

К. В. КОСИКОВ

## НАПРАВЛЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ВИДООБРАЗОВАНИЕ У ДРОЖЖЕЙ

(Представлено академиком А. И. Опарным 15 IX 1952)

Проведенными опытами по направленному изменению ферментативных свойств дрожжей (1) показано, что при культивировании *Saccharomyces globosus* (дрожжи, не сбраживающие сахарозу и мальтозу) на среде с сахарозой возникают формы, приспособляющиеся к сбраживанию этого сахара. Под влиянием специфического субстрата дрожжевые клетки начинают вырабатывать несвойственный им ранее фермент сахарозу; вновь приобретенное свойство устойчиво наследуется. При культивировании тех же дрожжей на среде с мальтозой были получены формы, наследственно приспособившиеся к сбраживанию мальтозы.

Свойство сбраживать или не сбраживать различные сахара является существенным физиологическим признаком дрожжей. На различиях по этому признаку основывается классификация видов рода *Saccharomyces*. Поэтому представляло интерес изучить вновь полученные, измененные по ферментативным способностям формы дрожжей с целью установления их видовой принадлежности.

Естественно было ожидать, что при направленном изменении дрожжей первоначально в культуре среди миллиардов клеток возникают единичные, приспособившиеся к сбраживанию данного сахара клетки. Каковы взаимоотношения этих клеток с неприспособленными клетками при длительном совместном культивировании на среде, содержащей в качестве единственного источника углевода сахар, сбраживаемый только приспособившимися клетками?

Ставя этот вопрос, мы исходим из положения, высказанного Т. Д. Лысенко (2) о том, что «качественное отличие внутривидовых взаимоотношений от межвидовых взаимоотношений является одним из важнейших критериев для различения видовых форм от разновидностей».

Исследование вопроса о взаимоотношениях клеток приспособившихся и не приспособившихся к сбраживанию мальтозы при совместном их культивировании показало, что первые сравнительно быстро вытесняют неприспособленные клетки. Через 2—3 пересева на протяжении 2—3 мес. происходит почти полное вытеснение неприспособленных клеток и замена их приспособившимися. Иные отношения были обнаружены в культурах, приспособившихся к сбраживанию сахарозы. Здесь приспособившиеся клетки не вытесняли неприспособленных. Через десятки пересевов на протяжении почти 2 лет приспособившиеся к сбраживанию сахарозы клетки составляли всего 10% к неприспособленным. Последние хорошо размножались и имели нормальный вид при совместном культивировании.

Специально проведенными опытами удалось установить причину этого явления, представляющего общебиологический интерес. Было показано, что при культивировании измененных клеток на среде с сахарозой в последней появляются продукты гидролиза сахарозы — моносахариды. После удаления из среды, во время брожения сахарозы, измененных клеток и внесения в нее исходных, неизмененных клеток

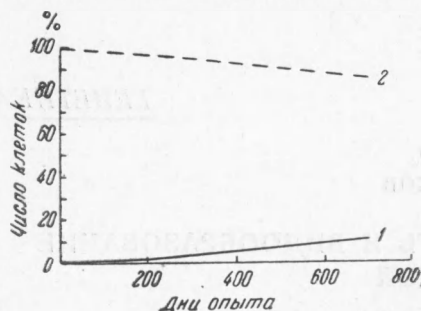


Рис. 1. Отсутствие конкурентных взаимоотношений между вновь возникшими в культуре приспособленными к сбраживанию сахарозы клетками и исходными, не приспособленными к сбраживанию этого сахара клетками *S. globosus*. 1—приспособившиеся, 2—неприспособленные

способившимися к сбраживанию мальтозы. В этом случае после удаления из среды, во время брожения мальтозы, измененных клеток и внесения в нее исходных, неизмененных клеток *S. globosus* признаков брожения отмечено не было. Это указывает на то, что фермент мальтаза у приспособившихся к сбраживанию мальтозы клеток ведет себя как эндофермент. Вследствие этого в питательную среду с такими клетками не поступает продукт расщепления мальтозы (глюкоза) — расщепление и использование этого сахара происходит, очевидно, внутри клетки. Поэтому не приспособленные к сбраживанию мальтозы клетки, в совместной культуре с приспособившимися, полностью лишаются возможности использовать для брожения имеющийся в среде углевод мальтозу. В результате они не выдерживают конкуренции с приспособившимися к сбраживанию мальтозы клетками, так как последние размножаются в этих условиях значительно быстрее и тем самым вытесняют неприспособленные клетки.

Графически характер взаимоотношений между клетками, приспособившимися и не приспособленными к сбраживанию сахарозы в одном случае и к сбраживанию мальтозы в другом случае (с момента появления в культурах приспособившихся клеток), представлен на рис. 1 и 2.

В результате направленного изменения ферментативных свойств из штамма 349 *S. globosus* получены четыре группы новых форм дрожжей, отличающихся ферментативными способностями. В отличие от

*S. globosus* наблюдалось энергичное брожение. Это дает основание предположить, что фермент сахараза, который начинают вырабатывать приспособившиеся к сбраживанию сахарозы клетки, ведет себя как экзофермент. Вследствие этого находящаяся в питательной среде с такими клетками сахароза расщепляется на фруктозу и глюкозу, которые хорошо сбраживаются клетками *S. globosus*. Этим и объясняется сохранение и процветание в совместной культуре клеток, не приспособленных к сбраживанию сахарозы, с приспособившимися к сбраживанию этого сахара на среде, где единственным углеводом является сахароза.

Противоположная картина имеет место в культуре с клетками, приспособившимися к сбраживанию мальтозы. В этом случае после удаления из среды, во время брожения мальтозы, измененных клеток и внесения в нее исходных, неизмененных клеток *S. globosus* признаков брожения отмечено не было. Это указывает на то, что фермент мальтаза у приспособившихся к сбраживанию

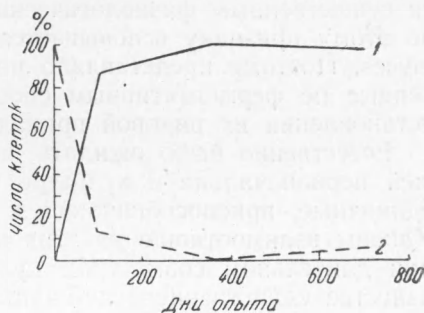


Рис. 2. Конкурентные взаимоотношения между вновь возникшими в культуре приспособившимися к сбраживанию мальтозы клетками и исходными, не приспособленными к сбраживанию этого сахара клетками *S. globosus*. 1—приспособившиеся, 2—неприспособленные

*S. globosus*, 1-я группа дополнительно сбраживает сахарозу и рафинозу, 2-я группа — мальтозу, 3-я группа — мальтозу и сахарозу, 4-я группа — сахарозу, рафинозу и мальтозу.

Первая группа измененных дрожжей (сбраживающая сахарозу и рафинозу) по принятой классификации сахаромикетов должна быть отнесена к другому виду — *S. paradoxus*. Однако, учитывая отсутствие конкурентных взаимоотношений между дрожжами этой группы и исходными в совместной культуре на среде с сахарозой, мы рассматривали ее как разновидность *S. globosus*.

Вторая, третья и четвертая группы измененных дрожжей (сбраживающие мальтозу) рассматриваются нами как принадлежащие к другому виду. Они близки к описанным в литературе видам *S. chodatii* и *S. ellipsoideus*. Отнесение этих форм к другому виду

основывается на том факте, что в совместной культуре с исходным штаммом *S. globosus* они вытесняют последний. Между вновь возникшей формой и исходной на среде с мальтозой устанавливаются конкурентные взаимоотношения. Это в полной мере соответствует поведению вновь возникших форм как принадлежащих к другому виду, так как «зародившиеся в недрах старого вида единичные экземпляры другого вида, как более соответствующие данным условиям, быстро размножаются и способны вытеснить в этих условиях тот вид, в недрах которого они зародились» (2).

Из штамма 37 *S. paradoxus* при длительном культивировании на сусло-агаре были получены формы, сбраживающие мальтозу. Эти формы в совместной культуре с исходными неизменными также сравнительно быстро вытесняют последние.

На рис. 3 представлена схема образования измененных форм дрожжей под влиянием условий развития. Образование измененных форм, не выходящее за пределы исходного вида, обозначено на схеме одинаковыми стрелками. Формы, обладающие свойствами, выходящими за пределы исходного вида, обозначены разными стрелками.

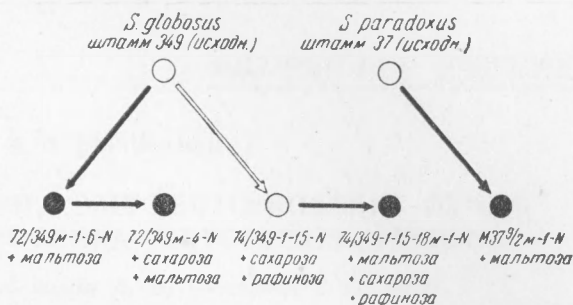


Рис. 3. Схема направленной изменчивости и видообразования у дрожжей под влиянием специфического субстрата

Поступило  
16 VII 1952

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> К. В. Косиков, ДАН, 80, № 1 (1951). <sup>2</sup> Т. Д. Лысенко, Агробиология, № 3 (1950).