

# Критическая концентрация кислорода для дрожжеподобных грибов в производстве кормовых дрожжей, выращиваемых на мелассной барде

А. Н. ОСОВИК, Э. С. АДАМЕНКО, Е. Н. БУТЕНКО, В. Я. НЕЛЛЕ, В. А. ЛУПАШКО  
УкраинИСП

При культивировании аэробных микроорганизмов кислород чаще всего является лимитирующим фактором роста, так как применяемые в дрожжевой промышленности аэрационные системы не обеспечивают необходимую скорость абсорбции кислорода.

Для аэробных микроорганизмов критическая концентрация кислорода ( $[O_2]_{\text{крит.}}$ ), т. е. минимальная концентрация в среде, ниже которой начинает снижаться интенсивность дыхания клеток, является одним из основных физиологических показателей культуры [2].

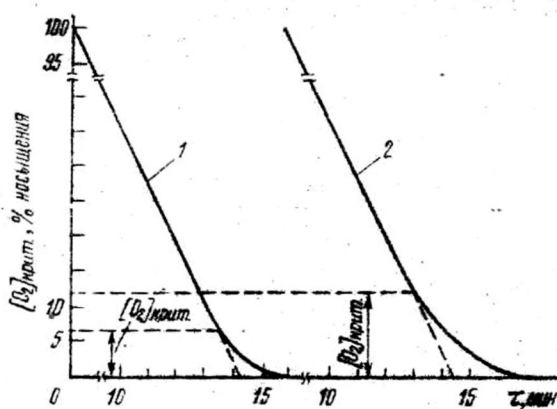
Для дрожжей  $[O_2]_{\text{крит.}}$ , как правило, составляет несколько процентов от величины насыщения среды кислородом и зависит от вида микроорганизмов, интенсивности перемешивания среды и химической природы источника углерода [1, 2, 4]. Для дрожжей *S. tropicalis* и *S. lipolytica* на среде с глюкозой  $[O_2]_{\text{крит.}}$  составляет 5,0 и 5,9% величины насыщения среды кислородом, а на среде с гексадеканом — соответственно 9,0 и 7,0%. Если же источником углерода является гексадекан, в окислении которого участвуют оксигеназы, а не цитохромоксидазы, то  $[O_2]_{\text{крит.}}$  составляет 27 и 20% [2].

Нами проведены исследования с целью определения  $[O_2]_{\text{крит.}}$  для дрожжеподобных грибов *Candida utilis* Л-35 и *Trichosporon cutaneum* Т-51, применяемых в производстве кормовых дрожжей при выращивании их на мелассной послеспиртовой барде.

Посевным материалом в опытах служила чистая культура дрожжей, выращенная в течение 16—18 ч на круговой качалке ( $4 \text{ с}^{-1}$ ) в колбах объемом 750 мл, содержащих 100 мл мелассного сусла концентрацией 5% СВ, при температуре  $34^\circ \text{C}$ , pH 5,0—5,5. Для засева среды в колбе использовали одну пробирку культуры, выращен-

ной на сусле-агаре. Выращивали дрожжи в лабораторном ферментере на питательной среде следующего состава:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — 3,0 г/л,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 0,1,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 1,0,  $\text{NaCl}$  — 0,5,  $\text{MgSO}_4$  — 0,7,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,036,  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  — 0,001,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,002 г/л, биотин — 10 мкг/л, тиамин — 500 мкг/л, содержащую в качестве источника углерода глюкозу или молочную кислоту, или глицерин в количестве 1%.

$[O_2]_{\text{крит.}}$  определяли в растущей культуре при периодическом процессе выращивания дрожжей. Культивирование осуществляли в ферментере лабораторной установки «Bioferg», обеспечивающей автоматическое регулирование pH и температуры, постоянные условия аэрации. Установка оснащена измерительно-регистрирующими приборами, позволяющими регистрировать быстро меняющиеся параметры культивирования. Объем культуральной среды составил 6,0 л, pH среды 5,0—5,2, температура  $34$ — $35^\circ \text{C}$ , расход воздуха на аэрацию 100 л/ч, скорость вращения мешалки  $10 \text{ с}^{-1}$ . В начальный период логарифмической фазы роста культуры, когда содержание кислорода в среде достигало 100% насыщения,



Кривые определения  $[O_2]_{\text{крит.}}$  для различных культур дрожжей на среде с молочной кислотой:

1 — *Candida utilis* Л-35; 2 — *Trichosporon cutaneum* Т-51

прекращали аэрацию, скорость вращения мешалки снижали до  $3,3 \text{ с}^{-1}$  и автоматически записывали кривую изменения силы тока, измеряемой датчиком растворенного кислорода. Падение силы тока (сигнала датчика для измерения растворенного кислорода) до нуля продолжалось в течение 15—17 мин.  $[\text{O}_2]_{\text{крит.}}$  (в процентах от полного насыщения среды кислородом) находили по снятой кривой изменения силы тока датчика растворенного в среде кислорода (см. рисунок). Измерения повторяли 4—5 раз через 20—30 мин. Каждый опыт повторяли не менее трех раз. Полученные данные статистически обрабатывали [3].

Опыты показали, что величина  $[\text{O}_2]_{\text{крит.}}$  для изучаемых культур различна на среде с одним и тем же источником углерода.

Так, для дрожжей *S. utilis* Л-35  $[\text{O}_2]_{\text{крит.}}$  на среде, содержащей в качестве источника углерода глюкозу, составляла  $9,02\% \pm 0,52$ , а для дрожжей *Tr. cutaneum* Т-51 —  $11,9\% \pm 2,01$ . При выращивании на среде с молочной кислотой  $[\text{O}_2]_{\text{крит.}}$  для *S. utilis* Л-35 равна  $6,35\% \pm 1,85$ , для *Tr. cutaneum* Т-51 —  $11,52\% \pm 1,78$ .

Следует отметить, что  $[\text{O}_2]_{\text{крит.}}$  дрожжеподобных грибов *S. utilis* Л-35, растущих на среде с глюкозой и глицерином, была практически одинакова и

равна соответственно  $9,02\% \pm 0,2$  и  $9,5\% \pm 0,30$ . Для дрожжей *Tr. cutaneum* Т-51 различие между величиной  $[\text{O}_2]_{\text{крит.}}$  при выращивании на среде с глюкозой и молочной кислотой статистически не достоверно.

Таким образом, значение  $[\text{O}_2]_{\text{крит.}}$  дрожжей *S. utilis* Л-35 и *Tr. cutaneum* Т-51 различно. Величина  $[\text{O}_2]_{\text{крит.}}$  при одинаковых условиях выращивания на глюкозе и молочной кислоте для *Tr. cutaneum* Т-51 почти в 1,5—2,0 раза больше, чем для *S. utilis* Л-35, что свидетельствует о большей чувствительности *Tr. cutaneum* Т-51 к недостатку кислорода в среде.

#### Список использованной литературы

1. Бирюков В. В., Штоффер Л. Д. Влияние перемешивания на распределение питательных веществ и метаболитов в суспензии микроорганизмов при их культивировании. — Прикладная биохимия и микробиология, 1971, т. VII, вып. 1.
2. Критическая для микроорганизмов концентрация кислорода и ее изменение в зависимости от характера окислительного обмена веществ / [А. Б. Лозинков, Р. Н. Матяшова, С. С. Еремина, С. М. Трутко] — Изв. АН СССР, серия биологическая, 1975, № 6.
3. Румицкий Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. — М.: Наука, 1975.
4. Хмель И. А., Коршунов И. С. Влияние аэрации на жизнедеятельность микроорганизмов. — Прикладная биохимия и микробиология, 1966, т. II, вып. 6.