

## **Разработка ресурсосберегающей технологии приготовления ржано-пшеничного хлеба с использованием стартовых культур**

Андреев А.Н., Виноградов Ю.А., Поль Китиссу, vin85@rambler.ru

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*Исследована возможность применения стартовых культур Саф Левен ЛВ1 и Саф Левен ЛВ2 для разработки ресурсосберегающей технологии приготовления ржано-пшеничного хлеба. Показано влияние технологических параметров и режима приготовления на качества густой и жидкой заквасок с использованием стартовых культур. Определены оптимальные условия однофазного выведения заквасок на стартовых культурах ЛВ1 и ЛВ2 и выведения заквасок по производственному циклу. Получены экспериментальные данные по микробиологическому составу исследуемых заквасок.*

Ключевые слова: закваска, стартовая культура, ресурсосберегающие технологии.

В связи с расширением ассортимента ржаных сортов хлебобулочных изделий и появлением предприятий малой мощности актуален вопрос создания более гибкого, ресурсосберегающего производства на основе ускоренных и упрощенных способов выведения заквасок. При этом важным остается сохранение таких показателей качества как вкус, аромат, внешний вид хлеба и сроки его хранения.[1]

Перспективным способом приготовления ржаной закваски является использование препаратов стартовых культур, включающих молочнокислые бактерии в чистом виде или смешанные с дрожжами.

Задача данной работы было исследование влияние технологических параметров и режима приготовления густой и жидкой закваски с использованием стартовых культур на качество закваски, а также разработка ресурсосберегающей технологии приготовления ржано-пшеничного хлеба с использованием стартовых культур. В работе были исследованы сухие препараты стартовых культур для заквасок Саф Левен ЛВ1 (далее ЛВ1) и Саф

Левен ЛВ2 (ЛВ2) фирмы Лесаффер. Стартовые культуры ЛВ1 и ЛВ2 содержат живые клетки дрожжей *Saccharomyces chevalieri* и молочнокислых бактерий *Lactobacillus brevis* и *Lactobacillus casei* в разном соотношении.

Для определения оптимальных условий однофазного выведения заквасок на стартовых культурах ЛВ1 и ЛВ2 готовили закваски из муки, воды и стартовой культуры, вносимой в количестве 0,5% к массе муки. Количество воды добавляли по расчету, исходя из влажности ржаной муки и вида закваски: густая – влажностью 50%, жидкая – 70%. Брожение проводили в термостате при температурах 25, 30 и 35 °С в течение 18, 21 и 24 часов. Свойства закваски оценивали по общей кислотности титриметрическим методом и подъемной силе – “по шарик” [2].

Исследуемые закваски в количестве 25% мукой использовали для приготовления хлеба дарницкого с соотношением ржаной и пшеничной муки 60:40. Готовые изделия анализировали по следующим показателям: удельный объем хлеба, кислотность хлеба, влажность мякиша, пористость и сжимаемость мякиша [2]. Для определения вкуса и аромата образцов хлеба проводили дегустации [3].

В работе исследована возможность применения стартовых культур ЛВ1 и ЛВ2 для выведения закваски в производственном цикле. В качестве контрольного образца была выбрана закваска, приготовленная с использованием сухого лактобактерина (ЛБ) для густых хлебных заквасок СПб ГосНИИХП. Для решения поставленной задачи были изготовлены три вида густых заквасок: закваска I – закваска с использованием сухого лактобактерина для густых хлебных заквасок ГосНИИХП; закваска II – с использованием стартовой культуры ЛВ1; закваска III – с использованием стартовой культуры ЛВ2.

Исследуемые закваски выводили по фазам разводочного и производственного циклов. [4]

Закваски II и III выводили в разводочном цикле; I фаза в течение 24 часов при 30 °С, а далее ориентируясь по конечной кислотности закваски.

После трех фаз разводочного цикла (3ф) закваски переводили в производственный цикл, состоящий из семи фаз (10ф). Одна фаза включает в себя брожение закваски и освежение выброженной закваски порцией смеси муки и воды в соотношении 1:2 или 1:3. Во всех заквасках в каждой фазе измеряли следующие параметры: начальную и конечную кислотность, подъемную силу в конце брожения. Была проведена работа по определению

микробиологического состава исследуемых заквасок. Подсчет количества клеток микроорганизмов проводили методом Бургвица [5].

Для приготовления хлеба по традиционной технологии густая ржаная закваска должна удовлетворять следующим требованиям: кислотность для ржаной обдирной муки – 11-14 град, подъемная сила «по шарик» – не больше 25 мин. Ржаная жидкая закваска должна соответствовать следующим требованиям: кислотность – 9-11 град, подъемная сила – не больше 35 минут.[4].

Анализ результатов экспериментов по влиянию температуры и продолжительности брожения на показатели качества густых и жидких заквасок, приготовленных на стартовых культурах ЛВ1 и ЛВ2 показывает, что наиболее близкими к нормативным значениям показателей качества для обеих стартовых культур были: образцы густых заквасок №№ 5, 11 (табл. 1); образцы жидких заквасок №№ 6, 10, 12 (табл.2). А также образец на ЛВ2 №13 и образец на ЛВ1 №16.

Таблица 1. Влияние температуры и продолжительности брожения на показатели качества густых заквасок.

№ Опыт ного образ ца	Технологические параметры		Показатели качества густой закваски			
	Температура брожения, °С	Продолжите льность брожения, ч	Кислотность, град		Подъемная сила, мин	
			ЛВ1	ЛВ2	ЛВ1	ЛВ2
1	25	18	5,9	6,5	9	13
3	25	21	7,8	9,1	14	18
5	25	24	11,7	12	18	20
7	30	18	8,2	9,8	11	15
9	30	21	9,6	10,9	15	20
11	30	24	11,7	12,2	20	27
13	35	18	9,6	11,7	20	25
15	35	21	11,4	13,7	32	58
17	35	24	13	14,9	51	73

Таблица 2. Влияние температуры и продолжительности брожения на показатели качества жидких заквасок.

№ Опыт ного образ ца	Технологические параметры		Показатели качества жидкой закваски			
	Температура брожения, °С	Продолжите льность брожения, ч	Кислотность, град		Подъёмная сила, мин	
			ЛВ1	ЛВ2	ЛВ1	ЛВ2
2	25	18	5,5	5,9	15	17
4	25	21	7,7	8,0	18	20
6	25	24	10,7	10,8	21	22
8	30	18	7,3	9,3	16	17
10	30	21	9,0	10,5	19	24
12	30	24	11,6	12,0	26	30
14	35	18	8,8	11,5	24	41
16	35	21	11,1	12,1	35	76
18	35	24	12,3	13,1	48	- *

\* - шарик не всплыл

Закваски, приготовленные с использованием стартовой культуры ЛВ2, имели кислотность в среднем на 1,2 градуса больше, чем аналогичные закваски, приготовленные с использованием стартовой культуры ЛВ1.

В тоже время закваски, приготовленные с использованием стартовой культуры ЛВ1, имели лучшую подъёмную силу (в среднем на 5 мин), чем аналогичные закваски на ЛВ2. Подъёмная сила заквасок на стартовой культуре ЛВ1 ухудшалась от продолжительности брожения меньше, чем заквасок на стартовой культуре ЛВ2.

Большое влияние на процессы кислотонакопления и подъёмную силу оказывает температура брожения закваски. Так, накопление требуемой кислотности при выведение заквасок на стартовых культурах ЛВ1 и ЛВ2 при температуре 25 °С достигается при брожении в течение 24 часов, за меньший промежуток времени необходимая кислотность не обеспечивается.

При температуре 35°С отмечен резкий подъём кислотности в заквасках. Так для густой закваски на стартовой культуре ЛВ1 при продолжительности брожения 18 часов и температуре 25°С кислотность густой закваски составляла 5,9 град, а при 35 °С достигла 9,6 град. Однако использование повышенной температуры для интенсификации процесса кислотонакопления ограничено из-за снижения подъёмной силы закваски.

Жидкие закваски, выведенные при 30°C достигают оптимальную кислотность быстрее, чем густые: жидкие закваски с ЛВ2 к 18 часу брожения, с ЛВ1 к 21 часу; густые закваски соответственно к 21 и 24 часам брожения.

Ржано-пшеничный хлеб, приготовленный на исследуемых заквасках, имел следующие особенности:

- Хлеб на жидкой закваске имел более развитую пористость и получил лучшую оценку по вкусу и аромату.
- Хлеб на заквасках выведенных при 25°C имел больший удельный объём и развитую пористость, чем на заквасках выведенных при 30 и 35°C
- Хлеб на заквасках выведенных при 35°C может быть получен хорошего качества при брожении жидкой закваски 18 часов на ЛВ1 и ЛВ2, а также на жидкой закваске на ЛВ1 после 21 часа брожения.
- Хлеб с использованием стартовой культуры ЛВ1 при несколько меньшей кислотности имеет лучшую оценку вкуса и аромата по сравнению с аналогичным хлебом на ЛВ2.
- По комплексной оценке лучшим был признан образец № 12 – на жидкой закваске с использованием стартовой культуры ЛВ1 после 24 часов брожения при температуре 30°C (табл.2).

Результаты исследования возможности применения стартовых культур ЛВ1 и ЛВ2 для выведения закваски в производственном цикле показали, что после трех разводочных и семи производственных освежений закваска ЛВ1 сохранила способность к необходимому кислотонакоплению (кислотность 13,3 град) и хорошую подъёмную силу (32 мин), в то время как у закваска ЛВ2, обладающей большей кислотностью (14,4 град), подъёмная сила снизилась в 2,18 раза (70 мин); наибольшее снижение подъёмной силы наблюдали на седьмом освежении (100 мин), что хорошо видно на графике изменения подъёмной силы по фазам разведения (рис. 1.).

Как известно, качество закваски зависит от соотношения в ней количества клеток дрожжей и молочнокислых бактерий. Количество молочнокислых бактерий определяет кислотность закваски после брожения и его продолжительность, а дрожжи, главным образом, обеспечивают подъёмную силу закваски. Результаты исследований по определению микробиологического состава заквасок представлены в табл. 3. В качестве контроля была выбрана традиционная густая ржаная закваска, полученная с хлебозавода.

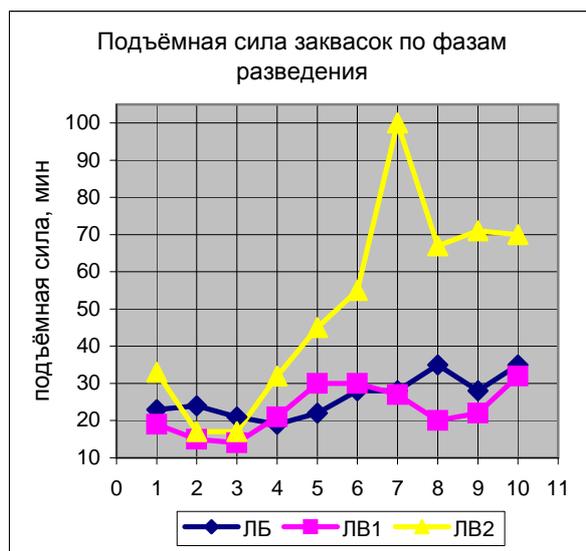


Рис. 1. Изменения подъёмной силы густых заквасок по фазам разведения.

Таблица 3. Микробиологические и технологические показатели исследуемых заквасок.

Количество клеток м/о, $10^6/\text{г}$	Конт роль	ЛБ (10ф)	ЛВ1 (1ф)	ЛВ2 (1ф)	ЛВ1 (3Ф)	ЛВ2 (3ф)	ЛВ1 (10ф )	ЛВ2 (10ф)
Дрожжи	46,9	78	391,9	171,1	62,6	35	50	33,8
МКБ	2244	4986	1227,8	1804,3	998	1688	1245	1824
Соотношение дрожжей и МКБ	1:48	1:64	1:3	1:10	1:16	1:46	1:25	1:54
Кислотность, град	14,5	11,0	12,1	12,3	10,4	12,3	13,3	14,4
Подъёмная сила, мин	23	35	19	33	14	17	32	70

Результаты микробиологического анализа заквасок показали следующее:

После первой фазы разводочного цикла (1ф) густых заквасок на ЛВ1 и ЛВ2 соотношение дрожжей и молочнокислых бактерий не характерно для ржаных густых заквасок (1:3 и 1:10), так как количество клеток дрожжей в этих заквасках значительно превышает их количество в производственной и в закваске, выведенной на лактобактерине.

К концу разводочного цикла (3ф) в заквасках ЛВ1 и ЛВ2 наблюдали снижение количества дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий, что несколько улучшило соотношение между ними, при этом значительно

улучшилась подъёмная сила этих заквасок (ЛВ1 с 19 до 14 , ЛВ2 с 33 до 17 мин.).

К концу седьмой фазы производственного цикла (10ф) количество дрожжевых клеток с конца разводочного цикла уменьшилось в ЛВ1 на 20%, в ЛВ2 на 3,4%, а молочнокислых бактерий – увеличилось в ЛВ1 на 25%, в ЛВ2 на 8%, что спровоцировало снижение подъёмной силы закваски.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- Путём выведения заквасок на стартовых культурах ЛВ1 и ЛВ2 в три фазы разводочного цикла подъёмная сила заквасок улучшилась по сравнению с однофазным способом приготовления (на 5 и 16 мин. соответственно); для закваски на ЛВ2 этот способ оказался наилучшим с точки зрения сочетания кислотности (12,3 град) и подъёмной силы (17 мин).
- В процессе выведения заквасок на стартовых культурах ЛВ1 и ЛВ2 в три фазы разводочного и семь фаз производственного цикла закваска на ЛВ1 проявила стабильность технологических свойств (кислотность и подъёмная сила) в течение 10 освежений.
- У закваски выведенной на стартовой культуре ЛВ2 к концу седьмой фазы производственного цикла значительно ухудшилась подъёмная сила (70 мин), что делает её не пригодной для продолжительного разведения (закваска выдерживает не более трех освежений).

Сравнительный анализ качества хлеба, приготовленного с использованием традиционной закваски и заквасок на исследуемых стартовых культурах после первой фазы выведения, показал следующее.

Хлеб на закваске ЛВ1 обладал наибольшим удельным объёмом (220 см<sup>3</sup>/100г) и наименьшей кислотностью (4,5 град) по сравнению с хлебом на закваске ЛВ2 (кислотность 5,1 град.. удельный объём 209 см<sup>3</sup>/100г). В тоже время хлеб на закваске ЛВ1 имел более крупную, неравномерную, толстостенную пористость (пористость мякиша 64%, сжимаемость 26,4 ед.пр.) и менее выраженный аромат по сравнению с хлебом на закваске ЛВ2 (пористость мякиша 63 %, сжимаемость 24,5 ед.пр.). Более выраженный вкус и аромат имел хлеб на традиционной производственной закваске (пористость мякиша 63%, сжимаемость 25,1 ед.пр.).

Исследование влияния заквасок приготовленных на разных стартовых культурах в режиме производственного выведения на качество ржано-пшеничного хлеба показало, что после десяти освежений закваски, увеличилась кислотность хлеба приготовленного с использованием стартовых культур ЛВ1 и ЛВ2. Вкус и аромат хлеба на ЛВ1 и ЛВ2 улучшился, появился кисловатый

привкус, свойственный ржаным сортам. Хлеб с использованием стартовой культуры ЛВ2 имел пониженный объём (198 г/100 см<sup>3</sup>), меньшую пористость (61%) и сжимаемость (23,5 ед.пр.). Хлеб с использованием стартовой культуры ЛВ1 имел хороший объём (213 г/100 см<sup>3</sup>), пористость (63%), сжимаемость (23,5 ед.пр.) и уступал хлебу на традиционной закваске только по показателю кислотности (6,8 против 7,6 град).

## **Выводы по работе**

Использование стартовых культур Саф Левен ЛВ1 и Саф Левен ЛВ2 позволяет приготовить ржаные закваски в течение 18-24 часов без применения трудоемкой процедуры разведения и поддержания закваски. При необходимости готовые закваски можно освежать, что соответствует таким современным принципам в технологии как энерго- и ресурсосбережение.

Хлеб на заквасках с использованием стартовых культур и дозировкой закваски 25% мукой при однофазном приготовлении имеет хороший объём, пористость мякиша, и по этим показателям не уступает хлебу на традиционной закваске. Однако кислотности образцов хлеба на стартовых культурах меньше, а также они имеют менее равномерную пористость, что объясняется соотношением дрожжей и МКБ в этих заквасках.

Аромат хлеба на стартовых культурах при однофазном приготовлении менее выраженный, чем в хлебе на традиционной закваске, при последовательном освежении аромат, вкус и кислотность улучшаются. При однофазном приготовлении возможно увеличение дозировки закваски для улучшения вкуса и аромата хлеба.

Обосновано использование стартовой культуры ЛВ1 для выведения густой закваски в течение 10 фаз освежения, при этом улучшается вкус, аромат и кислотность, но несколько снижается удельный объём и пористость хлеба. При последовательном освежении закваски на ЛВ2 также улучшается вкус и кислотность, но хлеб получается пониженного объёма и с неравномерной пористостью.

## **Список литературы**

1. Использование стартовых культур для приготовления ржаных заквасок. / А.Н. Андреев, Ю.А. Виноградов, П.А. Китиссу // ПАРТНЕР кондитер хлебопек. – 2008. – №17 – С. 92–99.
2. Андреев А.Н. Контроль качества хлебопекарного производства. – Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 93 с.

3. Кантере В.М. Сенсорный анализ продуктов питания. – М.: Тип. РАСХН, 2003. – 399 с.
4. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 490 с.
5. Афанасьева О.В. Микробиологический контроль хлебопекарного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 144 с.

## **Development of resource-saving technology to make rye-wheat bread with starting cultures**

Andreyev A.N., Vinogradov U.A., Pol Kitissu, vin85@rambler.ru

Saint-Petersburg State University of Refrigeration  
and Food Engineering

*A possibility to apply starting cultures Saf-levain LV-1 and Saf-levain LV-2 was studied to develop a resource-saving technology for preparing rye-wheat bread. The effect of technological parameters and preparation mode on the quality of dense and sour dough with starting cultures used is shown. Optimum conditions for single-phase sour dough preparing on LV-1 and LV-2 starting cultures were defined as well as sour dough preparation on a production cycle. Experimental data on microbiological structure of investigated ferments were obtained.*

**Key words:** leaven, starting culture, resource-saving technology.