

УДК: 664.642

Исследование терморезистентности и антагонистических свойств дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*

Дорош А. П., Грегирчак Н. Н.

Использование антагонистических свойств одних бактерий для ингибирования других (патогенных) изучались на протяжении многих лет, в то время как мало внимания было уделено исследованию таких свойств у дрожжей.

Установлено, что действие метаболитов дрожжей и дрожжевых клеток на грамотрицательные и грамположительные микроорганизмы разное: живые клетки дрожжей наиболее антагонистически активны против грамположительных микроорганизмов, а их метаболиты — по отношению к грамотрицательным.

Ключевые слова: *S. cerevisiae*, хлеб, антагонизм, киллерные токсины.

Investigation of thermal resistance and antagonistic properties of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*

Dorosh A. P., Gregirchak N. N.

Using antagonistic properties of some bacteria to inhibit other (pathogenic) has been studied for many years, while little attention was paid to study such properties in yeast. The yeast metabolites and yeast cells action on gram-negative and gram-positive microorganisms was different. Live yeast cells were the most antagonistically active against gram-positive microorganisms and their metabolites - in relation to gram-negative.

Keywords: *S. cerevisiae*, bread, antagonism, killer toxins.

Введение

В основе формирования качества хлеба лежит совокупность сложных преобразований сырья под действием микроорганизмов и ферментов, которые либо уже присутствуют в перерабатываемых рецептурных компонентах, или специально использованы в технологическом процессе. То есть качество хлебобулочных изделий зависит от хлебопекарных свойств муки, дрожжей, другого сырья, состоя-

ния и изменения их углеводно-амилазного, белково-протеинового и липидно-липидных комплексов в ходе технологического процесса, а также жизнедеятельности микроорганизмов [1].

В последнее время тенденция увеличения поставок муки с низкими хлебопекарными свойствами существенно увеличилась. Хлебозаводы и пекарни вынуждены перерабатывать пшеничную муку, химический состав и качество которой колеблется в разных партиях. Это влияет, в первую очередь, на свойства хлебопекарных полуфабрикатов, интенсивность протекания коллоидных, биохимических и микробиологических процессов при изготовлении теста и его разделении, и в конечном итоге, на показатели качества готовых изделий [1, 5].

Изучение и возможность применения антибактериальных соединений, которые выделяются дрожжами, находятся на ранней стадии развития. Антагонизм дрожжей по отношению к различным микроорганизмам связан в первую очередь с борьбой за питательные вещества в среде обитания. Он проявляется за счет изменения рН среды в результате ионного обмена или синтеза органических кислот, производства высоких концентраций этанола, выделение антибактериальных соединений и киллерных токсинов. Открытие антагонистических свойств дрожжей находит широкое применение во многих отраслях, таких как пищевая промышленность, сельское хозяйство, медицина, ветеринария, охрана окружающей среды [6, 10].

Считается, что гибель дрожжей начинается уже при 45—50° С, а при 90—95° С они полностью погибают. Однако согласно последним литературным данным, клетки сахаромецетов при таких температурах не полностью погибают, а лишь получают сублетальные повреждения и теряют способность к росту на питательных средах. Поэтому истинное количество клеток в пищевом продукте может быть недооценено [8].

Цель работы

Исследование терморезистентности и антагонистической активности дрожжей *S. cerevisiae* и их метаболитов по отношению к различным группам микроорганизмов.

Материалы и методы

Объекты исследований

Исследование антагонистических свойств метаболитов дрожжей проводили, используя следующие образцы хлебопекарных дрожжей *S. cerevisiae*:

- прессованные дрожжи ТМ «Львовские дрожжи»;
- прессованные дрожжи ТМ «Криворожские дрожжи»;
- сухие активные дрожжи ТМ «Саф-Левюр»;
- дрожжи, выделенные из хлеба, испеченного в лабораторных условиях с содержанием дрожжей 2, 4 % по рецептуре;
- дрожжи, выделенные из хлеба на хмелевой закваске;
- дрожжи, выделенные из батона «Нива», с содержанием дрожжей 1, 5 % по рецептуре;
- дрожжи, выделенные из батона «Киевский», с содержанием дрожжей 3 % по рецептуре;
- дрожжи, выделенные из хлеба зернового «Молодость», который испечен на зерновой закваске без дрожжей.

Для определения способности клеток дрожжей выживать при температуре выпекания хлеба использовали: хлеб с содержанием 2, 4 % прессованных и 0, 8 % сухих дрожжей, мякиш которого вносили в солодовый экстракт с и без добавления NaCl, хлеб с содержанием 1 %, 5 % и 3 % дрожжей, мякиш которого вносили в горькую заварку.

Замес теста и формование изделий лабораторных образцов проводили вручную. Температура выпекания 200—220° С, время выпекания 40—45 мин.

Для определения количества живых дрожжевых клеток в хлебе из торговой сети использовали следующие образцы:

- ржаной бездрожжевой цельнозерновой хлеб ТМ «Милльвиль»;
- хлеб ржаной бездрожжевой на хмеле ТМ «Ржаная сила».

Для определения антагонистических свойств дрожжей, их метаболитов, полуфабрикатов и хлеба использовали следующие тест-культуры музея кафедры биотехнологии и микробиологии: *Staphylococcus aureus* БМС-1, *Escherichia coli* ИЭМ-1, *Bacillus subtilis* БТ-2, *Enterobacter cloacae* БТ-4, *Penicillium chrysogenum* Ф-7, *Aspergillus niger* Р-3.

Методы микробиологических исследований

Для выявления антагонистических свойств дрожжей по образованию зон задержек роста тест-культур использовали метод перпендикулярных штрихов и метод бумажных дисков [2].

Метод перпендикулярных штрихов. Среды (сусло-агар, Сабуро, ГКА, пептон-глюкозный дрожжевой агар) разливали в чашки Петри и инкубировали сутки в термостате для проверки микробиологической чистоты сред. По всей длине чашки высевали сплошной линией один из исследуемых образцов дрожжей. Штрихом, перпендикулярно к линии роста дрожжей, начиная от периферии чашки, подсевали тест-культуры. Чашки Петри выращивали в термостате при 30° С в течение 3 сут. Тест-культуры (*S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *E. cloacae*) использовали односуточные [2].

Метод бумажных дисков. Производственные расы хлебопекарных дрожжей *S. cerevisiae* в количестве 3 % вносили в колбы на 750 мл с 150 мл стерильной питательной среды (NaCl 0,5 %, глюкоза 5 % на 1 л воды). Культивирование проводили в течение 48 ч на качалках (320 об/мин) при 30°С. Пробы центрифугировали для получения надосадочной (активные метаболиты) и осадочной фракции (клетки дрожжей) [2].

Тест-культуры высевали сплошным газоном на среду Сабуро. Затем поверх посева устанавливали стерильные диски фильтровальной бумаги, смоченные в биологические пробы (надосадочную и осадочной жидкости). Инкубировали при 37° С двое суток при комнатной температуре. После этого проводили измерения диаметра задержки роста тест-культур.

Восстановление сублетально поврежденных клеток дрожжей. Опытные образцы хлеба разрезали пополам и вынимали мякоть весом 10 г. Половину мякоти вносили в 45 мл солодового бульона, а другую — в солодовый бульон с добавлением NaCl. Культивирование проводили в течение 24 ч при температуре 30° С. Пробы отбирали на 4, 18 и 24 ч культивирования в количестве 1 мл с последующим посевом глубинным способом на среды сусло-агар и солодовый агар. Среды содержали антибиотик стрептомицин. Чашки Петри помещали в термостат и выдерживали при температуре 30°С, подсчет восстановленных клеток дрожжей проводили через 3 сут. [1].

Результаты и обсуждение

В случае, если микроорганизмы подвергаются экологическим стрессам, таким как действие высокой или низкой температуры, то отдельные клетки получают метаболические повреждения и, как следствие, становятся неспособными формировать колонии на селективных питательных средах. В то же время не поврежденные клетки могут быть толерантными. Поэтому для восстановления поврежденных клеток используют специальные восстанавливающие среды [9].

Сублетально поврежденным микроорганизмам присущи задержки в стадиях роста, повышенная чувствительность к различным агентам селективной питательной среды, повреждения мембран, ДНК и ферментов цикла трикарбоновых кислот, разрушение рибосом. Повреждение рибосом и клеточных мембран проявляется как обычное следствие повреждения высокой температурой [7, 10].

Поэтому на первом этапе работы по исследованию способности дрожжевых клеток выживать при температуре выпекания хлеба использовали горькую заварку (с добавлением 1 % хмелевого отвара), в которую вносили мякиш опытных образцов хлеба, выпеченных с добавлением 1, 5 % и 3 % дрожжей и без них. Заварка служила питательной средой для сублетально поврежденных клеток.

Следует указать, что при проведении микробиологического анализа заварок и хлеба перед началом опыта, дрожжевых клеток в них не обнаружили.

В ходе эксперимента было установлено, что после 24 ч брожения заварка с внесением мякиша из бездрожжевого хлеба не содержит жизнеспособных клеток дрожжей. Она имеет приятный медовый запах, признаки брожения и контаминации отсутствуют.

В заварке с хлебом, который выпечен с добавлением 1, 5 % и 3 % дрожжей к массе муки, их количество составляло 1×10^2 и 1×10^3 КОЕ / г соответственно. В первом образце отмечено появление неприятного гнилостного запаха и посторонних микроорганизмов, незначительное увеличение в объеме, что свидетельствует о начале брожения. Второй образец имел спиртовой запах, а объем заварки в результате брожения увеличился вдвое.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности клеток дрожжей оставаться жизнеспособными в хлебе после воздействия на них высоких температур выпекания.

Следующим этапом работы по восстановлению сублетально поврежденных клеток дрожжей стало использование в качестве восстанавливающей среды солодового экстракта, в который вносили мякиш хлеба с последующим выдерживанием в нем в течение 3 ч. Затем 0, 2 мл исследуемой суспензии высевали на питательную среду сусло-агар. В качестве образцов использовали хлеб, выпеченный с добавлением 1, 5 и 3 % прессованных дрожжей к массе муки.

Установлено, что в мякоти обоих образцов хлеба содержится 1—2 КОЕ/г дрожжей. Анализируя полученные результаты, было сделано предположение, что время выдержки опытных образцов хлеба в солодовом экстракте не является достаточным для восстановления сублетально поврежденных клеток дрожжей. По-

этому было увеличена продолжительность выдержки мякиша опытных образцов хлеба до 24 ч с последующим отбором проб через 4 и 18 ч.

Через 4 ч выдержки хлеба в солодовом экстракте, роста клеток дрожжей на сусло-агаре не обнаружено. Анализ результатов исследования образцов через 18 ч показал, что после высева 1 мл суспензии с первого образца хлеба, изготовленного с добавлением 1,5 % дрожжей на сусло-агаре выросло 2—4 КОЕ, а со второго (хлеб, испечённый с добавлением 3 % дрожжей) — 6—8 КОЕ. Микробиологический контроль исследуемых объектов через 24 ч культивирования показал, что количество дрожжей на чашках Петри составляло соответственно 3—5 КОЕ и 8—9 КОЕ.

Для проверки терморезистентности дрожжей, кроме хлеба, выпеченного в лабораторных условиях, были использованы образцы хлеба, приобретенные в торговой сети (рисунок 1.).

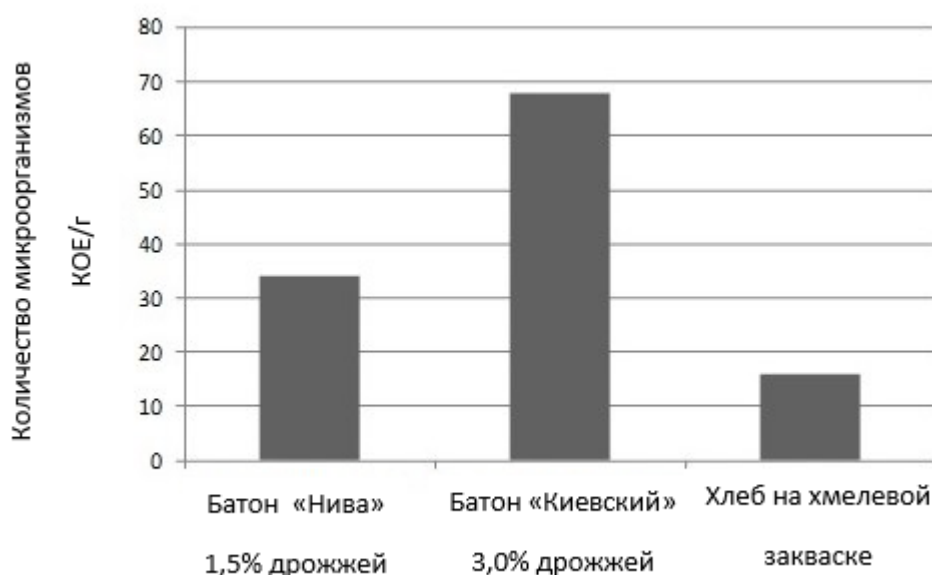


Рисунок 1 — Содержание дрожжей в хлебе из торговой сети

Анализ исследований показал, что наибольшее количество живых клеток дрожжей было обнаружено в батоне «Киевский», с содержанием прессованных дрожжей 3 % по рецептуре, испечённого безопарным способом. Наименьшее количество — в хлебе, изготовленного на хмелевой закваске. Хлеб использовали сразу после приготовления.

Следует отметить, что проведенные исследования содержания дрожжей в хлебе промышленного производства через 24 и 48 ч хранения жизнеспособных клеток дрожжей не обнаружили.

При микроскопировании выделенных образцов дрожжей, которые выросли на сусло-агаре обнаружено, что они имеют значительно меньшие размеры, чем обычные сахаромицеты (рисунок 2.)

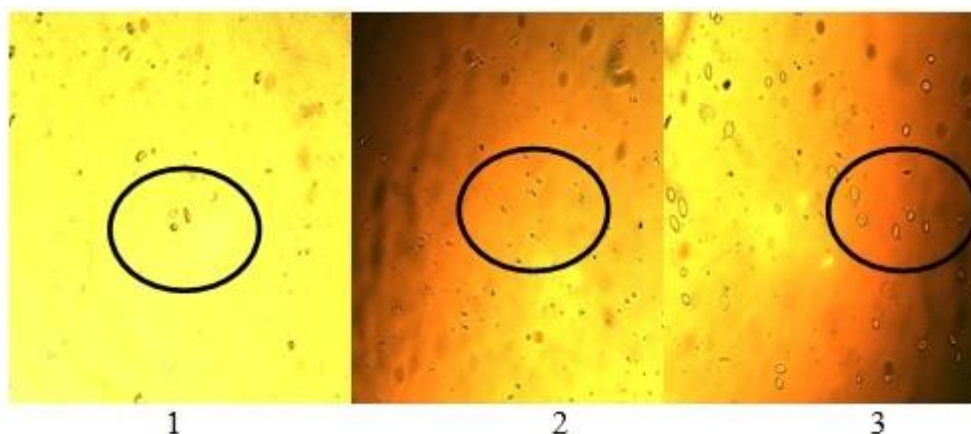


Рисунок 2 — Сравнение размеров выделенных дрожжей: 1 — дрожжи, которые обнаружены в батоне «Нива», 2 — дрожжи, которые обнаружены в батоне «Киевский», 3 — *Saccharomyces cerevisiae*

Дрожжи, выделенные из хлеба на хмеле, отличались по своим культуральным признакам, поскольку их колонии были не белого, а кремового цвета, а клетки под микроскопом имели достаточно большие размеры (рисунок 3).



Рисунок 3 — Дрожжи, выделенные из хлеба на хмелевой закваске

Проведенные исследования по определению видовой принадлежности, по морфолого-культуральным и физиолого-биохимическим признакам по сбражива-

нию углеводов подтвердили, что все дрожжи, выделенные из различных образцов хлеба, относятся к *S. cerevisiae* (таблица 1)

Таблица 1 — Сбраживание углеводов выделенными дрожжами

	Углеводы	<i>S.cerevisiae</i>	В батоне «Нива»	В батоне «Киевский»	В хмелевом хлебе
1	Глюкоза	+++	+	+	+
2	Фруктоза	+++	++	+++	+
3	Манит	-/+	-	+	-
4	Галактоза	+/-	+	-	-
5	Ксилоза	-	-	-	-
6	Арабиноза	-/+	-	+-	-
7	Мальтоза	+/-	+	+-	+-
8	Лактоза	-	-	-	-
9	Сахароза	+++	++	++	+
10	Раффиноза	+	+	-	+
11	Дульцин	-	-	-	-
12	Сорбит	-/+	-	-	-
13	Этиловый спирт	-	-	-	-
14	Глицерин	-/+	-	-	-

Для подавления роста бактерий и лучшего восстановления дрожжей в солодовый экстракт предложено вносить соль в количестве 10 % от общего объема. В качестве опытных образцов использовали хлеб, выпеченный в лабораторных условиях с добавлением 2, 4 % прессованных и 0, 8 % сухих дрожжей.

Как известно NaCl используют в качестве пищевого консерванта. Соль способна ингибировать рост бактерий: сначала клетка подвергается плазмолизу, что подавляет ее рост, а потом и вовсе погибает. Ингибирующий эффект соли не зависит от значения pH. Большинство не морских бактерий погибает при 20 % или

даже меньшей концентрацией NaCl, тогда как плесневые грибы и дрожжи переносят высокую концентрацию, которая в некоторых случаях является стимулятором роста клеток [2, 4]. Соль оказывает защитное влияние на эти микроорганизмы, вследствие снижения активности воды (a_w) и повышения термостойкости микроорганизмов по механизму, который аналогичен высушиванию.

В опыте по выявлению живых клеток дрожжей в качестве образца использовали хлеб, выпеченный с добавлением 2, 4 % прессованных дрожжей, с последующим выдерживанием его 1, 5 часа в солодовом экстракте с добавлением соли. На чашке Петри были выделены 14 КОЕ дрожжей. Колонии изолированных клеток дрожжей были окрашены в розовый цвет, имели ровную поверхность, правильные края (рисунок 4).

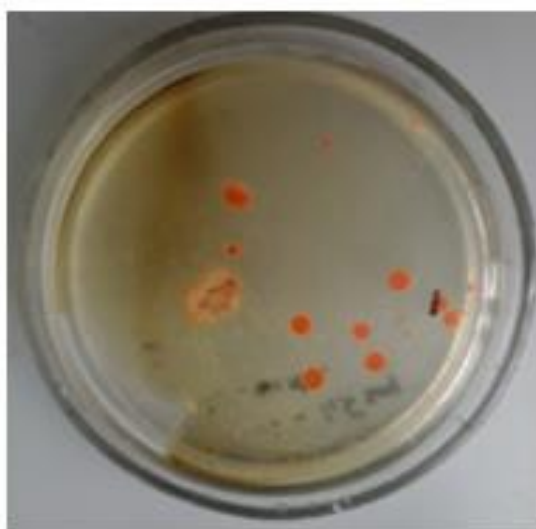


Рисунок 4 — Колонии дрожжей, выделенных из хлеба выпеченого в лабораторных условиях

Следует отметить тот факт, что восстановление поврежденных клеток дрожжей, которые выдерживались в солодовом экстракте с добавлением соли, началось в 2 раза быстрее, нежели без внесения NaCl.

В хлебе, испечённом с добавлением 0, 8 % сухих дрожжей от массы муки, клеток дрожжей выделено не было. Вероятно, это связано с небольшим процентом дрожжей в хлебе.

Чтобы проверить способность дрожжевых клеток выживать при температуре выпекания хлеба, и как следствие их термостойкость, были выбраны следующие образцы хлеба, приобретенные в торговой сети:

- ржаной бездрожжевой цельнозерновой хлеб ТМ «Милльвиль»;
- хлеб ржаной бездрожжевой на хмелю ТМ «Ржаная сила».

В ходе эксперимента сублетально поврежденных клеток дрожжей выделено не было. Дрожжи в данных образцах оказались не устойчивыми к высоким температурам выпекания.

На следующем этапе работы были исследованы антагонистические свойства дрожжей *S. cerevisiae* и их метаболитов в отношении различных тест-культур методом бумажных дисков на среде Сабуро (рисунок 5).



Рисунок 5 — Зоны задержек роста тест-культур: 1 — *B. subtilis*; 2 — *E. cloacae*

В качестве объектов исследований были выбраны прессованные дрожжи торговых марок «Криворожские дрожжи» ООО «Лесафр Украина» и «Львовские дрожжи» ЗАО «Компания Энзим», сухие активные дрожжи ТМ «Саф-ЛЕВЮР» и дрожжи, которые выделили из хмелевого хлеба.

Образцы дрожжей культивировали в среде с глюкозой и NaCl в течение 48 ч. Пробы отбирали на 6, 24 и 48 ч культивирования (таблица 2.).

Таблица 2 — Значение pH исследованных проб суспензии дрожжей

Опытные образцы <i>S. cerevisiae</i>	Время культивирования, час		
	6	24	48
«Львовские дрожжи»	4, 09 ± 0, 07	4, 16 ± 0, 05	4, 33 ± 0, 07
«Криворожские дрожжи»	4, 07 ± 0, 99	4, 11 ± 0, 06	4, 19 ± 0, 04
«Саф-Левюр»	4, 11 ± 0, 05	4, 17 ± 0, 08	4, 33 ± 0, 06

Выделенные из хмелевого хлеба	4, 07 ± 0, 04	4, 10 ± 0, 05	4, 22 ± 0, 07
-------------------------------	---------------	---------------	---------------

Следует отметить, что *S. cerevisiae* имели антагонистическую активность по отношению ко всем тест-культурам, задержку роста *E. cloaceae* вызвали *S. cerevisiae*, на основе которых изготовлены сухие активные дрожжи. Степень выраженности антагонизма была слабая и средняя (таблицы 3, 4.).

Таблица 3 — Значение диаметров задержки роста тест-культур для прессованных дрожжей

Время культивирования, ч	Название тест-культур	Диаметр зоны задержки роста, мм			
		Львовские дрожжи		Криворожские дрожжи	
		Надосадочная жидкость	Осадочная жидкость	Надосадочная жидкость	Осадочная жидкость
6	<i>B. subtilis</i>	6, 1 ± 0, 8	8, 5 ± 0, 7	5, 3 ± 1, 2	7, 4 ± 0, 6
	<i>S. aureus</i>	1, 1 ± 0, 9	2, 3 ± 0, 7	1, 2 ± 0, 8	2, 1 ± 0, 7
	<i>E. cloaceae</i>	-	-	-	-
	<i>E. coli</i>	7, 6 ± 0, 5	5, 0 ± 0, 6	7, 7 ± 0, 3	4, 7 ± 0, 5
24	<i>B. Subtilis</i>	6, 4 ± 0, 6	7, 9 ± 0, 9	5, 6 ± 0, 7	7, 2 ± 0, 6
	<i>S. aureus</i>	0, 9 ± 0, 9	2, 5 ± 0, 7	1, 3 ± 0, 6	1, 9 ± 0, 9
	<i>E. cloaceae</i>	-	-	-	-
	<i>E. coli</i>	8, 1 ± 0, 8	3, 2 ± 0, 9	6, 6 ± 0, 5	4, 2 ± 0, 7
48	<i>B. subtilis</i>	3, 0 ± 0, 5	4, 1 ± 0, 7	2, 6 ± 0, 2	1, 3 ± 0, 6
	<i>S. aureus</i>	0, 3 ± 0, 2	1, 7 ± 0, 4	0, 9 ± 0, 7	1, 1 ± 0, 7
	<i>E. cloaceae</i>	-	-	-	-
	<i>E. coli</i>	5, 7 ± 0, 7	4, 2 ± 0, 8	5, 9 ± 0, 9	3, 1 ± 0, 4

Таблица 4. — Значение диаметров задержки роста тест-культур для сухих и выделенных из хлеба дрожжей

Время культивирования, ч	Название тест-культур	Диаметр зоны задержки росту, мм			
		Сухие дрожжи		Выделенные из хлеба дрожжи	
		Надосадочная жидкость	Осадочная жидкость	Надосадочная жидкость	Осадочная жидкость
6	<i>B. Subtilis</i>	10, 5 ± 0, 8	21, 0 ± 0, 7	7, 0 ± 0, 9	10, 0 ± 0, 6
	<i>S. aureus</i>	7, 1 ± 0, 9	9, 3 ± 0, 7	4, 2 ± 0, 6	6, 1 ± 0, 7
	<i>E. cloaceae</i>	10, 5 ± 0, 6	5, 0 ± 0, 9	-	-
	<i>E. coli</i>	16, 5 ± 0, 5	5, 0 ± 0, 6	15, 0 ± 0, 3	7, 0 ± 0, 8
24	<i>B. Subtilis</i>	9, 4 ± 0, 6	17, 3 ± 0, 4	5, 6 ± 0, 5	8, 2 ± 0, 4
	<i>S. aureus</i>	6, 7 ± 0, 3	8, 6 ± 0, 6	3, 3 ± 0, 6	5, 3 ± 0, 3
	<i>E. cloaceae</i>	9, 5 ± 0, 7	4, 3 ± 0, 8	-	-
	<i>E. coli</i>	8, 7 ± 0, 3	3, 4 ± 0, 8	10, 6 ± 0, 9	4, 1 ± 0, 7
48	<i>B. Subtilis</i>	5, 6 ± 0, 5	2, 1 ± 0, 7	2, 9 ± 0, 2	7, 3 ± 0, 8
	<i>S. aureus</i>	4, 3 ± 0, 4	7, 3 ± 0, 9	1, 9 ± 0, 3	4, 1 ± 0, 7

	<i>E. cloaceae</i>	4, 3 ± 1, 1	2, 1 ± 0, 7	-	-
	<i>E. coli</i>	4, 7 ± 0, 4	1, 2 ± 0, 6	5, 8 ± 0, 9	2, 1 ± 0, 3

Прессованные дрожжи обеих торговых марок обладают почти одинаковой антагонистической активностью по отношению к тест-культурам. Отмечено, что расы хлебопекарных дрожжей не вызывают задержек роста бактерий *E. cloaceae*, что в случае высокой концентрации в организме человека отрицательно влияют на состояние его здоровья. Клетки дрожжей и их метаболиты по-разному влияют на грамположительные и грамотрицательные бактерии. Наибольшую активность, связанную с угнетением роста тест-культур, образцы прессованных дрожжей проявляли на 6 ч культивирования, 48 ч культивирования характеризовался значительным спадом активности как живых клеток *S. cerevisiae* так и их метаболитов.

Если сравнивать между собой сухие дрожжи и дрожжи, выделенные из хлеба на хмелевой закваске, то сухие дрожжи обладают большей антагонистической активностью к таким тест-культур как *B. subtilis*, *S. aureus* и *E. cloaceae*. По отношению к *E. coli* активность почти одинакова в обоих образцах. Наибольшие задержки диаметров роста тест-культур приходятся на 6 ч культивирования.

Наиболее активными антагонистами являются сухие дрожжи и их метаболиты. Зоны задержки роста тест-культур, образованные данным дрожжами, значительно отличаются от других. Также как видно из таблиц 3 и 4, живые клетки дрожжей и их метаболиты по-разному действуют на грамположительные и грамотрицательные клетки во всех исследуемых образцах хлебопекарных дрожжей.

Таким образом, в отношении грамположительных тест-культур *S. aureus* и *B. subtilis* наибольшую антагонистическую активность проявляют живые клетки дрожжей на 6 и 24 ч культивирования. Вероятно, это связано с тем, что в ходе своей жизнедеятельности дрожжи способны вырабатывать вещества с антимикробной активностью (бактериоцины) и избирательно подавлять жизнедеятельность микроорганизмов за счет ингибирования клеточного метаболизма [3, 4]. Антагонистическая активность осадочной и надосадочной фракций *S. cerevisiae* по отношению к *E. coli* была наибольшей в период уменьшения роста культуры, то есть на грамотрицательные культуры влияли метаболиты, полученные в результате гибели дрожжевых клеток. Но антагонистическая активность была слабой, а по отношению к *E. cloaceae* со стороны прессованных дрожжей, вообще отсутствовала.

Итак, лизированные клетки дрожжей выделяют в окружающую среду биологически активные вещества и низкомолекулярные продукты жизнедеятельности, в качестве которых могут выступать гидролитические ферменты, не использованные запасные вещества, накопленные токсины и другие продукты метаболическо-

го обмена, способствующие угнетению роста бактерий [3, 4]. Действие метаболитов дрожжей и лизированных дрожжевых клеток на грамотрицательные и грамположительные микроорганизмы разное. Поэтому лизаты культур дрожжей представляют собой перспективный материал для дальнейших исследований.

Вывод

1. Полученные результаты свидетельствуют о возможности клеток дрожжей оставаться жизнеспособными в хлебе после воздействия на них высоких температур выпекания.

2. Показано, что лизированные клетки дрожжей, выделенные из различных товарных форм, продуцируют биологически активные вещества и низкомолекулярные продукты их жизнедеятельности, которые способны подавлять рост грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов.

3. Выявлено, что наиболее активными антагонистами по отношению к рассматриваемым тест-культурам является *S. cerevisiae* из сухих дрожжей.

4. Живые клетки дрожжей, которые были выделены из сухой товарной формы проявляют антагонистическую активность по отношению к грамположительным микроорганизмам в 3 раза выше, а метаболиты — в два раза больше по отношению к грамотрицательным, по сравнению с прессованными дрожжами.

Литература

1. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. — СПб.: Береста, 2003. — 220 с.
2. Блекберн К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов — М.: Профессия, 2008. — 784 с.
3. Баснакьян И.А., Ожован И.М., Арэманян В.Г. Киллерные токсины клинически значимых дрожжей // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2002. — № 4. — С. 79—83.
4. Толсторуков И.И., Зимица М.С., Казанцева Д.И. Киллер-фактор К2 дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* M437 обладает широким видовым спектром действия // Биотехнология. — 1989. — №5 (3). — С. 295—302.
5. Мовсарова З.Х. Повышение качества хлебобулочных изделий на основе регулирования биотехнологических свойств дрожжей: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Мовсарова З.Х. — М., 2006. — 187 с.
6. Фролова Я.Н. Антагонистическая активность метаболитов *Saccharomyces cerevisiae* к симбиотическим микроорганизмам кишечника человека // Альманах современной науки и образования. — 2009. — Т. 30, № 11. — С. 197—199.
7. Nitrooand F., Sperber W.H., Lewandowski V.J. Fate of bacterial pathogens and indicator organisms in liquid sweeteners // J. Food Protection. — 2009. — № 61. — P. 295—299.

8. *Phaff H.J., Miller M.W., Mrak E.M.* The life of yeasts. — 2th ed. — Cambridge: Harvard Univ. Press, 2000. — 206 с.
9. *Postgate J.R., Hunter J.R.* Metabolic injury in frozen bacteria // *J. Appl. Bacteriol.* — 2007. — 26. — P. 405—414.
10. *Rose A.H., Harrison J.S.* Biology of yeasts. — London: Acad. Press, 2003. — 116 с.
11. *Tomlins R.I., Pierson M.D., Ordal Z.J.* Effekt of thermal injury on the TCA cycle enzymes // *J. Microbiol.* — 2011. — 17. — P. 759—765.
12. *Zerva L., Hollis R.J.* Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. — New York: Taylor Group, 2011. — 152.

Literature

1. Afanas'eva O.V. Mikrobiologiya xlebopekarnogo proizvodstva. — SPb.: Beresta, 2003. — 220 s.
2. Blekbern K. de V. Mikrobiologicheskaya porcha pishhevyykh produktov — M.: Professiya, 2008.— 784 s.
3. Basnak'yan I.A., Ozhovan I.M., Are'manyan V.G. Killernye toksiny klinicheski znachimyyx drozhzhej // *Zhurnal mikrobiologii, e'pidemiologii i immunobiologii.* — 2002. — № 4. — S. 79—83.
4. Tolstorukov I.I., Zimina M.S., Kazanceva D.I. Killer-faktor K2 drozhzhej *Saccharomyces cerevisiae* M437 obladaet shirokim vidovym spektrom dejstviya // *Biotekhnologiya.* — 1989. — №5 (3). — S. 295—302.
5. Movsarova Z.X. Povyshenie kachestva xlebobulochnyykh izdelij na osnove regulirovaniya biotekhnologicheskix svoystv drozhzhej: dis. ... kand. texn. nauk : 05.18.01 / Movsarova Z.X. — M., 2006. — 187 s.
6. Frolova Ya.N. Antagonisticheskaya aktivnost' metabolitov *Saccharomyces cerevisiae* k simbioticheskim mikroorganizmam kishchnika cheloveka // *Al'manax sovremennoj nauki i obrazovaniya.* — 2009. — T. 30, № 11. — S. 197—199.
7. *Nitrooand F., Sperber W.H., Lewandowski V.J.* Fate of bacterial pathogens and indicator organisms in liquid sweeteners // *J. Food Proteck.* — 2009. — № 61. — P. 295—299.
8. *Phaff H.J., Miller M.W., Mrak E.M.* The life of yeasts. — 2th ed. — Cambridge: Harvard Univ. Press, 2000. — 206 с.
9. *Postgate J.R., Hunter J.R.* Metabolic injury in frozen bacteria // *J. Appl. Bacteriol.* — 2007. — 26. — P. 405—414.
10. *Rose A.H., Harrison J.S.* Biology of yeasts. — London: Acad. Press, 2003. — 116 с.
11. *Tomlins R.I., Pierson M.D., Ordal Z.J.* Effekt of thermal injury on the TCA cycle enzymes // *J. Microbiol.* — 2011. — 17. — P. 759—765.
12. *Zerva L., Hollis R.J.* Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. — New York: Taylor Group, 2011. — 152.