

УДК 664.656.3

Исследование влияния сухих инстантных дрожжей в технологии быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов на свойства теста и качество изделийPh.D. **Kitissou Paul K.** paulkitissou@gmail.com*Lesaffre Group*

59520, France, Marquette-lez-Lille 1, rue du Haut Touquet – B.P., 79

Канд. техн. наук **Андреев А.Н.** andreevanatoly@yandex.ru*Университет ИТМО*

191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Приведены результаты влияния инстантных дрожжей Saf-instant с красной этикеткой в технологии быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов при шоковой (-30°C) и «щадящей» заморозке (-20°C) на свойства простого (без сахара) теста и качество булочек. В случае шоковой заморозки удельный объем булочек с инстантными дрожжами ДСИ сух. и ДСИ реакт. меньше по сравнению с дрожжами прессованными ДЕС при хранении 15 сут. на 20 и 13%, начиная с 15 до 90 сут. на 39–55% и 36–55%. Можно рекомендовать использование инстантных дрожжей (без реактивации) при хранении тестовых заготовок в течение 15 сут. В случае «щадящей заморозки» повышается активность и стабильность инстантных дрожжей и удельный объем изделий. Можно рекомендовать использование дрожжей (с реактивацией) при хранении в течение 30 сут.

Ключевые слова: дрожжи сухие инстантные; дрожжи хлебопекарные прессованные; реактивация; шоковая заморозка; «щадящая» заморозка.

Investigation of the influence of dry instant yeast in technology frozen test finished test properties and quality of productsPh.D. **Kitissou Paul K.** paulkitissou@gmail.com*Lesaffre Group*

59520, France, Marquette-lez-Lille 1, rue du Haut Touquet – B.P., 79

Ph.D. **A.N. Andreev**, andreevanatoly@yandex.ru*ITMO University*

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

The results of the influence of instant yeast, Saf-instant" with red label in technology frozen test semi-finished products during shock (-30°C) and mild freezing (-20°C) on the properties of simple (without sugar) test and the quality of the rolls. In the case of shock freezing the specific volume of bread with instant yeast DUI dry. and DUI react. compared with yeast compressed DES during storage for 15 days. 20 and 13%, ranging from 15 to 90 days on 39–55% and 36–55%. It is possible to recommend the use of instant yeast (without reactivation) when storing dough pieces within 15 days. In the case of mild frosts" increased activity and stability of instant yeast and specific volume of products. It is possible to recommend the use of yeast (reactivation) during storage for 30 days.

Keywords: instant dry yeast; yeast baking pressed; reactivation; shock freezing; mild frost.

В целях обеспечения населения высококачественной хлебопекарной продукцией возникает необходимость разработки высокоэффективных ресурсосберегающих технологий производства хлебобулочных изделий. Последние 40 лет отмечены развитием технологий приготовления хлебобулочных изделий из быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов (технологии отложенной выпечки) как во Франции, так и в Европе и Америке, а теперь также в России. Эта технология шоковой заморозки идеальна для хлебопекарных предприятий, поставляющих полуфабрикаты в пункты конечной выпечки, мини-пекарни супермаркетов, магазины для продажи конечным потребителям [1, 2, 4, 5, 7, 10, 13, 14]. Технология включает три этапа:

- производство быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов на головном предприятии путем шоковой заморозки при 30°C (хлебозавод, пекарня);
- доставка быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов в автомашинах-рефрижераторах к месту реализации или месту производства готовых изделий;
- реализация тестовых полуфабрикатов в замороженном виде или готовых изделий из них в мини-пекарнях, кафе, ресторанах, супермаркетах и других местах.

Основной проблемой приготовления изделий по технологии отложенной выпечки, помимо специфического оборудования и сырья, является нестабильность качества конечного продукта, в частности, потеря объема и ухудшение внешнего вида после размораживания, расстойки и выпечки изделий. Ухудшение свойств теста и качества конечного продукта во многом связано из-за низкого содержания белка в муке и качества прессованных дрожжей [10, 13, 1, 24, 26].

Эта проблема может быть решена путем корректировки и стабилизации хлебопекарных свойств муки; использования стабильных по качеству, криорезистентных дрожжей, способных поднимать тесто также после фазы размораживания и в первый момент выпечки; использования оптимальных режимов технологических процессов на разных этапах производства. Также необходимо учитывать не только содержание и качество белков муки, но и сбалансированность реологических свойств теста и ферментативную активности муки [3, 6, 8, 11, 12, 17, 21].

Качество пшеничной муки по хлебопекарным свойствам (в частности по «силе муки» и ее газообразующей способности) должно быть выше по сравнению с мукой для традиционных способов хлебопечения. Как правило, наиболее сильные сорта муки обеспечивают наилучшую бродильную силу дрожжей и стабильность изделия. Исследования [1, 5, 13] показали, что мука пшеничная хлебопекарная высшего и первого сортов должна быть сильная или средней силы, с высоким содержанием белков (не менее 14% на сухое вещество); с содержанием сырой клейковины 23...35% 1-й группы качества, с пониженной зольностью (0,45...0,65% на СВ).

Исследования [6], показали, что с увеличением продолжительности хранения французского багета при минус 18°C из муки с низким содержанием белка, соответственно, с неадаптированными к замороженному тесту реологическими характеристиками объем багетов уменьшается. Так тестовые заготовки из слабой муки ($W = 154^*$) после хранения в течение 60 сут. имели потерю объема конечной продукции 15%, а из муки средней силы ($W = 230 \cdot 10^{-4}$ Дж) только 5%.

Большое значение для быстрозамороженного теста имеет α -амилазная активность муки [8, 11]. Для данной технологии рекомендуется мука с числом падения: 300...320 сек. При низком числе падения брожение начинается преждевременно, что не только приводит к повышенной эластичности теста, но и к снижению удельного объема [17].

Дозировка прессованных дрожжей колеблется в пределах от 5 до 12% в зависимости от вида продукции и планируемого срока хранения. В результате шоковой заморозки в дрожжевом тесте снижается ферментативная активность дрожжей и происходит ослабление клейковинного каркаса. Увеличение количества дрожжей необходимо для компенсации некоторой потери активности при замораживании и хранении, а также для обеспечения окончательной расстойки в широком диапазоне условий.

Известно, что клетки дрожжей могут очень долго сохраняться при низких температурах. В работе [16] показано, что замораживание и размораживание блоков прессованных дрожжей лишь незначительно сказывается на количестве выделяемого CO₂. Однако быстрая шоковая заморозка клеток дрожжей в тесте является более сложной задачей, связанной с криорезистентностью дрожжей, т.е. способностью сохранить мембрану цитоплазмы клетки в тесте при быстром замораживании и последующем размораживании. На криорезистентность дрожжей влияет [5, 7, 8, 9, 15, 23, 24, 25]:

- **штамм дрожжей** – некоторые штаммы обладают природной сопротивляемостью шоку быстрого замораживания. Обычно осмолоерантные штаммы являются также криорезистентными;
- **содержание трегалозы** – трегалоза является одним из криопротекторов, обычно потребляется на 85% через 30 мин. брожения при 28°C, поэтому хладоустойчивые дрожжи должны перед быстрым замораживанием сохранить значительное содержание трегалозы;
- **активность дрожжей** – быстрые дрожжи, как, например, английские, содержат лишь 6...8% трегалозы и нестабильны в быстрозамороженном тесте. Так называемые дрожжи с нормальной активностью, как, например, французские, более богаты трегалозой (12–20%). Их стабильность в быстрозамороженном тесте лучше.

В случае использования дрожжей с высокой активностью наблюдается, с одной стороны, слишком быстрое брожение при замесе, делении и формовании. При этом происходит чрезмерное укрепление теста, ухудшающее округление тестовых заготовок и приводящее к разрывам при формовании. С другой стороны, при использовании тестовых заготовок после нескольких недель холодильного хранения при температуре -18°C , получается продолжительная расстойка, а конечная продукция имеет недостаточный объем.

Биологические основы гибели клетки недостаточно изучены. Помимо того, что понижение температуры связано с нарушением согласованности химических реакций за счет различий в степени изменения их скоростей, замораживание приводит к повышению концентрации растворенных веществ, вследствие миграции влаги из микробной клетки во внешнюю среду на первой стадии замораживания и к внутриклеточной кристаллизации воды на следующих стадиях. По указанным причинам возможны повреждения мембранных структур клетки из-за изменения состояния белково-липидных комплексов и механического нарушения микробной клетки кристаллами льда. При снижении жизнеспособности дрожжей консистенция теста становится липкой, тянущейся. Объясняется это содержанием в таком тесте в свободном состоянии восстанавливающих веществ (глутатиона и др.), выделяющихся в результате гибели дрожжевых клеток. Снижение ферментативной активности дрожжей приводит к уменьшению выделения диоксида углерода из тестовых заготовок после размораживания и расстойки [11, 12, 16, 25].

С конца 60-х годов выпускают, так называемые, сухие **инстантные** быстродействующие дрожжи на основе новых культур дрожжей с использованием современных методов культивирования, методов высушивания и эмульгаторов рис.1.



Рис. 1. Внешний вид сухих инстантных дрожжей

Дрожжи характеризуются высокой активностью, имеют низкую влажность (3–5%), а уникальная ламинированная вакуумная упаковка дает некоторые преимущества перед прессованными дрожжами которые заключаются в следующем [1, 7, 18, 19, 20]:

- дрожжи рассчитаны на более широкий ассортимент хлебобулочных изделий, например, сахаростойчивые инстантные дрожжи предпочтительнее прессованных при замесе и брожении сдобного теста с повышенным содержанием сахара и жира;
- дрожжи экономичны, они легче и их дозировка в 5–6 раз меньше прессованных дрожжей, что связано с высоким содержанием сухих веществ и высокой бродильной способностью;
- дрожжи обладают более длительным сроком хранения (до двух лет), благодаря упаковке под вакуумом или в атмосфере инертного газа в газодонепроницаемые материалы;
- дрожжи не требуют холодильного хранения, хранятся при комнатной температуре в сухом прохладном месте;
- дрожжи в некоторых случаях сокращают продолжительность замеса (так как малые размеры, тонкость и пористость частиц обеспечивают быстрое и однородное распределение дрожжей в тесте);
- безопасное тесто на инстантных дрожжах (в связи с их высокой активностью) поднимается быстрее по сравнению с прессованными дрожжами;
- лучше работают при ускоренных способах тестоприготовления (когда тесто поступает на разделку непосредственно после замеса);
- при разделке сдобы и пиццы тесто более пластичное, легче формуется, лучше раскатывается в тонкий пласт (эффект восстанавливающего действия).

Результаты использования инстантных дрожжей в замороженном тесте у разных авторов противоречивы. Например, в работах [13, 15] показано, что не рекомендуется использовать сухие дрожжи в связи с их нестабильностью в замороженном тесте, другие авторы считают возможным их применение, с учетом рецептуры

изделия, качества сырья, режимом тестоприготовления, разделки, температуры замораживания, продолжительности и условий холодильного хранения. Поэтому представляет интерес исследовать работу инстантных дрожжей при разной температуре замораживания тестовых заготовок.

Целью работы является исследование влияния сухих инстантных дрожжей, подвергнутых шоковой (при минус 30°C) и шадящей (при минус 20°C) заморозке в технологии быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов на свойства теста и качество изделий.

Объекты исследования: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574-85), полученная с мукомольного комбината им. Кирова (Санкт-Петербург); дрожжи прессованные Европейский стандарт (ДЕС, контроль), дрожжи сухие инстантные Saf-instant с красной этикеткой (ДСИ), «Лесафр», Марк-ан-Бароль, Франция, образцы тестовых заготовок и готовых изделий (булочек) из простого теста без сахара (гидратация теста 58).

Методика исследования. Качество муки пшеничной хлебопекарной определяли по показателям, принятым в технологии хлебопекарного производства: массовую долю влаги, цвет, запах и хруст, кислотность по болтушке – по ГОСТ 27493-87; количество и качество клейковины. Муку также оценивали по числу падения на приборе для измерения числа падения Хагберга и на фаринографе Брабендера. Силу муки по реологическим свойствам теста определяли с помощью альвеографа Шопена [3].

Дрожжи сухие инстантные при замесе использовали в сухом виде (ДСИ сух.) и в реактивированном виде (ДСИ реакт.). Гидратацию проводили растворением дрожжей в воде с температурой 30°C в течение 20 мин.

Тесто замешивали на тестомесильной машине VMI в течение трех мин. на 1-й скорости и 5 мин – на 2-й скорости (интенсивный замес) при базовой температуре 48°C. Температура теста после замеса составляла 20 ± 0,6°C. Тесто делили на тестовые заготовки массой 85 г, округляли, давали отлежку в течение 5 мин., формовали в виде круглых булочек и подвергали шоковой заморозке при температуре минус 35°C со скоростью воздуха 4 мин/сек в течение 20 мин или «шадящей» заморозке при температуре минус 20°C в течение 30 мин. Температура в центре тестовых заготовок к концу замораживания составляла минус 15°C. Быстрозамороженные тестовые заготовки хранили в холодильной камере при температуре минус 18°C в течение 1, 15, 30, 45, 60 и 90 сут. Каждые две недели отбирали по 6 образцов тестовых заготовок от каждого из тестов. Тестовые заготовки помещали для брожения в течение 1ч 50мин. в расстойный шкаф при температуре 28°C и влажности 80%. Выпечку изделий проводили с пароувлажнением в начале выпекания в течение 15 мин. при температуре 190°C. После охлаждения изделия взвешивали, измеряли объем и определяли удельный объем.

Характеристики дрожжей прессованных Европейский стандарт (ДЕС), сухих инстантных (ДСИ) по сертификату соответствия № РОСС FR.АЯ61. В52549 (фирма “Лесафр”, Франция) приведены в табл.1.

Подъемная сила дрожжей по «шарику» для дрожжей прессованных Европейский стандарт составляла 36 мин., для дрожжей сухих инстантных – 35 мин.

Дрожжи сухие инстантные с коэффициентом замены 1:3 применяли двумя способами: традиционным (дрожжи смешивали с мукой при замесе теста) и с реактивацией (дрожжи перед замесом теста в течение 15 мин. растворяли в воде с температурой 35°C).

Таблица 1 – Характеристики хлебопекарных дрожжей прессованных Европейский стандарт (ДЕС) и дрожжей сухих инстантных (ДСИ)

Вид хлебопекарных дрожжей	Характеристика дрожжей				
	срок хранения сут	содержание сухих веществ, %	содержание азота, % на СВ	газообразование CO ₂ через 2 часа, см ³	коэффициент замены по отношению к прессованным дрожжам
дрожжи прессованные Европейский стандарт, контроль (ДЕС)	17	32,2	7,2	140	-
дрожжи сухие инстантные (ДСИ)	-	97,4	6,9	120	1:3

Результаты исследований. Показатели качества муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели качества муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта

Наименование показателей	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта
Органолептические показатели	
1. цвет	белый с кремовым оттенком
2. запах	без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый
3. вкус	без посторонних привкусов, не кислый, не горький
4. содержание минеральной примеси	при разжевывании муки хруста не ощущается
Физико-химические показатели	
5. влажность, %	13,2
6. кислотность, град	3,0
7. зольность в пересчете на сухое вещество, %	0,52
8. клейковина сырая: количество, % качество	28 по качеству – вторая группа качества; по характеристике – удовлетворительная слабая
цвет	Светлая
упругость, ед. прибора ИКД-	80
растяжимость	14 см, средняя
эластичность	Хорошая
число падения Хагберга, сек	335
содержание белка, % сухого вещества	12,5

При исследовании муки на альвеографе Шопена получены следующие альвеографические характеристики: $P = 106$; $L = 62$; $P/L = 1,7$; $Ie = 57\%$; $W = 253$.

В результате исследований на фаринографе (рис. 2) получены следующие фаринографические характеристики: поглощение воды – 61,7%; время развития теста – 1 мин 50 сек; стабильность – 3 мин; ослабление через 12 мин – 55 UB.

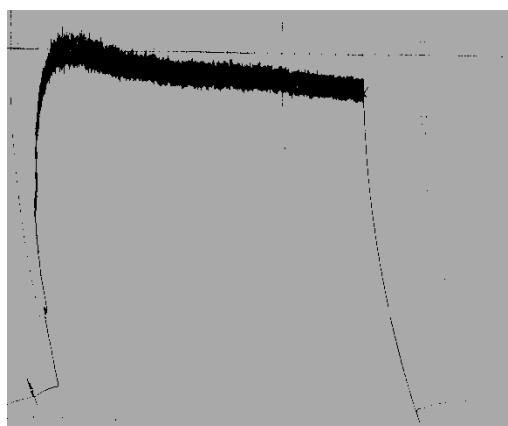


Рис. 2. Фаринограмма исследуемого образца пшеничной муки высшего сорта

Эксперименты (таб. 2) показали нормальный α -амилазный потенциал для исследуемой муки (число падения равно 335 сек), что можно считать достаточным для технологии приготовления хлебобулочных изделий из быстрозамороженного теста. В то же время по фаринографическим характеристикам (рис. 2) данная мука недостаточно подходит для технологии шоковой заморозки. Так, полученная на фаринограмме, степень ослабления теста равная 55 UB, показывает, что тесто из данной муки будет пластичным при интенсивном замесе, который рекомендуется для быстрозамороженного теста. Для получения стабильности теста при замесе,

т.е. снижения пластичности и повышения упруго-эластичных свойств необходимо использовать в качестве добавки сухую клейковину в дозировке 2–4% к массе муки. Результаты экспериментов по влиянию видов дрожжей, продолжительности холодильного хранения быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов и способов подготовки инстантных дрожжей приведены в таб.3 и рис.3.

Таблица 3 – Влияние продолжительности хранения быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов, вида и способа подготовки инстантных дрожжей на удельный объем булочек

Вид и способ подготовки инстант. дрожжей	Продолжительность хранения, суток											
	1		15		30		45		60		90	
	$V_{уд}, M^3 / \Gamma$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, M^3 / \Gamma$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, M^3 / \Gamma$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, M^3 / \Gamma$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, M^3 / \Gamma$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, M^3 / \Gamma$	$\Delta, \%$
ДЕС	7,5	T	7,6	T	6,9	T	6,5	T	5,0	T	4,7	T
ДСИ сух.	6,1	-19	6,0	-21	4,2	-39	2,8	-57	2,6	-48	2,1	-55
ДСИ реак.	6,5	-13	6,2	-18	4,4	-36	3,1	-52	2,5	-50	2,1	-55

*- $V_{уд}$ – удельный объем; Δ – отклонение удельного объема от контроля (дрожжи прессованные ДЕС)

Анализ рисунка показывает, что удельный объем булочек с дрожжами ДСИ сух. и ДСИ реакт. при хранении в течение 15 сут. меньше по сравнению с дрожжами прессованными ДЕС на 20 и 13% , начиная с 15 до 90 сут. на 39–55% и 36–55% соответственно. Реактивация сухих инстантных дрожжей после шоковой заморозки и холодильного хранения полуфабрикатов в течение 90 сут. не влияет на их активность и увеличение удельного объема изделий. Из этого можно заключить, что дрожжи сухие инстантные Saf-instant с красной этикеткой после шоковой заморозки ($-30^{\circ}C$) менее стабильны, больше теряют свою активность, по сравнению с прессованными дрожжами. В случае шоковой заморозки ($-30^{\circ}C$) тестовых заготовок из простого (без сахара) теста можно рекомендовать использование дрожжей сухих инстантных Saf-instant с красной этикеткой (без реактивации) при продолжительности холодильного хранения тестовых заготовок в течение 15 сут.

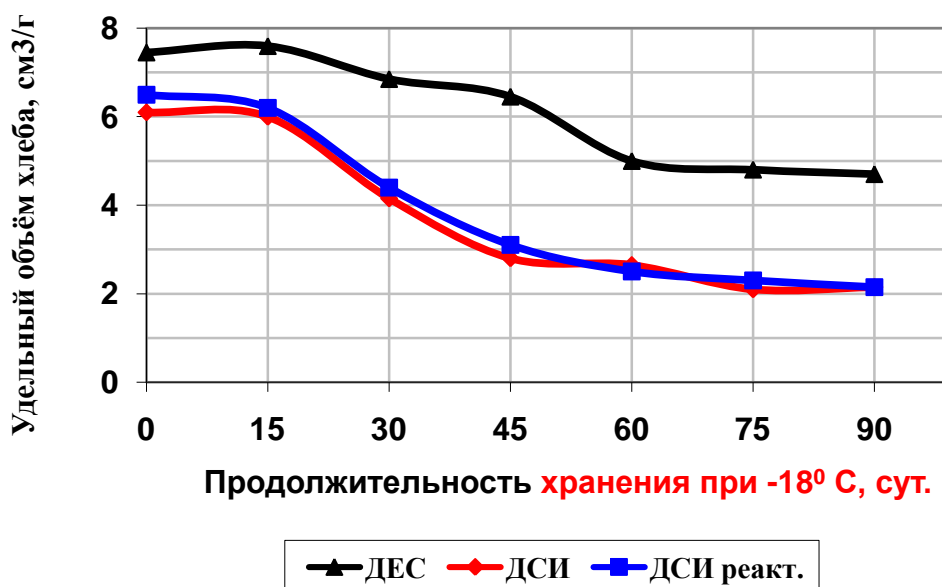


Рис. 3. Влияние продолжительности холодильного хранения быстрозамороженных тестовых заготовок, вида и способа подготовки инстантных дрожжей на удельный объем булочек

Была поставлена задача повысить температуру замораживания до $t -20^{\circ}C$ и установить влияние так называемой «щадящей» заморозки на активность прессованных дрожжей, сухих инстантных, дрожжей Saf-instant с красной этикеткой и удельный объем булочек. Продолжительность замораживания составляла 25 мин, температура в центре тестовых заготовок в конце замораживания $-11^{\circ}C$. Были исследованы следующие тесты:

- 1 тест: дрожжи прессованные Европейский стандарт (ДЕС) – шоковая заморозка $t -30^{\circ}C$ (контроль).
- 2 тест: дрожжи прессованные Европейский стандарт (ДЕС) – щадящая заморозка при $t -20^{\circ}C$.
- 3 тест: дрожжи сухие инстантные (ДСИ сух.) – щадящая заморозка при $t -20^{\circ}C$.
- 4 тест: дрожжи сухие инстантные (ДСИ реакт.) после реактивации, щадящая заморозка при $-20^{\circ}C$.

Результаты экспериментов приведены в таб. 4 и рис. 4.

Таблица 4 – Влияние вида дрожжей и продолжительности холодильного хранения (60 сут.) на удельный объем булочек

Вид, способ подготовки дрожжей, условия заморозки тестовых заготовок	Продолжительность хранения, сут.									
	1		15		30		45		60	
	$V_{уд}, М^3 / Г$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, М^3 / Г$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, М^3 / Г$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, М^3 / Г$	$\Delta, \%$	$V_{уд}, М^3 / Г$	$\Delta, \%$
ДЕС шоковая заморозка при $-30^{\circ}C$	6,9	–	7,2	–	6,9	–	6,2	Т	5,6	–
ДЕС «щадящая заморозка» при $-20^{\circ}C$	6,8	0	6,9	–4	7,0	+1	6,3	–3	5,4	–4
ДСИ сух. «щадящая» заморозка при $-20^{\circ}C$	5,7	–17	5,5	–24	4,7	–32	4,9	–21	4,3	–23
ДСИ реакт. «щадящая» заморозка при $-20^{\circ}C$	6,0	–13	6,2	–14	5,4	–22	5,1	–17	4,4	–21

*- $V_{уд}$ – удельный объем; Δ – отклонение удельного объема от контроля (дрожжи прессованные ДЕС «щадящая заморозка»)

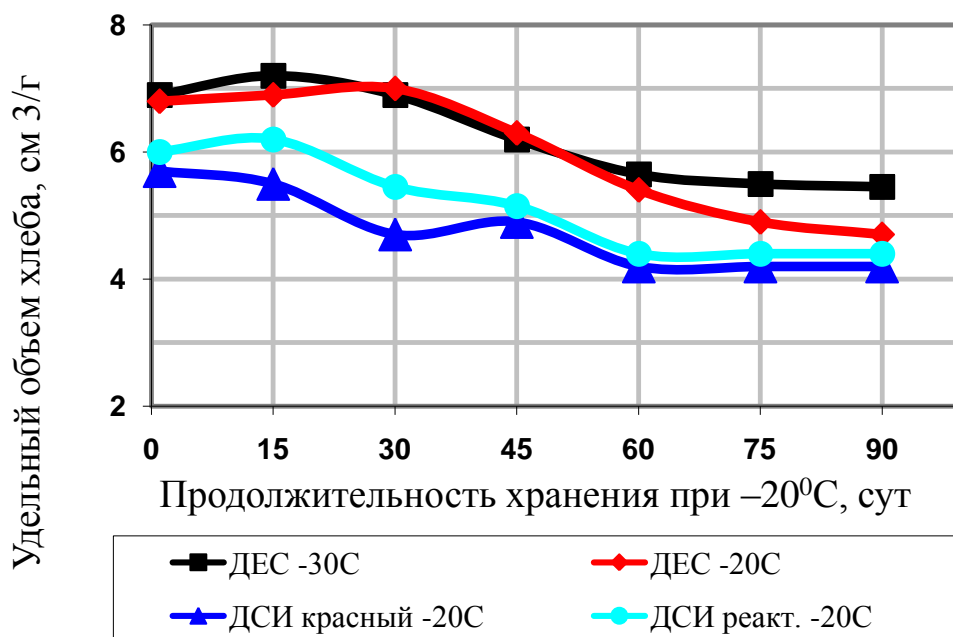


Рис. 4. Зависимость удельного объема булочек от температуры замораживания и продолжительности холодильного хранения от 0 до 90 сут.

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы:

При «щадящей» заморозке ($-20^{\circ}C$) тестовых заготовок и продолжительности холодильного хранения (90 сут.) удельный объем булочек с дрожжами ДЭС меньше на 3–4% по сравнению с шоковой заморозкой (минус $30^{\circ}C$). Это можно объяснить следующим: пониженная температура замораживания приводит к снижению скорости охлаждения, при этом клетки дрожжей реагируют на увеличение осмотического давления, вызванного кристаллами льда снаружи клеток, путем выделения воды. Это приводит к плазмолизу, ухудшающему их жизнеспособность.

При «щадящей» заморозке тестовых заготовок и холодильного хранения в течение 90 сут. удельный объем булочек с дрожжами ДСИ сух. и ДСИ реакт. меньше по сравнению с дрожжами прессованными ДЭС в среднем на 23 и 17% соответственно. Реактивация сухих инстантных дрожжей ДСИ реакт. после «щадящей» заморозке

и хранения тестовых заготовок в течение 30 сут. повышает удельный объем булочек на 13% по сравнению с ДСИ сух., а после 45 сут. не влияет на увеличение удельного объема изделий. В связи с этим можно рекомендовать использование дрожжей сухих инстантных (с реактивацией) при продолжительности холодильного хранения 30 сут.

Выводы

В технологии быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов на дрожжи сухие инстантные Saf-instant с красной этикеткой после шоковой заморозки (-30°C) менее стабильны, больше теряют свою активность по сравнению с прессованными дрожжами. Удельный объем булочек с инстантными дрожжами ДСИ сух. и ДСИ реакт. меньше по сравнению с дрожжами прессованными ДЕС при хранении 15 сут. на 20 и 13%, начиная с 15 до 90 сут. на 39–55% и 36–55% соответственно. В случае шоковой заморозки (-30°C) тестовых заготовок из простого (без сахара) теста можно рекомендовать использование дрожжей сухих инстантных (без реактивации) при продолжительности холодильного хранения тестовых заготовок в течение 15 сут.

Повышение температуры замораживания до -20°C (так называемая «щадящая» заморозка) повышает активность и стабильность инстантных дрожжей и удельный объем изделий. Удельный объем булочек с дрожжами ДСИ сух. и ДСИ реакт. меньше по сравнению с дрожжами прессованными ДЕС в среднем на 23 и 17% соответственно.

Реактивация сухих инстантных дрожжей ДСИ реакт. после «щадящей» заморозке и хранения тестовых заготовок в течение 30 сут. повышает удельный объем булочек на 13% по сравнению с ДСИ сух.

В случае «щадящей» заморозки (-20°C) тестовых заготовок можно рекомендовать использование дрожжей сухих инстантных (с реактивацией) при продолжительности холодильного хранения 30 сут.

Литература

1. *Андреев А.Н.* Современные технологии производства хлебобулочных изделий из замороженных тестовых полуфабрикатов. СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. С. 24-28.
2. *Андреев А.Н.* Производство сдобных хлебобулочных изделий. СПб.: ГИОРД, 2003. 480 с.
3. *Андреев А.Н.* Использование реологии в совершенствовании производства мучных изделий. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG., Saarbrücken, Germany. 2012. 355 с.
4. *Андреев А.Н., Китиссу А.П.* Реоферментографические и альвеографические исследования в технологии производства хлебобулочных изделий из замороженного теста. Каталог III международного конгресса «Зерно и хлеб России». СПб., 2008. С. 101-102.
5. *Дмитриева Ю.В., Андреев А.Н.* Влияние технологий отложенной выпечки на удельный объем круассанов. 5 International Conference on European Science and Technology. 2013. Oktober 3–4 Munich, Germany.
6. *Китиссу А.П.* Технология изготовления французских багетов // Партнер. Кондитер хлебопек. 2007. № 8. С. 60-64.
7. *Китиссу А.П., Буртасов С.В., Лунин В.И.* Биотехнологические свойства дрожжей для производства хлебобулочных изделий широкого ассортимента // Хлебопечение России. 1999. № 4. С. 32-34.
8. *Китиссу А.П.* Качество дрожжей в замороженном тесте // Партнер. Кондитер хлебопек. 2007. № 9. С. 48-51.
9. *Китиссу А.П., Андреев А.Н.* Использование ферментов в технологии производства быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов после расстойки // Хлебопродукты. 2009. № 4. С.52-53.
10. *Андреев А.Н., Китиссу П.А.* Разработка комплексных хлебопекарных улучшителей для технологии быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов после расстойки // Вестник Международной академии холода. 2012. № 2. С. 55-56.
11. *Андреев А.Н.* Использование холода в ресурсосберегающих технологиях и оборудовании хлебопекарного производства // Вестник Международной академии холода. 2011. № 3. С. 18-21.
12. *Меледина Т.В., Соболева Е.В., Сергачева Е.С., Терновской Г.В.* Использование дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* для замедления микробной порчи пшеничного хлеба // Пищевая промышленность. 2014. Т. 1. № 1. С. 46-50.
13. *Паскаль Б., Убер М.* Технология частичной выпечки французского хлеба // Хлебное дело. 2002. № 2 (10), С. 26-27.

14. Петраш И.П., Выдрина О.А. Производство хлебобулочных изделий из замороженного теста // Хлебопродукты. 1990. № 4. С. 54-59.
15. Усцеломова О.А., Петраш И.П. Стабилизация свойств замороженного теста // Хлебопродукты. 2000. № 1. С. 20.
16. Autio K., Mattila-Sandholm T., 1992. Detection of active yeast cells (*Saccharomyces cerevisiae*) in frozen dough sections. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58: 2153-2157.
17. Autio K., Sinda E., 1992. Rheological changes and yeast viability. *Cereal Chemistry* 69: 409-413 АУТИО К., СИНДА Э., 1992.-409-41341.
18. Bruinsma B.L. et Giesenschlag J., 1984. Frozen dough performance. Compressed yeast. Instant dry yeast. *Baker's Digest*, 58 (6): 6-11.
19. Inoue Y., Bushuk W., Studies on frozen doughs. Flour quality requirements for bread production from frozen dough. *Cereal Chemistry*, 69, 1992, pp. 423-428.
20. Maitre H., Les pâtes fermentées surgelées. *Industries des Céréales*, 33: 1985, pp. 13-22
21. Neyrneuf O. Surgélation des pâtons ensemencés à la levure: du fermenteur au consommateur, quelles exigences pour la filière panification. *Ind. Céréales*, 64. 1990. pp. 5-13.
22. Pourtanen K., Tenkanen M., Korte H. and Puls J. In ACS Symposium Series. 991. pp. 426-436, 460.
23. Hino A., Mihara K., Nakashima K., Takano H., 1990. Trehalose levels and survival ratio of freeze-tolerant versus freeze-sensitive yeasts. *Appl. Environ. Microbiol.* 56: 1386-1391.
24. Hino A., Takano H., Takana Y. New freeze-tolerant yeast for frozen dough preparations. *Cereal Chemistry*, 64, 1987, pp. 269-275.
25. Hino A., Mihara K., Nakashima K., Takano H. Trehalose levels and survival ratio of freeze-tolerant versus freeze-sensitive yeasts. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56, 1990, pp.1386-1391.
26. Van Der Plaat J.B. Baker's yeast in frozen dough. *Cereal Sc. and Technology in Sweden*, 1988, pp.110-129.
27. Jankiewicz M. and Michniewicz J. The effect of soluble pentosans isolated from rye grain on staling of bread. *Food Chemistry*, 1987, no. 25, pp. 241-249.