

<https://doi.org/10.3176/biol.1980.1.09>

УДК 628.3 : 576

Лээло АЛТОН

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ДРОЖЖЕЙ КОММУНАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД И ПРОМЫШЛЕННЫХ ШТАММОВ *SACCHAROMYCES* И *CANDIDA* В МОРСКОЙ И РЕЧНОЙ ВОДЕ

Дрожжевые грибки являются широко распространенными микроорганизмами. Они встречаются в самых разнообразных местах, в том числе в открытых водоемах, в активных илах биохимической очистки сточных вод, в коммунальной сточной воде и в стоках предприятий пищевого производства, технологический процесс которых основывается на биохимических свойствах дрожжей.

Клетки дрожжей, обнаруживаемые в водоемах, можно разделить на две группы: 1) дрожжевые штаммы, естественная среда развития которых — природные водоемы, и 2) дрожжевые грибки, попавшие в водоемы со сточными водами. Распространение и видовой состав первой группы дрожжей исследованы М. И. Новожиловой (1973) и А. Е. Криссом (1959, 1976), которые выделили штаммы дрожжей из проб воды, взятых в различных местах земного шара, и установили, что дрожжевые грибы способны развиваться как в поверхностных слоях воды, так и на глубине до 3500 м.

Динамика развития и выживаемость дрожжей, попавших в водоем с коммунальными или производственными сточными водами, изучены мало. Количество клеток дрожжей в сточных водах зависит от профиля предприятия, от соблюдения предписанного технического режима и от санитарного состояния предприятия. Несмотря на то, что попадание дрожжевых клеток в сточные воды является потерей продукции для соответствующих предприятий, работать без потерь не удастся. Например, со сточными водами дрожжевого цеха Эстонского объединения по производству целлюлозно-бумажной продукции «Эстонбумпром» в Таллинский залив попадает значительное число клеток дрожжей, численность их резко увеличивается при мойке инокуляторов, сепараторов и разного рода оборудования.

При микробиологической характеристике производственных и коммунальных сточных вод и определении качества воды в водоемах учитываются только те группы микроорганизмов, которые являются индикаторными при установлении степени фекального загрязнения воды. На другие микроорганизмы, в том числе и дрожжи, обращают мало внимания. Целью нашей работы было изучить адаптацию некоторых штаммов дрожжей к различным температурам морской и речной вод и выживаемость их.

Материал и методика

Объектами исследования служили: дрожжи коммунальных сточных вод г. Таллина, производственные штаммы пекарских дрожжей *Saccharomyces* из дрожжевого цеха объединения «Лейбур» и производственные штаммы кормовых дрожжей из цеха объединения «Эстонбумпром». В цехе используется смесь двух штаммов в соотношении 80% *Candida utilis* T-1 и 20% *Candida tropicalis*.

Опыты проводились с морской водой, взятой из Таллинской бухты на расстоянии 130—140 м от берега, и с водой из реки Пирита. Санитарно-бактериологический и химический анализы воды были выполнены по общепринятой методике (Государственный стандарт..., 1971).

Санитарно-бактериологические показатели и степень загрязнения морской воды во всех вариантах опыта были одинаковыми и отличались от тех же параметров речной воды (табл. 1). Во всех вариантах опыта морская и речная вода с посевным материалом разливалась в равных количествах по стерильным колбам и выдерживалась при различных температурах, а именно, при 20, 15, 10, 5, 2 и 0°C ± 1°.

Для определения влияния различных микроорганизмов, находящихся в морской и речной воде, на жизнеспособность дрожжевых клеток опыты проводились параллельно как в стерилизованной, так и нестерилизованной морской и речной воде. Исключение составляли дрожжи коммунальных сточных вод, которые исследовались только в нестерилизованной морской воде.

Динамика выживаемости дрожжей изучалась по изменению их численности в воде, для чего делались периодические высевы на солодовый агар. Чашки Петри с посевами инкубировались: в опытах с производственными штаммами дрожжей при 35°, а в опытах с дрожжами коммунальных сточных вод параллельно при 35° и при 20, 15, 10 или 5° в зависимости от того, при какой температуре выдерживали воду в наших опытах. Инкубирование посевов продолжалось от 4 дней при 35° до 20 дней при 5°. Инкубирование посевов воды при разных температурах было предпринято из следующих соображений. В технологических режимах производства кормовых и пекарских дрожжей выращивание их предусмотрено при температуре около 35°, значит, эта температура является оптимальной для развития штаммов этих дрожжей. Температура воды в коллекторе коммунальных сточных вод колебалась во время наших опытов в пределах 10—14°. Популяция дрожжей комму-

Таблица 1

Данные химического и бактериологического анализов качества воды

Показатель	Морская вода	Речная вода
Биологическая потребность кислорода (БПК ₅), мл O ₂ /л	0,5	0,6
Содержание общего фосфора, мг P/л	0,035	0,11
ортофосфатов, мг P/л	0,015	0,08
нитратов, мг N/л	0,59	0,55
нитритов, мг N/л	0,06	0,01
аммиака, мг N/л	0,45	0,25
хлоридов, мг Cl/л	3550,0	40,0
pH	7,6	8,3
Численность сапрофитных бактерий в 1 мл	10800	5300
Численность оксидазоотрицательных коли-бактерий в 1 мл	980	200

нальных сточных вод состоит из смеси разных штаммов дрожжей, оптимальные температуры развития у которых не всегда одинаковые. При инкубировании посевов из коммунальных сточных вод только при 35° штаммы дрожжей, оптимальная температура развития которых находится ниже 35°, могут быть обнаружены.

Опыты проводились в 1977—1978 гг. в трех повторностях, и считались законченными, когда в чашках Петри (количество посевного материала 0,1 мл) больше 1—3 колоний дрожжей не вырастало.

Результаты и обсуждение

Численность производственных штаммов дрожжей, использованных в наших опытах, увеличивалась в морской и в речной воде весьма незначительно. Это происходило в тех вариантах опыта, где температура воды была 20 и 15°, и то в первые дни опыта (рис. 1 и 2). Причиной этому могли быть неблагоприятные условия развития в морской и речной воде по сравнению с условиями, при которых дрожжевые клетки размножаются в производственных условиях. Можно было предполагать, что производственные штаммы дрожжей после кратковременного пребывания в таких условиях погибнут. Однако этого не случилось. Выживаемость дрожжей во всех вариантах опыта увеличивалась с понижением температуры воды. Штаммы кормовых дрожжей погибали в нестерилизованной морской воде через 8—45 суток, а в речной воде через 15—45 суток (рис. 1). Пекарские дрожжи были более устойчивыми по сравнению с кормовыми дрожжами. Они погибали соответственно через 15—60 и 30—90 суток (рис. 2). Дрожжи погибали быстрее в нестерилизованной воде. В стерилизованной морской и речной воде штаммы кормовых дрожжей сохраняли жизнеспособность в зависимости от температуры воды в течение 70—183 и 95—205 суток, штаммы пекарских дрожжей соответственно в течение 85—240 и 90—235 суток.

Тот факт, что дрожжевые клетки в стерилизованной воде находятся в жизнеспособном состоянии более длительное время, чем в нестерилизованной, показывает, что одной немаловажной причиной гибели этих штаммов дрожжей в открытых водоемах является конкуренция с микроорганизмами, более устойчивыми к условиям морской и речной воды.

В коммунальной сточной воде популяция дрожжей состоит из смеси разных штаммов. Мы идентифицировали из них: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, *Candida tropicalis*, *Rhodotorula glutinis*, *Trichosporon cutaneum*.

Таблица 2

Видовой состав штаммов дрожжей в коммунальных сточных водах при разных температурах инкубирования (% от общего количества выросших клеток в чашках Петри)

Штаммы дрожжей	Температура инкубирования посевов (± 1), °C				
	35	20	15	10	5
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	35	40	32	24	21
<i>Candida utilis</i>	30	24	19	19	6
<i>Candida tropicalis</i>	19	4	—	—	—
<i>Rhodotorula glutinis</i>	6	15	28	37	35
<i>Trichosporon cutaneum</i>		17	12	13	—
Разные	10	10	10	21	24

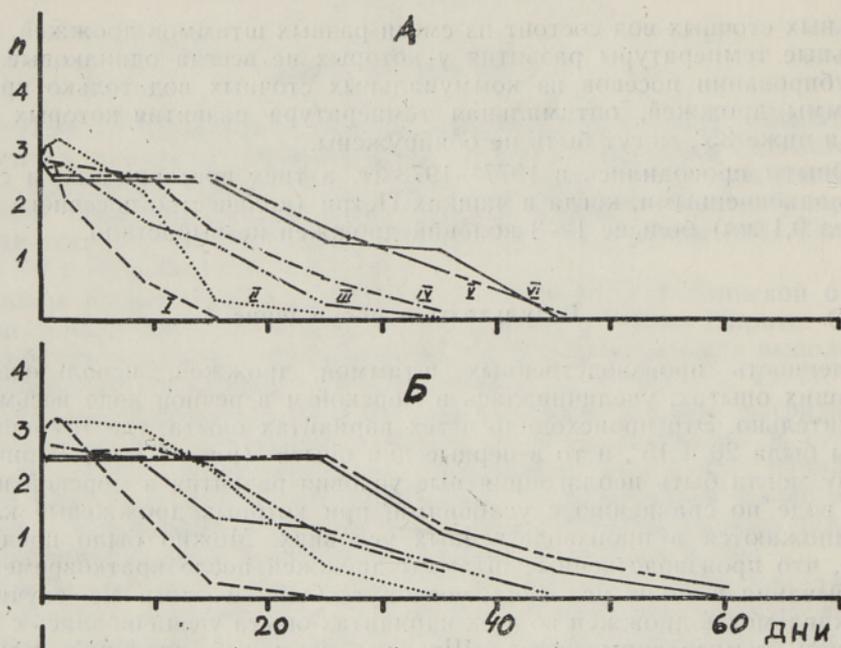


Рис. 1. Выживаемость производственных штаммов кормовых дрожжей при 20 (I), 15 (II), 10 (III), 5 (IV), 2 (V) и 0°C (VI) в нестерилизованной морской (А) и нестерилизованной речной воде (Б). Количество клеток в 1 мл воды $(1 \cdot 10)^n$; то же на рис. 2, 3.

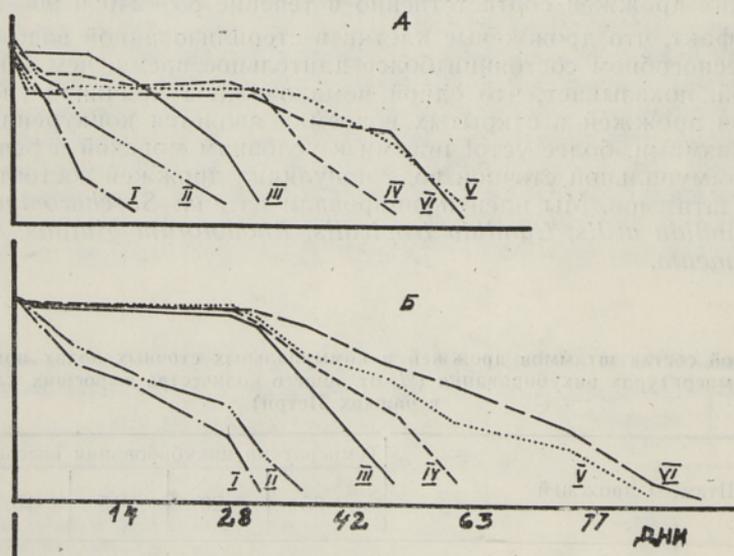


Рис. 2. Выживаемость производственного штамма *Saccharomyces cerevisiae* при 20 (I), 15 (II), 10 (III), 5 (IV), 2 (V) и 0°C (VI) в нестерилизованной морской (А) и нестерилизованной речной воде (Б).

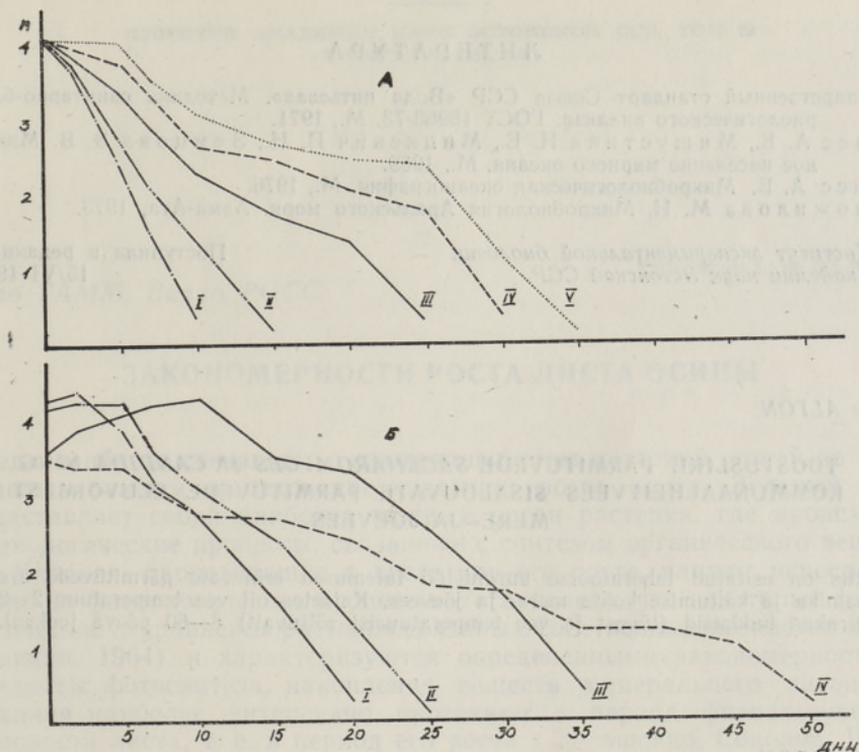


Рис. 3. Выживаемость дрожжей коммунальных сточных вод при 20 (I), 15 (II), 10 (III), 5 (IV) и 0°C (V). А — посевы воды инкубировались при 37°. Б — посевы инкубировались при 20, 15, 10 и 5°.

Инкубированием параллельных посевов из коммунальных сточных вод при 35° и при 20, 15, 10 и 5° (рис. 3) было выяснено, что колонии дрожжей, выросшие при разных температурах, различались как по численности, так и по видовому составу. Максимальное количество колоний дрожжей ($3 \cdot 10^4$ в пересчете на 1 мл воды) выросло при инкубационной температуре 20°, следовали 15, 35, 10 и 5°. Численность колоний *Saccharomyces* и *Candida* при снижении температуры инкубирования посевов уменьшалась. Количество колоний *Rhodotorula*, наоборот, повышалось (табл. 2). Общая численность дрожжевых клеток, температура развития которых была около 35°, в морской воде не увеличивалась (рис. 3, А). Численность дрожжей, температура развития которых находилась в пределах 20, 15 и 10°, в первые дни опыта несколько повышалась по сравнению с исходным количеством (рис. 3, Б). Выживаемость дрожжей коммунальных сточных вод с понижением температуры воды увеличивалась от 10 суток при 20° до 40 суток при 2°. Более устойчивыми в морской воде оказались *Rhodotorula glutinis* и *Trichosporon cutaneum*.

В заключение следует отметить, что дрожжевые клетки, попадающие в открытые водоемы со сточными водами различных источников, там интенсивно не развиваются. Таким образом, в процессах разложения органических загрязнений в водоемах они присутствуют в незначительном количестве. Дрожжевые грибки сохраняют жизнеспособность в морской и речной воде длительное время, и с ними следует считаться как с одним из компонентов загрязнения природных водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

- Государственный стандарт Союза ССР «Вода питьевая». Методика санитарно-бактериологического анализа. ГОСТ 18963-73. М., 1971.
- Крисс А. Е., Мишустина И. Е., Мицкевич И. Н., Земцова Э. В. Микробное население мирного океана. М., 1959.
- Крисс А. Е. Микробиологическая океанография. М., 1976.
- Новожилова М. И. Микробиология Аральского моря. Алма-Ата, 1973.

*Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
15/VI 1979

Leelo ALTON

**TÖÖSTUSLIKE PÄRMITÜVEDE SACCHAROMYCES JA CANDIDA NING
KOMMUNAALHEITVEES SISALDUVATE PÄRMITÜVEDE ELUVÕIMEST
MERE- JA JÕEVEES**

Artiklis on esitatud laboratoorse uurimistöö tulemused erinevate pärmitüvede arengudünaamika ja käitumise kohta mere- ja jõevees. Katsetes oli vee temperatuur 2—20 °C, pärmirakud hukkusid (tüvest ja vee temperatuurist sõltuvalt) 8—60 päeva jooksul.

Leelo ALTON

**THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE VIABILITY OF THE SEWAGE
YEASTS AND THE SACCHAROMYCES AND CANDIDA
STRAINS IN THE SEA-WATER AND RIVER-WATER**

This paper presents the results of laboratory experiments on the growth dynamics and survival of different strains of yeasts in the sea-water and in the river-water at various temperatures from 2 to 20 °C.

The time from the start of the experiment to the extinction of the yeast strains varied from 8 to 60 days.