

при увеличении концентрации соли в среде. У изолятов E2.3, E2.4 и E3.1 происходит увеличение размеров клеток на 50%, 23,3%, 37% при увеличении концентрации соли.

**Заключение.** Согласно полученным результатам, наиболее устойчивыми к осмотическому стрессу являлись культуры E2.4 и E3.1, выделенные из красного и зеленого винограда, так как высокая концентрация NaCl (10%) не подавляла их рост и их размер клеток рос при увеличении концентрации соли. Изоляты P1 и P3 являлись более устойчивыми к температурному стрессу, так как у них наиболее широкий температурный диапазон роста (10–37 °С).

Результаты исследований позволяют изучить как дрожжи, широко используемые в биотехнологии, реагируют на стрессовые факторы. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию условий культивирования, позволяющих увеличить выживаемость дрожжевых культур в условиях стресса.

#### Литература

1. Бабьева, И.П. Методы выделения и идентификации дрожжей / И.П. Бабьева, В.И. Голубев. – Москва: Пищ. пром-сть, 1979. – 120 с.
2. Дрожжи в современной биотехнологии / Т.Е. Банницына [и др.] // Вестник МАХ. – 2016. – №1. – С. 24–29.
3. Чернявская М.И. Экологическая микробиология: учеб.-метод. пособие / М.И. Чернявская [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 63 с.

## ВЛИЯНИЕ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ НА РОСТ ПСИХРОФИЛЬНЫХ И МЕЗОФИЛЬНЫХ ДРОЖЖЕЙ

*К.Р. Лакисов, Е.А. Грибанова*

БГУ, г. Минск, Республика Беларусь, *kirya.lakisov99@mail.ru*

Дрожжи – это одноклеточные грибы с уникальными клеточными характеристиками, сочетающими черты растительных и животных клеток [1].

Дрожжи применяются в различных областях благодаря их уникальным свойствам: для производства хлеба, пива, вина, сыра, йогурта и других продуктов. Они играют ключевую роль в процессе брожения, преобразуя сахара в алкоголь и углекислый газ. Широко применяются в биотехнологических процессах для производства ферментов, белков и других биологически активных веществ. Дрожжи являются важными объектами в производстве медикаментов, вакцин и пробиотиков. Они также могут быть использованы в исследованиях по изучению механизмов заболеваний [2].

Мезофильные дрожжи, предпочитающие умеренные температуры, широко используются в пищевой промышленности, тогда как психрофильные дрожжи, способные расти при низких температурах, имеют потенциал для применения в различных отраслях, несмотря на меньшую изученность [3].

Данная проблема является актуальной, т.к. из-за нехватки информации о психрофильных дрожжах приводит к невозможности их использования в таких отраслях промышленности как медицина, биотехнология, фармакология и инженерная энзимология, где в силу их особенностей они бы смогли принести инновации и новые технологии.

Целью данных исследований являлось изучение и сравнение реакции психрофильных и мезофильных дрожжей на различные стрессовые факторы.

**Материал и методы.** В качестве объектов исследования выступали 6 видов дрожжей: 3 вида мезофильных дрожжей из коллекции культур микроорганизмов кафедры микробиологии биологического факультета БГУ (*Saccharomyces cerevisiae*,

*Rhodothorula mucilaginosa*, T1-неидентифицированный липомицет); 3 вида психрофильных дрожжей, ранее выделенных из различных образцов мелкозёма, Восточной Антарктиды, привезенных в результате белорусских антарктических экспедиций 2015–2017 г. (3–26, 8–36 и 7–71).

**Определение термоустойчивости.** Свежие культуры одновременно высевали на агаризованную среду Сабуро (петлей) и культивировали при 10 °С, 18 °С, 22 °С, 28 °С, 37 °С, 44 °С в течение 7–10 суток. По окончании роста делали вывод о температурном диапазоне роста культур.

**Построение кривых роста.** Построение кривых роста вели двумя методами: нефелометрическим и определением количества колониеобразующих единиц в мл исследуемой жидкости методом drop plate: а) *Нефелометрический метод.* Проводился с использованием спектрофотометра Metertech SP-8000 при длине волны 600 нм и толщине кюветы 1 см, с обнулением по жидкой среде Сабуро. Измерения проводили в течение 4 суток. б) *Метод drop plate.* В точках снятия результатов делали 10-кратные разведения. Посев на питательную среду Сабуро проводили по 5 мкл в 4 повторах для каждого разведения. Культивировали при оптимальной температуре в течение 7 суток.

**Определение пределов осмотолерантности.** Осмотическое давление создавали за счет различных концентраций NaCl в питательной среде Сабуро (исследуемые концентрации соли 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%). Методом предельных разведений достигали плотности клеток, оптимальной для получения изолированных колоний при высеве методом Коха на поверхность плотной питательной среды. В качестве контролей использовали изучаемые культуры, выращенные на питательной среде без добавления NaCl в состав.

**Результаты и их обсуждение.** Первым этапом в исследовании являлось построение кривых роста мезофильных культур дрожжей двумя методами: нефелометрическим и определением количества колониеобразующих единиц в мл исследуемой жидкости. Исследование проводили в течение 4 суток.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что *Sacharomyces cerevisiae* быстрее остальных изучаемых культур проходит все фазы роста, на 85 час культивирования началась фаза отмирания. У всех остальных изучаемых культур фаза отмирания не наблюдалась вплоть до 90 часов, при этом значительной разницы в часах между фазами роста замечено у них не было.

К наиболее распространенным стрессовым факторам, подавляющим рост микроорганизмов в условиях окружающей среды, относят колебания температуры окружающей среды и высокие концентрации соли, которые могут подавлять рост и развитие микроорганизмов.

Предметом дальнейших исследований являлся температурный диапазон роста психрофильных и мезофильных культур дрожжей. Согласно полученным результатам культуры 3–26, 8–36 и 7–71 являлись психротрофами с диапазоном роста 10–28 °С (для 3–26) и 10–22 °С (для 8–36 и 7–71), с оптимумом при 18 °С, тогда как T1, *Saccharomyces cerevisiae* и *Rhodothorula mucilaginosa* — мезофильные культуры с диапазоном роста от 10 до 44 °С и оптимумом при 28 °С. Полученные данные свидетельствовали о том, что мезофильные культуры дрожжей имели более широкий, температурный диапазон роста.

Определение пределов осмотолерантности проводили с использованием различных концентраций NaCl в среде. Оптимизировав разведения для каждой исследуемой культуры, делали посев методом Коха с последующим подсчетом количества выросших колоний и определением влияния осмотического давления на размер формируемых колоний и клеток дрожжей.

Согласно результатам исследований, повышение осмотического давления в среде приводило к уменьшению выживаемости мезофильных культур дрожжей. Пределом осмотолерантности культур 8–36, 3–26, 7–71 и *Sacharomyces cerevisiae* являлось 7,5% соли

в среде, *Rhodothorula mucilaginosa* и T1 – 10°C. Оптимальной концентрацией соли для нормального роста и развития всех изолятов являлось полное отсутствие соли в среде (0%). Сравнивая полученные данные, можно сказать, что мезофилы показали устойчивость к осмотическому стрессу в большей степени, нежели психрофильные культуры.

Осмотическое давление оказывает влияние на рост и развитие клеток и, как результат, колоний дрожжевых культур. На основе результатов микроскопирования были сделаны следующие наблюдения: культура 3–26 показала уменьшение клетки в диаметре на концентрации 2,5% на 15% от изначального диаметра, однако далее вплоть до 7,5% диаметр увеличился по сравнению с изначальным; культуры 8–36, 7–71 и *Rhodothorula mucilaginosa* показали тенденцию к уменьшению диаметра клетки на 10–15% от начального диаметра на концентрации 2,5%, однако с повышением концентрации NaCl диаметр изменялся незначительно; культура *Saccharomyces cerevisiae* показала увеличение диаметра клетки на 32% от изначального на концентрации NaCl 2,5%, на 40% при 5% NaCl, после чего на концентрации 7,5% NaCl уменьшилась на 13% от изначального; культура T1 не показала значительных изменений в диаметре клетки вплоть до 7,5% концентрации NaCl, однако на концентрации 10% увеличилась в диаметре на 30% от изначального.

Дополнительно было отмечено, что пигментированные культуры (7–71 и *Rhodothorula mucilaginosa*) с повышением концентрации соли в среде постепенно прекращали синтез пигментов.

**Заключение.** В ходе исследования была проведена сравнительная характеристика устойчивости мезофильных и психрофильных культур дрожжей к стрессовым факторам. Результаты показали, что мезофильные дрожжи имеют более широкий диапазон оптимальных условий для роста, более высокую устойчивость в условиях повышенного осмотического давления по сравнению с психрофильными культурами дрожжей в условиях проводимых экспериментов. Значительных различий в фазах роста же у всех изучаемых культур, помимо *Saccharomyces cerevisiae*, не наблюдалось.

Исследования по данной теме будут проводиться и дальше. В качестве будущих методов будут использоваться: изучение устойчивости к УФ-излучению; изучение устойчивости к циклам замораживание-оттаивание и т.д.

#### Литература

1. Черныш, В.Г. Изучение морфологии различных видов дрожжей / В.Г. Черныш, И.П. Прохорчик, О.Б. Иванченко. – СПбГУНиПТ, 2011. – 32 с.
2. Yeasts in modern biotechnology / Kazan National Research Technological University [et al.] // Journal IAR. – 2016. – Т. 15, № 1. – С. 24–29.
3. Меледина, Т.В. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* морфология, химический состав, метаболизм / Т.В. Меледина, С.Г. Давыденко. – СПб. Университет ИТМО, 2015. – 88 с.

## СКРИНИНГ ПРОДУЦЕНТОВ БИОСУРФАКТАНТОВ СРЕДИ ПСИХРОТОЛЕРАНТНЫХ ДРОЖЖЕЙ

*М.В. Лях, Е.А. Грибанова*

БГУ, г. Минск, Республика Беларусь, *macha.lyakh.06@gmail.com*

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) играют ключевую роль во множестве промышленных сегментов. Хотя большинство химических ПАВ получают из нефтепродуктов, что является экономически выгодным, это не всегда экологично. В связи с этим биотехнологические и химические компании стремятся разработать более безопасные и экологически чистые методы производства с использованием природных биомолекул