

А.Н. Архипов, А.В. Позднякова, О.В. Козлова

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТОЗИДАЗНОЙ И ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ СЕРИИ DELVO-YOG В СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ*

Исследована галактозидазная и протеолитическая активность молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG. Установлено, что молочнокислые бактерии серии DELVO-YOG обладают максимальной галактозидазной активностью при использовании в качестве стабилизатора КМЦ Акуцель 2785, а минимальной – при использовании в качестве стабилизатора альгината натрия HO4-600. Молочнокислые бактерии серии DELVO-YOG имеют максимальную протеолитическую активность при использовании в качестве стабилизатора пиррофосфата натрия SAPP 28, минимальную – при использовании стабилизатора КМЦ 6000-9000. Отмечено, что с увеличением массовой доли стабилизатора от 0,5 до 1,0 % происходит увеличение галактозидазной и протеолитической активности молочнокислых бактерий всех наименований серии DELVO-YOG.

Молоко, молочнокислые бактерии, активность, гликолиз, протеолиз, стабилизатор структуры.

Введение

Рациональное питание способствует сохранению здоровья, профилактике заболеваний, а также создает условия для повышения способности организма противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды и переносить физические и психоэмоциональные нагрузки. На приоритетную значимость питания указывает Постановление Правительства РФ № 917 от 10.08.1998 г. «О концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации».

Кисломолочные продукты изготавливают с использованием определенных культур микроорганизмов. Молоко представляет собой идеальную питательную среду для микроорганизмов. Молочнокислые бактерии применяют для направленного регулирования биохимических превращений. Биохимические превращения компонентов молока включают понятие направленного гликолиза лактозы для образования молочной кислоты и регулируемого протеолиза казеина, что характеризуется и галактозидазной, и протеолитической активностью молочнокислых бактерий [1]. При использовании культур микроорганизмов максимально активными должны быть наиболее полезные виды бактерий.

Для производства стабилизированных кисломолочных продуктов характерен процесс образования структуры в результате коагуляции казеина в изоэлектрической точке. С использованием стабилизаторов структуры можно формировать гелевую структуру при значениях pH, отличных от изоэлектрической точки. Более того, при использовании стабилизаторов структуры можно направленно регулировать структурно-механические, физико-химические свойства, органолептические показатели и качество готового продукта. Для регулирования структуры кисломолочных напитков широкое применение получили стабилизаторы.

Роль стабилизаторов заключается в получении

хорошей консистенции, не изменяющейся в процессе хранения и стабильной в отношении реализации технологического процесса. Стабилизаторы должны препятствовать расслоению продукта и выделению сыворотки, при использовании наполнителей и добавок в йогурты стабилизаторы должны обеспечивать равномерность распределения их по объему в процессе фасовки и последующего хранения.

Основная задача при производстве структурированных продуктов с молочнокислыми бактериями – подбор концентрации стабилизаторов, подбор необходимых серий и наименований молочнокислых бактерий, обладающих повышенной кислотообразующей способностью, и условий культивирования, позволяющих интенсифицировать размножение и кислотообразование этих микроорганизмов. Культивирование молочнокислых бактерий, обладающих выраженной протеолитической активностью, ускоряет развитие бифидобактерий в структурированном продукте и улучшает органолептические свойства продукта. Ассортимент заквасок разнообразен применительно к особенностям технологии и биохимическим процессам формирования товарных свойств молочных продуктов. Качественный состав заквасок все время совершенствуется [2].

На современном этапе пищевым стабилизаторам отводится одна из главных ролей при производстве большинства структурированных кисломолочных продуктов. Они дают возможность получить продукт нужной консистенции. Использование стабилизаторов позволяет не только улучшить качество продукции и повысить срок хранения, но также уменьшить ее себестоимость, что обеспечивает повышение экономических показателей предприятия. В проведенных нами экспериментах именно условия среды (массовая доля стабилизатора, тип стабилизатора) оказывали определяющую роль в изменении галактозидазной и протеолитической активности молочнокислых бактерий.

* Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы», государственный контракт № 12.527.11.0008 от 04.06.2012 г.

Исследование галактозидазной и протеолитической активности молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG от массовой доли стабилизатора может иметь

практическое применение при производстве стабилизированных кисломолочных продуктов.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований использовали:

– мезофильные ароматообразующие культуры серии DELVO-YOG (наименования: CY-346/347, FVV-21, CY DSL, FVV-31);

– стабилизаторы структуры следующих видов: КМЦ Акуцель 3265, КМЦ 4500-6000, конжаковая камедь, КМЦ 6000-9000, пектин АРА 105, камедь рожкового дерева, альгинат натрия HO4-600, пирофосфат натрия SAPP 28, КМЦ Акуцель 2785, пирофосфат натрия SAPP 40, ксантановая камедь;

– вода питьевая ГОСТ 2874;

– структурированные творожные продукты, полученные в лабораторных и промышленных условиях с различным составом и свойствами;

– молоко коровье сырое не ниже II сорта по ГОСТ 13264;

– сыворотка молочная по ОСТ 4992;

– сыворотка молочная сухая по ТУ 49800;

– сахар-песок по ГОСТ 21;

– вспомогательное сырье и материалы, отвечающие требованиям действующей документации.

При выполнении работы использовали общепринятые, стандартные и оригинальные методы исследования. Отбор молока и молочных продуктов, подготовка их к анализу – по ГОСТ 26809-86. Отбор проб для микробиологических исследований – по ГОСТ 9225-84. Титруемая кислотность – по ГОСТ 3524-92. Активную кислотность измеряли на потенциометрическом анализаторе по ГОСТ 26781-85. Оценка вкуса и запаха – по ГОСТ 28283-92. Содержание общего белка – по ГОСТ 23327-78.

Под активностью ферментной системы понимали разницу в концентрации небелкового азота или лактозы, выявленную в неферментированной сыворотке и сывороточной системе, состоящей из гидролизованной и нативной сыворотки, предварительно заквашенной микроорганизмами. В работе использовали средние значения галактозидазной и протеолитической активности молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG в зависимости от массовой доли стабилизатора. Массовую долю стабилизатора изменяли в пределах от 0,5 до 2,5 % с шагом 0,5 %.

Метод определения галактозидазной активности молочнокислых бактерий заключался в следующем: приготавливали 5%-й раствор лактозы на буферном растворе с pH 4,2 или 7,0; приготавливали 1%-й раствор фермента; определяли активность фермента криоскопическим методом. Для этого в 1 см³ приготовленного раствора вносили 4 см³ субстрата, перемешивали и отбирали 1 см³ для контрольной пробы. Оставшийся раствор инкубировали при температуре 30 °С в течение 30 минут. Отбирали 1 см³ опытной пробы и измеряли температуру ее замерзания, после чего производили расчет галактозидазной активности.

Метод определения протеолитической активности основан на гидролизе казеината натрия исследуемым ферментным препаратом до пептидов с последующим их определением. За единицу протеолитической активности принята способность фермента превращать за одну минуту при температуре 30 °С казеинат натрия в неосаждаемое трихлоруксусной кислотой состояние в количестве, соответствующем 1 мкм тирозина (ГОСТ 20264.2-88). Активность протеолитических ферментов в среде и клетке продуцента оценивали по изменению содержания в реакционной смеси нингидрин-положительных веществ. Принцип метода заключается в наблюдении и последующем обчете изменения содержания нингидрин-положительных продуктов в реакционной смеси либо внеклеточного фермента исследуемого микроорганизма, накапливающегося в среде по методу Чеботарева.

Результаты и их обсуждение

Для обеспечения структуры кисломолочного продукта по средним значениям галактозидазной активности молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG принята массовая доля стабилизатора 1,5 %. С целью установления типа стабилизатора исследована галактозидазная активность молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG с массовой долей стабилизатора 1,5 %, Δг лактозы/100 мг сыворотки. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Галактозидазная активность молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG с массовой долей стабилизатора 1,5 %, Δг лактозы/100 мг сыворотки

Тип стабилизатора	Наименование			
	CY-346/347	FVV-21	CY DSL	FVV-31
КМЦ Акуцель 3265	3,29±0,05	3,48±0,05	3,02±0,05	3,29±0,05
КМЦ 4500-6000	2,81±0,05	2,94±0,05	2,98±0,05	3,14±0,05
Конжаковая камедь	2,94±0,05	2,90±0,05	2,97±0,05	3,11±0,05
КМЦ 6000-9000	3,06±0,05	3,33±0,05	3,29±0,05	2,96±0,05
Пектин АРА 105	3,30±0,05	3,30±0,05	3,17±0,05	3,23±0,05
Камедь рожкового дерева	2,96±0,05	3,28±0,05	2,74±0,05	2,88±0,05
Альгинат натрия HO4-600	2,77±0,05	2,16±0,05	2,58±0,05	2,79±0,05
Пирофосфат натрия SAPP 28	2,84±0,05	2,94±0,05	2,81±0,05	2,91±0,05
КМЦ Акуцель 2785	3,47±0,05	3,54±0,05	3,32±0,05	3,42±0,05
Пирофосфат натрия SAPP 40	3,05±0,05	3,11±0,05	2,63±0,05	2,93±0,05
Ксантановая камедь	3,13±0,05	2,99±0,05	2,83±0,05	3,12±0,05

Установлено, что значения галактозидазной активности молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG увеличиваются на 0,03–0,17. Максимальной га-

лактозидазной активностью они обладают при использовании в качестве стабилизатора КМЦ Акуцель 2785, Δг лактозы/100 мг сыворотки: CY-346/347 –

3,47±0,05; FVV-21 – 3,54±0,05; CY DSL – 3,32±0,05; FVV-31 – 3,42±0,05; минимальной – при использовании в качестве стабилизатора альгината натрия НО4-600.

С целью установления массовой доли стабилизатора исследована зависимость галактозидазной активности молочнокислых бактерий DELVO-YOG от массовой доли КМЦ 6000-9000. Результаты исследований представлены на рис. 1.

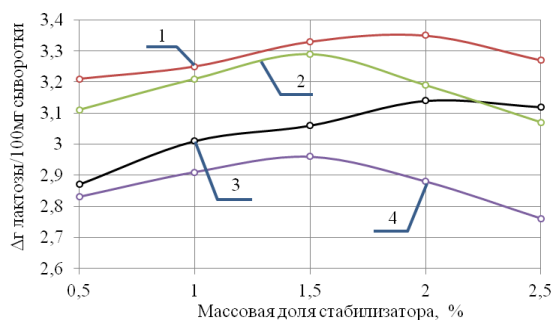


Рис. 1. Зависимость галактозидазной активности молочнокислых бактерий DELVO-YOG от массовой доли КМЦ 6000-9000: 1 – FVV-21; 2 – CY DSL; 3 – CY-346/347; 4 – FVV-31

Установлено, что максимальный рост галактозидазной активности молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG отмечен при изменении массовой доли стабилизатора в интервале от 1,5 до 2,0 %.

Для установления типа стабилизатора исследована зависимость галактозидазной активности молочнокислых бактерий DELVO-YOG CY-346/347 при массовой доле стабилизатора 1,5 %.

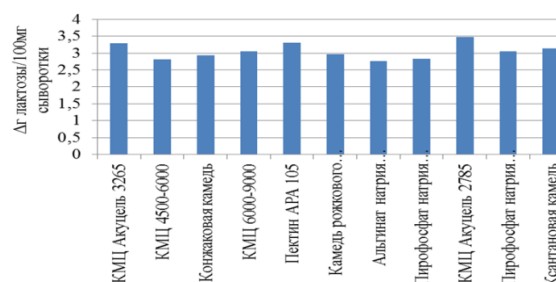


Рис. 2. Галактозидазная активность молочнокислых бактерий DELVO-YOG CY-346/347 при массовой доле стабилизатора 1,5 %

Максимальные значения галактозидазной активности молочнокислых бактерий DELVO-YOG CY-346/347 установлены при использовании стабилизатора КМЦ Акуцель 2785.

Далее по средним значениям протеолитической активности молочнокислых бактерий принята массовая доля стабилизатора 1,5 %. Для установления типа стабилизатора проведены исследования протеолитической активности бактерий серии DELVO-YOG с массовой долей стабилизатора 1,5 %. Результаты исследований представлена в табл. 2.

Таблица 2

Протеолитическая активность молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG с массовой долей стабилизатора 1,5 %, 10⁻² Дмг небелкового азота/100 мг сыворотки

Тип стабилизатора	Наименование			
	CY-346/347	FVV-21	CY DSL	FVV-31
КМЦ Акуцель 3265	2,57±0,05	2,52±0,05	2,70±0,05	2,54±0,05
КМЦ 4500-6000	2,93±0,05	2,88±0,05	2,98±0,05	3,06±0,05
Конжаковая камедь	2,70±0,05	2,63±0,05	2,76±0,05	2,71±0,05
КМЦ 6000-9000	2,51±0,05	2,43±0,05	2,31±0,05	2,52±0,05
Пектин АРА 105	3,16±0,05	3,02±0,05	3,03±0,05	3,24±0,05
Камедь рожкового дерева	2,78±0,05	2,63±0,05	2,82±0,05	3,00±0,05
Альгинат натрия НО4-600	2,93±0,05	2,73±0,05	2,70±0,05	2,86±0,05
Пирофосфат натрия SAPP 28	3,29±0,05	3,06±0,05	3,11±0,05	3,27±0,05
КМЦ Акуцель 2785	3,00±0,05	2,89±0,05	2,94±0,05	2,98±0,05
Пирофосфат натрия SAPP 40	2,59±0,05	2,42±0,05	2,65±0,05	2,79±0,05
Ксантановая камедь	2,79±0,05	2,80±0,05	2,76±0,05	2,70±0,05

Значения протеолитической активности молочнокислых бактерий увеличиваются на 0,01–0,05. Максимальную протеолитическую активность бактерии проявляют при использовании в качестве стабилизатора пирофосфата натрия SAPP 28: CY-346/347 – 3,29±0,05; FVV-21 – 3,06±0,05; CY DSL – 3,11±0,05; FVV-31 – 3,27±0,05; минимальную – при использовании стабилизатора КМЦ 6000-9000: CY-346/347 – 2,51±0,05; FVV-21 – 2,43±0,05; CY DSL – 2,31±0,05; FVV-31 – 2,52±0,05.

Для установления массовой доли стабилизатора исследована зависимость протеолитической актив-

ности молочнокислых бактерий DELVO-YOG от массовой доли КМЦ Акуцель 3265: 1 – CY-346/347; 2 – FVV-31; 3 – FVV-21; 4 – CY DSL. Результаты исследований представлены на рис. 3.

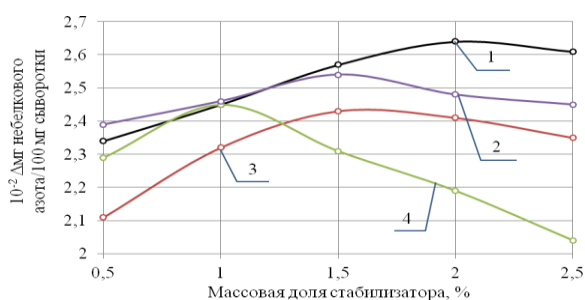


Рис. 3. Зависимость протеолитической активности молочнокислых бактерий DELVO-YOG от массовой доли КМЦ Акуцель 3265: 1 – CY-346/347; 2 – FVV-31; 3 – FVV-21; 4 – CY DSL

Установлен рост протеолитической активности молочнокислых бактерий серии DELVO-YOG при изменении массовой доли стабилизатора в интервале от 1,5 до 2,0 % (за исключением FVV-21).

Для установления типа стабилизатора исследована зависимость протеолитической активности молочнокислых бактерий DELVO-YOG CY-346/347 при массовой доле стабилизатора 1,5 % (рис. 4).

Следует отметить, что с увеличением массовой доли стабилизатора от 0,5 до 1,0 % происходит увеличение галактозидазной и протеолитической активности молочнокислых бактерий всех наименований серии DELVO-YOG.

Для того чтобы молочнокислые бактерии серии DELVO-YOG проявляли наибольшую галактозидазную и протеолитическую активность, необходимо использовать стабилизатор, как правило, с массовой долей 1,5 %.

Установлено, что молочнокислые бактерии серии DELVO-YOG имеют максимальную протеолитическую активность при использовании в качестве стабилизатора пиррофосфата натрия SAPP 28: CY-346/347 – $3,29 \pm 0,05$; FVV-21 – $3,06 \pm 0,05$; CY DSL – $3,11 \pm 0,05$; FVV-31 – $3,27 \pm 0,05$.

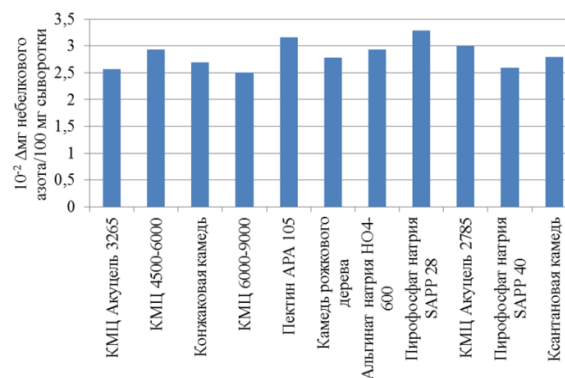


Рис. 4. Протеолитическая активность молочнокислых бактерий DELVO-YOG CY-346/347 при массовой доле стабилизатора 1,5 %

Минимальную протеолитическую активность молочнокислые бактерии серии DELVO-YOG имеют при использовании стабилизатора КМЦ 6000-9000: CY-346/347 – $2,51 \pm 0,05$; FVV-21 – $2,43 \pm 0,05$; CY DSL – $2,31 \pm 0,05$; FVV-31 – $2,52 \pm 0,05$.

При увеличении массовой доли стабилизатора более 1,5 % наблюдается незначительное увеличение галактозидазной и протеолитической активности молочнокислых бактерий не более чем на 0,09 единицы, а в некоторых случаях наблюдается незначительное снижение галактозидазной и протеолитической активности молочнокислых бактерий.

Установлено, что молочнокислые бактерии серии DELVO-YOG обладают максимальной галактозидазной активностью при использовании в качестве стабилизатора КМЦ Акуцель 2785: CY-346/347 – $3,47 \pm 0,05$; FVV-21 – $3,54 \pm 0,05$; CY DSL – $3,32 \pm 0,05$; FVV-31 – $3,42 \pm 0,05$, а минимальной – при использовании в качестве стабилизатора альгината натрия НО4-600.

Список литературы

1. Просеков, А.Ю. Современные аспекты производства продуктов питания / А.Ю. Просеков. – Кемерово: Кузбассвуиздат – АСТШ – Университеты России, 2005. – 370 с.
2. Просеков, А.Ю. Криоконсервирование бактериальных препаратов молочной промышленности: монография / А.Ю. Просеков, Е.В. Короткая. – Кемерово: КемТИПП, 2010. – 160 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

A.N. Arhipov, A.V. Pozdnyakova, O.V. Kozlova

STUDY OF THE GALACTOSIDASE AND PROTEOLYTIC ACTIVITY OF DELVO-YOG LACTIC ACID BACTERIA IN STABILIZED DAIRY PRODUCTS

Galactosidase and proteolytic activity of lactic acid bacteria, of DELVO-YOG series is investigated. It is established that DELVO-YOG lactic acid bacteria have the maximum galactosidase activity when the CMC Akutsel 2785 is used as a stabilizer, and the minimum activity when sodium alginate NO4-600 is used as a stabilizer. It is found that DELVO-YOG lactic acid bacteria have the maximum proteolytic activity when sodium pyrophosphate SAPP 28 is used as a stabilizer. The minimum proteolytic activity of DELVO-YOG lactic acid bacteria is revealed when using CMC

6000-9000 stabilizer. It is noted that with increasing the mass fraction of the stabilizer from 0,5 to 1,0 %, an increase in galactosidase and proteolytic activity of all kinds of DELVO-YOG lactic acid bacteria occurs.

Milk, lactic acid bacteria, the activity, glycolysis, proteolysis, structure stabilizer.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru