

Р.К. Филиппов, И.И. Лобачева, В.П. Васильев

Физиолого-биохимические свойства трех рас пекарских дрожжей

Изучены культурные дрожжи рас Я, В, XII вида *Saccharomyces cerevisiae*, используемых в бродильных производствах. В сравнительном аспекте прослежены динамика роста и состава популяций, а также морфологические особенности их представителей. Определена бродильная способность этих дрожжей при культивировании в одних и тех же условиях.

Хлебопекарные дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) представлены многими расами, отличающимися по своим морфологическим и физиолого-биохимическим свойствам, в том числе выделенными несколько десятилетий назад расами Я, В и XII. Эти расы внедрены на Алтае в пищевое производство. В литературе нам не удалось обнаружить данных о сравнительных характеристиках способностей этих рас к росту и размножению, о сравнении бродильной энергии рас Я, В и XII. В то же время эти сведения очень важны не только в теоретическом плане, но и для решения вопросов внедрения данных рас в пищевое производство. В связи с изложенным в задачи нашего исследования входило изучение физиолого-биохимических свойств рас Я, В и XII пекарских дрожжей в сравнительном аспекте.

Материалы и методы работы

Разводки дрожжей рас Я, В и XII для исследования были получены в АО "Биотек". Микроскопирование развонок показало их значительное загрязнение посторонней микрофлорой. Для выделения этих рас в чистой культуре был использован метод механического разобщения на плотных средах. Полученные чистые культуры были представлены круглыми мелкими выпуклыми беловатыми или кремовыми тусклыми с ровными краями колониями, тождественными по культуральным свойствам описанным в литературе исходным расам (1-5).

Для выделения чистых культур дрожжей и изучения их свойств использовались рыбо-пептонный агар и полусинтетическая среда Веры Ридер (2) с добавлением дрожжевого автолизата (3). Для физиолого-биохимических исследований готовили суспензии чистых культур

дрожжей рас Я, В и XII, засевали ими стерильные литровые колбы, содержавшие 500 мл стерильной полусинтетической среды Веры Ридер. На седьмые сутки инкубации определяли общее число клеток в суспензиях. По 20 млн клеток затем вносили в другие стерильные литровые колбы, содержавшие по 500 мл питательной среды, для изучения скорости роста, размножения и морфо-физиологического состояния трех рас дрожжей. Физиологическое состояние дрожжей определяли путем измерения размеров клеток, общего числа клеток в 1 мл суспензии, числа почкующихся клеток, соотношения живых и мертвых клеток, утилитности клеток по содержанию в них гликогена и жира (1,3). Бродильную способность (скорость разложения сахара дрожжами за определенный промежуток времени) определяли по (1).

Результаты и их обсуждение

Выявлено, что средние размеры дрожжевых клеток расы В в 3-4-х суточной культуре составляли 5.40×4.50 мкм ($n=46$). Средние размеры клеток расы Я были равными 6.91×5.86 мкм ($n=46$), а расы XII — 8.68×6.28 мкм ($n=52$). Дрожжи рас Я и XII оказались несколько более крупными, чем расы В. Форма клеток всех этих рас была круглой и овальной. Таким образом, морфология исследованных штаммов соответствовала стандарту для рас В, Я и XII (1-5).

При изучении скорости размножения было выявлено, что по этому показателю дрожжи расы В значительно опережают другие расы, причем скорость размножения дрожжей расы В была значительно выше уже на 4-й день инкубации, чем рас Я и XII (табл. 1). Количество почкующихся клеток также характеризует скорость размножения дрожжей. По этому показателю, как и по общему количеству клеток, раса В значительно превосходила расу Я и XII, начиная с 4-го дня инкубации (табл. 2).

Таблица 1

Общее число клеток дрожжей рас Я, В и XII в процессе культивирования

Кол-во клеток в млн/мл	2-й день	3-й день	4-й день	5-й день	9-й день	12-й день
Раса Я	$5,19 \pm 0,10$	$6,05 \pm 0,15$	$9,91 \pm 0,20$	$11,13 \pm 0,27$	$26,94 \pm 0,54$	$28,75 \pm 0,54$
Раса В	$5,525 \pm 0,09$	$7,025 \pm 0,18$	$20,35 \pm 0,35$	$33,88 \pm 0,55$	$58,19 \pm 0,89$	$56,44 \pm 1,03$
Раса XII	$4,95 \pm 0,11$	$5,69 \pm 0,13$	$10,11 \pm 0,21$	$17,35 \pm 0,41$	$25,10 \pm 0,56$	$31,15 \pm 0,62$

Таблица 2

Количество почкующихся клеток в % в процессе культивирования

Кол-во почек	2-й день	3-й день	4-й день	5-й день	9-й день	12-й день
Раса Я	6,89	9,31	14,83	15,95	24,51	22,15
Раса В	7,82	9,43	54,04	35,26	42,59	45,1
Раса XII	7,12	9,50	18,33	20,68	29,52	30,18

Было обнаружено также большее содержание живых клеток в суспензии дрожжей расы В по сравнению с другими расами на протяжении всего периода культивирования (в 1,5-2,5 раза), была выше у них и доля клеток, содержащих гликоген и жир, начиная со второй недели инкубации. Все это, очевидно, подтверждает более высокую способность этой расы к размножению по сравнению с расой Я и XII.

Наиболее высокой бродильной энергией, определенной по количеству выделившегося углекислого газа, обладала раса Я, которая превосходила по этому показателю расу В в 1,53 раза. Довольно интенсивно сбраживала сахарозу и раса XII, она выделила в 1,41 раза больше углекислоты, чем раса В, и на 8% меньше, чем раса Я. В то же время общее количество клеток в суспензиях с расой В превышало число клеток в суспензиях с расой Я в 1,28 раза и расой XII в 1,21 раза (в день окончания инкубации). Потери веса контрольными пробами не происходило.

По бродильной энергии расы Я и XII, очевидно, превосходят расу В, однако так как раса В образует больше клеток в одинаковых условиях культивирования, можно думать, что клеточный цикл у этой расы более короткий и менее энергоемкий, чем у дрожжей рас Я и XII. Вероятно, пути метаболизма у этих рас неодинаковы: за счет более совершенных энергетических процессов раса В больше исходного органического сырья может тратить на пластический обмен.

Полученные данные позволили определить примерные коэффициенты обмена с внешней средой для клеток рас Я, В и XII (по отноше-

нию площади поверхности клеток к их объему). Средний радиус клеток расы Я составил 3,195 мкм, расы В — 2,475 мкм и расы XII — 3,28 мкм. Соответственно, коэффициент обмена с внешней средой оказался наиболее высоким для расы В (1,212) и примерно одинаковым для рас Я (0,9392) и XII (0,915).

Интересно, что даже на уровне отдельных рас внутри вида выдерживается закономерность: чем больше коэффициент обмена с внешней средой, тем выше скорость размножения организмов. Менее очевидным является тот факт, что чем больше оказывается коэффициент обмена и скорость деления клеток, тем меньше количество выделившегося конечного метаболита. Возможно, произведение общего числа клеток в суспензии на коэффициент обмена с внешней средой для соответствующей расы и на количество выделившегося конечного метаболита обменных процессов является константой для всех рас дрожжей (раса Я: $10,766 \text{ трлн кл.} \times 0,9392 \times 9,91 \text{ г}=100,2 \text{ трлн кл./г}$; раса В: $13,77 \text{ трлн кл.} \times 1,212 \times 6,42 \text{ г}=107,1 \text{ трлн кл./г}$; раса XII: $12,267 \text{ трлн кл.} \times 0,915 \times 9,12 \text{ г}=102,4 \text{ трлн кл./г}$) и может представлять собой интегральный показатель витальной активности дрожжевых клеток. Вероятно, определив размеры клеток и общее их число в суспензии, можно предсказывать бродильную способность той или иной расы дрожжей. Кроме того, интегральный показатель витальной активности может служить одним из систематических признаков дрожжей этого вида.

Литература

1. Справочник для работников лабораторий визаводов/Н.И. Бурьян, Е.Н. Датунашвили, С.Т. Огородник, Н.М. Павленко. М.: Пищевая промышленность, 1979. 280 с.
2. Нудель Л.Ш. Основы микробиологии бродильных производств. М.: Пищевая промышленность, 1973.
3. Слюсаренко Т.П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств. М.: Пищевая промышленность, 1984.
4. Двадцатова Г.А., Комарова Г.И. Технологические требования, предъявляемые к микроорганизмам, применяемым в спиртовом производстве. М.: Пищевая промышленность, 1975.
5. Жвирблянская А.Ю. Микробиология в пищевой промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1975. 501 с.