

Влияние консорциумов молочнокислых микроорганизмов на динамику активной и титруемой кислотности на основном этапе ферментации белокочанной капусты

Наталья Е. Посокина¹ labtech45@yandex.ru
Екатерина С. Шишлова¹ tirina.k@yandex.ru
Анна И. Захарова¹ anya.ayna@gmail.ru

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

Реферат. Ферментированная капуста традиционно производится естественным путем, где под действием молочнокислых бактерий, содержащихся в сырье, углеводы преобразуются в молочную кислоту. Однако непосредственный процесс ферментации не всегда приводит к продукту оптимального качества. Именно поэтому использование молочнокислых микроорганизмов является хорошей альтернативой непосредственной ферментации капусты, так как с помощью заквасок процессом можно управлять. В связи с этим применение штаммов молочнокислых микроорганизмов позволяет достигнуть быстрого производства молочных и уксусных кислот и ведет к быстрому снижению pH, что в свою очередь приводит к подавлению патогенной микрофлоры, и, следовательно, к созданию благоприятных условий для протекания процесса ферментации. Целью данного исследования являлось изучение влияния консорциумов молочнокислых микроорганизмов на динамику активной и титруемой кислотности в процессе основного этапа ферментации белокочанной капусты сорта «Парус». Для исследования использовали подготовленную модифицированную модельную среду (ММС) из капусты. В данной работе использовали молочнокислые микроорганизмы *Leuconostoc mesenteroides* и его консорциумы: *L. mesenteroides* + *L. casei*, *L. mesenteroides* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. brevis*, *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis*, *L. mesenteroides* + *L. brevis* + *L. casei*. По полученным экспериментальным данным была проведена математическая обработка. Анализ экспериментальных данных показал, что на основном этапе ферментации взаимосвязь молочнокислых микроорганизмов в исследуемых консорциумах была выражена синергическими и антагонистическими свойствами. При этом наиболее лучшие результаты по динамике роста активной и титруемой кислотности были получены в консорциумах *L. mesenteroides* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis*.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, белокочанная капуста, консорциумы, ферментация, модифицированная модельная среда, математическая обработка данных, динамика титруемой и активной кислотности.

Influence of consortia of lactic acid microorganisms on the dynamics of active and titratable acidity at the main stage of fermentation of white cabbage

Natalia E. Posokina¹ labtech45@yandex.ru
Ekaterina S. Shishlova¹ tirina.k@yandex.ru
Anna I. Zakharova¹ anya.ayna@gmail.ru

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

Summary. Fermented cabbage is traditionally produced naturally, where under the action of lactic acid bacteria contained in raw materials, carbohydrates are converted into lactic acid. However, the direct fermentation process does not always lead to an optimal quality product. That is why the use of lactic acid microorganisms is a good alternative to the direct fermentation of cabbage, as with the help of starter cultures the process can be controlled. In this connection, the use of strains of lactic acid microorganisms allows to achieve rapid production of lactic and acetic acids and leads to a rapid decrease in pH, which in turn leads to the suppression of pathogenic microflora, and therefore to the creation of favorable conditions for the fermentation process. The aim of this study was to study the effect of consortia of lactic acid microorganisms on the dynamics of active and titratable acidity in the main stage of fermentation of white cabbage of the variety "Parus". For the study, the prepared modified model medium (MMC) from cabbage was used. In this work, we used lactic acid bacteria *Leuconostoc mesenteroides* and its consortia: *L. mesenteroides* + *L. casei*, *L. mesenteroides* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. brevis*, *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis*, *L. mesenteroides* + *L. brevis* + *L. casei*. Mathematical processing was carried out according to the obtained experimental data. Analysis of experimental data showed that at the main stage of fermentation the relationship of lactic acid microorganisms in the studied consortia was expressed by synergistic and antagonistic properties. In this case, the best results on the dynamics of growth of active and titratable acidity were obtained in consortiums *L. mesenteroides* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis*.

Keywords: lactic acid bacteria, white cabbage, consortiums, fermentation, modified model environment, mathematical data processing, dynamics of active and titratable acidity.

Для цитирования

Посокина Н.Е., Шишлова Е.С., Захарова А.И. // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 140–147. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-140-147

For citation

Influence of consortia of lactic acid microorganisms on the dynamics of active and titratable acidity at the main stage of fermentation of white cabbage. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 140–147. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-3-140-147

Введение

Традиционно квашеная капуста производится естественным брожением, в котором молочнокислые бактерии, первоначально существующие в сырье капусты, ответственны за процесс брожения [1]. Однако существуют риски, связанные с непосредственным брожением квашеной капусты, поскольку процесс брожения не всегда приводит к получению продукта оптимального качества. В связи с этим использование молочнокислых микроорганизмов является хорошей альтернативой непосредственному (дикому) брожению квашеной капусты, так как при помощи заквасок процессом можно управлять [2].

Род молочнокислых микроорганизмов *Leuconostoc* – грамположительные, неспорообразующие, неподвижные, гетероферментативные факультативно-анаэробные кокки, широко распространенные в окружающей среде, включая почву и растения [3]. Они в процессе своей жизнедеятельности продуцируют молочную и уксусную кислоту, углекислый газ, этиловый спирт, декстран и эфиры. Чаще всего имеют форму овалов, могут образовывать цепочки. Оптимальная температура для роста 20–30 °С, но рост может происходить между 5 и 35 °С [4].

Применение штаммов молочнокислых микроорганизмов позволяет достигнуть быстрого нарастания молочной и уксусной кислот, и, следовательно, к быстрому снижению pH [5]. В соответствии с международными нормами, безопасной с точки зрения развития *Cl. botulinum* является среда с $\text{pH} \leq 4,6$, а по российским нормам $\text{pH} \leq 4,2$. Быстрое достижение указанных значений активной кислотности приводит к значительному уменьшению отрицательных эффектов, вызванных возможными патогенами и другими нежелательными микроорганизмами, существующими в сырье [6-10]. При этом ферментированная капуста будет иметь хорошие микробиологические и органолептические показатели качества. Именно поэтому очень важным представляется изучение процесса направленной ферментации белокочанной капусты с использованием штаммов молочнокислых микроорганизмов и выявления наиболее перспективных видов, позволяющих в кратчайшие сроки достичь безопасного уровня активной кислотности.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали молочнокислые микроорганизмы вида *Leuconostoc mesenteroides* и его консорциумы.

Модельную среду для исследований готовили следующим образом: очистка, мойка, шинкование, бланширование, гомогенизация белокочанной капусты. Затем образцы герметично укупоривали для устранения посторонней микрофлоры при 1 атм. в течение 20 мин. После охлаждения подготовленные образцы инокулировали *Leuconostoc mesenteroides* (Титр $5,6 \times 10^3$). По истечении 3-х полных суток ферментации, в модельную среду, инокулированную *Leuconostoc mesenteroides* вносили молочнокислые микроорганизмы. В итоге получились следующие консорциумы:

L. mesenteroides + *L. casei*
(Титр $5,6 \times 10^3 + 2,8 \times 10^4$),

L. mesenteroides + *L. plantarum*
(Титр $5,6 \times 10^3 + 1,1 \times 10^4$),

L. mesenteroides + *L. brevis*
(Титр $5,6 \times 10^3 + 5,4 \times 10^4$),

L. mesenteroides + *L. casei* + *L. plantarum*
(Титр $5,6 \times 10^3 + 2,0 \times 10^4$),

L. mesenteroides + *L. plantarum* + *L. brevis*
(Титр $5,6 \times 10^3 + 3,3 \times 10^4$),

L. mesenteroides + *L. brevis* + *L. casei*
(Титр $5,6 \times 10^3 + 4,1 \times 10^4$).

При этом, для получения модифицированной модельной среды (ММС), к базовой модельной среде добавляли 1,5 % соли и 15 мг аскорбиновой кислоты на 100 г. измельченной капусты.

Квашение капусты (ферментацию) проводили по ГОСТ Р 53972 - 2010.

Отбор проб по культуре *L. mesenteroides* проводили в течение 0–1–2–3–7–10 суток, а по консорциумам молочнокислых микроорганизмов – в течение 4–5–6–11–15–20–29 суток ферментации.

Активную кислотность определяли по ГОСТ 26188 - 84, а титруемую кислотность определяли по ГОСТ ISO 750 - 2013.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили в программе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

По полученным экспериментальным данным, представленным на рисунке 1 видно, что при культивировании *L. mesenteroides* в ММС кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментации, в начале процесса демонстрирует выраженное уменьшение в течение первых двух суток, с последующим переходом в зону плато. При данных условиях граничное значение $\text{pH} \leq 4,6$ было достигнуто практически сразу после начала процесса, а значение $\text{pH} \leq 4,2$ было достигнуто уже в течение первых суток. При этом в интервале от 0 до 2 суток отмечена высокая интенсивность нарастания титруемой кислотности.

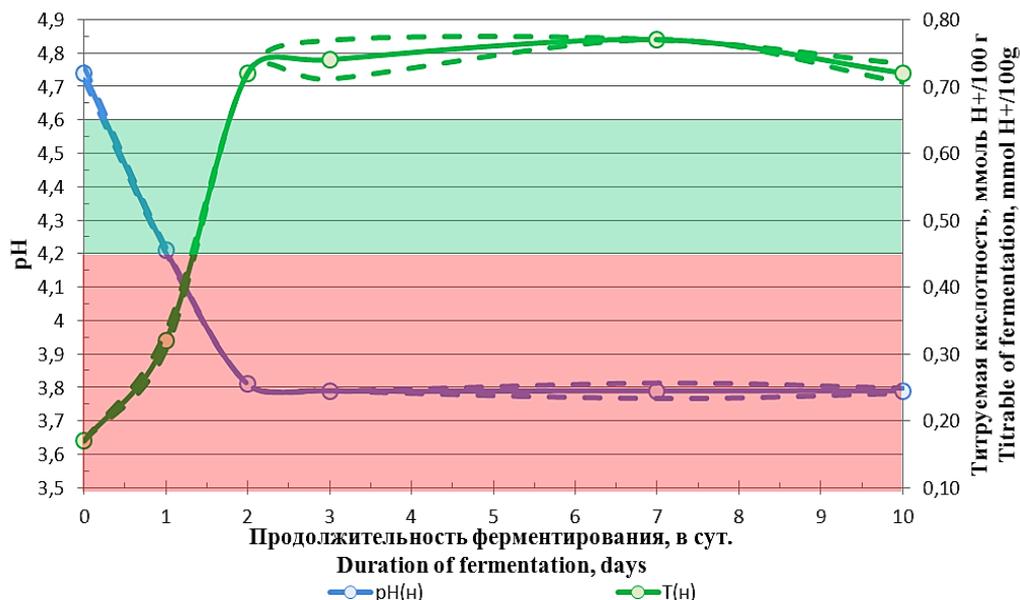


Рисунок 1. Динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением молочнокислых бактерий *L. mesenteroides* в процессе ферментирования в зависимости от времени

Figure 1. Dynamics of active and titratable acidity in MMS with addition of lactic acid bacteria *L. mesenteroides* in the process of fermentation, depending on time

Показатели по динамике активной и титруемой кислотности в консорциумах на основном этапе ферментации (представлены в таблице 1):

- L. mesenteroides* + *L. casei*,
- L. mesenteroides* + *L. plantarum*,
- L. mesenteroides* + *L. brevis*,
- L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum*,

- L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis*,
- L. mesenteroides* + *L. brevis* + *L. casei*

На рисунке 2 показана динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. casei* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

Таблица 1. Активная и титруемая кислотность в консорциумах в процессе ферментирования в зависимости от времени

Table 1. Active and titratable acidity in consortia during fermentation depending on the time

Наименование образца The name of the sample	Продолжительность ферментации, сутки Duration of fermentation, days	pH	Кислотность Acidity
<i>L. mesenteroides</i> + <i>L. casei</i>	4	3,76 ±0,014	0,75 ±0,038
	5	3,78 ±0,014	0,76 ±0
	6	3,79 ±0,014	0,65 ±0,029
	11	3,77 ±0,014	0,74 ±0,029
	15	3,77 ±0	0,74 ±0,029
	20	3,76 ±0,014	0,78 ±0,038
	29	3,81 ±0	0,77 ±0,029
<i>L. mesenteroides</i> + <i>L. plantarum</i>	4	3,78 ±0	0,77 ±0,014
	5	3,77 ±0,025	0,75 ±0
	6	3,78 ±0	0,66 ±0
	11	3,73 ±0,014	0,81 ±0,014
	15	3,72 ±0,014	0,90 ±0
	20	3,67 ±0,025	0,98 ±0,052
	29	3,74 ±0,014	0,91 ±0,014

	Продолжение табл. 1	Continuation of table 1	
<i>L. mesenteroides</i> + <i>L. brevis</i>	4	3,78 ±0,01	0,73 ±0,004
	5	3,78 ±0,01	0,71 ±0,014
	6	3,78 ±0,01	0,72 ±0,014
	11	3,77 ±0,01	0,74 ±0,014
	15	3,76 ±0,01	0,74 ±0,029
	20	3,76 ±0,01	0,74 ±0,02
	29	3,8 ±0,01	0,81 ±0,004
<i>L. mesenteroides</i> + <i>L. casei</i> + <i>L. plantarum</i>	4	3,77 ±0	0,75 ±0
	5	3,77 ±0,014	0,70 ±0,029
	6	3,78 ±0,014	0,79 ±0,029
	11	3,73 ±0,014	0,90 ±0,014
	15	3,73 ±0,014	0,82 ±0
	20	3,67 ±0,025	0,99 ±0,029
	29	3,7 ±0	1,0 ±0,014
<i>L. mesenteroides</i> + <i>L. plantarum</i> + <i>L. brevis</i>	4	3,78 ±0	0,68 ±0,025
	5	3,79 ±0,014	0,68 ±0,014
	6	3,77 ±0	0,59 ±0
	11	3,75 ±0	0,73 ±0
	15	3,72 ±0,014	0,84 ±0
	20	3,72 ±0,025	0,87 ±0,038
	29	3,72 ±0	1,00 ±0
<i>L. mesenteroides</i> + <i>L. brevis</i> + <i>L. casei</i>	4	3,77 ±0	0,76 ±0,014
	5	3,76 ±0	0,75 ±0,029
	6	3,77 ±0	0,68 ±0,014
	11	3,77 ±0	0,81 ±0,014
	15	3,76 ±0,014	0,75 ±0,014
	20	3,78 ±0	0,68 ±0,014
	29	3,79 ±0,014	0,76 ±0

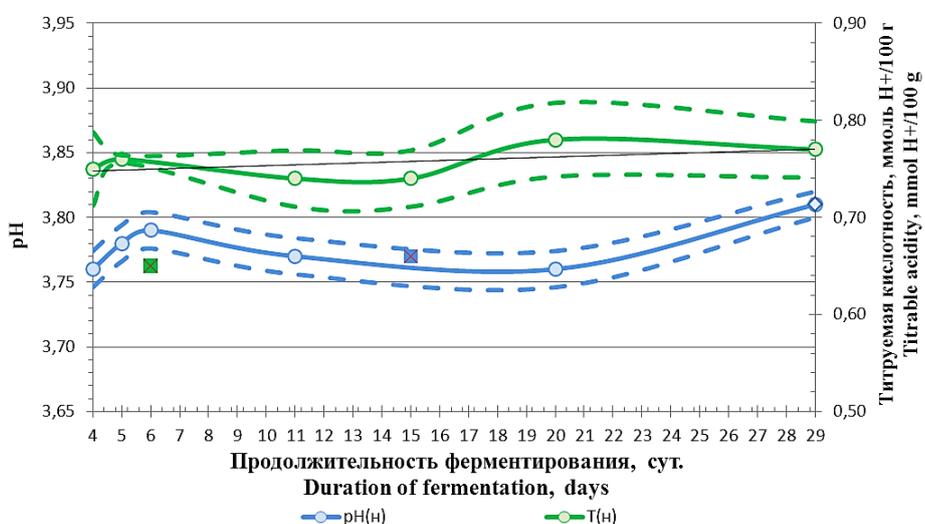


Рисунок 2. Динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. casei* в процессе ферментирования в зависимости от времени

Figure 2. Dynamics of active and titratable acidity in MMS with addition of lactic acid microorganisms *L. mesenteroides* + *L. casei* in the process of fermentation depending on time

При культивировании консорциумом *L. mesenteroides* + *L. casei* в ММС кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментации, демонстрирует в начале процесса ферментации небольшой рост с 4 по 6 сутки, с последующим переходом в зону плато. При этом кривая, описывающая динамику титруемой кислотности, в начале процесса находится в зоне

плато, затем возрастает с 15 по 20 сутки, после чего снова переходит в зону плато.

На рисунке 3 показана динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. plantarum* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

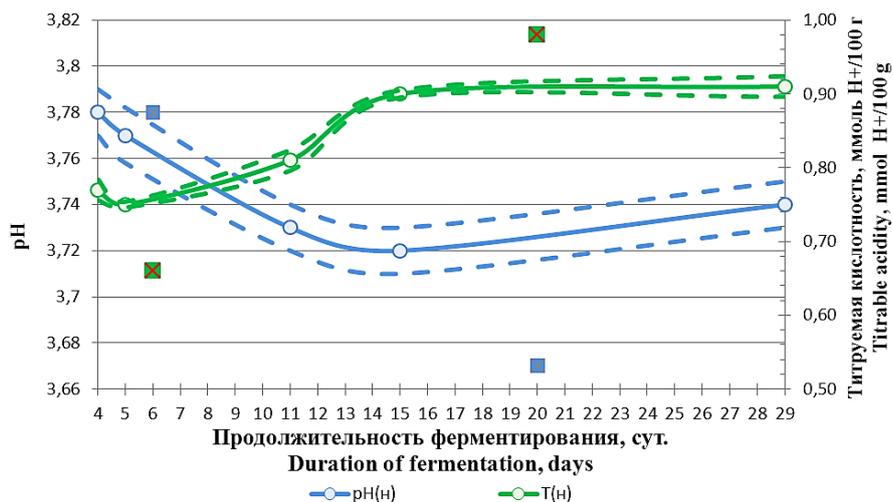


Рисунок 3. Динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. plantarum* в процессе ферментирования в зависимости от времени
 Figure 3. Dynamics of active and titratable acidity in MMS with addition of lactic acid microorganisms *L. mesenteroides* + *L. plantarum* in the process of fermentation depending on time

При культивировании консорциумом *L. mesenteroides* + *L. plantarum* в ММС кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментации, демонстрирует в начале процесса ферментации плавное снижение до 13 суток, с последующим переходом в зону плато. При этом кривая, описывающая динамику титруемой кислотности в начале процесса

находится в зоне плато, затем возрастает с 5 по 15 сутки и плавно переходит в зону плато.

На рисунке 4 показана динамика активной и титруемой кислотности в модифицированной модельной среде с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. brevis* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

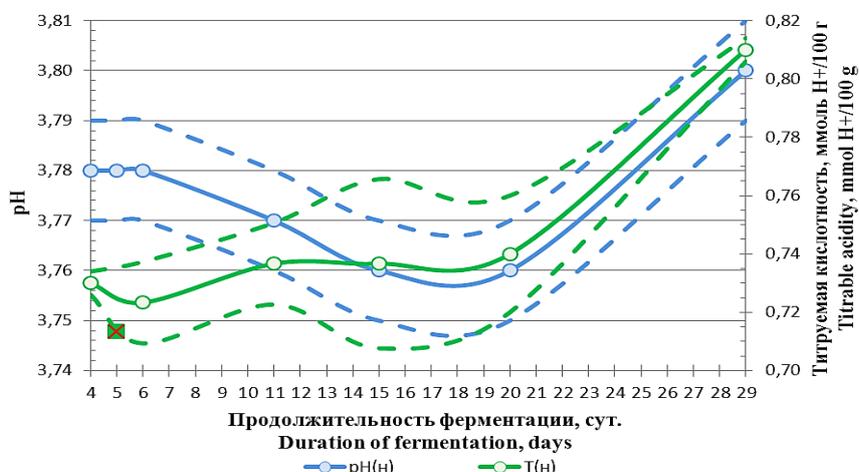


Рисунок 4. Динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. brevis* в процессе ферментирования в зависимости от времени
 Figure 4. Dynamics of active and titratable acidity in MMS with addition of a consortium of lactic acid microorganisms *L. mesenteroides* + *L. brevis* in the fermentation process, depending on time

При культивировании консорциумом *L. mesenteroides* + *L. brevis* в ММС кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментации, демонстрирует в начале процесса ферментации плавное уменьшение в течение 18 суток, после чего происходит плавный рост в интервале от 18 по 29 сутки. При этом кривая, описывающая динамику титруемой кислотности, в начале процесса демонстрирует плавное снижение с 4 по 6 сутки, затем переходит

в зону плато от 6 по 20 сутки, после чего в интервале от 20 по 29 сутки отмечена высокая интенсивность нарастания титруемой кислотности.

На рисунке 5 показана динамика активной и титруемой кислотности в модифицированной модельной среде с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

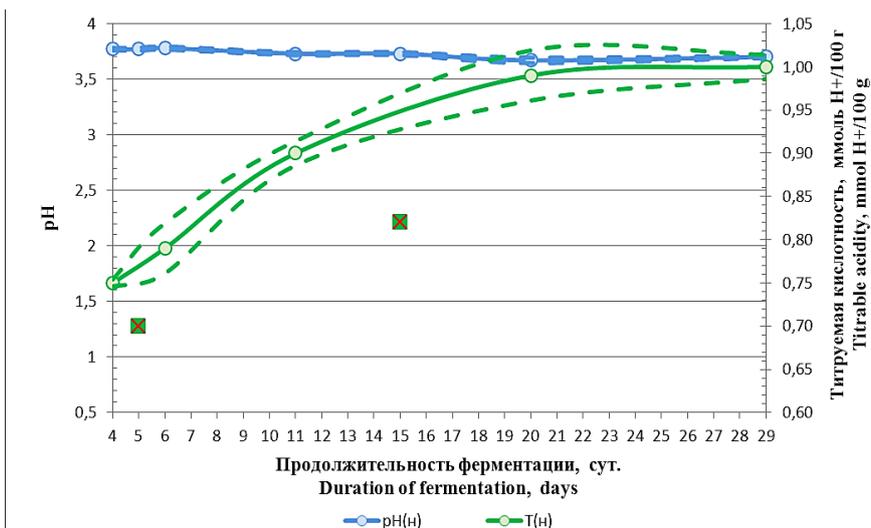


Рисунок 5. Динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum* в процессе ферментирования в зависимости от времени
 Figure 5. Dynamics of active and titratable acidity in MMS with addition of a consortium of lactic acid microorganisms *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum* during fermentation, depending on time

При культивировании консорциумом *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum* в ММС кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментации, в течение всего процесса ферментации находится в зоне плато. При этом кривая, описывающая динамику титруемой кислотности, в начале процесса

интенсивно возрастает в течение 20 суток и затем плавно переходит в зону плато.

На рисунке 6 показана динамика активной и титруемой кислотности в модифицированной модельной среде с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

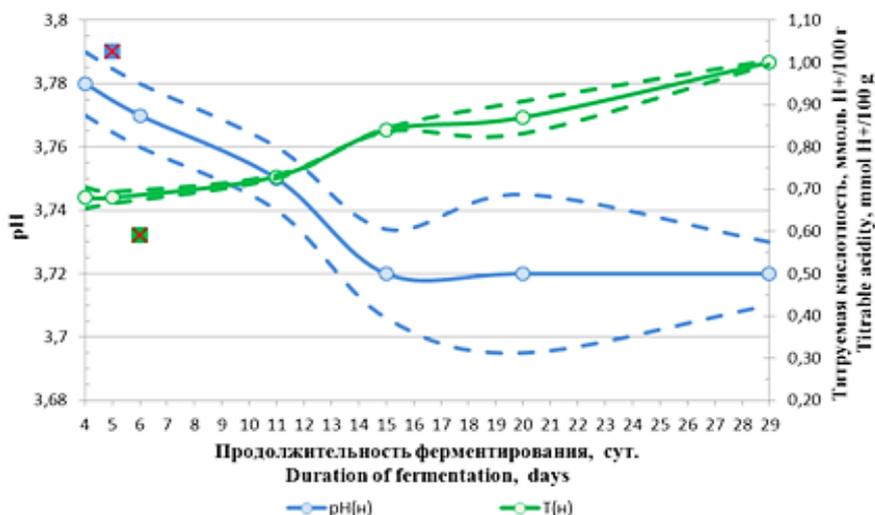


Рисунок 6. Динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis* в процессе ферментирования в зависимости от времени
 Figure 6. Dynamics of active and titratable acidity in MMS with addition of a consortium of lactic acid microorganisms *L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis* during fermentation, depending on time

При культивировании консорциумом *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. brevis* в ММС кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментации, демонстрирует в начале процесса ферментации уменьшение в течение 15 суток, с последующим переходом в зону плато. При этом кривая, описывающая динамику

титруемой кислотности, в течение всего процесса плавно возрастает.

На рисунке 7 показана динамика активной и титруемой кислотности в модифицированной модельной среде с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. brevis* + *L. casei* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

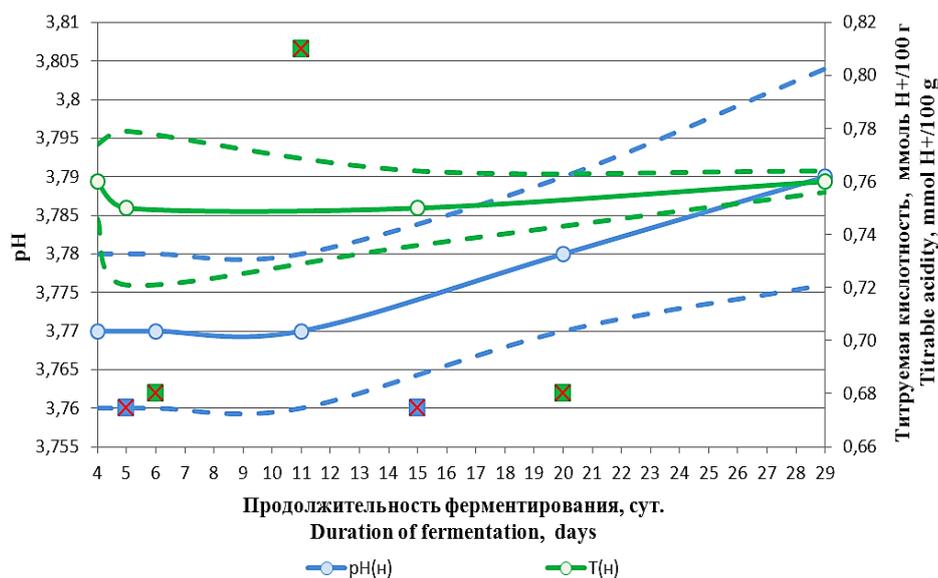


Рисунок 7. Динамика активной и титруемой кислотности в ММС с добавлением консорциума молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* + *L. brevis* + *L. casei* в процессе ферментирования в зависимости от времени
Figure 7. Dynamics of active and titratable acidity in MMS with addition of a consortium of lactic acid microorganisms *L. mesenteroides* + *L. brevis* + *L. casei* in the fermentation process, depending on time

При культивировании консорциума *L. mesenteroides* + *L. brevis* + *L. casei* в ММС кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментации, в начале процесса ферментации находится в зоне плато в течение 11 суток, после чего наблюдается интенсивный рост от 11 по 29 суток. При этом кривая, описывающая динамику титруемой кислотности в течение всего процесса находится в зоне плато.

Заключение

Использование *L. mesenteroides* на предферментативном этапе показало положительный результат, поскольку в кратчайший временной период достигнуто значение активной кислотности, позволяющее избежать развития патогенной микрофлоры в культуральной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Britta Wiander. Lactic Acid Fermentation of Fruits and Vegetables // Food biology series. Taylor & Francis Group, 2017. P. 65-78.
2. Lactic acid fermentation of fruits and vegetables. Taylor & Francis Group, 2017. P 65–70.
3. Lactic acid bacteria microbiological and functional aspects. Taylor & Francis Group, 2012.
4. Fred Breidt, Roger F. McFeeters, Ileny Pe-rez-Diaz, Cheryl-Ho Lee Fermented Vegetables. Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers. Washington: ASM Press, 2013. doi:10.1128/9781555818463.ch33
5. Настольная книга производителя и переработчика плодоовощной продукции; под редакцией Н.К. Синха, И.Г. Хью. СПб.: Профессия, 2014. С. 467-485.
6. Джей Дж.М., Лесснер М.Дж., Гольден Д.А. Современная пищевая микробиология. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 886 с.

Анализируя результаты по динамике активной и титруемой кислотностей можно сделать вывод о целесообразности использования консорциумов молочнокислых микроорганизмов с использованием *L. plantarum* в качестве одного из участников процесса ферментации белокочанной капусты, так как по исследованным консорциумам: *L. mesenteroides* + *L. plantarum*, *L. mesenteroides* + *L. casei* + *L. plantarum* и *L. mesenteroides* + *L. plantarum* + *L. brevis* были получены лучшие результаты по динамике снижения активной и роста титруемой кислотностей, что позволяет в короткий временной промежуток создать условия, при которых исключается развитие сторонней микрофлоры, приводящей к порче продукта.

7. Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Журавлев А.А., Журавлева И.А. Исследование изменения кислотности в закваске спонтанного брожения // Вестник ВГУИТ. 2013. № 3. С. 82-84. URL: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2013-3-82-84>
8. Park E.J. et al. Bacterial community analysis during fermentation of ten representative kinds of kimchi with barcoded pyrosequencing // Food microbiology. 2012. V. 30. №. 1. P. 197-204.
9. Costantini A., García-Moruno E., Moreno-Arribas M.V. Biochemical transformations produced by malolactic fermentation // Wine chemistry and biochemistry – Springer. 2009. P. 27-57.
10. Lee M., Hidaka T., Tsuno H. Effect of temperature on performance and microbial diversity in hyperthermophilic digester system fed with kitchen garbage // Bioresource technology. 2008. V. 99. №. 15. P. 6852-6860.

REFERENCES

1. Britta Wiander. Lactic Acid Fermentation of Fruits and Vegetables. Food biology series. Taylor & Francis Group, 2017. pp. 65-78.
2. Lactic acid fermentation of fruits and vegetables. Taylor & Francis Group, 2017. pp. 65–70.
3. Lactic acid bacteria microbiological and functional aspects. Taylor & Francis Group, 2012.
4. Fred Breidt, Roger F. McFeeters, Ilenys Pe-rez-Diaz, Cheryl-Ho Lee Fermented Vegetables. Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers. Washington, ASM Press, 2013. doi:10.1128/9781555818463.ch33
5. Nastol'naya kniga proizvoditelya i pere-rabotchika plodoovoshchnoj produkcii [Table book producer and processor of fruits and vegetables]. Edit-ed by N.K. Sinha, I.G. Hugh. SPb., Profession, 2014. pp. 467-485. (in Russian).
6. Jay J.M., Lessner M.J., Golden D.A. Sovremennaya pishchevaya mikrobiologiya [Modern food

Microbiology]. M., BINOM. Laboratoriya znaniy, 2017. 886 p. (in Russian).

7. Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Zhuravlev A.A., Zhuravleva I.A. Study of changes in the acidity of the sourdough spontaneous fermentation. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2013 no. 3. pp. 82-84. (In Russian). Available at: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2013-3-82-84>

8. Park E.J. et al. Bacterial community analysis during fermentation of ten representative kinds of kimchi with barcoded pyrosequencing. Food microbiology. 2012. vol. 30. no. 1. pp. 197-204.

9. Costantini A., García-Moruno E., Moreno-Arribas M.V. Biochemical transformations produced by malolactic fermentation. Wine chemistry and biochemistry – springer. 2009. pp. 27-57.

10. Lee M., Hidaka T., Tsuno H. Effect of temperature on performance and microbial diversity in hyper-thermophilic digester system fed with kitchen garbage. Bioresource technology. 2008. vol. 99. no. 15. pp. 6852-6860.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

Анна И. Захарова аспирант, ст. научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования, ул. Школьная, 78, г. Видное, 142703, anya.ayna@gmail.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 10.07.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.08.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia 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, Russia, labtech45@yandex.ru

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

Anna I. Zakharova graduate student, senior researcher, laboratory of technology of canning, Russian Research Institute of Canning Technology, 78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia, anya.ayna@gmail.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 7.10.2018

ACCEPTED 8.14.2018