20.
- Montete D., Loiseau G., Zakhia-Rozis N. Microbial technology of fermented vegetables // Microbial Biotechnology in Horticulture / Ray R.C., Ward O.P. (eds). – Enfield: Science Publishers Inc. 2006. – P.309.
- McFeeters R. F. Fermentation microorganisms and flavor changes in fermented foods // J. Food Sci. 2004, 69, p. 35.
- Drider D., Fimland G., Hechard Y., McMullen L. M., Prevost H. The continuing story of class I la bacteriocins // Microbiol. Mol. Biol. Rev., 2006, 70, p. 564-582.
- Leroy H., De Vuyst L. Functional lactic acid bacteria starter cultures for the food fermentation industry // Trends Food Sci. Technol, 2004, 15, p. 67-76.
- Lactic acid fermentation of fruits and vegetables. Taylor & Francis Group. – 2017 – P.65-70.
- Дж. М. Джей, М. Дж. Лесснер, Д.А. Гольден. Современная пищевая микробиология. Пер. 7-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 886 р.
- Research of fermented sauerkraut and its advancement / Zhang Yu-Long; Hu Ping; Zhan Jian-Long // Journal of Food Safety and Quality. – 2014. – Vol.5. – №12. – P.3998-4003.
- Microbial ecology of sauerkraut fermentation and genome analysis of lactic acid bacterium *Leuconostoc mesenteroides* ATCC 8293 / Plengvidhya, Vethachai // Food Science. – 2004.
- Complete Genome Sequence of *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* Strain J18, isolated from kimchi / Ji Young Jung, Seung Hyeon Lee, Se Hee Lee and Che Ok Jeon // Journal of Bacteriology. – 2012. – №194(3). – P.730 –731.
- Preliminary studies on using LAB strains isolated from spontaneous sauerkraut fermentation in combination with mineral salt, herbs and spices in sauerkraut and sauerkraut juice fermentations / B. Wiander Hannu J.T. Korhonen // Agricultural and Food Science. – 2011. – Vol. 20. – P.176-182.
- Characteristics of the *Leuconostoc mesenteroides* strains from fresh vegetables / G.R. Dimic // Original scientific paper. – 2006. – P.3-11.
- Identification and characterization of *Leuconostoc fallax* strains isolated from an industrial sauerkraut fermentation / R. Barrangou, Sung-Sik Yoon, F.B. Jr et. al. // Appl Environ Microbiol. – 2002. – №68 (6). – P.2877-2884.
- Improved sauerkraut production with probiotic strain *Lactobacillus plantarum* L4 and *Leuconostoc mesenteroides* LMG 7954 / Beganovic J., Pavunc A.L., Gjuracic K. and et al. // Institute of Food Technologists. Journal of Food Science. – 2011. – Vol.76, №2.
- Effect of Starter Cultures *L. mesenteroides* and *L. lactis* ssp. *lactis* on Sauerkraut Fermentation and Quality /S.Kristek, D. Beslo H. Pavlovic and A Kristek // Czech J. Food Sci. – 2004. – Vol. 22. – №4. – P.125-132.
- Chemical and sensory properties of sauerkraut produced with *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures of differing malolactic phenotypes / S.D. Johanningsmeier, H.P. Fleming, R.L. Thompson and R.F. McFeeters // Journal of Food Science, Institute of Food Technologists – 2005. – Vol. 70. – №5. – P.343-349.
- Sequence analysis of *Leuconostoc mesenteroides* bacteriophage Φ1-A4 isolated from industrial vegetable fermentation / J. Lu, E. Altermann, F. Breidt and S. Kozayavkin // Applied and Environmental Microbiology. – 2010. – № 76 (6). – P.1955-1966.
- Bacteriophage Ecology in a Commercial Cucumber Fermentation / Z. Lu, I. M. Pérez-Dhaz, J. S. Hayes, and F. Breidt // Applied and Environmental Microbiology – 2012. – №78 (24). – P.8571-8578
- Holzappel W. Sauerkraut / W. Holzappel, U. Schillinger, H. Buckenhyeskes // Handbook of fermented functional foods, second edition. – 2008. – P.395-412.
- Chemometric approach to optimization of white cabbage fermentation hemometrijski pristup optimizacije procesa fermentacije belog kupusa / B. Cvetcovic L. Pezo, A. Mandic et. al. // Journal on processing and energy in agriculture. – 2014. – P.88-90.
- Lactic Acid Fermentation of Vegetables and Fruits Didier Montet,* Ramesh C. Ray and Nadine Zakhia-Rozis On 29.06.2018 12:40, DOI:10.13140/2.1.2374.1127 (глава из книги)
- Fred Breidt, Roger F. McFeeters, Illeens Perez-Diaz, Cherl-Ho Lee Fermented Vegetables (Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers, 4th Ed.2014 r Edited by M. P. Doyle and R. L. Buchanan © 2013 ASM Press, Washington, D.C. doi:10.1128/9781555818463.ch33).
- Fermented Fruits and Vegetables of Asia: A Potential Source of Probiotics//Biotechnology research ininternational-2014-Article ID 250424, 19 pages http://dx.doi.org/10.1155/2014/250424B