

1. Foster A. B. J. Chem. Soc., 982—987, 1953.
2. Hale W. S. and Rawlins L. C. Cereal. Chem., 28, 49—51, 1951.
3. Harada T., Misaki A., Aka H., Yokobayashi K. and Sugimoto K. Biochem. et Biophys. Acta, 268, 497—505, 1972.
4. Manners D. J. and Marthensson N. K. Carbohydr. Res., 91, 99—105, 1981.
5. Marthensson K. Biotech. and Bioeng., 16, 579—591, 1974.
6. Nelson N. U. Biol. Chem., 153, 375—380, 1941.
7. Norman B. E. J. Jpn. Soc. Starch Sci., 30, 2, 209—211, 1983.
8. Ohba R., Chean H., Hayashi S. and Ueda S. Biotech. and Bioeng., 20, 661—676, 1978.
9. Ohba R. and Ueda S. Biotech. and Bioeng., 22, 2137—2154, 1980.
10. Somogyi M. J. Biol. Chem., 160, 61—67, 1945.
11. Takasaki Y. Agr. Biol. Chem., 40, (8), 1523—1530, 1976.
12. Whelan W. J. Biochem. J., 122, 609—615, 1971.

Поступило 13 X 1987 г.

Биол. ж. Армения, т. 41, № 2, 1988

УДК 636.12/14 663.513

ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ НА ФИЛЬТРАТЕ ПРОИЗВОДСТВА ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ

Л. А. ЕРЗНИКЯН, Ф. Г. САРУХАНИЯН, А. Л. ЭЛИАЗЯН,
А. Г. СЕВОЯН, М. Л. СТЕПАНИН

Институт микробиологии АН АрмССР, лаборатория бродильных
микроорганизмов, г. Абовян

Установлена возможность использования фильтрата лимоннокислотного производства Спитакского сахарного завода в качестве питательной среды для получения высококачественной дрожжевой биомассы. Отобраны продуктивные штаммы кормовых дрожжей, эффективно усваивающие остаточные сахара фильтрата.

Հաստատվել է, որ Սպիտակի շաքարի գործարանի լիմոնաթթվի արտադրության ֆիլտրատը բարենպաստ սննդամիջավայր է շաքարանկալի բարձրորակ կենսա-
գովազմ ստանալու համար: Ընտրվել են կիրառելի շաքարանկերի աջակիսի շտամ-
ներ, որոնք մեծ արդյունավետությամբ յուրացնում են ֆիլտրատի շաքարները և կու-
տակում բարձր էլիտի կենսագանգված:

The possibility of use of filtrate of citric acid production from Spitak sugar factory as a nutritious medium for the production of high qualitative yeast biomass has been established. Productive strains of fodder yeasts, effectively adopting remnant sugars of filtrate, have been selected.

Дрожжи кормовые—производство лимонной кислоты—протеин—аминокислоты.

Микробиологическое получение кормовых продуктов с использованием местных ресурсов является важным этапом в современных микробиологических исследованиях [1]. Использование промышленных отходов для получения кормовых дрожжей даст возможность рационально решать проблемы малозатратного производства и охраны окружающей среды. В настоящее время Спитакский сахарный завод выпускает в год свыше тысячи тонн кристаллической лимонной кислоты. Со сточ-

ными водами ежегодно в канализацию сливается 10000 т фильтрата, который образуется после отделения центра кальция и содержит остаточные сахара, органические кислоты, бетанин, биотин, аминокислоты, макро- и микроэлементы. Фильтрат является весьма благоприятной средой для различных микробиологических процессов, в том числе для получения кормовых дрожжей [3].

Целью настоящей работы явилось изыскание продуктивных штаммов кормовых дрожжей, эффективно усваивающих ценные вещества фильтрата и образующих биомассу с производственно ценными показателями.

Материал и методика. Исследования проводили с дрожжами родов *Torulopsis*, *Candida*, *Hansenula*, *Saccharomyces* выделенными в лаборатории броидильных микроорганизмов ИММИА (всего 14 культур). Для выращивания дрожжей в качестве питательной среды использовали фильтрат производства лимонной кислоты с внесением азотистых и фосфорных соединений из расчета редуцирующих веществ. Дрожжи выращивали на круговой качалке в колбах объемом 250 мл, содержащих 100 мл фильтрата. Абсолютно сухую биомассу определяли взвешиванием (АС.Б/л), редуцирующие вещества (РВ)—методом Хатедария-Ненсена [7], глюкозу—глюкозооксидазным методом [5], общий азот—методом Кьельдаля [7], аминокислоты—хроматографическим методом после кислотного гидролиза биомассы, переваримость белка—по степени его гидролиза пищеварительными ферментами [8].

Результаты и обсуждение. Данные о содержании основных компонентов фильтрата производства лимонной кислоты Снитяковского сахарного завода приведены в табл. 1.

Таблица 1. Состав фильтрата производства лимонной кислоты Снитяковского сахарного завода

Компоненты	Содержание, %
Редуцирующие вещества	1.2
Глюкоза	0.6
Общий азот	0.18
Бетанин и пересчете на азот	0.16

Анализ фильтрата установил, что содержание редуцирующих веществ и, в частности, глюкозы в нем достаточно для обеспечения углеродного питания дрожжей. Основная часть общего азота фильтрата представлена в виде бетанина, который дрожжами не усваивается. Учитывая, что фильтрат без дополнительных источников азота и фосфора является неполноценной питательной средой для выращивания дрожжей, мы дополнительно ввели в него легкоусвояемые азотистые и фосфорные соединения в концентрации 1,0%. рН фильтрата был равен 5.3.

Результаты изучения возможности использования редуцирующих веществ фильтрата и накопления биомассы приведены в табл. 2, из данных которой следует, что наиболее продуктивными являются дрожжи родов *Torulopsis*, *Candida*, *Hansenula*, наименее — *Saccharomyces*. Основная часть РВ фильтрата (65—75%) от исходного количества расщепляется дрожжами в течение 30 ч выращивания. При продолжении процесса до 48 ч полного расхода РВ на образование биомассы

Таблица 2. Степень потребления РВ фильтрата и накопления биомассы

Дрожжи розой	Количество штаммов	Использовано РВ от первоначального, %	АСБ, г/л
<i>Torulopsis dothila</i>	3	70—75	8.3—10.8
<i>T. candida</i>	2	60—65	7.0—8.0
<i>T. ernobii</i>	2	70—72	6.5—7.8
<i>T. lamata</i>	1	75	7.6—8.0
<i>T. aeria</i>	1	75	7.5—8.7
<i>Hansenula anomala</i>	2	70	8.5—9.3
<i>Sacch. carlsbergensis</i>	2	70	2.4—3.7
<i>S. florentinus</i>	1	70	3.8—4.2
<i>Candida tropicalis</i>	3	65	5.4—6.0
<i>C. robusta</i>	3	65	4.5—5.3
<i>C. guicherryana</i>	1	65	5.6—6.5

не происходит, при этом содержание протеина снижается. Наиболее продуктивными по выходу биомассы оказались *Torulopsis* sp. 41 и *Hansenula* sp. 21, с которыми и производились дальнейшие наши исследования.

С целью получения более высокого выхода дрожжевой биомассы испытывались в качестве добавки различные минеральные соли, применяемые в производстве дрожжей. При выращивании на фильтрате дрожжи в каких-либо дополнительных ростовых факторах не нуждались. При введении в фильтрат различных композиций солей выход биомассы и содержание протеина в ней увеличивается (табл. 3).

Таблица 3. Выход биомассы и содержание протеина у дрожжей, выращенных на фильтрате

Культуры	АСБ, г/л	«Сырой» протеин, %
<i>Torulopsis</i> sp. 41	17.5	51.6
<i>Hansenula</i> sp. 21	16.4	48.9

Результаты определения состава и количественного содержания аминокислот в сухой биомассе дрожжей, выращенных на фильтрате с минеральными солями (табл. 4), показали, что в ней содержится значительное количество лизина, аргинина, серина, глицина, лейцина и изолейцина, аспарагиновой и глутаминовой кислот. Наличие незаменимых аминокислот свидетельствует о высокой кормовой ценности полученного продукта. Биомасса дрожжей, выращенных на фильтрате аминокислотного производства с некоторыми добавками, является полноценным кормовым продуктом, по содержанию протеина и аминокислот не уступающим другим кормовым продуктам, полученным на основе дрожжей [2, 4, 6, 9].

Важным показателем кормового продукта, наряду с высоким содержанием протеина и аминокислот, является также степень перепариваемости протеина, т. е. гидролизуемость его ферментами желудочно-кишечного тракта (табл. 5).

Приведенные данные свидетельствуют о целесообразности использования фильтрата лимоннокислотного производства Спитакского

Таблица 4. Аминокислотный состав дрожжей, выращенных на фильтрате, % к АСБ

Аминокислоты	<i>Torulopsis sp. 41</i>	<i>Hansenula sp. 21</i>
Лизин	4.4	3.6
Гистидин	2.2	2.5
Аргинин	3.5	3.1
Аспартиновая кислота	6.9	7.2
Серин-глицин	7.5	7.0
Глутаминовая кислота	8.3	9.0
Треонин	2.5	2.9
Аланин	3.3	3.6
Тирозин	2.1	1.9
Метионин	1.9	2.0
Валин	3.3	2.8
Фенилаланин	3.7	4.1
Лейцин-изолейцин	11.2	10.3
Пролин	слезы	слезы

Таблица 5. Степень переваримости протеина дрожжей, выращенных на фильтрате

Показатели, %	<i>Torulopsis sp. 41</i>	<i>Hansenula sp. 21</i>
Протеин до инкубации с пепсином	51.8	43.9
Протеин после инкубации с пепсином	6.9	11.3
Переваримость	86.6	77.3

сахарного завода для получения высококачественного дрожжевого кормового белка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Африкан Э. Г. Биолог. ж. Армения, 37, 10, 1984.
2. Кисовалов С. А. Биохимия дрожжей. М., 1980.
3. Карклиньш Р. Я., Пробок А. К. Биосинтез органических кислот. Рига, 1972.
4. Каменный В. И. Гидр. и лесохим. промыш., 3, 1983.
5. Клевов А. А., Рабинович М. Л., Сивецкая А. П., Чурилова И. В., Григораш С. Ю. Биоорг. химия, 6, 8, 1980.
6. Стахеев И. В., Латышова С. Г., Вадецкий Б. Ю. Биотехнология, 3, 1985.
7. Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Седастьянова Г. А. Практикум по общей биохимии. М., 1975.
8. Хотянович А. В., Водяникова Н. А., Кубарева З. И. Прикл. биох. и микробиол., 8, 2, 1972.
9. Spenser I. F., Spencer D. H. Ann. Rev. Microbiol., 37, 1981.

Поступило 15.XII 1987 г.