

Ф. Г. Саруханян и А. Г. Севоян

**Изменение ферментативных свойств дрожжей
Saccharomyces ellipsoideus в зависимости от источников
питания**

Вопрос о сохраняемости бродильных свойств дрожжей является одним из актуальных вопросов бродильной промышленности. В литературе особое место уделено сухим препаратам микроорганизмов. Последние, не теряя своей активности, отличаются стойкостью к неблагоприятным внешним условиям и удобны для пересылки на дальние расстояния. Многочисленные работы посвящены высушиванию дрожжей с целью сохранения активности производственных признаков. К таким классическим работам относятся исследования Pasteur (1876); Kayser (1895); Hansen (1899); Will (1896); Myrbäck и Euler (1929); Иванова и Трайниной (1933); Кирьяловой (1958) и др. Все эти авторы приходят к одному мнению, что сухие культуры обладают хорошими бродильными свойствами. Pringsheim et Borhard (1934), Герасимов, Саенко и Чаленко (1931) и Берг (1941) считают, что азотистое питание дрожжей ускоряет брожение и благоприятно влияет на вкусовые и ароматические качества продукта. Другие исследователи (Шумаков и др. — цит. по Сербиновой, 1958) считают, что хранение культур в жидкой среде (виноградное сусло) дает лучшие результаты, так как среда не высыхает, но дрожжи при этом „утомляются“ из-за отсутствия питательных веществ и накопления продуктов обмена. Однако отмершие и автолизировавшиеся клетки являются питательным материалом для оставшихся в живых, что удлиняет срок сохранности культуры. Наши неоднократные наблюдения привели нас к мысли, что дрожжевые организмы длительное время могут сохранять свою активность и в жидких питательных средах в зависимости от индиви-

дуальных качеств дрожжей. С этой целью нами была изучена на сохраняемость спиртоустойчивая раса дрожжей Армения 490, относящаяся к виду *Saccharomyces ellipsoideus*. Для сохранения активности дрожжей нами были испытаны семь разных питательных сред. Из них четыре среды были приготовлены с применением синтетических веществ. В основном была использована среда Ганзена с изменением количества азотистых, фосфорных и углеводных веществ. Из естественных сред были испытаны виноградный сок с содержанием 15 и 7% сахара и солодовое сусло плотностью 8° по Баллингу. Культивирование дрожжей производилось в жидких и твердых средах (с применением 2% агара). Опыты для количественного учета были поставлены с культурами, хранившимися на жидких средах. Культуры выдерживались в термостате при температуре 25°C в течение семи месяцев.

Для учета количества живых дрожжевых клеток (в 1 мл среды), через 7, 15, 30, 60, 90, 180 и 210 суток от начала постановки опытов проводились микробиологические анализы с посевом на сусло-агаровые пластинки (СА).

С целью определения бродительной активности культур из выросших колоний дрожжей на виноградном сусле были поставлены опыты в колбах с затворами Мейсля и клапаном Бунзена. В те же сроки заложены опыты в жидких средах с культурами дрожжей, хранившихся на твердых средах. Результаты учета количества дрожжевых клеток, приведенные в табл. 1, показывают, что дрожжи в живом состоянии сохраняются в течение 60 суток на синтетической среде Ганзена с содержанием в литре воды 50 г глюкозы, 10 г пептона, 3 г фосфорнокислого калия и 3 г сернокислого магния. На синтетической среде № 2 и 3 с уменьшенными или увеличенными дозами пептона и фосфорнокислого калия на 50% дрожжи сохраняют свою жизнедеятельность больше 7 месяцев.

Развитие же дрожжей на трех вышеназванных средах отличается друг от друга тем, что в первые дни опыта размножение дрожжевых клеток идет менее интенсивно, чем в других средах. Если через семь суток с момента постановки опыта в первых трех средах количество дрожжевых

Таблица 1

Интенсивность размножения дрожжей *Sacch. ellipsoideus*, раса Армения 490 при температуре 25°C в разных жидких средах (количество дрожжей в 1 мл в миллионах)

Состав среды на 1 литр воды	Через сколько дней						
	7	15	30	60	90	180	210
Среда 1—Ганзена							
Глюкоза — 50 г, пептон — 10 г, фосфорнокислый калий — 3 г, сернокислый магний — 3 г	15,5	12,9	11,5	0,54	роста не было	роста не было	роста не было
Среда 2							
Глюкоза — 50 г, пептон — 5 г, фосфорнокислый калий — 1,5 г, сернокислый магний — 3 г	4,0	7,0	11,3	4,8	10,4	1,2	0,4
Среда 3							
Глюкоза — 50 г, пептон — 15 г, фосфорнокислый калий — 5 г, сернокислый магний — 3 г	49,0	4,1	18,1	1,7	24,4	10,3	0,3
Среда 4							
Глюкоза — 25 г, пептон — 10 г, фосфорнокислый калий — 3 г, сернокислый магний — 3 г	меньше миллиона	1,8	17,2	12,0	9,8	1,0	0,6
Среда 5							
Солодовое сусло	70,0	17,0	6,9	8,3	21,3	—	0,6
Среда 6							
Виноградный сок с содержанием 15% сахара	10,0	0,4	2,3	4,8	7,2	3,5	1,8
Среда 7							
Виноградный сок с содержанием 7% сахара	13,0	1,0	3,4	4,5	1,6	1,2	1,8

клеток колеблется от 4 до 49 миллионов, то в среде № 4 оно составляет меньше одного миллиона. Наилучшее размножение дрожжевых клеток происходит в солодовом сус-

ле, где в первые семь дней брожения количество их достигает до 70 миллионов в 1 мл среды. В виноградном соке с содержанием 7 и 15% сахара размножение дрожжей происходит одинаково и жизнедеятельность их продолжается больше семи месяцев. А в контрольной (№ 1) как твердой, так и жидкой среде дрожжи сохраняют свою жизнедеятельность в течение 60 дней. Дрожжи Армении 490, хранившиеся на этой же жидкой среде в продолжение 30 суток, будучи пересеяны в виноградный сок, обладают большими бродительными свойствами, чем культуры, хранившиеся на твердой среде (рис. 1). Если первые в начале брожения выделяют 1,7 г CO_2 , то вторые только 0,2 г CO_2 ; такое же явление наблюдается в последующие дни, что наглядно показано на рис. 1. Обратную картину мы наблюдали после хранения этих дрожжей на той же среде через 60 суток. Бродительные свойства в первые дни брожения сравнительно лучше выявляются у культур, хранившихся на твердой среде (рис. 1), чем в жидкой, несмотря на одинаковое выделение общего количества CO_2 в обоих случаях (табл. 2). Продолжительность хранения дрожжей также не отражается на образовании спирта и изменении рН среды.

При хранении дрожжевых культур на жидких и твердых средах № 1 и № 4 в течение 30 суток бродительные свойства культур лучше сохраняются на жидкой среде № 4. В продолжение же 210 суток на всех средах культуры сохраняют бродительные свойства почти одинаково (рис. 2).

За это время накапливается меньше спирта (8,63 об. %), чем у культур дрожжей, хранившихся при этих же условиях в течение 30 дней (9,4—9,6 об. %, табл. 3). Культуры дрожжей, культивируемые на виноградном соке с содержанием 15% сахара (среда № 6), сохранили свою жизнедеятельность на твердой среде в течение 90 суток, а в жидкой среде — больше 210 дней.

Если в первые дни брожения виноградного сусла культуры, хранившиеся в жидкой среде, выделяют от 3,3 до 4,4 CO_2 , то культуры, хранившиеся на этом же сусле, на твердой среде выделяют от 0,04 до 2 г CO_2 , несмотря на то, что образуют одинаковое количество CO_2 (6,4 г, рис. 3).

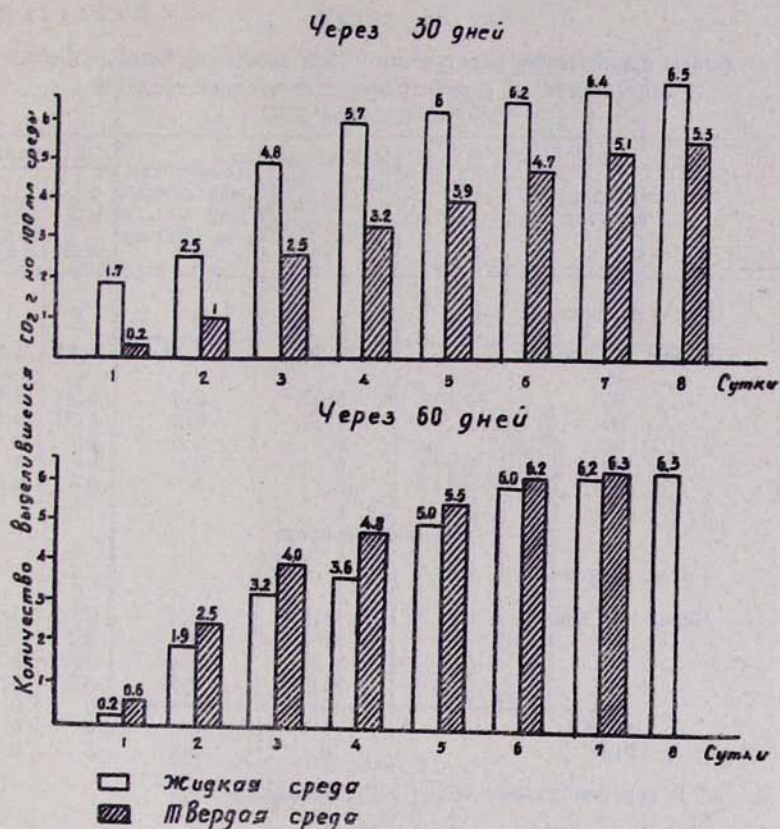


Рис. 1. Бройдильная активность дрожжей *Saccharomyces ellipsoideus*, раса Армения 490 после хранения на среде Ганзена (№ 1). На один литр воды: глюкоза—50 г, пептон—10 г, фосфорнокислый калий—3 г, сернокислый магний—3 г. Сбраживаемая среда — виноградный сок с содержанием 15,9% сахара.

По сравнению с начальным периодом брожения (до 15 дней хранения) хранение культур в эти же сроки не отражается на дальнейшем накоплении спирта и pH среды.

После культивирования дрожжей в продолжение 210 дней как на твердых, так и в жидких семи средах были поставлены опыты по сбраживанию виноградного сока с содержанием 26,67% сахара. Результаты проведенных анализов показали (табл. 5), что после однократного пассивиро-

Таблица 2

Результаты сбраживания виноградного сока дрожжами *Sacch. ellipsoideus* в зависимости от срока хранения на твердой среде № 1 при температуре 25°C

Сроки хранения культур	Количество образовавшегося спирта в об. %	Количество выделившегося CO ₂ в г на 100 мл	pH среды	
			до брожения	после брожения
После хранения				
Через 7 дней	9,38*	6,34	3,81	3,53
Через 15 "	—	—	—	—
" 30 "	8,62	5,3	3,81	3,61
" 60 "	9,31	6,3	3,81	3,5
" 90 "	0	0	0	0
" 180 "	0	0	0	0
" 210 "	0	0	0	0
На жидкой среде				
После хранения				
Через 7 дней	11,4**	7,4	3,81	3,39
Через 15 "	9,44	6,4	3,81	3,5
" 30 "	9,26	6,48	3,81	3,5
" 60 "	9,11	6,32	3,81	3,5
" 90 "	0	0	0	0
" 180 "	0	0	0	0
" 210 "	0	0	0	0

* В первоначальном соке 15,9% сахара.

** " " " 19,9% " "

ния культур они в состоянии вести процесс брожения сусла с содержанием 26,67% сахара. Наилучшие показатели дали опыты с применением культур, хранившихся на синтетической среде (№ 4) с содержанием 2,5% глюкозы, на солодовом сусле (№ 5) и на виноградном соке с содержанием 7 и 15% сахара (№ 6 и 7).

Хранившиеся на твердых средах дрожжи после внесения в виноградный сок вызвали некоторую задержку бродильного процесса. Поэтому в первые дни постановки опыта не наблюдалось брожения сусла. Результаты наших опытов показывают (рис. 4), что энергия брожения культур

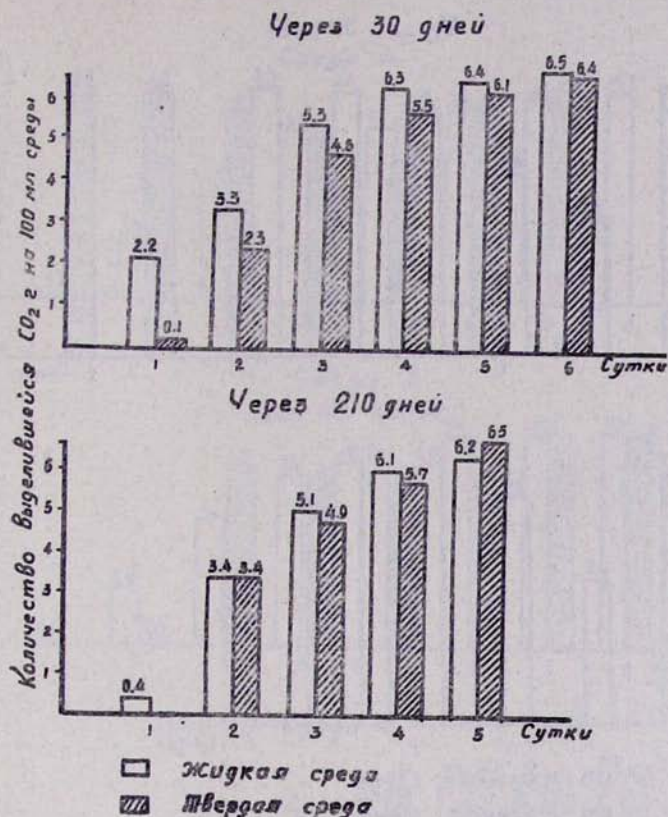


Рис. 2. Броидильная активность дрожжей *Sacch. ellipsoideus*, раса Армения 490 после хранения на среде № 4 (с уменьшенным количеством в среде глюкозы на 50%). Сбраживаемая среда — виноградный сок с содержанием 15,9% сахара

дрожжей, хранившихся на среде № 4 (с уменьшенными дозами глюкозы на 50%) как в твердом, так и в жидком состоянии в течение 210 дней одинакова. Та же самая культура, хранившаяся в тех же условиях на солодовом сусле (среда 5), как в жидкой, так и на твердой среде при применении ее в виноградном сусле обладает большей энергией сбраживания в первые три дня, чем культуры, хранившиеся в жидкой среде. Если в первом случае за трое суток выделяется до 6 г CO_2 , то во втором случае за это же

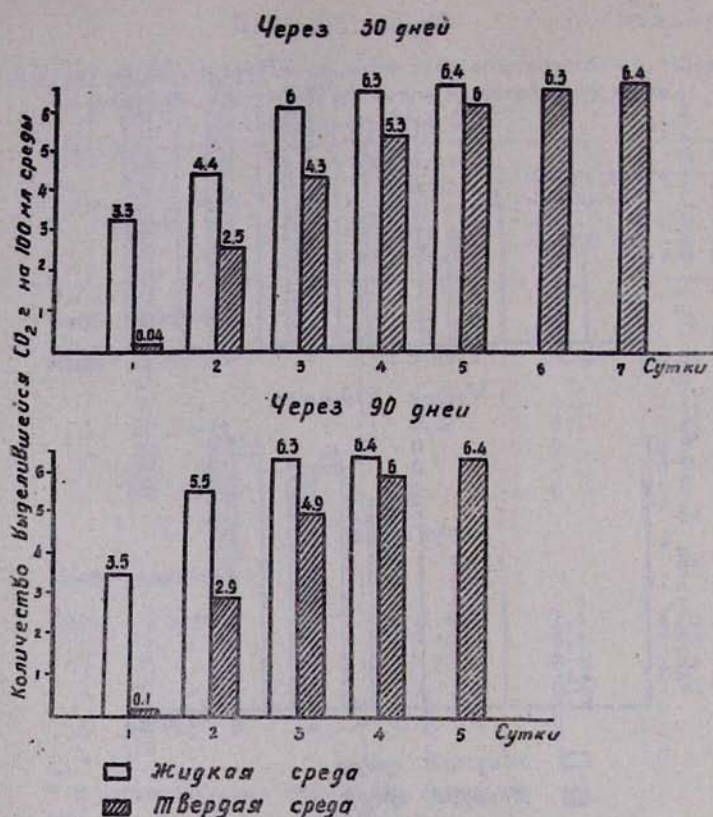


Рис. 3. Бродильная активность дрожжей *Sacch. ellipsoideus*, раса Армения 4⁹⁰ после хранения на среде № 7 (виноградный сок с содержанием 7% сахара). Сбраживаемая среда — виноградный сок с содержанием 15,9% сахара

время выделяется до 0,4 г CO_2 , в итоге же обе культуры выделяют одинаковое количество CO_2 (10,6 г). При хранении культур на виноградных средах наблюдается такое же явление. На контрольной среде Ганзена (№ 1) культуры, хранившиеся в течение 210 дней, не проявили бродильных свойств. При хранении же культур на твердых средах № 1, 2 и 6 в течение этого времени также не наблюдалось признаков брожения.

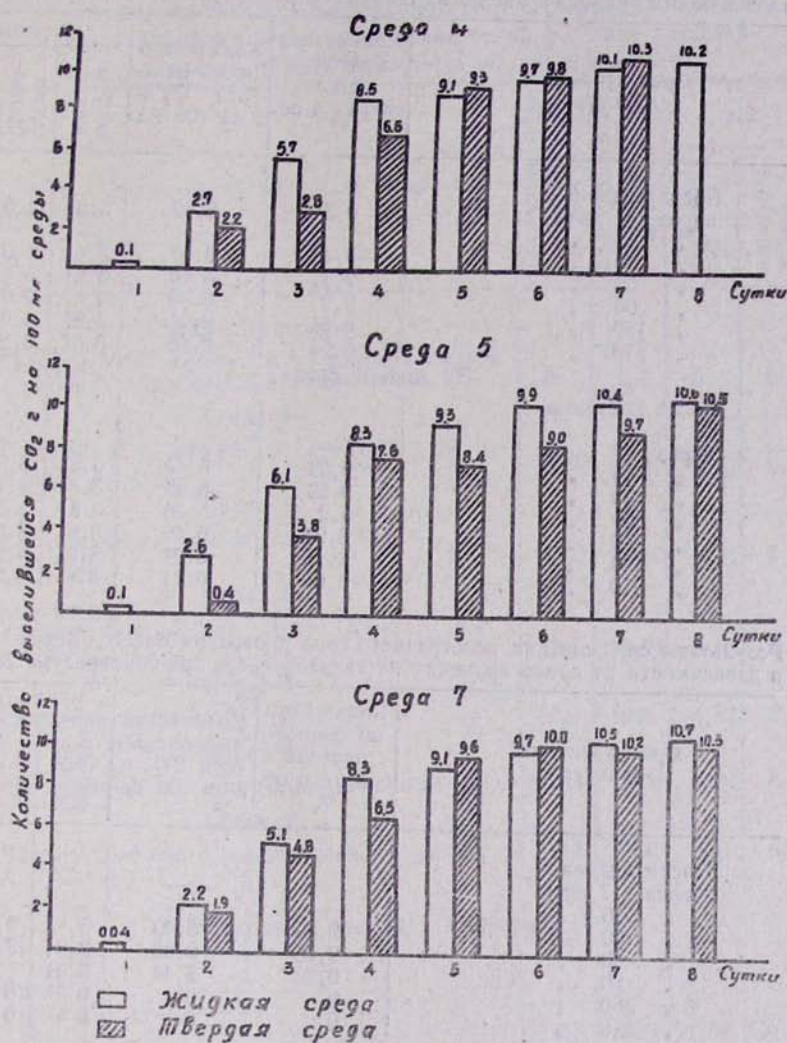


Рис. 4. Броильная активность дрожжей *Sacch. ellipsoideus*, раса Армения 490 после хранения в течение 210 дней в разных средах. Среда № 4 на один литр воды: глюкоза—25 г, пептон—10 г, KH_2PO_4 —3 г, MgSO_4 —5 г. Среда № 5. Ооловое сусло, среда № 7—виноградный сок с содержанием 26,67% сахара

Таблица 3

Результаты сбраживания виноградного сока дрожжами *Sacch. ellipsoideus* в зависимости от срока хранения на твердой среде № 4 при температуре 25°C

Срок хранения культур	Количество образовавшегося спирта в об. %	Количество выделившегося CO ₂ в г на 100 мл	pH среды	
			до брожения	после брожения
После хранения через 7 дней	9,5	6,42	3,81	4,04
" 15 "	—	—	—	—
" 30 "	9,45	6,40	3,81	4,01
" 60 "	9,31	6,40	3,81	3,51
" 90 "	9,2	6,30	3,81	3,67
" 180 "	8,34	6,24	3,81	4,0
" 210 "	8,63	6,40	3,81	3,62
На жидкой среде				
После хранения через 7 дней	—	—	—	—
" 15 "	9,58	6,43	3,81	3,58
" 30 "	9,68	6,48	3,81	4,15
" 60 "	9,2	6,46	3,81	3,5
" 90 "	8,93	6,40	3,81	3,85
" 180 "	8,25	6,04	3,81	4,28
" 210 "	8,63	6,24	3,81	3,0

Таблица 4

Результаты сбраживания виноградного сока дрожжами *Sacch. ellipsoideus* в зависимости от срока хранения на твердой среде при температуре 25°C

Срок хранения культур	Количество образовавшегося спирта в об. %	Количество выделившегося CO ₂ в г на 100 мл	pH среды	
			до брожения	после брожения
После хранения через 7 дней	—	—	—	—
" 15 "	—	—	—	—
" 30 "	9,43	6,40	3,81	3,48
" 60 "	9,43	6,43	3,81	3,48
" 90 "	9,38	6,44	3,81	3,88
" 180 "	0	0	0	0
" 210 "	0	0	0	0
На жидкой среде				
После хранения через 7 дней	11,48	7,45	3,81	3,53
" 15 "	9,38	6,38	3,81	3,58
" 30 "	9,63	6,42	3,81	3,78
" 60 "	9,07	6,4	3,81	3,5
" 90 "	9,0	6,44	—	—
" 180 "	9,38	6,44	3,81	3,7
" 210 "	8,56	6,4	3,81	3,61

Таблица 5

Результаты сбраживания виноградного сока с содержанием 26,67% сахара дрожжами *Sacch. ellipsoideus* через 210 дней хранения на разных питательных средах (на жидкой среде)

Состав среды на 1 литр воды	Количество обра- зовавшегося спирта в об. %	Количество выде- лившегося CO ₂ в г на 100 мл	рН	
			до броже- ния	после бро- жения
Среда 1—Ганзена				
Глюкоза 50 г, пептон 10 г, фосфорнокислый калий 3 г, сернистый магний 5 г	0	0	0	0
Среда 2				
Глюкоза 50 г, пептон 5 г, KН ₂ РO ₄ 1,5 г, MgSO ₄ 3 г	13,86	10,6	4,01	3,60
Среда 3				
Глюкоза 50 г, пептон 15 г, KН ₂ РO ₄ 5 г, MgSO ₄ 3 г	13,86	10,6	4,01	3,53
Среда 4				
Глюкоза 25 г, пептон 10 г, KН ₂ РO ₄ 3 г, MgSO ₄ 3 г	13,2	10,24	4,01	3,58
Среда 5				
Солодовое сусло	14,7	10,6	4,01	3,60
Среда 6				
Виноградный сок с содержанием сахара 15% ₀	14,44	10,64	4,01	3,76
Среда 7				
Виноградный сок с содержанием сахара 7% ₀	13,4	10,7	4,01	3,67

То же после хранения на твердой среде

Среда 1	0	0	0	0
Среда 2	0	0	0	0
Среда 3	12,95	10,66	4,01	3,69
Среда 4	14,61	10,46	4,01	3,74
Среда 5	14,49	10,54	4,01	3,66
Среда 6	0	0	0	0
Среда 7	13,48	10,32	—	3,82

В ы в о д ы

1. Жизнедеятельность дрожжей *Sacch. ellipsoideus* раса Армения 490 в жидкой и на твердой среде Ганзена сохраняется в течение 60 дней.

2. В средах с уменьшенными или увеличенными дозами глюкозы, фосфорнокислого калия и пептона (по сравнению со средой Ганзена) жизнедеятельность дрожжей сохраняется больше семи месяцев.

3. Длительное хранение культур мало отражается на бродительных свойствах дрожжей.

4. Наилучшие данные получены с культурами дрожжей, хранившихся на синтетической среде с содержанием 2,5% глюкозы, на солодовом сусле и на виноградном соке с содержанием 7 и 15% сахара.

5. Культуры дрожжей, хранившиеся на твердых средах, обладают слабой энергией брожения.

Փ. Գ. ՏԱՐՈՒԽԱՆՅԱՆ, Ա. Գ. ՏԵՖՅԱՆ

SACCHAROMYCES ELLIPSOIDEUS ՇԱՔԱՐԱՍՆԿԵՐԻ ՖԵՐՄԵՆՏԱՅԻՆ ՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ՝ ԿԱՆՎԱԾ ՍՆՆԴԱՂՅՈՒՐՆԵՐԻՑ

Ա մ փ ն փ ն լ մ

Խմորումների արդյունաբերության համար շաքարասնկերի խմորման ունակության պահպանման հարցը առաջնահերթ խնդիրներից մեկն է: Գրականության մեջ հատուկ տեղ է հատկացված միկրոօրգանիզմների չոր պահպարատներին:

Միկրոօրգանիզմների չոր պահպարատները պահպանում են իրենց ակտիվությունը և աչքի են ընկնում անբարենպաստ պայմանների հանդեպ իրենց դիմացկունությամբ, ինչպես նաև հեշտությամբ հեռավոր տարածություններ փոխադրելու տեսակետից: Չոր շաքարասնկերի արտադրական հատկանիշների պահպանման վերաբերյալ հրատարակվել են բազմաթիվ աշխատություններ: Այդպիսի կլասիկ աշխատությունների թվին են պատկանում Պաստյորի (1876), Կալգերի (1895), Հանգենի (1899), Վիլի (1896),

Միրբեկի և Էլբերի (1929), Իվանովայի և Տրախինայի (1933), Գիրյալովայի (1958) և այլոց հետազոտությունները: Նրանք հանգում են մի ընդհանուր հետևություն, այն է՝ չոր շաքարասնկերն օժտված են խմորման լավ հատկությամբ:

Պրինգհյալը (1934), Գերասիմովը, Սանսկոն և Չալենկոն (1931), Բերգը (1941) ընդունում էին, որ շաքարասնկերի ազոտային սննդառությունը արագացնում է խմորումը և բարենպաստ է ազդում պրոդուկտի համի ու արոմատի վրա: Հետազոտողների մի ուրիշ խումբ (Շումակով և ուրիշներ, մեջբերում է արված ըստ Սերբինովայի, 1958) ընդունում են, որ շաքարասնկային կուլտուրաները հեղուկ միջավայրում (խաղողահյութի մեջ) պահելու դեպքում ստացվում են լավ արդյունքներ: Այդ երևույթը բացատրվում է նրանով, որ սննդամիջավայրը չի չորանում և, որ կարևորն է, մահացած, ինքնաքայքայման ենթարկված բջիջները իբրև սննդա-նյութ են ծառայում կենդանի բջիջների համար, որի հետևանքով էլ կուլտուրայի պահպանման ժամկետը երկարում է: Պետք է նշել նաև այն, որ շաքարասնկերը այդ ժամկետում «հոգնած» են լինում միջավայրում սննդանյութերի պակասության, ինչպես նաև նյութափոխանակության ընթացքում նյութերի կուտակման հետե-վանքով:

Մեր բազմակի հետազոտություններից պարզվեց, որ հեղուկ միջավայրում շաքարասնկերը, նայած իրենց անհատական բնույթին, կարող են երկար պահպանել իրենց ակտիվությունը:

Այդ նպատակով մենք ուսումնասիրել ենք սպիրտադիմաց-կուն Արմենիա 490 շաքարասուկը, որը պատկանում է *Saccharomyces ellipsoideus* տեսակին: Շաքարասնկերի ակտիվության պահպանման համար մենք ուսումնասիրել ենք լոթ առանձին սննդամիջավայրեր, որոնցից չորսը՝ Հանգնի սինթետիկ սննդամի-ջավայրը, որտեղ փոփոխվել է ֆոսֆորի, ազոտի և գլուկոզի քա-նակների հարաբերակցությունը: Բնական սննդամիջավայրերից ուսումնասիրել ենք 15 ու 7 տոկոս շաքար պարունակող խաղո-ղահյութը և, ըստ Բալինգի, 8՝ աստիճան խտությամբ գարու ածի-կային քաղցուն: Շաքարասնկերը աճեցրել ենք հեղուկ և պինդ սննդամիջավայրերում (օգտագործել ենք 3 տոկոս ագար-ազար):

Շաքարասնկերի քանակական հաշվառման փորձը դրվել է հեղուկ սննդամիջավայրում պահված կուլտուրաների վրա, որոնք դրվել են տերմոստատում 25° ջերմության մեջ, լոթ ածիս տեղ-դրվամբ: Փորձը դնելու սկզբից 7, 15, 30, 60, 90, 180 և 210 օր

հետո միկրոբիոլոգիական ցանք է կատարվել Պետրիի թասերում գարու ածիկային քաղցու ագարի վրա, աճած գաղութի շաքարասնկերով վարակել ենք կուրաների մեջ լցված խաղողահյութը, այն փակել ենք Մեյսլի փականով և Բուենգենի կափարիչով: Նույն նպատակի համար օգտագործել ենք նաև պինդ սննդամիջավայրում պահված կուլտուրաները:

Կատարված աշխատանքներից ստացված տվյալները ի մի բերելով, հանգել ենք հետևյալ եզրակացություններին.

1. *Saccharomyces ellipsoideus* տեսակին պատկանող Արմենիա 490 ուսսան Հանդենի հեղուկ և պինդ սննդամիջավայրերում պահպանվում է 60 օր:

2. Հանգենի սննդամիջավայրում գլուկոզի, ֆոսֆորաթրթվական կալիումի և պեպտոնի քանակի ավելացումից և պակասեցումից, շաքարասնկերի կենսագործունեությունը պահպանվում է լոթ ամսից ավելի:

3. Կուլտուրայի երկարատև պահումը քիչ է ազդում շաքարասնկերի խմորման ունակության վրա:

4. 2,5 տոկոս գլուկոզ պարունակող սինթետիկ սննդամիջավայրում, 7 ու 15 տոկոս շաքար պարունակող խաղողահյութում և գարու ածիկային քաղցուում պահված շաքարասնկային կուլտուրաներից ստացվում են լավագույն արդյունքներ:

5. Պինդ սննդամիջավայրում պահված շաքարասնկային կուլտուրաներն ունեն խմորման թույլ էներգիա:

P. G. Sarukhanyan and A. G. Sevoyan

The change of the fermentation capacity of *Saccharomyces ellipsoideus* depending on sources of nutrition

S u m m a r y

In order to preserve the activity of *Saccharomyces*, seven separate nutritional conditions have been studied in the liquid and agar media.

For this purpose, alcohol resistant, Armenia 490 *Saccharomyces* strain which belong to the *Saccharomyces ellipsoideus* species have been studied.

By summarizing the data of the work we have come to the following conclusions:

1. Armenia 490 strains belonging to *Saccharomyces ellipsoideus* species has been kept for 60 days in Hansen's liquid and agar nutritional media.

2. In various nutritional conditions, by increasing and decreasing the quantity of glucose, phosphoric acid potassium and peptone, the vitality of *Saccharomyces* has been preserved more than 7 months compared with Hansen's medium.

3. The permanent preservation of the culture has little effect on the fermentation capacity of *Saccharomyces*.

4. The best results have been obtained from *Saccharomyces* cultures kept in a synthetic nutritional medium containing 2,5 per cent of glucose, in grape juice containing 7 and 15 per cent sugar and in malt-must.

5. *Saccharomyces* cultures kept in agar nutritional media have a weak fermentative property.

ЛИТЕРАТУРА

- Берг В. А. 1941. Влияние азотистых и фосфорнокислых солей на брожение плодово-ягодных соков. Доклады ВАСХНИЛ, в. 4.
- Герасимов М. А., Саенко Н. Ф., Чаленко Д. К. 1931. Применение фосфорнокислых и аммиачных солей при брожении вина. Труды Крымской зон. опытной станции по виноделию и виноградарству, в. 1.
- Иванов Н. И., Трайнина Ф. Л. 1933. Опыты применения сухих дрожжей при хлебопечении. Труды Центр. биохим. института пищевой и вкусовой промышленности, т. III, в. 3.
- Кирьялова Е. Н. 1958. Условия получения и сохранения активных сухих культур дрожжей. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института с.-х. микробиологии, т. XV.
- Сербина Н. И. 1958. Итоги работ отдела микробиологии Всесоюзного института виноделия и виноградарства „Магарац“. Вопросы пищевой и бродильной микробиологии. Изд-во. АН УССР, Киев.
- Pasteur L. 1876. Etudes Sur la Biere, p. 80.
- Myrbäck K. u Euler H. 1928. Co-Zymase und die Aktivierung der gärrung frischer Hefe durch Hefenextract. Ztsch. physiol. chem. Bd 176, 253.
- Kayser N. 1895. Über die Lebensdauer der Hefen. La Biere. 24, 14.

- Hansen E. u Keßcker. 1899. Die neuen Versuche mit eingetrockneten Zellen ges. theoret. Abhandlungen, s. 300.
- Pringsheim H. u Borhardt E. 1934. Sur la nutrition arotce de la levure. Bull. Soc. chim. biol. v. XVI, p. 743.
- Will H. 1896. Einige Beobachtungen über Lebensdauer getrockneter Hefe. Ztschr. f. d. Brauw, 19, 453.