

**Наталья Евгеньевна Посокина**

Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, заведующая лабораторией технологии консервирования, кандидат технических наук, Видное, Московская область, Россия  
technol@vniitek.ru

**Анна Ивановна Захарова**

Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, старший научный сотрудник лаборатории технологии консервирования, Видное, Московская область, Россия  
zakharova@vniitek.ru

**ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДНОЙ КОРРЕКТИРОВКИ СЫРЬЯ  
НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КВАШЕНОЙ КАПУСТЫ**

*Цель исследования – изучить влияние добавленных углеводов компонентов на органолептические показатели квашеной белокочанной капусты сорта Парус. Объект исследования – белокочанная капуста среднепозднего срока созревания сорта Парус урожая 2020 г, выращенная на опытном поле ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК). Органолептическую оценку квашеной капусты проводили по ГОСТ 34220-2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия» и ГОСТ 8756.1-2017 «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема» на 0; 3; 4; 7; 8; 10; 21 и 30-е сутки ферментирования. Для уменьшения статистической погрешности каждый эксперимент проводили в трехкратной повторности с отбраковкой статистически недостоверных данных. Исследовано влияние углеводной корректировки сырья на внешний вид, вкус и запах квашеной белокочанной капусты. Установлено, что корректировка углеводного состава капусты положительным образом влияет на органолептические показатели готового продукта. Более высокую оценку получила капуста, ферментированная с использованием консорциума молочнокислых микроорганизмов и с углеводной корректировкой сырья. Сделан вывод о целесообразности использования консорциума молочнокислых микроорганизмов (*L. brevis* + *L. plantarum*) для проведения процесса направленного (управляемого) ферментирования с углеводной корректировкой сырья. Данный подход позволяет получать безопасный продукт со стабилизацией высоких органолептических характеристик (в пределах погрешности определения). Углеводная корректировка исходного сырья может стать одним из технологических этапов при создании технологии управляемого ступенчатого ферментирования растительного сырья с целью обеспечения гарантированных качественных показателей конечного продукта.*

**Ключевые слова:** ферментирование, белокочанная капуста, штаммы молочнокислых микроорганизмов, органолептические показатели, углеводная корректировка.

**Natalia E. Posokina**

All-Russian Scientific Research Institute of Canning Technology - a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatov RAS, Head of the Laboratory of Canning Technology, Candidate of Technical Sciences, Vidnoe, Moscow Region, Russia  
technol@vniitek.ru

**Anna I. Zakharova**

All-Russian Scientific Research Institute of Canning Technology - a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов RAS, Senior Researcher, Laboratory of Canning Technology, Vidnoe, Moscow Region, Russia  
zakharova@vniitek.ru

## RAW MATERIALS CARBOHYDRATE CORRECTION EFFECT ON SAUERKRAUT ORGANOLEPTIC PARAMETERS

*The aim of research is to study the effect of added carbohydrate components on the organoleptic characteristics of sauerkraut of the Parus variety. The object of the study is white cabbage of medium late ripening of the Parus variety, harvest of 2020, grown in the experimental field of the Federal Scientific Center of Vegetable Growing (Moscow Region, Odintsovo District, VNISSOK). The organoleptic assessment of sauerkraut was carried out in accordance with GOST 34220-2017 "Salted and pickled vegetables. General technical conditions" and GOST 8756.1-2017 "By-products of fruits, vegetables and mushrooms. Methods for determining organoleptic characteristics, mass fraction of constituent parts, net mass or volume" to 0; 3; 4; 7; eight; ten; 21 and 30 days of fermentation. To reduce the statistical error, each experiment was carried out in triplicate with rejection of statistically unreliable data. The influence of carbohydrate adjustment of raw materials on the appearance, taste and smell of sauerkraut was investigated. It was found that the correction of the carbohydrate composition of cabbage has a positive effect on the organoleptic characteristics of the finished product. A higher rating was given to cabbage, fermented using a consortium of lactic acid microorganisms and with carbohydrate adjustment of raw materials. It is concluded that it is advisable to use a consortium of lactic acid microorganisms (*L. brevis* + *L. plantarum*) for the process of directed (controlled) fermentation with carbohydrate correction of raw materials. This approach makes it possible to obtain a safe product with the stabilization of high organoleptic characteristics (within the determination error). Carbohydrate adjustment of the feedstock can become one of the technological stages in the creation of a technology for controlled stepwise fermentation of plant materials in order to ensure guaranteed quality indicators of the final product.*

**Keywords:** fermentation, white cabbage, strains of lactic acid microorganisms, organoleptic parameters, carbohydrate adjustment.

**Введение.** Овощи и фрукты представляют собой продукты высокой питательной и функциональной ценности с уникальными свойствами, способствующими укреплению здоровья человека [1]. Однако ряд овощей и фруктов имеют ограниченный срок хранения, по истечению которого значимая часть их утилизируется, что приводит к весомым экономическим потерям. Ферментированные растительные продукты питания представляют собой альтернативу потреблению их в свежем виде и сохранению, при этом данная продукция не только сохраняет свой биологический потенциал, но и становится носителем и поставщиком потенциальных пробиотиков для потребителей [2]. Для получения продуктов с желательными питательными, органолептическими и функциональными свой-

вами необходимо проведение контролируемого технологического процесса с использованием полезных автохтонных микроорганизмов [3]. Данный процесс должен заменить традиционно применяемое спонтанное брожение, в течение которого образуется до 30 % пищевых отходов. Таким образом, фрукты и овощи могут быть преобразованы в ферментированные продукты со специфическими свойствами, направленными на улучшение конкретных патологий или здоровья человека в целом [4].

Помимо повышения функциональных свойств и пользы для здоровья ферментированных фруктовых или овощных продуктов, чрезвычайно важно, чтобы отбор новых автохтонных микроорганизмов был направлен на улучшение органолептического качества ферментированного

продукта и, следовательно, его приемлемости для потребителей [5, 6]. Эти аспекты могут быть удовлетворены путем отбора микроорганизмов, продуцирующих ключевые ароматические соединения и экзополисахариды для улучшения вкуса и консистенции и общей привлекательности конечного продукта [7, 8].

Для устойчивого развития как нативной микрофлоры, за счет которой и происходят ферментативные процессы, так и намеренно вносимой с целью управления этим процессом, необходимо достаточное количество питательных компонентов и, в первую очередь, углеводов [9]. В работе [10] авторы указывают, что после инициации ферментации в течение 1–3 сут количество углеводов сырья резко падает, что может негативным образом сказаться на развитии основного пула молочнокислых микроорганизмов, вступающих в процесс как раз в этот момент. Кроме неполноценного развития и неблагоприятного существования молочнокислых микроорганизмов дефицит сахаров негативным образом сказывается и на органолептической оценке ферментированной продукции, что для потребителя, безусловно, является главным фактором при выборе и оценке продукции [11, 12]. Кроме того, дефицит питательных веществ для молочнокислых микроорганизмов может привести к их гибели и, как следствие, развитию микроорганизмов порчи. Это может вызвать изменение текстуры ферментированных продуктов (размягчение), изменение цвета и в целом также негативно повлиять на органолептические показатели готового продукта. Для предотвращения указанных негативных факторов является необходимость проведения углеводной корректировки сырья после иницирования процесса ферментации. Данное исследование является одним из этапов комплекса исследований, направленных на разработку технологических режимов управляемого ступенчатого ферментирования растительного сырья для обеспечения гарантированных качественных показателей конечного продукта.

**Цель исследования** – изучить влияние добавленных углеводных компонентов на органолептические показатели квашеной белокочанной капусты сорта Парус.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

- определить количество дополнительно вносимых углеводов, необходимых для стабильного развития молочнокислых микроорганизмов;

- изучить изменение органолептической оценки качества капусты, ферментированной с использованием монокультур молочнокислых микроорганизмов и измененной углеводной составляющей;

- изучить изменение органолептической оценки качества капусты, ферментированной с использованием консорциума молочнокислых микроорганизмов и измененной углеводной составляющей;

- сравнить полученные оценки и выбрать вариант используемых микроорганизмов, показавший наилучший результат.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объекта исследования выбрана белокочанная капуста среднепозднего срока созревания сорта Парус урожая 2020 г, выращенная на опытном поле ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК). Кочаны отбирали по размерам, соответствующим среднесортным, а именно: диаметр – около 20 см, масса – 3 кг, текстура (консистенция) – плотная, трещиностойкая.

Капусту подготавливали следующим образом: с кочанов удаляли сухие, вялые, поврежденные покровные листья, затем кочаны тщательно промывали под проточной водой, далее закладывали в устройство для разделения кочана и удаления кочерыги HGW (Kronen GmbH). Подготовленные сегменты отправляли в машину для шинкования капусты SN 100 (Kronen GmbH), где шинковали полосками толщиной 3–5 мм. Затем в подготовленную капустную массу вносили пищевую соль (NaCl) в количестве 1,5 % от массы капусты, тщательно проминали руками до выделения капустой клеточного сока. Затем в массу вносили *L. mesenteroides* с концентрацией микроорганизмов  $10^7$  КОЕ/г в количестве 1,75 % от массы среды и инкубировали в анаэробных условиях при температуре 23–25 °С в течение 72 ч. На втором (основном) этапе в капусту, прошед-

шую первый этап ферментирования, вносили инокулят монокультур (штаммы *L. brevis* и *L. plantarum*) и их парных консорциумов (*L. brevis* + *L. plantarum*) молочнокислых микроорганизмов с конечной концентрацией  $10^8$  КОЕ/г в количестве 1,73 % от массы капусты. Одновременно проводили углеводную корректировку среды. Количество вносимых фруктозы и глюкозы составило соответственно  $M_{фр} = 840$  мг/100 г капусты;  $M_{гл} = 220$  мг/100 г капусты [13].

Органолептическую оценку квашеной капусты проводили по [14, 15] на 0; 3; 4; 7; 8; 10; 21 и 30-е сут ферментирования.

Для уменьшения статистической погрешности каждый эксперимент проводили в трехкратной повторности с отбраковкой статистически недостоверных данных.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В процессе ферментирования как исходного субстрата, так и субстрата с модифицированным углеводным составом определяли динамику ор-

ганолептической оценки квашеной капусты на основном этапе ферментирования по следующим показателям: внешний вид, вкус, запах, цвет. Результаты представлены на рисунках 1–3.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о целесообразности углеводной корректировки сырья. Образцы с исходным субстратом демонстрировали более низкие оценки в течение практически всего исследованного этапа ферментирования. И если в начале ферментации (до 7–10 сут) оценки мало отличались, то начиная с 11-х сут во всех вариантах отличия нарастали и по истечении 32 сут ферментации разница в общей органолептической оценке была уже очень весомой. В случае ферментированной капусты с *L. brevis* на 32-е сут ферментации субстрат без углеводной корректировки получил общую оценку 4,0 балла, в то время как с углеводной корректировкой – 4,3 балла (см. рис. 1).

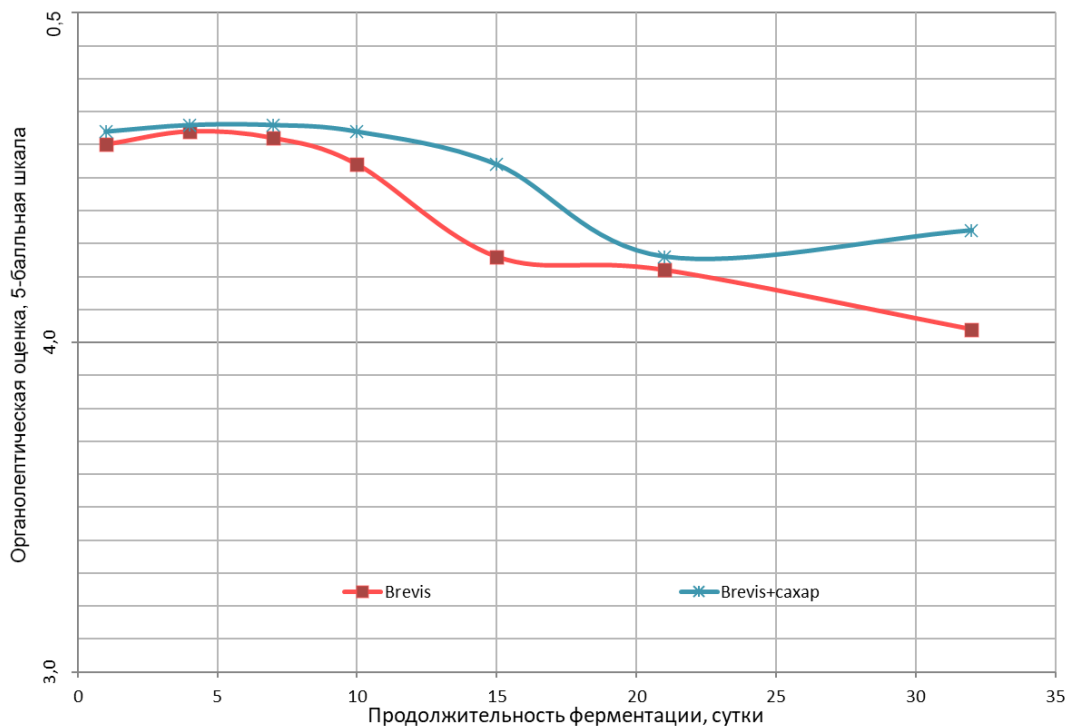


Рис. 1. Динамика органолептической оценки квашеной капусты, ферментированной с использованием *L. brevis*; *L. brevis* + углеводная корректировка

В случае ферментированной капусты с *L. plantarum* на 32-е сутки ферментации субстрат без углеводной корректировки получил общую

оценку 4,1 балла, в то время как с углеводной корректировкой – 4,4 балла (см. рис. 2).

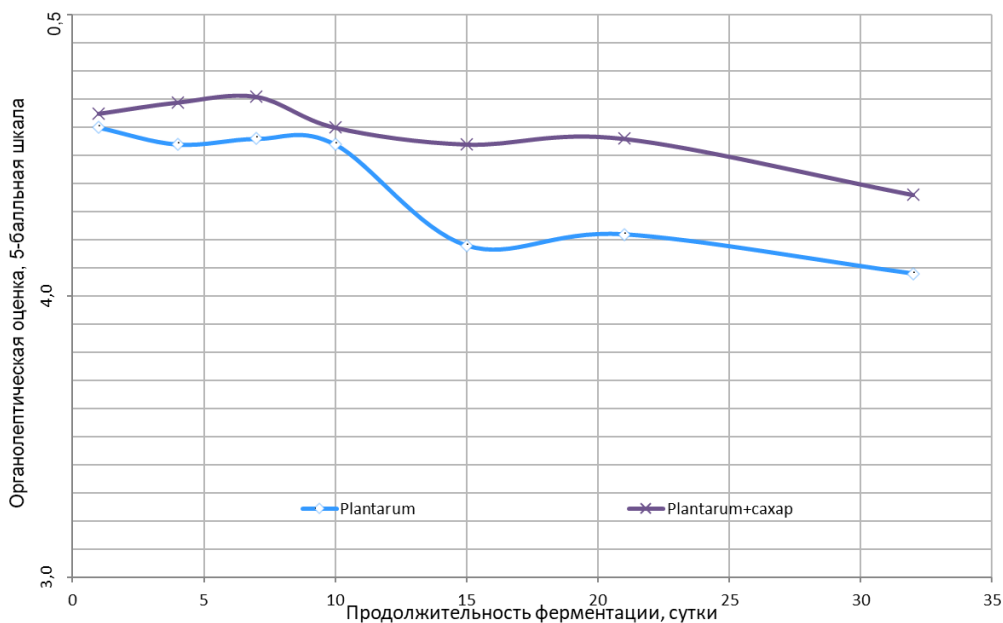


Рис. 2. Динамика органолептической оценки квашеной капусты, ферментированной с использованием *L. plantarum*; *L. plantarum* + углеводная корректировка

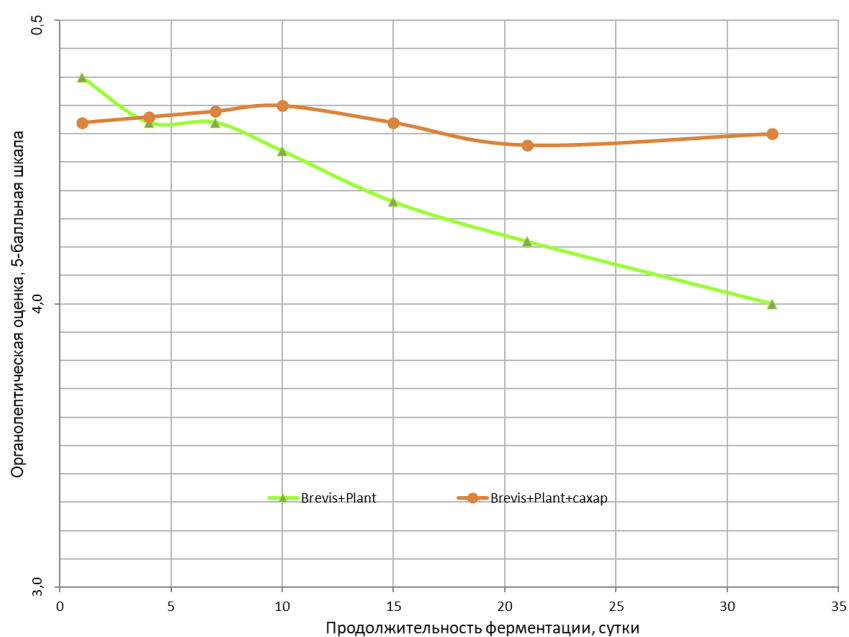


Рис. 3. Динамика органолептической оценки квашеной капусты, ферментированной с использованием консорциума (*L. plantarum* + *L. brevis*); (*L. plantarum* + *L. brevis*) + углеводная корректировка

Еще более интересную динамику органолептической оценки квашеной капусты наблюдали при использовании консорциума молочнокислых микроорганизмов (*L. plantarum* + *L. brevis*). До 7-х сут ферментации оба варианта получили практически одинаковую оценку, начиная с 8-х сут различия в органолептической оценке нарастают,

и к моменту окончания эксперимента они достигают максимальных значений: суммарная органолептическая оценка капусты без углеводной корректировки составляет 4,0 балла, с углеводной корректировкой – 4,6 балла.

Во всех исследуемых вариантах в контроле дегустаторами отмечена «горечь», «острота» на

протяжении всего эксперимента, в конце эксперимента отмечено незначительное размягчение капусты, в то время как образцы, ферментированные с углеводной корректировкой, уже на первых дегустациях получили более высокие оценки. Отмечены «хрусткость», «приятная кислота», «отсутствие горечи».

Анализируя результаты эксперимента, можно сделать вывод о целесообразности использования консорциума молочнокислых микроорганизмов (*L. brevis* + *L. plantarum*) для проведения процесса направленного (управляемого) ферментирования с углеводной корректировкой сырья. Данный подход позволяет получать безопасный продукт (быстрое накопление кислоты блокирует развитие патогенной микрофлоры), обладающий синбиотическими (про- и пребиотическими) свойствами, со стабилизацией высоких органолептических характеристик (в пределах погрешности определения).

**Заключение.** Установлено, что корректировка углеводного состава белокачанной капусты сорта Парус благоприятным образом влияет на динамику ее органолептической оценки, что позволило получить конечный продукт с более высокой органолептической оценкой по сравнению с субстратом без корректировки.

При этом белокачанная капуста сорта Парус, ферментированная с использованием консорциума микроорганизмов, получила более высокую органолептическую оценку по сравнению с капустой, ферментированной отдельными микроорганизмами.

#### Список источников

1. Кузнецова О.А., Дыдыкин А.С., Асланова М.А. Приоритетные научные направления в области питания населения // Мясная индустрия. 2018. № 7. С. 8–13.
2. Torres S.S., Verón H., Contreras L. & Isla M.I. (2020). An overview of plant-autochthonous microorganisms and fermented vegetable foods. // Food Science and Human Wellness. 2020. № 9. p. 112–123. DOI: 10.1016/j.fshw.2020.02.006.
3. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation / R. Di Cagno [et al.] // Food Microbiol. 2013. № 33. p. 1–10. DOI: 10.1016/j.fm.2012.09.003.
4. Screening and characterization of potential probiotic and starter bacteria for plant fermentations / E. Vera-Pingitore [et al.] // LWT-Food Sci. Technol. 2016. № 71. p. 288–294. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.03.046.
5. Lactobacillus plantarum PMO 08 as a Probiotic Starter Culture for Plant-Based Fermented Beverages / YJ Oh [et al.] // Molecules. 2020. № 25 (21). p. 5056.
6. Bachmann H., Pronk J.T., Kleerebezem M. & Teusink B. Evolutionary engineering to enhance starter culture performance in food fermentations // Current Opinion in Biotechnology. 2015. vol. 32. pp. 1–7. DOI:10.1016/j.copbio.2014.09.003.
7. Leroy F. & De Vuyst L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry // Trends in Food Science & Technology. 2004. Vol. 15 (2). pp. 67–78. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.09.004.
8. Fleming H.P. Considerations for the Controlled Fermentation and Storage of Sauerkraut. 1987. pp. 26–32.
9. Patel A., Prajapati J. B., Holst O. & Ljungh A. (2014). Determining probiotic potential of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria isolated from vegetables and traditional Indian fermented food products. Food Bioscience, 5, 27–33. DOI: 10.1016/j.fbio.2013.10.002.
10. О коррекции углеводного состава сырья для микробной трансформации консорциумами микроорганизмов / В.В. Кондратенко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50, № 4. С. 749–762.
11. Посокина Н.Е., Захарова А.И. Исследование динамики деструкции фруктозы в процессе направленного ферментирования овощей с использованием штаммов молочнокислых микроорганизмов // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. мат-лов // Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар, 2017. С. 62–66.
12. Кондратенко В.В., Посокина Н.Е., Лялина О.Ю. Направленное ферментирование как фактор формирования стабильного качества квашеной капусты // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 6 (327). С. 44–49.
13. Семенова Ж.А., Посокина Н.Е., Терешонок В.И. Влияние углеводной корректировки

- ки сырья на рост молочнокислых микроорганизмов в процессе направленного ферментирования овощей // Овощи России. 2020. № 6. С. 99–103.
14. ГОСТ 34220-2017. Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия. М., 2017.
  15. ГОСТ 8756.1-2017. Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема. М., 2017.
- ### References
1. *Kuznecova O.A., Dydykin A.S., Aslanova M.A.* Prioritetnye nauchnye napravleniya v oblasti pitaniya naseleniya // *Myasnaya industriya*. 2018. № 7. S. 8–13.
  2. *Torres S.S., Verón H., Contreras L. & Isla M.I.* (2020). An overview of plant-autochthonous microorganisms and fermented vegetable foods. // *Food Science and Human Wellness*. 2020. № 9. p. 112–123. DOI: 10.1016/j.fshw.2020.02.006.
  3. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation / *R. Di Cagno [et al.]* // *Food Microbiol.* 2013. № 33. p. 1–10. DOI: 10.1016/j.fm.2012.09.003.
  4. Screening and characterization of potential probiotic and starter bacteria for plant fermentations / *E. Vera-Pingitore [et al.]* // *LWT-Food Sci. Technol.* 2016. № 71. r. 288-294. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.03.046.
  5. *Lactobacillus plantarum PMO 08* as a Probiotic Starter Culture for Plant-Based Fermented Beverages / *YJ Oh [et al.]* // *Molecules*. 2020. № 25 (21). p. 5056.
  6. *Bachmann H., Pronk J.T., Kleerebezem M. & Teusink B.* Evolutionary engineering to enhance starter culture performance in food fermentations // *Current Opinion in Biotechnology*. 2015. vol. 32. pp. 1–7. DOI:10.1016/j.copbio.2014.09.003.
  7. *Leroy F. & De Vuyst L.* Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry // *Trends in Food Science & Technology*. 2004. Vol. 15 (2). pp. 67–78. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.09.004.
  8. *Fleming H.P.* Considerations for the Controlled Fermentation and Storage of Sauerkraut. 1987. pp. 26–32.
  9. *Patel A., Prajapati J. B., Holst O. & Ljungh A.* (2014). Determining probiotic potential of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria isolated from vegetables and traditional Indian fermented food products. *Food Bioscience*, 5, 27–33. DOI: 10.1016/j.fbio.2013.10.002.
  10. O korekcii uglevodnogo sostava syr'ya dlya mikrobnnoj transformacii konsorciumami mikroorganizmov / *V.V. Kondratenko [i dr.]* // *Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv*. 2020. T. 50, № 4. S. 749–762.
  11. *Posokina N.E., Zaharova A.I.* Issledovanie dinamiki destrucii fruktozy v processe napravlenno fermentirovaniya ovoschej s ispol'zovaniem shtammov molochnokislyh mikroorganizmov // *Innovacionnye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i hraneniya `ekologicheski bezopasnoj sel'skohozyajstvennoj i pischevoj produkcii: sb. mat-lov* // *Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Krasnodar*, 2017. S. 62–66.
  12. *Kondratenko V.V., Posokina N.E., Lyalina O.Yu.* Napravlennoe fermentirovanie kak faktor formirovaniya stabil'nogo kachestva kvashennoj kapusty // *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2020. № 6 (327). S. 44–49.
  13. *Semenova Zh.A., Posokina N.E., Tereshonok V.I.* Vliyanie uglevodnoj korektirovki syr'ya na rost molochnokislyh mikroorganizmov v processe napravlenno fermentirovaniya ovoschej // *Ovoschi Rossii*. 2020. № 6. S. 99–103.
  14. ГОСТ 34220-2017. Оvoschi solenye i kvashenye. Obschie tehicheskie usloviya. М., 2017.
  15. ГОСТ 8756.1-2017. Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема. М., 2017.

**Благодарности:** авторы выражают благодарность ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» и лично с.н.с. В.И. Терешонку за предоставленное сырье для проведения исследований.