

Л. А. Ерзинкян, Л. Г. Акопян, Л. М. Чарян

Действие ультрафиолетовых лучей на лактозосбраживающие дрожжи

На животный и растительный мир непрерывно действуют внешние источники естественной радиации (космические лучи, радиация земной коры, воздуха, воды и т. д.).

В июне 1959 г. были отмечены сильные радиопомехи в различных частях земного шара, которые ученые объясняли водородными взрывами, происходящими на солнце. За последнее время к естественному радиоактивному излучению присоединилось искусственное излучение, вследствие возрастающих темпов использования атомной энергии в мирных и военных целях.

Данные ученых Чехословакии показывают, какими быстрыми темпами увеличиваются радиоактивные осадки в северном полушарии в связи с испытанием ядерного оружия. Так, в 1957 г. месячные радиоактивные осадки в Брно составили максимум 4,4 милликюри на квадратный километр, в 1958 г. их было обнаружено до 105 милликюри, а в Братиславе — до 185 милликюри на квадратный километр.

По литературным данным, человек может выдержать радиацию без значительного ущерба для своего здоровья, в 60—100 раз превышающую естественную радиацию. Эта доза считается предельной и небезвредной для потомства. Кроме внешнего воздействия в организм попадают радиоактивные вещества через дыхательный и пищеварительный тракты, действие которых более разительно и зависит от химического свойства и количества радиоактивного вещества, попавшего в организм.

В результате непрерывного повышения естественной и искусственной радиации увеличивается общий объем радиации, воздействующий на организм человека, животных и ра-

стений, что может вызвать хроническую лучевую болезнь организма и отразиться на его потомстве. Несомненно, что радиоактивные излучения действуют и на микроорганизмы. Но не все микроорганизмы в равной мере устойчивы к различным дозам облучения. Как известно, под влиянием радиоактивных и ультрафиолетовых (УФ) лучей в первую очередь нарушается обмен веществ, вследствие чего изменяются морфологические и физиологические свойства клетки. Как макро-, так и микроорганизмы на протяжении своего существования на земле постепенно адаптировались к определенным дозам облучения, но достаточно увеличить критическую дозу облучения, как они быстро гибнут. Постепенное воспитание организмов к высоким дозам облучения без патологических морфологических и физиологических изменений является важнейшей задачей ученых. Самым подходящим объектом исследований в этом направлении являются микроорганизмы. Учитывая эти особенности, зарубежные ученые Дж. Батлер, Г. Кребс, Холендер и Степльтон, Говард, Грей (1956) и советские ученые С. И. Алиханян (1959, 1961), Е. И. Квасников (1961), Е. Я. Щербакова (1961), С. З. Броцкая (1961), Л. И. Ерохина (1959), К. В. Косников и О. Г. Раевская (1959), Г. Н. Зайцева и Ли Цзюнь-ин (1961) и др. пытались под действием радиоактивных и УФ лучей изменить физиологические свойства микроорганизмов в желаемом направлении для повышения их ценных производственных свойств.

Английский ученый А. Говард (1956) установил, что под действием излучения синтез ДНК в клетке подавляется в результате изменений, вызываемых облучением. Изменения количества ДНК объясняются задержкой митоза и гибелью клеток. В отличие от ионизирующих излучений ультрафиолетовые лучи могут полностью останавливать синтез ДНК, что объясняется тем, что ДНК способна поглощать ультрафиолетовые лучи.

Холендер и Степльтон (1956), изучая влияние химических воздействий до и после облучения на радиочувствительность бактерий, установили исключительно высокую защитную способность цистеамина на облученных бактериях *E. coli*.

Советскому ученому С. И. Алиханяну удалось путем воздействия радиоактивного излучения на лучистые грибы и пенициллы во много раз увеличить антибиотикосинтезирующие их свойства, что дало возможность не только повысить выход антибиотиков, но и значительно удешевить их производство.

Е. И. Квасников и другие проводили работы по воздействию γ -лучей радиоактивного Co_{60} на двухсуточные культуры *Lact. plantarum* и *Lact. breve*. Опыты показали, что вследствие облучения изменяются размеры и формы клеток. В ряде опытов, при пересеве облученных культур на питательные среды, наблюдается превращение палочковидных форм в кокковидные, последние при высеве на люцерновую среду через 10—15 суток снова развиваются в виде характерных палочек.

Е. Я. Щербакова проводила работы по изменчивости и селекции штаммов *Aspergillus niger*. Исследования показали, что вследствие облучения *Aspergillus niger* УФ лучами получались не только колонии с измененным характером роста, но и ранее не встречающиеся новые формы, из которых были отобраны наиболее активные, с повышенной способностью к образованию лимонной, щавелевой и глюконовой кислот.

С. З. Бродкая изучала влияние УФ лучей на получение активных вариантов *Aspergillus*.

Результаты исследований показали, что оптимальные дозы УФ облучения *Aspergillus* с высокими протеолитическими свойствами не приводят к образованию стойких, наследственно-закрепленных активных штаммов.

Длительное воздействие достаточно большой дозой облучения на ядро или цитоплазму может нарушить их жизненные процессы. При определенном интервале доз нарушение жизненных процессов в клетке может происходить только при облучении ядра. Если же ядро каким-то образом защищено от облучения или вводится в клетку после облучения цитоплазмы, то никакого эффекта не наблюдается.

Мы задались целью изучить действие УФ лучей на производственные микроорганизмы в целях повышения их производственно-ценных свойств. В настоящей работе приводим результаты изучения действия УФ лучей на морфологические и некоторые физиологические свойства лактозосбраживаю-

Таблица 3

Изменение числа и величины колоний лактозосбраживающих дрожжей под действием ультрафиолетовых лучей
(величина колоний в мм)

№ культур дрожжей	Число и величина колоний на сусло-агаре	Контроль	Расстояние от бактерицидной лампы в см											
			23	21	19	16,5	15	12,8	10,5	9,1	7	5,4	5,4	5,4
159	Величина Число	1-3 ∞	0,5-40,5-150	0,5-40,5-132	0,5-40,5-82	0,5-40,5-4	0,1-0,2 ∞	0,1-0,2 ∞	0,1-0,2 ∞	0,1-0,2 ∞	1-3 18	1-3 5	—	—
312	Величина Число	1-5 ∞	1-5 75	3-6 20	3-6 15	4-70,2-11	0,2-0,5 7	Нет роста	—	—	—	—	—	—
338 Д-1	Величина Число	3-5 ∞	2-4 101	2-40,5-92	0,5-30,5-71	0,5-30,5-58	0,5-3 54	0,5-3 50	0,5-3 46	3-5 107	0,5-30,5-96	3-5 25	3-73-5 6	Нет роста
338 Д-3	Величина Число	0,5-3 ∞	0,5-30,5-135	0,5-30,5-130	0,5-30,5-108	0,5-30,5-102	0,5-3 100	0,5-3 96	1-3 98	1-3 73	2-4 36	2-4 24	4-54-5 7	Нет роста
1057	Величина Число	0,5-3 ∞	0,5-30,5-121	0,5-30,5-110	0,5-30,5-98	0,5-30,5-91	0,5-3 64	0,5-3 50	0,5-1 36	0,5-1 29	1-4 150	1-4 138	4-64-7 5	Нет роста

щих дрожжей, выделенных из мацуна, относящихся к роду *Saccharomyces* из низменных и высокогорных районов Армянской ССР. В качестве источника УФ лучей пользовались бактерицидной лампой БУФ-30 с частотой потребляемого тока — 50 герц, с номинальной начальной интенсивностью излучения мквт/см^2 м-30. Облучению подвергались двухсуточные дрожжи, выращенные на сусло-агаре (СА) в чашках Петри на расстоянии от 23 до 5,4 см от источника облучателя при экспозиции 1 минута.

Опыты показали, что под воздействием УФ лучей все испытываемые культуры дрожжей подверглись морфологическим и физиологическим изменениям. Из приведенных 9 рисунков (1, 1а, 1б, 2, 2а, 2б, 3, 3а, 3б) и табл. 1 видно, что под

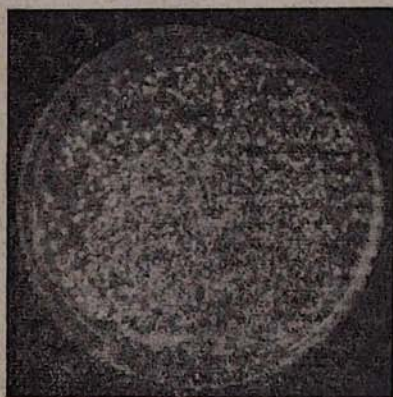


Рис. 1. Контроль. Культура 312. Число колоний — ∞ , величина колоний 1—5 мм.



Рис. 1а. Опыт. Культура 312 после четырехкратного облучения. Число колоний — 11, величина колоний — 4—7 мм.

воздействием облучения число выросших колоний на сусловом агаре (СА) значительно уменьшается, а величина колоний увеличивается сравнительно с контрольными. Так, культура 338 Д-3 (рис. 3, табл. 1) до облучения на СА дала обильный рост. Величина выросших колоний колебалась в пределах от 0,5 до 3 мм. Однако после десятикратного последовательного облучения и посева на свежую питательную среду число

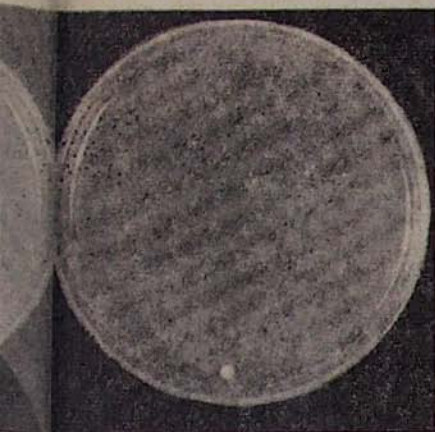


Рис. 16. Опыт. Культура 312 после двенадцатикратного облучения. Число колоний—12, величина колоний 0,5—2 мм.



Рис. 2. Контроль. Культура 338Д-1. Число колоний— ∞ , величина колоний 0,5—3 мм.

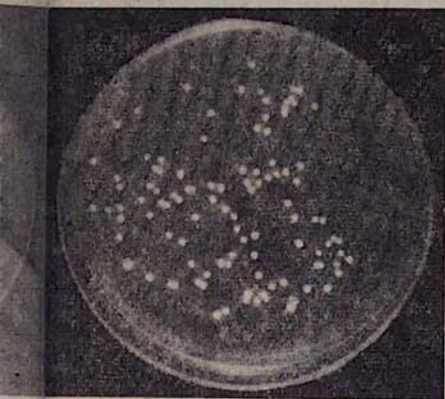


Рис. 2а. Опыт. Культура 338Д-1 после восьмикратного облучения. Число колоний—107, величина колоний 3—5 мм.

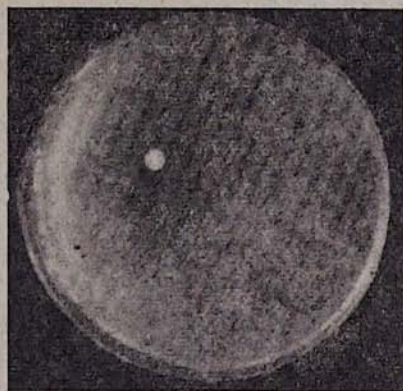


Рис. 2б. Опыт. Культура 338Д-1 после тринадцатикратного облучения. Число колоний—6, величина колоний 3—7 мм.

после выросших колоний снизилось до 24, а после четырнадцатикратного облучения выросли всего три колонии величиной до 5 мм.

Подобные данные получались и при облучении культуры 338Д-1. Несколько иную картину мы наблюдаем у лактозосбраживающего штамма 1057, относящегося к роду *Saccharomyces*. Этот штамм вначале после пятикратного облучения



Рис. 3. Контроль. Культура 338 Д-3. Число колоний — ∞ , величина колоний 0,5—3 мм.



Рис. 3а. Опыт. Культура 338 Д-3 после десятикратного облучения. Число колоний — 24, величина колоний 2—4 мм.

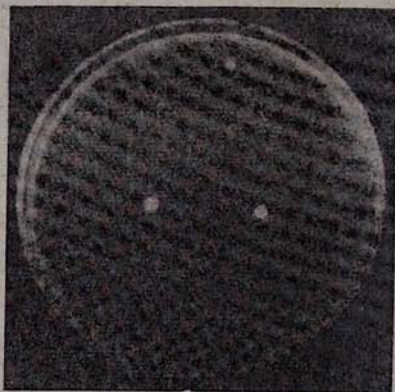


Рис. 3б. Опыт. Культура 338 Д-3 после четырнадцатикратного облучения. Число колоний—3, величина колоний 4—5 мм.

значительно снижает число выросших колоний, а затем после восьмого (штамм 1057) до 9—11 облучения значительно увеличивает число выросших колоний до числа колоний исходного штамма. При дальнейшем же облучении число вырастающих колоний сильно снижается, достигая 3 на чашке Петри (табл. 1).

Под влиянием УФ лучей изменяются также величины дрожжевых клеток. Из приведенных рисунков 6, 6а, 6б видно, что под влиянием облучения величина дрожжевых клеток после первого облучения значительно увеличивается, а затем, при последующих облучениях, уменьшается, достигая величин

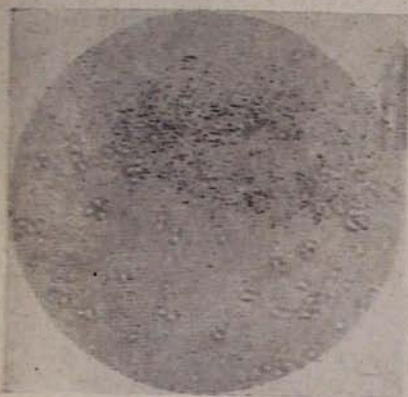


Рис. 4. Контроль. Культура 312. Величины дрожжевых клеток $2-8 \times 0,5-0,7$ микрон.

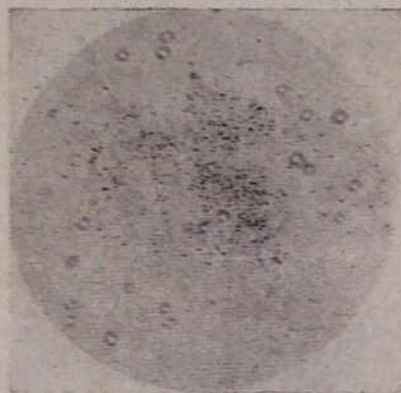


Рис. 4а. Опыт. Культура 312 после пятикратного облучения. Величины дрожжевых клеток $2-4 \times 0,5-0,6$ микрон.

ны исходных необлученных клеток. Так, величина необлученных (контроль) дрожжевых клеток (штамм 1057) колебалась в пределах $4-12 \times 0,8-0,9$ микрон, тогда как после первого же облучения величина тех же дрожжевых клеток вначале увеличилась до $30 \times 0,6-0,8$ микрон, а после последующих облучений значительно уменьшилась, достигнув $2-6 \times 0,5-0,6$ микрон. Однако после девятого облучения величина клеток вновь увеличилась, достигнув от 4 до $20 \times 0,5-0,7$ микрон. Подобное явление наблюдается и у культуры № 312. Так, клетки исходной культуры 312, до облучения имевшие величин

ну $2-8 \times 0,5-0,7$ микрон, после третьего облучения уменьшились в размерах почти в два раза. Аналогичные результаты были получены и со штаммами дрожжей 338 Д-3, 159.

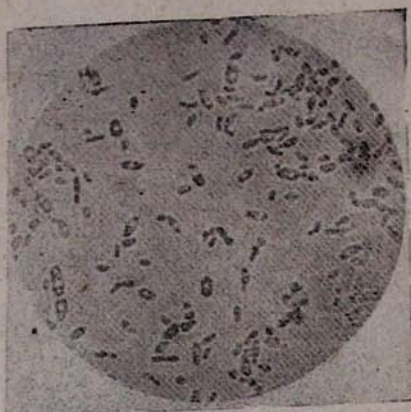


Рис. 46. Опыт. Культура 312 после шестикратного облучения. Величина клеток $2-5 \times 0,5-0,6$ микрон

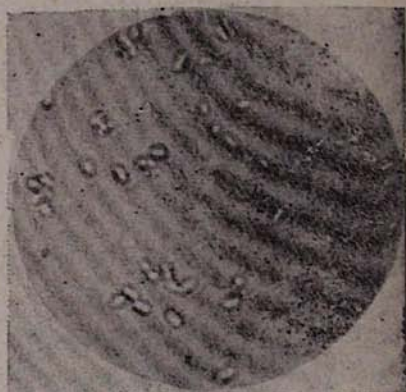


Рис. 5. Контроль. Культура 338 Д-1. Величина дрожжевых клеток $6-12 \times 0,8-1,0$ микрон.

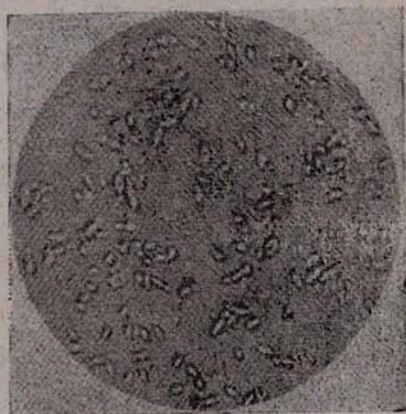


Рис. 5а. Опыт. Культура 338 Д-1 после шестикратного облучения. Величина дрожжевых клеток $4-10 \times 0,4-0,5$ микрон.

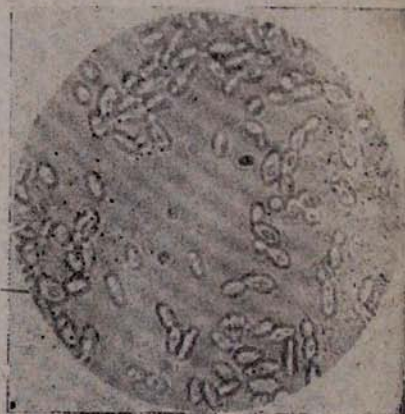


Рис. 5б. Опыт. Культура 338 Д-1, после тринадцатикратного облучения. Величина дрожжевых клеток — $2-12 \times 0,5-0,6$ микрон.

Под воздействием УФ лучей изменяются и биохимические свойства облученных дрожжевых клеток. В табл. 2 и 3 при-

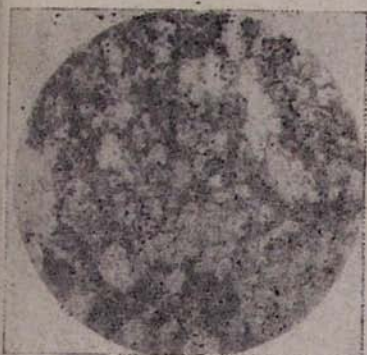


Рис. 6. Контроль. Культура 338 Д-3.
Величина дрожжевых клеток
 $6-10 \times 0,8-1,0$ микрон.

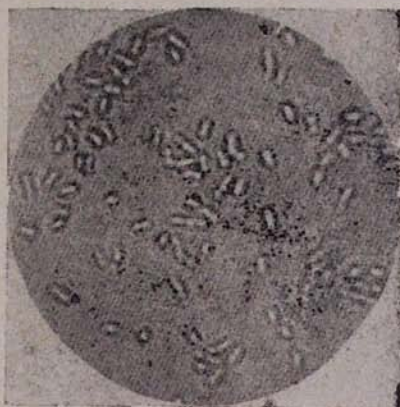


Рис. 6а. Опыт. Культура 338 Д-3
после десятикратного облучения.
Величина дрожжевых клеток
 $4-20 \times 0,6-0,9$ микрон.

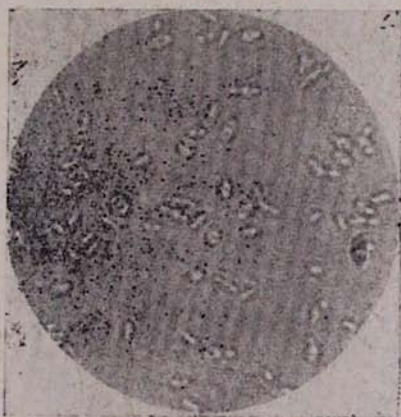


Рис. 6б. Опыт. Культура 338 Д-3
после четырнадцатикратного облу-
чения. Величина дрожжевых кле-
ток $2-6 \times 0,4-0,5$ микрон.

водятся данные биохимических изменений испытуемых культур дрожжей под действием УФ лучей. Как видно из табл. 2, штаммы №№ 159, 312, 338 Д-1, 338 Д-3, 1057 под действием УФ лучей (в пивном сусле) изменили свои биохимические свойства. Так, дрожжи, штамм 338 Д-1, до облучения образовали 0,34 объемного процента спирта, а после облучения значительно больше, т. е. от 1,17 до 1,28. Другая культура штамма № 1057 до облучения образовала 1,02 объемного процента спирта, а после облучения значительно меньше, т. е. от 0,37 до 0,05. Также снизилась спиртообразующая способность дрожжей штаммов 338 Д-3 и 312 под воздействием УФ лучей. Но наблюдались и случаи, когда под воздействием УФ лучей спиртообразующая способность дрожжей (штамм 159) осталась без изменения (табл. 2).

Таблица 2

Действие ультрафиолетовых лучей на биохимические свойства лактозображивающих дрожжей в пивном сусле

№ культур дрожжей	Облучение	CO ₂ в %	Спирт в объемных %	pH	Летучие кислоты (суммарно) по T°
159	Контроль	1,72	1,23	4,9	2,8
	Девятое	1,16	1,23	5,5	2,0
	Одиннадцатое	1,14	1,22	5,5	2,0
312	Контроль	1,14	0,64	4,3	4,4
	Четвертое	0,28	0,38	5,0	1,6
	Пятое	0,32	0,21	5,3	1,0
338 Д—1	Контроль	0,25	0,34	4,3	4,0
	Восьмое	0,14	1,17	5,6	2,2
	Тринадцатое	0,73	1,28	5,3	4,0
338 Д—3	Контроль	0,30	0,63	4,3	4,6
	Десятое	0,16	0,36	5,0	2,8
	Пятнадцатое	0,16	0,05	5,5	2,0
1057	Контроль	0,36	1,02	4,4	4,4
	Одиннадцатое	0,24	0,37	5,6	3,4
	Четырнадцатое	0,15	0,05	5,0	2,0

В табл. 3 приводятся данные биохимических анализов испытуемых дрожжей в молочной сыворотке. Как видно из этой

таблицы, спиртообразующая способность у дрожжевых культур и в молочной сыворотке под воздействием УФ лучей снижается (штаммы 159, 312, 1057), за исключением дрожжей штаммов 338 Д-1 и 338 Д-3, у которых спиртообразующая способность под влиянием УФ лучей не изменяется.

Из данных табл. 3 видно, что у некоторых штаммов дрожжей кислотообразующая способность (летучие кислоты) увеличилась, а при последующих облучениях, за исключением штаммов дрожжей 159 и 338 Д-3, снизилась.

Таблица 3

Действие ультрафиолетовых лучей на биохимические свойства лактозосбраживающих дрожжей в молочной сыворотке

№ культур дрожжей	Облучение	CO ₂ в %	Спирт в объемных %	pH	Летучие кислоты (суммарно) по T°
159	Контроль	0,33	0,63	5,5	3,4
	Девятое	0,31	0,35	5,7	5,6
	Одиннадцатое	0,27	0,25	5,5	4,6
312	Контроль	1,70	1,25	5,5	4,8
	Четвертое	0,12	0,36	5,6	6,2
	Пятое	0,13	0,04	5,3	4,4
338 Д-1	Контроль	0,71	1,23	5,0	4,6
	Восьмое	0,81	1,07	5,6	7,2
	Тринадцатое	1,44	1,23	5,0	4,0
338 Д-3	Контроль	1,24	1,24	5,3	3,4
	Десятое	0,93	1,24	5,5	5,2
	Пятнадцатое	1,28	1,24	5,0	5,2
1057	Контроль	0,72	1,25	5,3	5,6
	Одиннадцатое	0,22	0,59	5,8	6,6
	Четырнадцатое	0,33	0,68	5,0	4,4

В ы в о д ы

1. Под воздействием ультрафиолетовых лучей изменяются морфологические и физиологические свойства лактозосбраживающих дрожжей, относящихся к роду *Saccharomyces*.

2. Под влиянием облучений УФ лучами количество выросших колоний дрожжей на СА значительно уменьшается, а величины их увеличиваются по сравнению с необлученными.

3. Величина клеток дрожжей после первых облучений значительно увеличивается, а затем под влиянием дальнейших облучений значительно уменьшается.

4. Под действием УФ лучей, в зависимости от свойства штамма дрожжей, наблюдается повышение или понижение спиртообразующей и кислотообразующей способности лактозосбраживающих дрожжей.

5. Путем воздействия УФ лучами, отбора и воспитания возможно добиться повышения производственно-ценных свойств дрожжевых организмов (образование спирта, летучих кислот, богатых белками и витаминами биомассы и др.), что имеет не только теоретическое, но и важное практическое значение.

Լ. Հ. ԵՐԶԻՆԿՅԱՆ, Լ. Գ. ԱԿՕՊՅԱՆ, Լ. Մ. ՉԱՐՅԱՆ

ՈՒՆՏՐԱՄԱՆՈՒՇԱԿԱԳՈՒՅՆ ՀԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿԱԹՆԱՇԱՔԱՐԸ ԽՄՈՐՈՂ ՇԱՔԱՐԱՍՆԿԵՐԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Փորձերը ցույց են տվել, որ ԲՈՒՑ-30 բակտերիցիդ լամպի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթները խորն ազդեցություն են թողնում Հայկական ՍՍՀ տարբեր շրջանների մածուկներից մեկուսացրած *Saccharomyces* ցեղին պատկանող, կաթնաշաքարը խմորող, շաքարասնկերի մորֆոլոգիական և ֆիզիոլոգիական հատկությունների վրա, ըստ որում,

ա) Ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների ազդեցության տակ, գարու ածիկի քաղցու ագարի վրա աճող շաքարասնկերի գաղութների թիվը, չնայած պակասում է, սակայն գաղութները խոշորանում են, բ) Ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների առաջին իսկ ճառագայթման ազդեցության տակ շաքարասնկերի բջիջները մեծանում, իսկ հետագա ճառագայթման ընթացքում նրանք փոքրանում են, գ) Ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների ազդեցության հետևանքով շաքարասնկերի որոշ շտամներ ավելի շատ, իսկ որոշ շտամներ՝ ավելի քիչ են սպիրտ և ցնդող թթուներ արտադրում:

Ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների օգտագործմամբ, ընտրման ու դաստիարակման միջոցով, հնարավոր է բարձրացնել շաքարասնկերի՝ սպիրտ, ցնդող թթուներ և այլ արժեքավոր նյութեր արտադրելու հատկությունը, որը ոչ միայն տեսական, այլև գործնական խնդր նշանակություն կարող է ունենալ:

L. H. Yerzinkian, L. G. Hakopian, L. M. Charian

The action of ultraviolet radiation on lactosefermenting cultures of yeasts

Summary

By means of UV-radiation it is possible to increase some industrial properties of yeast cultures' fermenting lactose (formation of alcohol, acids, proteins and vitamins).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиханян С. И. и Ерохина Л. И. Использование фотореактивации ультрафиолетовой селекции продуцентов антибиотиков. Антибиотики, 1959, № 2, стр. 14.
2. Алиханян С. И. Применение физических и химических факторов в селекции микроорганизмов. Труды Института микробиологии АН СССР, 1961, вып. X, стр. 46.
3. Броцкая С. З. Влияние различных доз ультрафиолетового облучения на получение вариантов *Aspergillus niger*, образующих активные протеазы. Труды Института микробиологии АН СССР, 1961, вып. X, стр. 120.
4. Батлер Дж. Влияние рентгеновских лучей и радиомиметических веществ на нуклеиновые кислоты и нуклеопротеиды. Ионизирующие излучения и клеточный метаболизм, ИЛ, 1956.
5. Говард А. Действие излучения на метаболизм ДНК. Ионизирующие излучения и клеточный метаболизм, ИЛ, 1956.
6. Грей Л. Участки клетки, связанные с первичным радиационным повреждением. Ионизирующие излучения и клеточный метаболизм. ИЛ, 1956.
7. Ерохина Л. И. Использование ультрафиолетовых лучей в селекции штаммов продуцентов стрептомицина. Труды Института микробиологии АН СССР, 1961, вып. X, стр. 169.
8. Квасников Е. И., Гриневич А. Г. и Пантюхина Е. А. Некоторые закономерности изменения свойств молочнокислых бактерий

под воздействием γ -лучей радиоактивного Co^{60} . Труды Института микробиологии АН СССР, 1961, вып. X, стр. 82.

9. Косиков К. В. и Раевская О. Г. Влияние ионизирующего излучения на процесс мутационной приспособительной изменчивости дрожжей к сбраживанию сахарозы. «Микробиология», 1959, т. XXX, вып. 5.
10. Кребс Г. Влияние ингибиторов на клеточный метаболизм. Ионизирующие излучения и клеточный метаболизм, ИЛ, 1956.
11. Холлендер А. и Степльтон Дж. Влияние химических воздействий до и после облучения на радиочувствительность бактерий и значение этих исследований для проблемы химической защиты высших организмов. Ионизирующие излучения и клеточный метаболизм, ИЛ, 1956.
12. Щербакова Е. Я. Об изменчивости и селекции штаммов *Aspergillus niger*, используемых в промышленности для получения лимонной кислоты. Труды Института микробиологии АН СССР, 1961, вып. X, стр. 129.