

ПРОМЫШЛЕННО-ЦЕННЫЕ РАСЫ САХАРОМИЦЕТОВ

М.Караханова

<https://doi.org/10.5281/zenodo.8371573>

Аннотация. Важнейшей научно-практической задачей технической микробиологии являются поиск, выделение, отбор и селекция ферментативно-активных штаммов дрожжей рода *Saccharomyces*, необходимых для использования в ряде отраслей пищевой и микробиологической промышленности. С этой целью на протяжении двух лет в летний и осенний сезоны года из слезоточивых виноградников, из яблок, груш, эпифитной микрофлоры ягод, четырех сортов винограда в стадии их физиологической зрелости нами в чистую культуру выделены более двух десятков штаммов дрожжей рода *Saccharomyces*, у которых обстоятельно изучена ферментативная активность.

Показано, что из природных ниш выделено более 20 рас промышленно-ценных дрожжей рода *Saccharomyces*. Выделенные расы рекомендованы для практического применения в хлебопекарной промышленности.

Ключевые слова: дрожжи, ферментативная активность, сахаромикеты, углеводы, штаммы, колонии.

Методика исследований. Чистые культуры дрожжей рода *Saccharomyces cerevisiae* в двух повторностях засеивали в трубки Дунбара со стерильным виноградным сусликом. Наблюдения вели в каждые два часа в течение 15 суток.

Приведем таксономическое описание идентифицированных штаммов дрожжей рода *Saccharomyces*, обладающих высокой ферментативной (бродильной) активностью.

Saccharomyces, вид *Saccharomyces cerevisiae*, Meyen 1838 Большинство штаммов данного вида выделены, в основном, из мякоти свежего ржаного хлеба. Морфология. *Saccharomyces cerevisiae* не отличается от других видов своего рода. Как правило, способность к образованию сумок со спорами у этих дрожжей понижена по сравнению с дрожжами видов *Saccharomyces globosus*, *Saccharomyces paradoxus*, *Saccharomyces vini*, *Saccharomyces coreanus*, *Saccharomyces uvarum* и др.

Возможные источники углеродистого питания. Отношение к сахарам. Все изученные штаммы хорошо развиваются в жидкой питательной среде за счет сбраживания, а на твердой – за счет окисления: глюкозы, галактозы, сахарозы, 1/3 рафинозы, мальтозы, простых декстринов солодового суслика. При этом глюкозидаза, рафиназа и мальтаза являются стойкими ферментами, а галактозидаза – колеблющимся ферментом. Не усваивают: лактозы, инулина, ксилозы, арабинозы. Отношение к спиртам. Усваивают: этиловый спирт, глицерин. Не усваивают: манниту, сорбиту, дульциту. Отношение к органическим кислотам. Усваивают: уксусную, молочную. Не усваивают: янтарную, яблочную, винную, лимонную.

Биология. Постоянным местообитанием вида являются искусственно приготовляемые человеком осахаренные крахмалистые субстраты. *Saccharomyces cerevisiae* были выделены из таких субстратов, находившихся в состоянии брожения, или из их заквасок. Ни в каких субстратах этот вид нами не был обнаружен. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* обладают и другими специфическими приспособлениями к условиям своего обитания. Так, например, у всех изученных нами культур этого вида

фермент мальтаза, в отличие от *Saccharomyces vini*, оказывается эволюционно более разсытым и определяется в лабораторных опытах как стойкий фермент.

Изменчивость *Saccharomyces cerevisiae*. Индивидуальная изменчивость внутри вида, обусловленная не учитываемыми пока различиями жизни отдельных организмов как при лабораторном культивировании, так и особенно в производстве, проявляется очень сильно: в форме и величине вегетативных клеток и покоящихся форм, внешнем виде гигантских колоний, утере способности образовывать споры, характере осадка (так называемые «пылевидные» и «комковатые» дрожжи и различные переходы между ними), быстроте осветления пива, способности вызывать большее или меньшее обесцвечивание солодового суслу, обогащении его летучими кислотами и другими продуктами обмена. Если условия, вызывавшие подобные изменения дрожжей, непостоянны, то они не ведут к стойким изменениям специфики производственных дрожжей, а потому не имеют также и систематического значения.

Saccharomyces, вид *Saccharomyces vini*, Meyen, 1838 - по систематике Кудрявцева В. И. (1954) Штаммы данного вида - из слезоточения виноградника, веток яблонь, эпифитной микрофлоры четырех сортов винограда в стадии их физиологической зрелости. Морфология. *Saccharomyces vini* неотличим от других видов своего рода. Как правило, сразу после выделения культур из субстратов их обитания происходит обильное спорообразование даже на солодовом агаре. В дальнейшем эта способность ослабляется, а иногда и вовсе теряется. Из природных условий аспорогенные штаммы *Saccharomyces vini* выделяются очень редко. Биология. Если хотят выделить культуры винных дрожжей. *Saccharomyces vini*, то всегда используют для этого самозабродившие плодоягодные соки в условиях промышленного или домашнего виноделия. Такой метод получил полное подтверждение и в том, что мы ни разу не находили винные дрожжи при специальном изучении дрожжевой флоры, например различных кисломолочных продуктов, самозабродившего пчелиного меда, разнообразных варений, солений, слизетечений деревьев, различных саморазлагающихся органических остатков и т.д. Конечно, чисто механически они могут быть занесены и в эти, а также и в любые другие субстраты. Такая приуроченность их к жизни в плодоягодных соках связано с наличием у этих дрожжей специфических приспособлений, возникших и сформировавшихся в условиях виноделия. Известно, что в свежеежатом соке только что собранных ягод винные дрожжи настолько редки, что они обычно не обнаруживаются ни при помощи микроскопа, ни рассевом в чашках на агаровые среды. Тем не менее уже через несколько часов наличие винных дрожжей в этих соках становится совершенно очевидным. Своей способностью сбраживать мальтозу и другие сахара винные дрожжи не отличаются от верховых пивных, а также спиртовых дрожжей. Это всегда вызывало у систематиков серьезные затруднения в распознавании указанных дрожжей лабораторными методами. Но современный пивовар никогда используется для своих целей винными дрожжами, хотя бы они имели шаровидную форму, так же как винодел не воспользуется пивными дрожжами эллипсоидальной формы, что лучше всего говорит о разной природе этих дрожжей. И действительно, мы нашли, что пивные и винные дрожжи легко различаются по разному их отношению к простым декстринам солодового суслу: первые вызывают брожение этих декстринов, а вторые нет. Изменчивость организмов внутри вида. Индивидуальная изменчивость, обусловленная не учитываемыми пока различиями условий жизни

отдельных организмов и их потомств. Проявляется она очень сильно: в форме и величине вегетативных клеток и покоящихся форм, в внешнем виде гигантских колоний, утере способности образовывать споры, в характере осадки, (пылевидность и комковатость дрожжей и различные переходы между ними), в быстроте осветления сока ягод, в способности вызывать большее или меньшее обесцвечивание соков, в образовании летучих кислот и других желательных или нежелательных продуктов обмена, придающих вину разные оттенки вкуса, в образовании пленки или кольца после окончания брожения, в разжижении желатины и т.д. Изменчивость организмов *Saccharomyces vini*, обусловленная гибридизацией с организмами других видов того же рода и последующим расщеплением признаков в потомстве возникших дрожжей. Вместе с постоянно выделяемыми штаммами типичных винных дрожжей, которые были описаны выше, в тех же субстратах, но значительно реже, обнаруживаются и другие штаммы, которые отличаются от первых как бы выпадением отдельных свойств сбрасывать свойственные этому виду диагностические сахара. Направленные изменения отдельных организмов и их потомств, вызываемые длительным влиянием на них аналогичных условий жизни в природе, на производстве или специально в лаборатории. В результате внутри данного вида возникали раньше и возникают сейчас экологические формы или разновидности, организма которых оказываются лучше приспособленными к соответствующим условиям жизни, чем другие того же вида, но живущие в других условиях.

Saccharomyces, вид *Saccharomyces carlsbergencys*, E.C. Hansen (1908). Штаммы этих дрожжей выделены, в основном, из эпифитной микрофлоры ячменя, нестерильного солодового сусле, осадка прокисшего пива.

Изучены расы дрожжей, идентифицированы *Saccharomyces*, вид *Saccharomyces lactis*, Adametz 1889 г. Штаммы данного вида выделены из творога, сюзмы, плавленого сыра и свежесдоенного молока.

Дрожжи способные вызывать брожение молочного сахара, были выделены в первые Дюкло (Ducloax) но он не дал им тогда особого систематического названия. Это сделал (Adametz) в 1889 г. Культурам, выделенным из сыра, которые морфологически заметно отличались от культуры Дюкло, он присвоил названия *Saccharomyces lactis*. Но ни у тех, ни у других организмов споры не были обнаружены. Поэтому принадлежность вида, описанного Адаметом, к роду *Saccharomyces* не была доказана. В 1910 г. Домбровский под тем же названием описал три штамма дрожжей, способных вызывать брожения лактозы. Описывая цикл развития этого штамма, Домбровский отмечал, что обнаруженные им споры прорастают путем прямого почкования, т.е. без копуляции. Но из прилагаемого им рисунка видно, что автор не проследил этот процесс до конца, а ограничился наблюдением только одной, к тому же лишь первой образовавшейся почки и на одной сумке, что явно недостаточно. Как известно, у дрожжей рода *Saccharomyces* копуляция между прорастающими спорами может наступить позднее – между их почками. Так как биологическая самостоятельность их как особого вида не подлежит сомнению и может быть проверена каждым исследователем, то временно - до проведения дополнительных исследований – мы сохраняем за ними уже принятое название *Saccharomyces lactis*. Наиболее ярким и потому давно известным приспособлением дрожжей *Sacch.lactis* к условиям своего обитания является способность вызывать брожение лактозы – сахара, который в природных условиях встречается только в молоке. Лишь у отдельных штаммов

лактаза вырабатывается также и в последнем случае. Однако активность ее невелика и характеризуется выделением 2-2,5 мл CO₂ за 4 часа опыта. Сильнее развита у *Saccharomyces lactis* галактозидаза, которая оказывается стойким ферментом. Но и его активность при развитии дрожжей на среде с глюкозой в два-три раза слабее, чем у других кисломолочных дрожжей, в частности у *Saccharomyces cartilaginosus*, не обладающих способностью вызывать брожение лактозы. Изменчивость вида. Изучение вопроса об использовании дрожжами *Saccharomyces lactis* сахаров, спиртов и органических кислот выяснило, что у отдельных штаммов при их культивировании на сорбите и арабинозе возникают вторичные колонии, организмы которых усваивают также и эти источники углерода. При длительном культивировании в молоке некоторые штаммы вызывают его нежное свертывание.

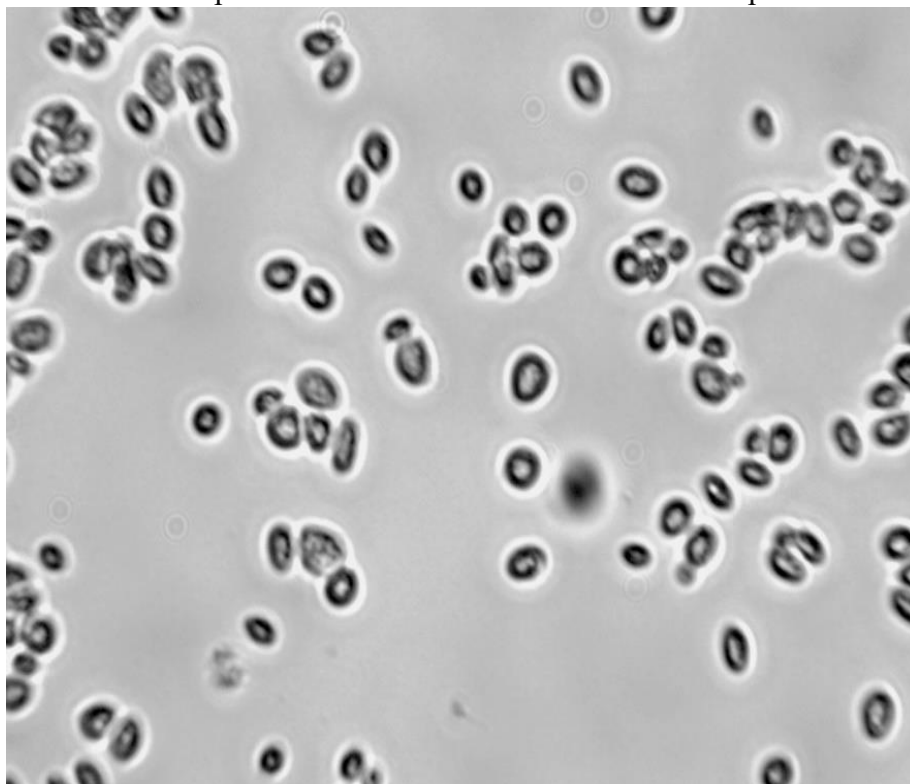
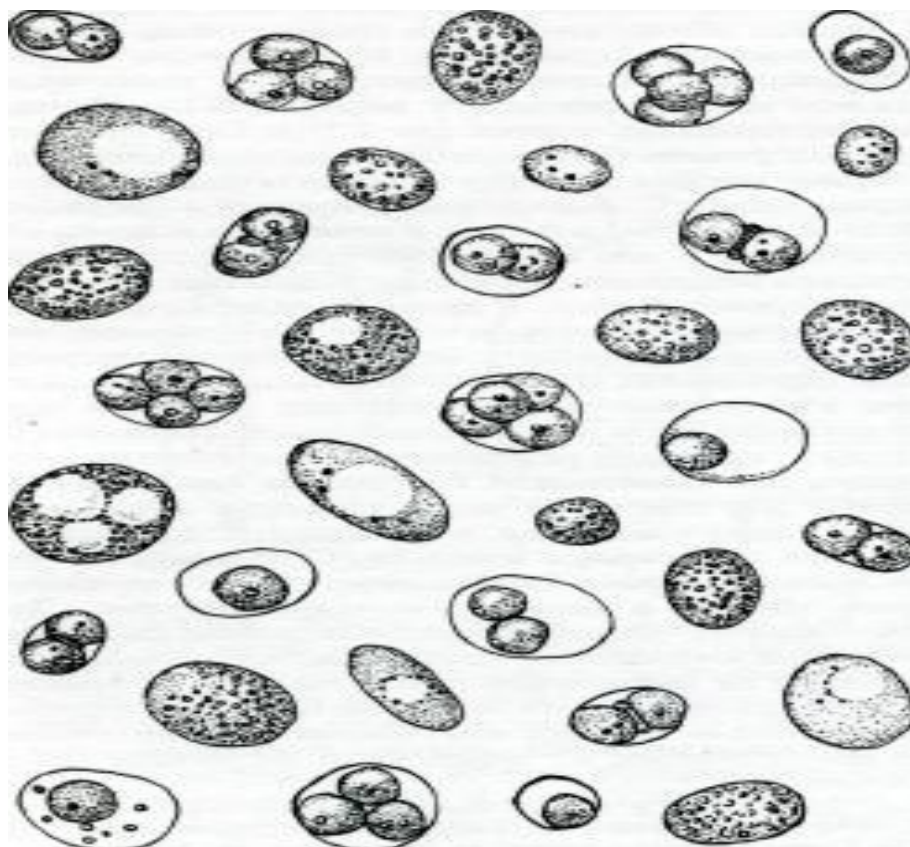


Рис. 1. *Saccharomyces cerevisiae*

Рис. 2. *Saccharomyces vini*

Результаты исследований. У штаммов «5», «ПР3», «4», «А6» отмечено образование полового колена в трубках Дунбара за 6, 12, 18 ч, что свидетельствует о высокой ферментативной активности указанных штаммов. Образование CO_2 в запаянном коленах трубок Дунбара за двое, трое и пятеро суток наблюдается у штаммов «5», «ПР3», «4», «А6», «К.А», «15».

На основе проведенных опытов по исследованию ферментативной активности двадцати штаммов сахаромицетов в двух повторностях для дальнейшего изучения таксономических свойств нами были отобраны штаммы «5», «ПР3», «4», «А6», «К.А», «15».

В итоге после 20 суток опытов в трубках Дунбара отобраны 12 ферментативно активных рас дрожжей, у которых изучены культуральные, морфологические, физиологические свойства с фиксацией микрофотографии клеток и гигантских колоний.

Таблица

Время культивирования, час	ПР3	5	4	А6	К.А	15
6	5*	3*	3*	1*	5*	2*
12	10*	7*	5*	5*	8*	7*
18	20*	15*	8*	10*	15*	10*
24	30*	28*	15*	15*	25*	20*
48	55*	45*	25*	31*	40*	32*
62	65*	52*	52*	55*	65*	50*

*газообразование в трубке Дунбара, мм



Рис. 3. Трубки Дунбара с образованием CO_2

Результатом 2-3 летних исследований всех биологических свойств, в том числе ферментативной активности 22 штаммов дрожжей рода *Saccharomyces* является установление наиболее промышленно-ценных рас сахарометов, рекомендуемых для практического использования:

- в хлебопекарной промышленности республики расы «ПРЗ», «4», дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*;
- в винодельческой промышленности для выработки сухих столовых вин расы «5», «А6»;
- в пивоваренной промышленности расы «К.А» дрожжей вида *Saccharomyces carlsbergencys*;
- в молочной промышленности расы «15» дрожжей вида *Saccharomyces lactis*.

Экспериментально доказано, что эколого-географические условия Узбекистана накладывают свой отпечаток на формирование полезной дрожжевой микрофлоры, необходимой для пищевой и микробиологической промышленности. Хранение опытных промышленно-ценных рас дрожжей в лабораторных условиях без снижения их физиологической активности проводится методом многократных (ежемесячных) пассажей на соответствующие элективные питательные среды.

REFERENCES

1. Кудрявцев В.И. Об улучшении существующих производственных рас дрожжей и о выведении из них новых форм. Материалы совещания микробиологов шампанского, М., Изд-во АН СССР, 1952.
2. Кудрявцев В.И. Систематика дрожжей, М., Изд-во АН СССР, 1954.

3. Соенко Н.Ф. Изменение микрофлоры виноградного сусла в период брожения «Записки Никитского опытного бот. сада», вып. 3, 1929, с. 169-203
4. Мосиашвили Г.И. Чистая культура дрожжей для сбраживания высокосахаристых сусел. Тр. Ин-та виноградарства и виноделия АН ГССР, т. 1950.
5. Коваленко Н.Н. Распространение винных дрожжей, плодов и их круговорот в природе. Труды Ставропольского гос. пед. инс-та. Вып. 11. - Ставрополь, 1957.