

УДК 664.6.

**Выбор дрожжей для технологии замороженной после формования сдобы***Канд. техн. наук А.Н. Андреев, andreevanatoly@yandex.ru**Ю.В. Дмитриева, judwork@yandex.ru**Университет ИТМО**191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

*В данной работе исследовали влияние штаммов дрожжей с различной бродильной активностью на качество хлебобулочных изделий, изготовленных по технологии быстрой заморозки. На первом этапе тестирования сравнивали два штамма дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с высокой бродильной активностью, рекомендованные для технологии заморозки, на рецептурах без сахара, с 5% и 10% сахара, с заморозкой тестовых заготовок после формования. На втором этапе сравнивали четыре штамма дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с различной бродильной активностью (высокоактивные, высокоактивные с повышенным содержанием трегалозы, высокоактивные осмоотолерантные и классические) на рецептуре теста с 10% сахара, с заморозкой после формования. На обоих этапах тестирования замороженные тестовые заготовки хранили в течение 90 суток при  $-18^{\circ}\text{C}$ . Стабильность качества замороженных тестовых полуфабрикатов в процессе хранения оценивали по газообразующей способности дрожжей (на приборе – ризографе), по внешнему виду и по удельному объему выпеченных изделий. Оптимальные результаты были получены при использовании высокоактивных штаммов дрожжей.*

*Ключевые слова:* быстрозамороженные тестовые полуфабрикаты; быстрая заморозка; хлебопекарные дрожжи; *Saccharomyces cerevisiae*; высокоактивные дрожжи; осмоотолерантные дрожжи; замороженная после формования сдоба.

**Choise of yeast for frozen shaped sweet dough***Ph.D. A.N. Andreev, andreevanatoly@yandex.ru**Y.V. Dmitrieva, judwork@yandex.ru**ITMO University**191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*The impact of different strains of yeast with different fermentative activity on the quality of the quality baked sweet buns in the technology of frozen dough after shaping was the object of this study. In the first stage there was a survey on 2 high-active strains, recommended for frozen technology, on the lean dough and on the dough with 5% and 10% of sugar on flour basis, frozen after shaping. In the second stage 4 strains of yeast (high-active, high-active for frozen dough, high-active osmotolerant and classical strain) were studied on the technology of frozen sweet dough with 10% of sugar after shaping without proofing. In both stages of studies the frozen shaped dough was stored at  $-18^{\circ}\text{C}$  during 90 days. The stability of quality of frozen buns during their conservation was estimated by the volume of  $\text{CO}_2$  produced in the risographe, and by the view and specific volume of baked products. Optimal results on frozen shaped sweet dough were established by using active strains of yeast.*

*Keywords:* frozen dough, freezing, baking yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, active baking yeast, osmotolerant yeast, frozen after shaping sweet dough.

В настоящее время разработка ресурсосберегающих, инновационных технологий, которые обеспечивают получение широкого ассортимента хлебобулочных изделий высокого и стабильного качества, является актуальной. Технологии быстрой заморозки являются наиболее динамично развивающимися [1–3]. Одной из важнейших проблем при производстве хлебобулочных изделий из быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов является снижение биотехнологических свойств дрожжей в результате воздействия быстрой заморозки на тестовые полуфабрикаты, непосредственно на процесс их хранения в замороженном состоянии, а также их последующего размораживания, расстойки и выпечки [10, 11, 15–17].

При производстве дрожжевых изделий, замораживаемых на разных стадиях готовности, важной задачей является выбор дрожжей, особенно в случае хранения замороженных тестовых полуфабрикатов более двух недель. Не рекомендуется использовать сухие инстантные дрожжи [5]. В настоящее время общепризнано, что высушивание влияет на структуру и функциональную целостность цитоплазматической мембраны, что и приводит к увеличению чувствительности сухих дрожжей к замораживанию [4]. Рекомендуется использовать прессованные дрожжи с повышенным содержанием трегалозы. Этот резервный сахар, являясь источником углеводов для биосинтеза, защищает мембрану дрожжевой клетки от негативных воздействий [10, 13]. Некоторые экспериментальные исследования продемонстрировали тесную связь между утилизацией мальтозы и накоплением трегалозы так же, как и между осмоотолерантностью и холодостойкостью дрожжей [12, 14, 15].

По другим данным, для быстрозамороженного теста целесообразно применение хлебопекарных прессованных дрожжей со средней скоростью газообразования. Прессованные дрожжи с высокой скоростью газообразования («быстрые дрожжи») не следует применять для производства замороженных тестовых полуфабрикатов длительного хранения (более месяца в холодильной камере) [6].

Задача данного исследования заключалась в изучении влияния различных штаммов дрожжей в технологии замороженных тестовых полуфабрикатов на динамику газообразования теста с различной дозировкой сахара (по ризографу и ферментометру); окончательную расстойку тестовых заготовок; формоустойчивость тестовых заготовок после расстойки; органолептическую оценку и на удельный объем выпеченных изделий.

### 1. Высокоактивные штаммы дрожжей для технологии заморозки

В первой части тестирования изучали два штамма высокоактивных с конститутивными ферментами мальтазного комплекса [7], рекомендованные для технологии заморозки за счет повышенного содержания резервного сахара – трегалозы. Биотехнологические показатели штаммов дрожжей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Биотехнологические показатели штаммов дрожжей

№	Используемые дрожжи	Подъемная сила (подъем до 70 мм), мин	Мальтазная активность, мин	СВ, %
1	Высокоактивные дрожжи для заморозки 1 – ВА3 (1)	25±1	50±2	32,8
2	Высокоактивные дрожжи для заморозки 2 – ВА3 (2)	26±1	40±2	32,0

Используемые дрожжи исследовали на ферментометре – определяли объем газа, выделенный дрожжами на рецептурах с различным содержанием сахара (таблица 2)

Таблица 2

**Показатели штаммов дрожжей на ферментометре**

№	Используемые дрожжи	Объем выделенного газа за 2 ч брожения на тесте с различным содержанием сахара, см <sup>3</sup> CO <sub>2</sub>			
		0%	5%	15%	25%
1	ВАЗ (1)	137	149	87	85
2	ВАЗ (2)	142	151	95	77

Изменение содержания резервного сахара трегалозы в процессе хранения дрожжей представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Изменение содержания трегалозы в процессе хранения высокоактивных штаммов дрожжей для технологии заморозки**

Из графика видно, что штамм высокоактивных дрожжей ВАЗ (2) содержал изначально большее количество резервного сахара трегалозы – на 11,5%, а через 35 суток хранения – на 51,3% по сравнению с ВАЗ (1). Можно предположить, что на технологии заморозки они покажут более стабильный результат.

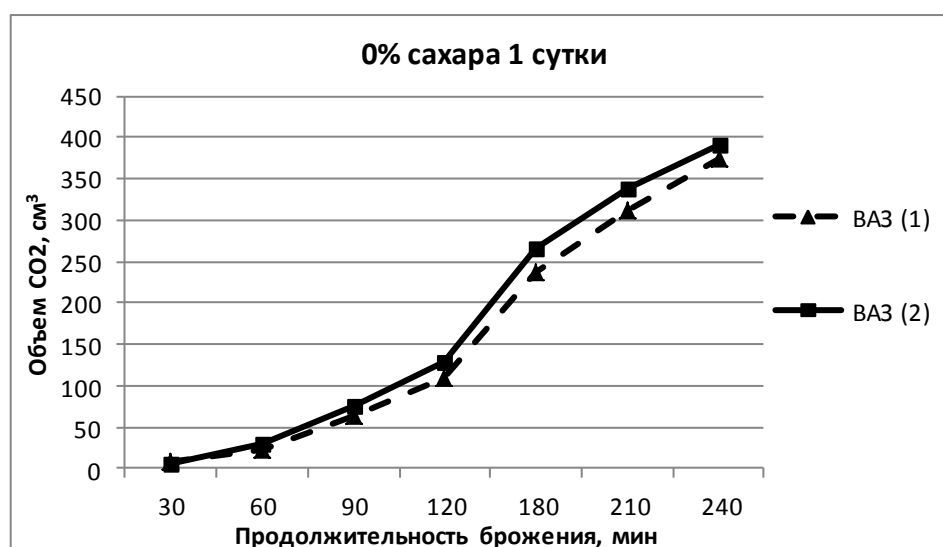
В качестве объекта исследования выбрали 3 рецептуры замороженных после формования изделий (таблица 3): тесто без сахара, тесто с 5% сахара и 5% маргарина и 10% сахара и 10% маргарина. С ритмом в 25 мин замешивали 4 теста с различными дрожжами, которые вносили за 5 мин до конца замеса (без растворения и активации). Для каждой рецептуры тесто делили сразу после замеса на заготовки массой 150 г для хлебопекарного теста (формование в виде багета), и массой 50 г для измерения газовыделения на ризографе (в виде шара). После формования заготовки подвергали быстрой заморозке в течение 10 мин (для заготовок массой 50 г) и 20 мин (для заготовок массой 150 г) при –35°С и скорости вращения воздуха в камере 4 м/сек (до достижения температур в центре тестовых заготовок –15°С).

Таблица 3

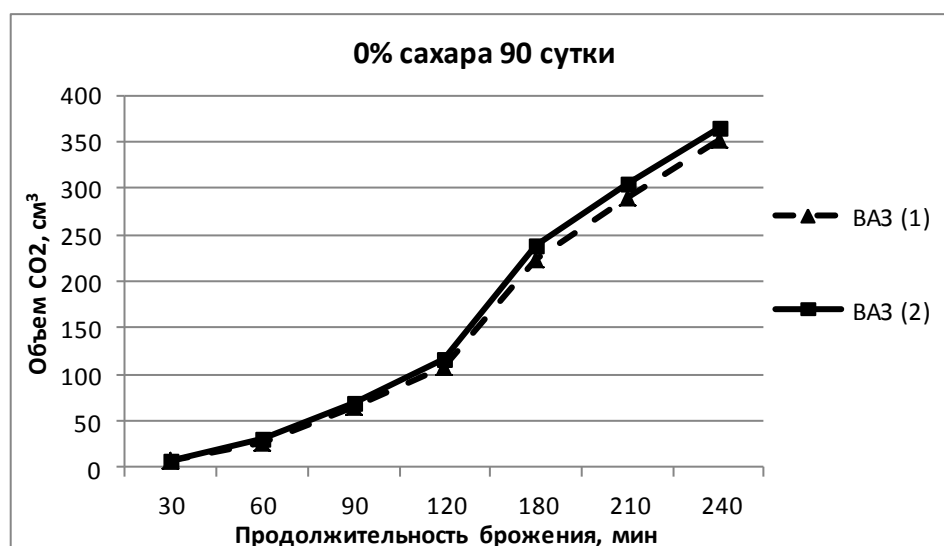
**Рецептура и технологический процесс**

<b>Рецептура</b>			
<b>Наименование ингредиентов</b>	<b>Расход сырья, кг</b>		
	<b>Тесто без сахара</b>	<b>Тесто с 5% сахара</b>	<b>Тесто с 10% сахара</b>
Мука пшеничная в/с	100,0	100,0	100,0
Сахар-песок	–	5,0	10,0
Дрожжи ВАЗ	3,0	4,0	5,0
Маргарин молочный	–	5,0	10,0
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5	1,5
Вода/лед	62	60	58
<b>Технологический процесс</b>			
Замес (1 скорость + 2 скорость), мин	6+2	8+2	10+2
Температура теста, °С	14,2	14,1	13,8
Брожение, мин	0		
Деление, кг:			
Для хлебопекарного теста	0,15		
Для теста на ризографе	0,05		
Формование:			
для хлебопекарного теста	в виде багета		
для теста на ризографе	в виде шариков		
Быстрая заморозка при –35°С, мин	10–20		
Хранение при –18°С, сут	–90		
Дефростация при +25°С, мин	30		
Окончательная расстойка при +35°С, мин	75	80	90
Выпечка, °С / мин	+200/ 17	+190/ 17	+180/ 17

Через 1, 30, 60 и 90 суток хранения замороженные тестовые заготовки массой 50 г размораживали в условиях цеха в течение 30 мин, направляли на 4-часовое брожение в прибор ризограф для определения объема выделенного диоксида углерода. Результаты представлены на рисунках 2–4.

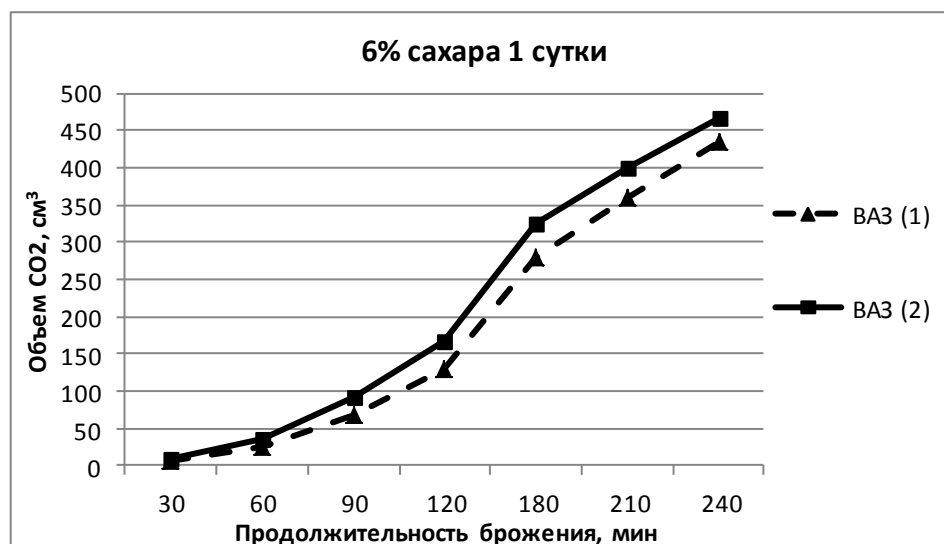


А

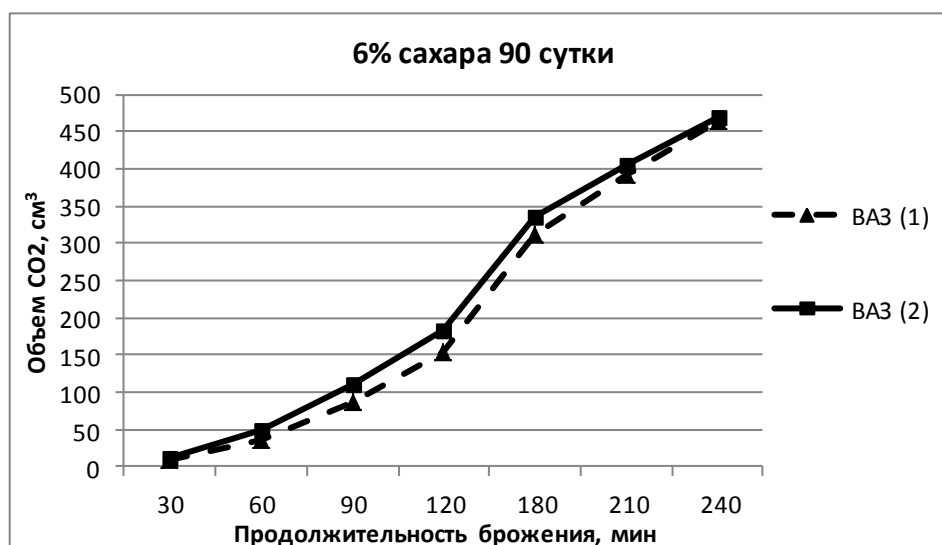


Б

Рисунок 2 – Изменение объема выделенного диоксида углерода на ризографе на рецептуре без сахара в процессе хранения замороженных тестовых заготовок, где: А – 1 сутки, Б – 90 суток хранения

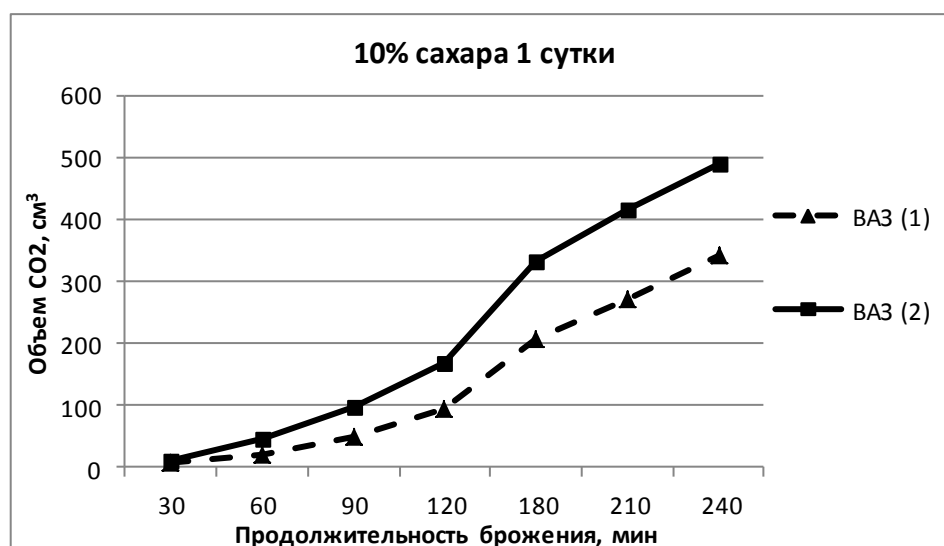


А

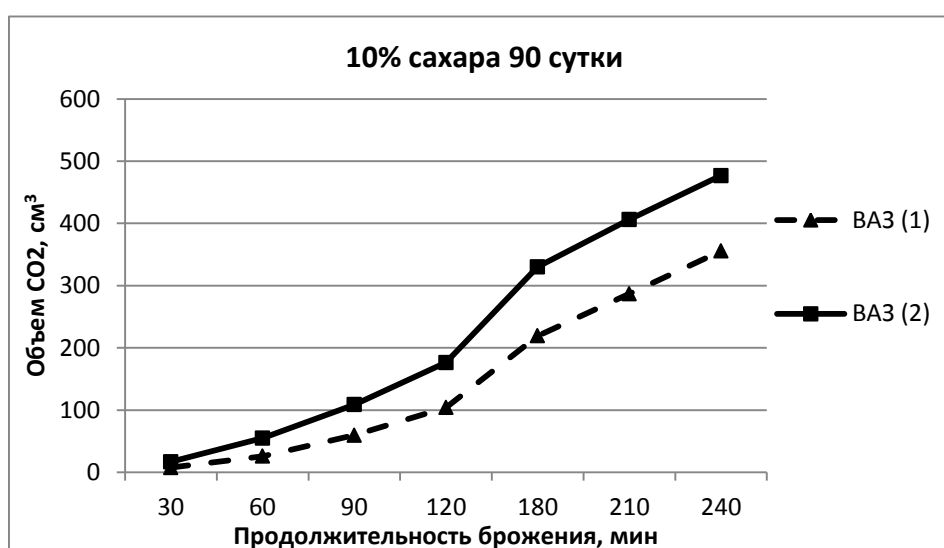


Б

Рисунок 3 – Изменение объема выделенного диоксида углерода на ризографе на рецептуре с 5% сахар а в процессе хранения замороженных тестовых заготовок, где: А – 1 сутки, Б – 90 суток хранения



А



Б

**Рисунок 4 – Изменение объема выделенного диоксида углерода на ризографе на рецептуре с 10% сахара в процессе хранения замороженных тестовых заготовок, где: А – 1 сутки, Б – 90 суток хранения**

Графики 2–4 демонстрируют, что оба штамма высокоактивных дрожжей разных производителей показали очень близкие результаты по бродильной активности на тесте без сахара на протяжении всего срока хранения. Штамм ВА3 (2) уступает штамму ВА3 (1) 4,9–3,7% по объему диоксида углерода, выделенного за 4 часа брожения, после 1 и 90 суток хранения соответственно.

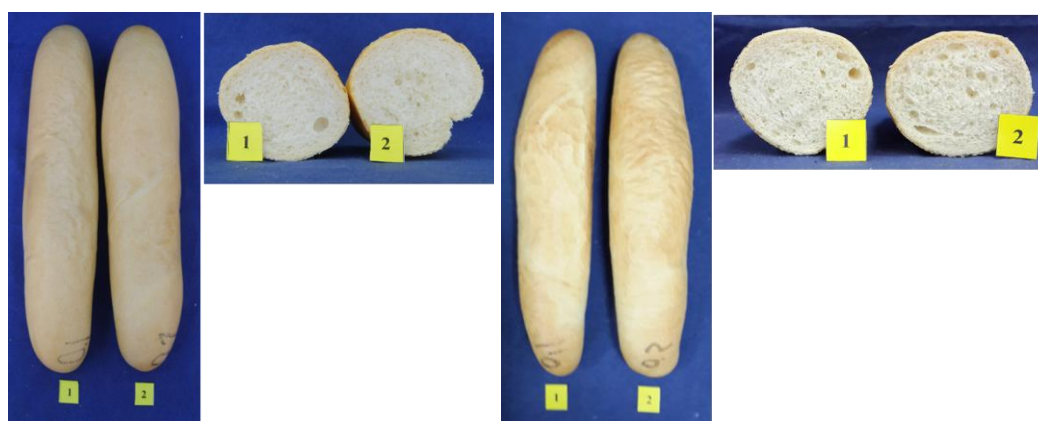
На рецептуре с 5% сахара штамм ВА3 (1) уступал штамму ВА3 (1) по значениям объема выделенного диоксида углерода: после 1 суток хранения – 7,6%, после 30 суток – 8,0%, после 60 суток – 5,9%, после 90 суток – 0,6%. На рецептуре с 10% сахара: после 1 суток хранения – 43,7%, после 30 суток – 28,4%, после 60 суток – 37,6%, после 90 суток – 34,0%.

Таким образом, повышенное начальное содержание трегалозы позволяет сохранить лучшую стабильность дрожжей в процессе хранения замороженных тестовых полуфабрикатов, и это особенно заметно на рецептурах с внесением сахара.

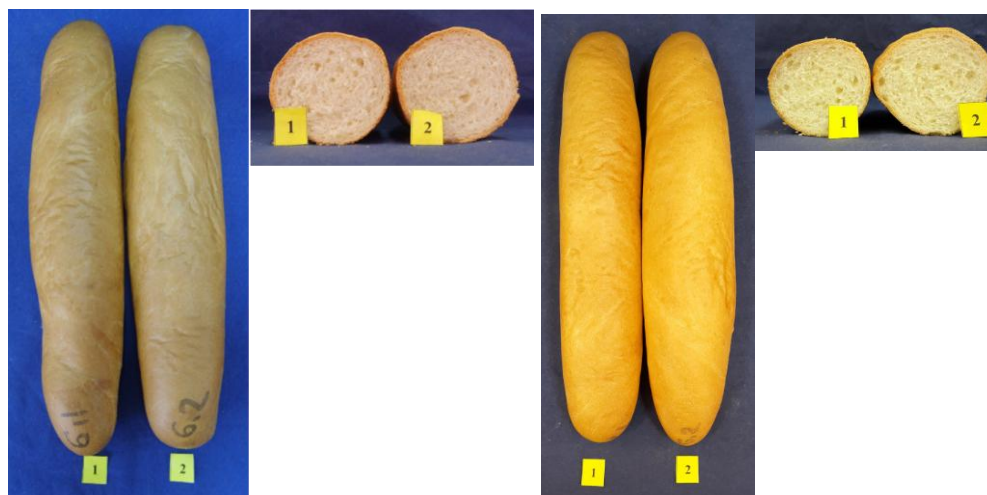
Через 1, 30, 60 и 90 суток хранения замороженные тестовые заготовки размораживали в условиях цеха в течение 30 мин, направляли на окончательную расстойку (+35°C, 65% влажности) и затем выпекали. Результаты хлебопекарных тестов представлены на рис. 5–7 и в таблице 4.

**Изменение удельного объема готовых изделий,  
выпеченных из замороженных после формования тестовых заготовок**

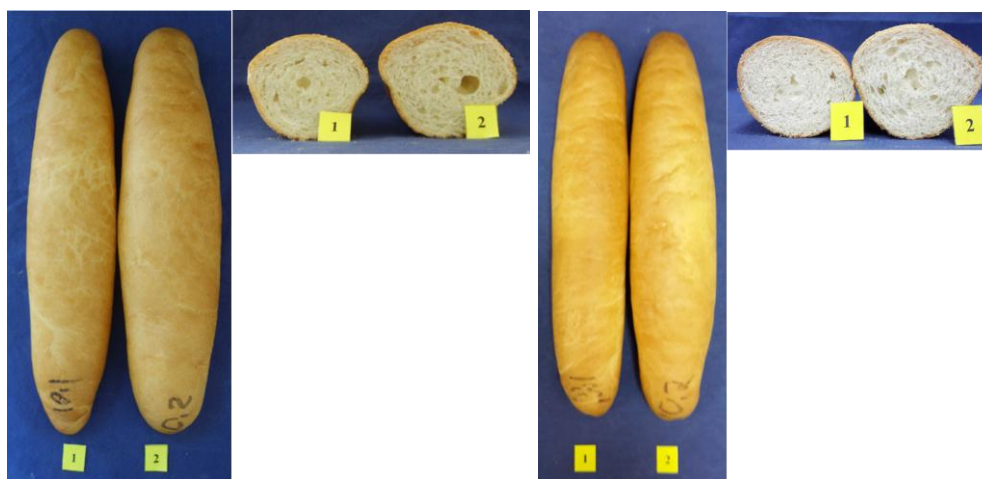
№	Используемые дрожжи	Удельный объем готовых изделий, см <sup>3</sup> /г							
		1 сутки		30 суток		60 суток		90 суток	
		V/ m	Δ%	V/ m	Δ%	V/ m	Δ%	V/ m	Δ%
<b>0% сахара</b>									
1	ВАЗ (1)	4,72	К	5,48	К	6,06	К	5,12	К
2	ВАЗ (2)	5,12	+8,5	5,51	+0,5	6,28	+3,6	5,59	+9,2
<b>6% сахара</b>									
1	ВАЗ (1)	6,05	К	5,49	К	5,55	К	5,18	К
2	ВАЗ (2)	6,23	+3	5,79	+5,5	5,59	+0,7	5,41	+4,4
<b>10% сахара</b>									
1	ВАЗ (1)	4,47	К	4,64	К	4,97	К	4,61	К
2	ВАЗ (2)	4,95	+6,0	5,16	+11,2	5,16	+3,8	5,05	+9,5



**Рисунок 5 – Тесто с 0% сахара: слева – 1 сутки, справа – 90 суток хранения замороженных тестовых полуфабрикатов, где 1 – дрожжи ВАЗ (1), 2 – дрожжи ВАЗ (2)**



**Рисунок 6 – Тесто с 5% сахара: слева – 1 сутки, справа – 90 суток хранения замороженных тестовых полуфабрикатов, где 1 – дрожжи ВАЗ (1), 2 – дрожжи ВАЗ (2)**



**Рисунок 7 – Тесто с 10% сахара: слева – 1 сутки, справа – 90 суток хранения замороженных тестовых полуфабрикатов, где 1 – дрожжи ВА3 (1), 2 – дрожжи ВА3 (2)**

Из данных, представленных на рисунках 5–7 и таблице 4, видно, что удельный объем готовых изделий, выпеченных из замороженных тестовых полуфабрикатов, хранившихся в течение 90 суток хранения с использованием штамма дрожжей ВА3 (2), был больше, по сравнению с изделиями, выпеченными со штаммом дрожжей ВА3 (1) на всех видах теста. Изделия имели более правильную форму, более выпуклую поверхность, равномерную окраску корочки и более разрыхленный мякиш. Кроме того, тестовые заготовки после окончательной расстойки имели лучшую формоустойчивость с использованием штамма ВА3 (2). Данные хлебопекарных тестов подтвердили результаты, полученные на ризографе.

## **2. Штаммы с различной бродильной активностью на технологии замороженной сдобы**

Для дальнейшего тестирования использовали 4 штамма дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с различной бродильной активностью: два штамма с конститутивными ферментами мальтазного комплекса – высокоактивные дрожжи (один из штаммов – для технологии заморозки), один штамм – высокоактивные осмоотолерантные дрожжи, один штамм с индуцируемыми ферментами мальтазной системы – классические дрожжи [7]. Показатели качества штаммов дрожжей приведены в таблице 5.

Таблица 5

**Биотехнологические показатели штаммов дрожжей**

№	Используемые дрожжи	Возраст, сут	СВ, %	Подъемная сила (подъем до 70 мм), мин	Мальтазная активность, мин	Содержание трегалозы, % от СВ
1	Высокоактивные для заморозки (ВАЗ)	12	31,0	26±1	50±2	15,6
2	Высокоактивные (ВА)	8	31,0	27±1	40±2	15,8
3	Осмоотолерантные (ОС)	11	30,9	25±1	40±2	16,2
4	Классические (КЛ)	8	30,0	39±1	162±2	14,9

Данные по объему диоксида углерода, выделенного на ферментометре, представлены в таблице 6.



Таблица 6

**Показатели штаммов дрожжей на ферментометре**

№	Используемые дрожжи	Объем выделенного газа за 2 ч брожения на тесте с различным содержанием сахара, см <sup>3</sup> CO <sub>2</sub>			
		0%	5%	15%	25%
1	Высокоактивные для заморозки (ВАЗ)	143	159	100	85
2	Высокоактивные (ВА)	132	143	96	81
3	Осмотолерантные (ОС)	87	113	109	129
4	Классические (КЛ)	67	108	70	64

В качестве объекта исследования выбрали рецептуру сдобы (таблица 7). За контрольный образец приняли тесто с высокоактивными дрожжами для заморозки. С ритмом в 25 мин замешивали 4 теста с различными дрожжами, которые вносили за 5 мин до конца замеса (без растворения и активации). На замес использовали воду и крошковый лед (60% от общего количества воды на замес) с тем, чтобы получить холодное тесто. Тесто делили сразу после замеса на заготовки массой 150 г для хлебопекарного теста (формование в виде багета), и массой 50 г для измерения объема выделенного диоксида углерода на ризографе (в виде шара). После формования заготовки подвергали быстрой заморозке в течение 10–20 мин при –35°С и скорости вращения воздуха в камере 4 м/сек (до достижения температуры в центре тестовой заготовки –15°С).

Таблица 7

**Рецептура и технологический процесс**

Рецептура	
Наименование сырья	Расход сырья, кг
Мука пшеничная в/с	100,0
Сахар-песок	10,0
Дрожжи хлебопекарные прессованные	5,0
Маргарин молочный	10,0
Соль поваренная пищевая	1,5
Вода/лед	58
Технологический процесс	
Замес (1 скорость + 2 скорость), мин	10+2
Температура теста, °С	13,8–14,1
Брожение, мин	0
Деление, кг:	
Для хлебопекарного теста	0,15
Для теста на ризографе	0,05
Формование:	
для хлебопекарного теста	в виде багета
для теста на ризографе	в виде шариков
Быстрая заморозка при –35°С, мин	10–20
Хранение при –18°С, сут	1–90
Дефростация при +25°С, мин	30
Окончательная расстойка при +35°С, мин	90
Выпечка при +180°С, пар 15 сек, мин	17

Через 1, 30, 60 и 90 суток хранения замороженные тестовые заготовки размораживали в условиях цеха в течение 30 мин, направляли на окончательную расстойку (+35°C, 65% влажности) и затем выпекали. Результаты хлебопекарных тестов представлены на рисунке 8 и в таблице 8.

Таблица 8

**Изменение в процессе хранения удельного объема готовых изделий, выпеченных из замороженных после формования тестовых заготовок**

№	Используемые дрожжи	Удельный объем готовых изделий, см <sup>3</sup> /г							
		1 сутки		30 сутки		60 сутки		90 суток	
		V/ m	Δ%	V/ m	Δ%	V/ m	Δ%	V/ m	Δ%
1	ВАЗ	6,62	К	5,62	К	5,35	К	4,36	К
2	ВА	7,12	+7,5	5,88	+4,6	5,08	-5,0	4,39	+1
3	ОС	6,63	+0,2	5,64	+0,4	5,19	-3,0	3,95	-5,9
4	КЛ	5,25	-20,7	4,03	-28,3	2,84	-46,9	1,31	-69,9



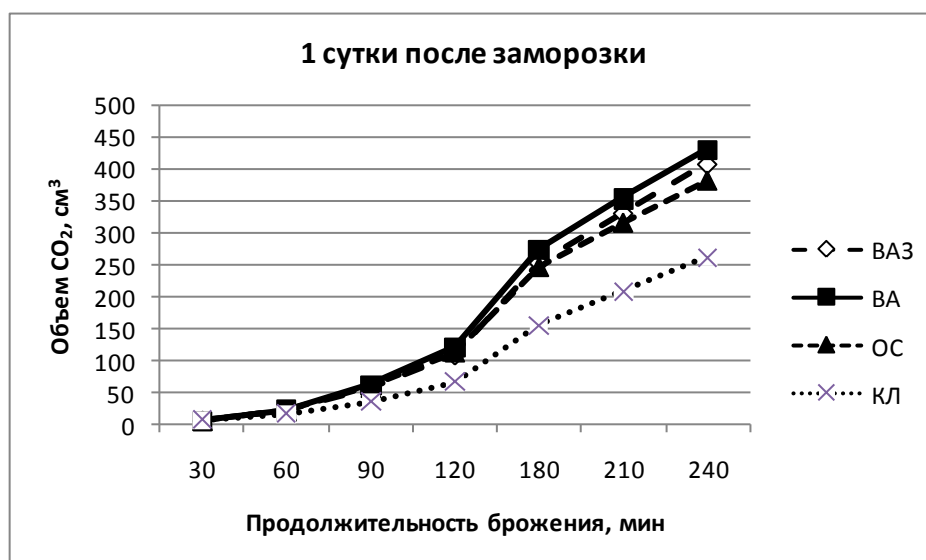
**Рисунок 8 – Сдоба, выпеченная из замороженных после формования тестовых заготовок, после 1 суток (слева) и 90 суток (справа) при температуре хранения -18°C, с использованием штаммов дрожжей:**

1 – высокоактивные для заморозки, 2 – высокоактивные, 3 – осмотолерантные, 4 – классические

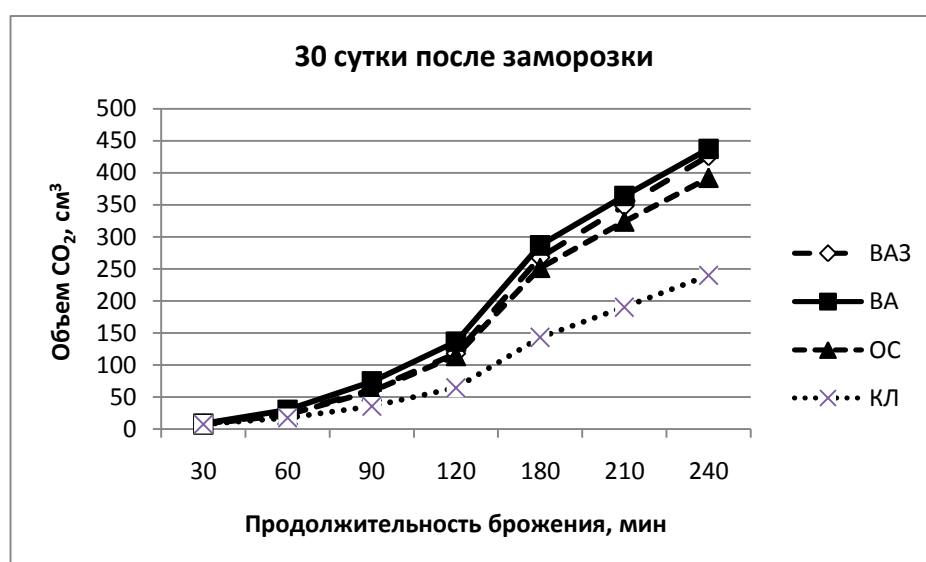
Из таблицы 8 и рисунка 8 видно, что в первые и 30-е сутки хранения замороженных тестовых полуфабрикатов с использованием высокоактивного штамма дрожжей, выпеченные изделия показали больший удельный объем (на 7,5 и 4,6% соответственно) по сравнению с высокоактивными дрожжами для заморозки. Изделия с дрожжами ВАЗ, несмотря на меньший удельный объем в 1 и 30 сутки по сравнению с высокоактивными дрожжами ВА, показали наилучшую стабильность: за 90 суток произошло более плавное снижение значений удельного объема – 34,1%. Наихудшие значения удельного объема выпеченных изделий и стабильности в процессе хранения показали образцы с использованием классического штамма дрожжей (снижение удельного объема на 75% за 90 суток хранения замороженных тестовых полуфабрикатов).

Через 1, 30, 60 и 90 суток хранения замороженные заготовки массой 50 г размораживали в условиях цеха в течение 30 мин, затем помещали на брожение в ризограф на 4 ч. Динамика изменения

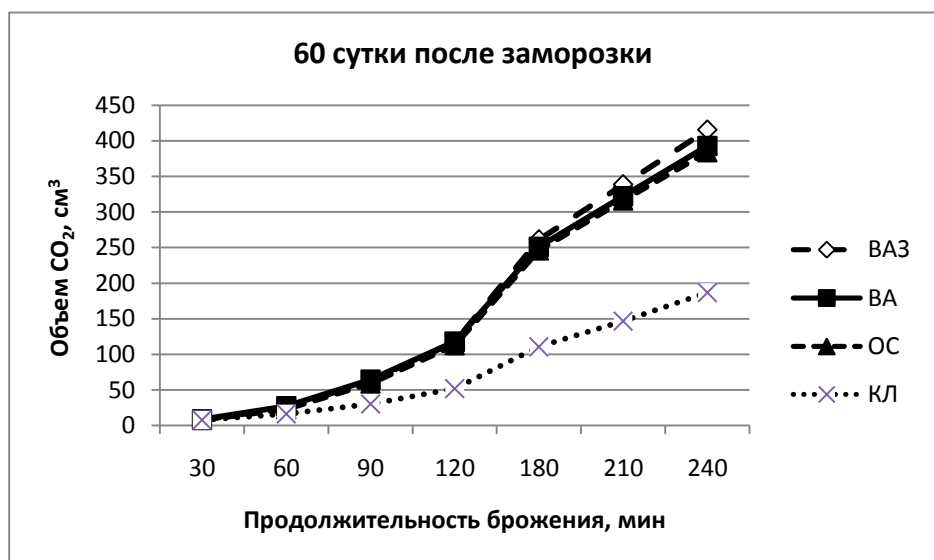
газообразования в процессе хранения замороженных тестовых заготовок с использованием различных дрожжей представлена на рисунке 9.



А

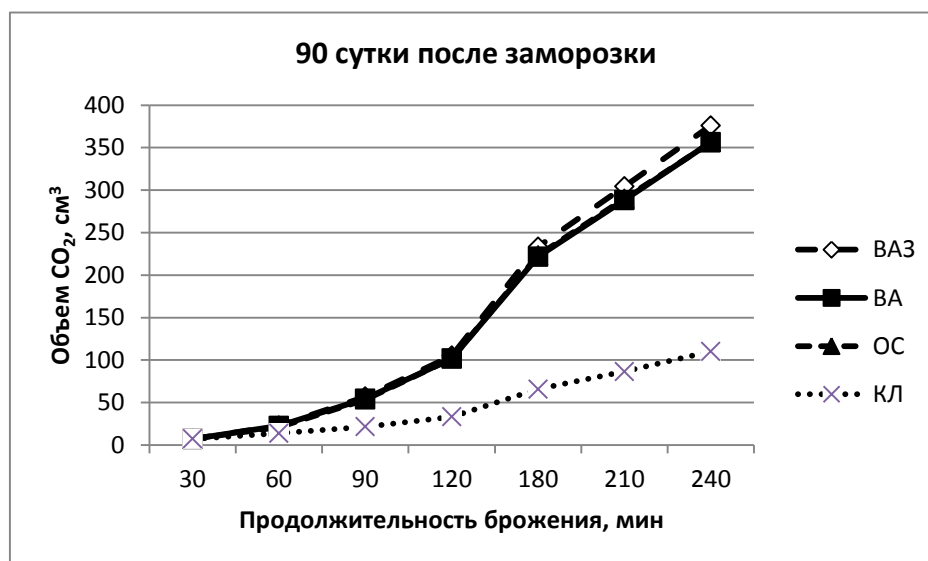


Б



Б

В



Г

**Рисунок 9 – Динамика газообразования на ризографе с использованием различных штаммов дрожжей в процессе хранения замороженных тестовых полуфабрикатов, где: А – 1 сутки, Б – 30 суток, В – 60 суток, Г – 90 суток хранения**

Процесс приготовления сдобы из замороженных после формования тестовых полуфабрикатов занимает примерно 120 минут. Данные об объеме газа за два часа созревания теста в ризографе представлены в таблице 9.

Таблица 9

**Изменение газообразования в процессе хранения замороженных тестовых заготовок с использованием различных дрожжей**

№	Используемые дрожжи	Объем выделенного газа на ризографе за 2ч при хранении замороженных тестовых заготовок при -18°C, см³								Изменение объема CO <sub>2</sub> за 90 суток хранения, %
		1 сутки		30 суток		60 суток		90 суток		
		см³	Δ %	см³	Δ %	см³	Δ %	см³	Δ %	
1	ВАЗ	108	К	118	К	117	К	105	К	-2,8
2	ВА	120	+11,1	137	+16,1	118	+0,8	102	-2,8	-16,4
3	ОС	113	+4,6	114	-3,4	113	-3,4	102	-2,8	-9,7
4	КЛ	66	-38,9	64	-45,8	52	-55,6	33	-68,6	-50,0

Из данных, представленных в таблице 9 и на графиках видно, что в первые 30 суток хранения замороженных тестовых полуфабрикатов наилучшие значения по объему выделенного диоксида углерода показал высокоактивный штамм дрожжей (120–137 см³ CO<sub>2</sub>). При дальнейшем хранении (60 суток и более) значения газовой выделенности немного снизилось и сравнялось с контролем (118 и 102 см³ CO<sub>2</sub> за 60 и 90 суток соответственно), и за 90 суток снижение составило 16,4%. Высокоактивный штамм дрожжей для заморозки, которые в 1 и 30 суток уступали высокоактивным дрожжам 11,1 и 8,1% по объему выделенного газа, показали более плавное снижение активности за 90 суток хранения – 2,8%. Возможно, легкое отставание штамма высокоактивных дрожжей для заморозки от высокоактивного штамма было связано с их возрастом – на момент тестирования прошло 12 суток с даты изготовления (на 4 суток «старше» штамм ВА).

Осмолерантные дрожжи также показали более плавное снижение объема выделенного газа за 90 суток хранения – 9,7%, причем самое заметное снижение произошло после 60 суток хранения

замороженных тестовых заготовок. Наихудший результат показал классический штамм дрожжей: в 1 сутки после хранения тестовых заготовок в замороженном виде, объем выделенного газа составлял 66 см<sup>3</sup>, что на 38,9–45,0% хуже по сравнению с другими образцами; за 90 суток хранения произошло снижение объема выделенного газа на 50,0%.

### Заключение

Таким образом, на технологии замороженных после формования тестовых полуфабрикатов, на короткие сроки (до 30 суток хранения) отличный результат показал штамм ВА дрожжей. При более длительном хранении (более 60 суток) – стабильно высокий результат продемонстрировали дрожжи высокоактивные для заморозки. При использовании последних, несмотря на изначально немного меньшие значения объема выделенного диоксида углерода и удельного объема выпеченных изделий, по сравнению с дрожжами ВА, наблюдается лучшая стабильность в процессе хранения в течение 90 суток.

Классический штамм дрожжей с «медленным» профилем газообразования и низкой броидильной активностью не подходят для технологии заморозки сдобы.

### Литература (References)

1. Андреев А.Н. Современные технологии производства хлебобулочных изделий из замороженных тестовых полуфабрикатов. СПб ГУНиПТ, 2005.С. 35-39.
2. Андреев А.Н., Жилинский Д.В., Попова И.А. Исследование влияния пептидных биорегуляторов на кинетику процесса газообразования замороженного теста // Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. №1.
3. Андреев А.Н., Василюнец, И.М., Соболева Е.В. Применение холода в хлебопекарном производстве. «Холодильная техника», № 9-10, 1992, С. 27-28.
4. Китиссу П.А., Андреев А.Н. Исследование влияния различных видов дрожжей на свойства быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов // Известия СПбГУНиПТ, 2009. С. 39-41.
5. Кульп К., Лоренц Ю., Брюммер (ред.). Производство изделий из замороженного теста; пер. с англ. под общ. ред. И.В.Матвеевой. СПб.: Профессия. 2005. 288 с.
6. Пащенко Л.П., Жаркова И.М. Технология хлебопекарного производства: Учебник. СПб.: Лань, 2014. С.389.
7. Соболева Е.В., Сергачева Е.С. Влияние ферментативной активности хлебопекарных дрожжей на интенсивность процессов тестоприготовления [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://processes.open-mechanics.com/articles/370.pdf>.
8. Андреев А.Н., Китиссу П.А. Разработка комплексных хлебопекарных улучшителей для технологии быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов после расстойки // Вестник Международной академии холода. 2012. № 2.
9. Шлейкин А.Г., Кабанов А.В., Сергачёва Е.С., Соболева Е.В., Попова И.А., Мамаджанзода К. Р. Изучение тиолдисульфидного равновесия в хлебопекарных дрожжах // Вестник Международной академии холода. 2014. № 2.
10. D'Amore T., Crumplen R., Stewart G.G. The involvement of trehalose in yeast stress tolerance. *Journal of Industrial Microbiology*, 7 (1991), pp 191-196.
11. Godkin, W., Cathcart, W. Fermentation activity and survival of yeast in frozen and unfermented doughs. 1949, *Food technology*, 3.
12. Hsu K.H., Hosenev R.C., Seib P.A. Frozen dough. I Factors affecting stability of yeasted doughs. 1979, *Cereal Chemistry*, 56.
13. Kline L., Sigihara T. Factors affecting the stability of the frozen bread dough. I. Prepared by straight dough method. 1968, *Baker's Digest*, 42.
14. Lewis J.G., Learmonth R.P., Attfield P.V and Watson K. Stress co-tolerance and trehalose content in baking strain of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* (1997)18, pp. 30-36.
15. Merrit P.P. The effect of preparation on the stability and performance of frozen, unbaked, yeast leavened dough. 1960, *Baker's Digest*, 40.
16. O'Connor-Cox E.S.C., Majara M., Lodolo E.J., Mochaba F.M. and Axcell B.C. (1996). The Use of Yeast Glycogen and Trehalose Contents as Indicators for Process Optimisation, *Ferment*, 9, pp. 321–328.

17. Stauffer C. E. (1993). Frozen dough production. In B. S. Kamel & C. E. Stauffer (Eds.), *Advances in baking technology* (pp. 88–106). New York: VCH Publishers.

*Статья поступила в редакцию 06.06.2015 г.*