

Ф. И. ШАКАРОВА, С. П. АВАКЯНЦ

О БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПРИ ВЫДЕРЖКЕ ТИРАЖИРОВАННОГО ШАМПАНСКОГО НА ДРОЖЖАХ С РАЗДРОБЛЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

Исследованы биохимические процессы при выдержке тиражированного шампанского на дрожжах с добавкой раздробленных дрожжевых клеток. Установлено, что при этом в дрожжах уменьшается содержание гликогена, маннана, различных форм фосфорных соединений, азотистых веществ и увеличивается содержание эргостерина. В вине накапливаются фосфорные вещества, особенно фракция стабильного фосфора, азотистые соединения, букетистые вещества: сложные эфиры, высшие спирты, жирные кислоты и терпены. Внесение определенных доз дрожжей с раздробленной структурой ускоряет биохимические процессы и улучшает качественные показатели шампанского.

Работами многих исследователей было доказано положительное влияние на качество шампанского выдержки виноматериалов после брожения на дрожжевом осадке.

Опарин с сотр. [8], Сисакян и сотр. [10, 11] рекомендовали интенсифицировать автолитические процессы в шампанском путем внесения готовых автолизатов дрожжей, содержащих в себе ферменты, витамины и азотистые соединения.

Нами были проведены исследования процесса шампанзации при добавлении дрожжей с раздробленной структурой клеток. Для их получения шампанские дрожжи расы Штейнберг-92 трижды прессовали на прессе в камере Любимова и Львова [6] при 40°, при этом все дрожжевые клетки были разорваны на мелкие части с сохранением ферментов в активном состоянии. Были прослежены изменения гликогена, маннана, фосфора, эргостерина, аминокислот и др. соединений в дрожжах, а также некоторых из них в вине.

Материал и методика. Разделение фосфорных соединений на фракции проводилось по методу Зайцевой и сотр. [4]. Содержание фосфора определялось по Беренблум и Чайн [15] в модификации Вайла Малерби и Грина. Эти же методы были нами модифицированы применительно к вину. Определение полисахаридов проводилось по Тревеллиан и Гаррисон [14], эргостерина—по Гайдучка—Линднер [2], общего азота, аминного и аммиачного—по общепринятым методам [1].

Опытный тираж, включающий купаж, 2,0% сахара и 3% дрожжей расы Штейнберг-92 был заложен в 4-х вариантах, различающихся по количеству добавленных дрожжей с раздробленной структурой: I—0,4, II—1,2, III—2,4, IV—3,2 г на 0,8 л. Бутылки были закупорены тиражными пробками и оставлены на брожение и выдержку при температуре 15—18°. В аналогичных условиях находились контрольные образцы с тиражной смесью без добавления автолизатов.

При послетиражной выдержке в дрожжах и вине протекали интенсивные биохимические изменения многих компонентов. В частности, в дрожжевых клетках глубокие превращения претерпевали резервные внутриклеточные вещества: эргостерин и полисахариды (гликоген, маннан и трегалоза). Было обнаружено (табл. 1), что содержание полисахаридов в дрожжевых клетках убывает, наиболее интенсивно — гликоген, который используется клеткой для обеспечения ее энергетических потребностей. Количество гликогена через 10 месяцев снижается в контрольном образце в 5, а в опытных — в 10 раз.

Таблица 1.

Изменение внутриклеточных резервных веществ при послетиражной выдержке, мг/г св

Объект исследования	Гликоген	Маннан	Трегалоза	Эргостерин
До выдержки	58,5	3,8	—	12,4
Через 3 месяца				
Контрольные дрожжи	22,3	2,7	—	19,2
Опытные дрожжи IV	5,0	4,8	—	23,1
Через 10 месяцев				
Контрольные дрожжи	10,6	2,4	1,7	24,0
Опытные дрожжи I	12,2	1,8	1,3	15,3
Опытные дрожжи II	10,8	1,7	0,7	20,7
Опытные дрожжи III	9,6	1,7	0,7	25,5
Опытные дрожжи IV	4,9	1,6	0,6	33,3

В отличие от этого, концентрация эргостерина в дрожжах в процессе выдержки увеличивается в 2—2,5 раза. Исследованиями Гальцовой и Ляпуновой [3] установлено, что биосинтез эргостерина в дрожжевых клетках может происходить за счет эндогенных и экзогенных источников углерода. Согласно современным представлениям, биосинтез стероидов в живой клетке тесно связан с промежуточными продуктами углеводного обмена. Источниками углерода для образования эргостерина дрожжами могут служить глюкоза, сахароза, пировиноградная кислота, этанол, ацетат, глицерин. Большинство этих веществ присутствует в вине и, по-видимому, является предшественником накапливающегося эргостерина. Это тем более вероятно, что в старых клетках окислительный обмен преобладает над гликолитическим, и происходит быстрое окисление этанола, ацетата и пирувата [12]. Причем, по данным Ляпуновой и Гальцовой, экзогенные источники, в частности этанол, способствуют более активному синтезу эргостерина дрожжами. Наряду с этим, внутриклеточные резервы полисахаридов, в первую очередь гликоген, являются хорошим субстратом. Уменьшение содержания гликогена в дрожжах при выдержке в этом отношении является показательным (табл. 1).

В течение всего периода выдержки в дрожжевых клетках наблюдалось снижение общего содержания фосфорных соединений, в контрольных образцах — в 3,6, в опытных — в 4,5 раза, главным образом

кислоторастворимой фракции. Липидная фракция дрожжей и кислоторастворимые фосфорные соединения, представленные фосфором ДНК и РНК, практически остаются без изменений за весь период выдержки. Наши данные согласуются с выводами Курбатовой и Вечера [5], которые считают, что содержание ДНК постоянно на всех фазах развития, уровень РНК, повышаясь в логарифмической фазе, в дальнейшем снижается до неизменной величины. Лухети и Фасило [13], выдерживая дрожжи на протяжении 24 недель, не отмечали наличия внутриклеточной РНК. Одновременно с уменьшением концентрации фосфорных веществ в дрожжах возрастает содержание общего фосфора в вине, особенно в опытном. Вино обогащается кислоторастворимыми соединениями и в основном фракцией стабильного фосфора (табл. 2).

Качественный состав фосфорных веществ вина ранее не исследовался. Как показывают наши данные (табл. 2), в вине обнаруживаются кислоторастворимые фосфорные соединения. Основная масса их в исходном купаже представлена ортофосфатами, далее следуют фракции лабильного фосфора, полифосфатов и стабильного фосфора. В процессе шампанизации и выдержки, особенно с добавкой раздавленных дрожжей, изменяются соотношения отдельных форм. Так, после 10-месячной послетиражной выдержки в шампанском также велико содержание ортофосфатов, а из остальных фракций наибольший удельный вес имеет стабильный фосфор. Указанное явление, не отмечавшееся ранее в литературе, может служить своеобразным критерием для характеристики выдержки шампанского на дрожжах.

Наряду с этим, в дрожжевых клетках в процессе выдержки уменьшается содержание азотистых веществ, в вине их количество возрастает. Обнаружено, что чем выше доза внесенных раздробленных дрожжей, тем больше убыль азота в клетках (рис. 1). По-видимому, в присутствии ферментов раздробленных дрожжевых клеток интенсифицируются гидролитические реакции.

Хроматографическим анализом вина через 3 месяца (рис. 2) обнаружено, что в контрольном образце содержание свободных аминокислот ниже, чем в купаже. Количество аминокислот пептидов и особенно белков выше первоначального уровня. В опытном тираже с добавкой 3,2 г дрожжей с раздробленной структурой концентрация свободных аминокислот и аминокислот белков и пептидов больше, чем в контроле.

Процессы автолиза дрожжей и протекающие при послетиражной выдержке биохимические реакции, естественно, не могут не вызвать превращений букетистых веществ вина. Как показали результаты газохроматографического анализа (табл. 3), в процессе шампанизации и послетиражной выдержки в течение 10 месяцев увеличивалось содержание этиловых эфиров капроновой, энантовой, каприловой, пеларгоновой, каприновой и пальмитиновой кислот, а также гептилового спирта, диэтилсукцината, диэтилмалата и кислого этилового эфира янтарной кислоты. Эти соединения накапливались особенно интенсивно при добавке дрожжевых клеток с нарушенной структурой, причем концентрация ря-

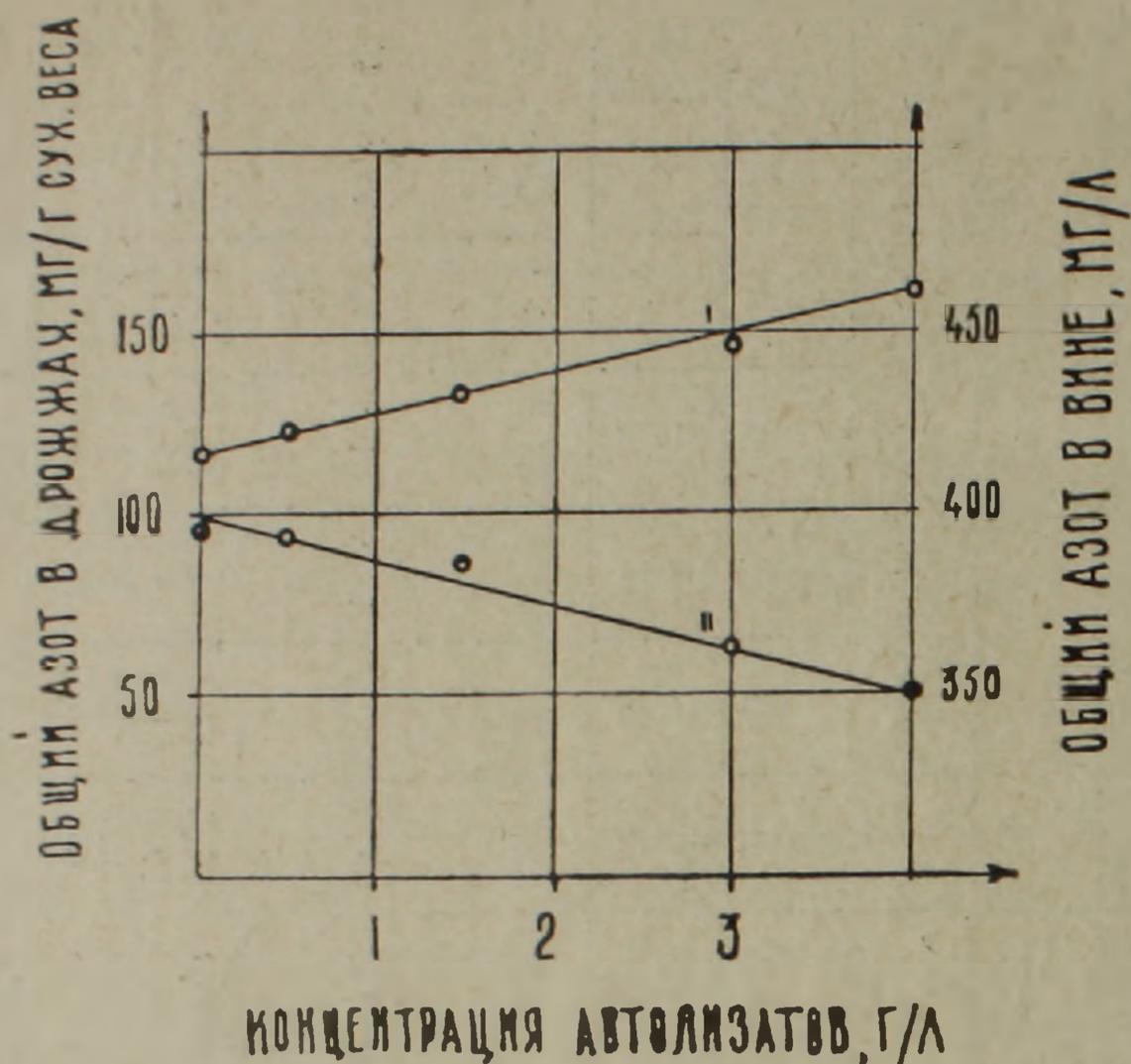


Рис. 1. Зависимость содержания азотистых веществ от количества внесенных автолизатов.

Таблица 3

Изменение букетистых веществ при шампанизации и введении разрушенных дрожжевых клеток

Компоненты, мг/л	Купаж	Шампанское	Шампанское с добавкой автолизатов			
			0,4	2,4	3,2	4,0
Этиллактат	58,0	13,8	27,4	28,3	32,7	63,1
Этилкапронат	0,24	0,37	0,39	0,41	0,44	0,58
Гептиловый спирт	3,7	4,7	4,4	4,8	20,2	55,0
Этилэнантат	1,0	1,5	1,9	6,7	11,0	16,1
Этилкаприлат	0,3	0,7	0,9	—	1,2	2,5
Изоамилкапронат	2,6	0,5	1,2	2,4	3,6	7,2
Диэтилсукцинат	1,0	14,3	18,9	19,6	21,1	43,5
Этилпеларгонат	0,3	0,5	1,0	1,1	1,4	1,5
Этилкапринат	10,3	11,2	16,7	29,2	16,8	38,7
Изоамилкаприлат	1,4	1,2	0,7	1,0	1,4	1,8
Фенилэтилацетат	0,03	0,2	0	0	0	0,09
Фенилэтиловый спирт	9,3	10,8	11,8	23,3	4,8	11,5
Этиллаурат	0,02	0,1	0,2	0,2	0,2	0,7
Изобутилкапринат	0,09	0,3	0,13	0,16	0,17	0,5
Изоамилкапринат	0,4	1,5	1,9	3,4	3,6	3,7
Диэтилмалат	0,5	1,6	1,9	3,0	3,9	4,2
Этилмиристат	2,6	4,8	1,7	3,5	2,7	4,9
Изоамиллаурат	30,4	34,1	16,4	35,8	14,7	43,4
Пропионовая кислота	3,4	4,7	1,6	3,3	1,3	1,6
Изовалериановая кислота	7,3	8,1	9,7	3,8	4,5	9,4
Капроновая кислота	0,5	1,3	2,4	5,0	1,6	8,0
Каприловая кислота	0,2	0,8	0	0	0,2	0,8
Пеларгоновая кислота	1,2	10,0	13,8	15,4	17,9	23,9
Каприновая кислота	0,8	0,3	0,1	0,3	0,2	0,7
Этилпальмитат	35,6	64,2	71,8	118,0	174,4	400,0
Кислый этиловый эфир янтарной кислоты	3,6	6,9	8,3	15,1	18,7	22,7

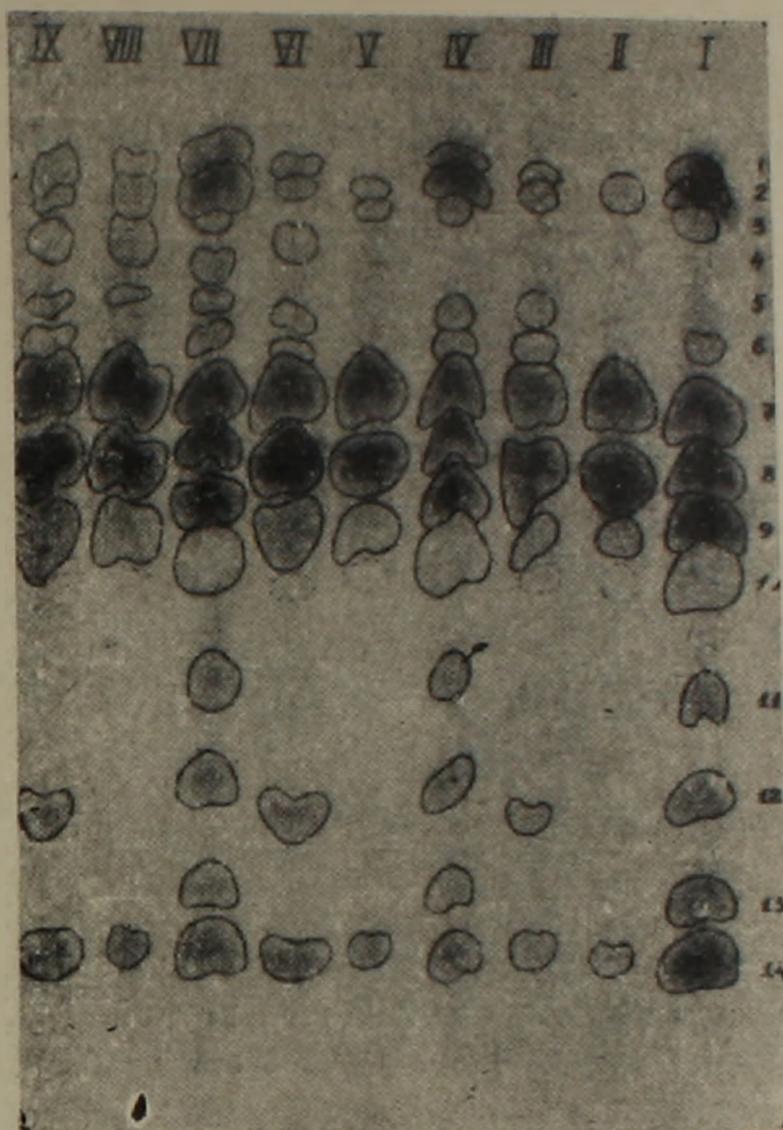


Рис. 2. Хроматограмма аминокислот вина при выдержке тиражированного шампанского на дрожжах. I—до выдержки, аминокислоты свободные, II—до выдержки, аминокислоты разрушенных пептидов, III—до выдержки, аминокислоты разрушенных белков, IV—контроль через 3 месяца выдержки, аминокислоты свободные, V—контроль через 3 месяца выдержки, аминокислоты разрушенных пептидов, VI—контроль через 3 месяца выдержки, аминокислоты разрушенных белков, VII—опытный образец через 3 месяца выдержки, аминокислоты свободные, VIII—опытный образец через 3 месяца выдержки, аминокислоты разрушенных пептидов, IX—опытный образец через 3 месяца выдержки, аминокислоты разрушенных белков. 1—цистеин, 2—лизин, 3—аргинин, 4—неидентифицированная, 5—гистидин, 6—серин, 7—аспарагиновая кислота, 8—треонин, глутаминовая кислота, 9—аланин, 10—пролин, 11—тирозин, 12—метионин, валин, 13—фенилаланин, 14—лейцин.

да компонентов увеличивалась в несколько десятков раз. Из этого факта можно заключить, что при наличии разрушенных клеток содержащиеся в дрожжах эстеразы катализируют в шампанском синтез отмеченных эфиров. Накопление высококипящих сложных эфиров способствует формированию тонов выдержанного шампанского. По данным Родопуло [9], повышенные концентрации сложных эфиров жирных кислот и высших спиртов характерны для высококачественных марок шампанского. После шампанзации и выдержки увеличилась концентрация β -ионона и появился фарнезол. Присутствие клеток с нарушенной структурой обусловило повышение содержания и новообразование ряда терпеновых соединений: линалоола и линалиацетата (рис. 3).

При дегустации шампанского после 10 месяцев выдержки лучшим было признано шампанское, выдержанное с добавкой 2,4 г автолизата.

Его приятный вкус и букет, по-видимому, формируются определенным сочетанием и оптимальной концентрацией букетистых веществ, а также повышенным по сравнению с остальными образцами содержанием фенилэтилового спирта. В связи с тем, что шампанское, в которое добавля-

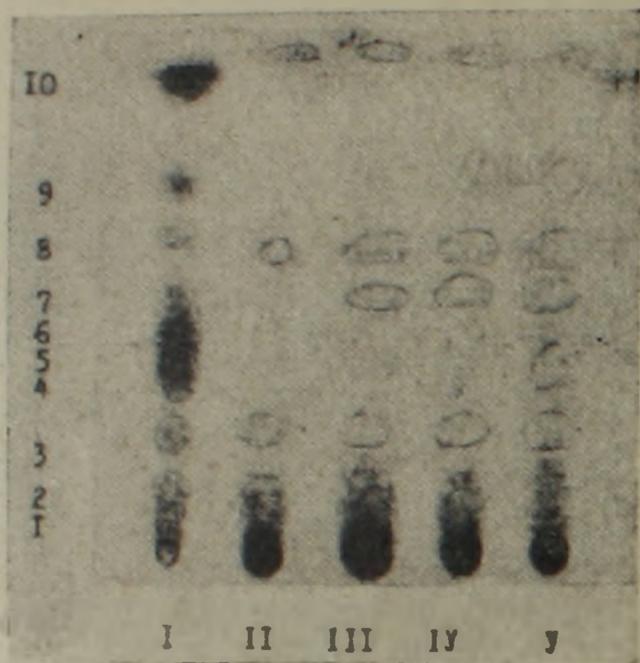


Рис. 3. Хроматограмма изменения терпеновых соединений при шампанизации и дозировке клеток с нарушенной структурой. I—смесь метчиков, II—контроль, III—опыт I, IV—опыт III, V—опыт IV. 1—геранилацетат, 2—терпенилацетат, 3— β -фенилэтанол, 4—линалилацетат, 5—гераниол, 6—терпениол, 7—фарнезол, 8— β -ионон, 9—линалоол, 10— α -ионон.

лось 3,2 и 4,0 г дрожжевых клеток, отличалось сырными тонами и меньшей тонкостью, можно заключить, что слишком высокие концентрации сложных эфиров, вероятно, не приводят к улучшению органолептических качеств. Таким образом, полученные данные подтверждают концепцию о формировании высококачественного букета оптимальным и гармоничным соотношением высших спиртов, жирных кислот, сложных эфиров, терпенов и других компонентов.

Результаты исследований показали, что при послетиражной выдержке вина на дрожжах протекают сложные биохимические превращения с участием различных компонентов дрожжей и вина: гликогена, маннана, трегалозы, эргостерина, фосфорных соединений, азотистых веществ, букетистых веществ: сложных эфиров, жирных кислот, высших спиртов и терпенов. Более интенсивная направленность автолитических процессов в ряде случаев обнаружена при выдержке тиражированного шампанского на дрожжах с раздробленной структурой клетки. Внесение определенных доз дрожжей с разрушенной структурой ускоряет биохимические процессы и улучшает качественные показатели шампанского.

Յ. Ի. ՇԱԿԱՐՈՎԱ, Ս. Պ. ԱՎԱԿՅԱՆՑ

ՏԻՐԱԺԱՅԻՆ ՇԱՄՊԱՅՆԻ ՊԱՀՊԱՆՈՒՄԸ ՔԱՅՔԱՅՎԱԾ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅՈՎ
ՇԱՔԱՐՍՆԿԵՐԻ ՎՐԱ ԵՎ ՆՐԱ ԲԻՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել է բիոքիմիական պրոցեսների ընթացքը երբ տիրաժի ենթարկված շամպայն գինիները պահպանվում են քայքայված ստրուկտուրայով շաքարասնկերի մասնիկներով: Պարզվել է, որ այդ պրոցեսների ընթացքում շաքարասնկերի բջիջներում պակասում են գլիկոգենի, մանանի, տարբեր ֆոսֆորային և ազոտային նյութերի քանակը, իսկ երգոստերինի քանակը ավելանում է:

Գինու մեջ ավելանում է ֆոսֆորային կայուն ֆոսֆորի ֆրակցիան, ազոտային և բուրմունք առաջացնող միացությունները, որոնց թվում՝ եթերները, բարձր սպիրտները, յուղային թթուները և տերպենները: Տարբեր քանակությամբ շաքարասնկերի քայքայված մասնիկների ավելացումը գինու մեջ արագացնում է բիոքիմիական պրոցեսների ընթացքը և բարձրացնում շամպայն գինիների որակական ցուցանիշները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авакянц С. П. Новые методы биохимических исследований вина. М., 1968.
2. Белозерский В. И., Проскуряков И. И. Практическое руководство по биохимии растений. М., 1951.
3. Гальцова Р. Д., Ляпунова Т. С. Микробиология, 37, 4, 672, 1968.
4. Зайцева Г. И., Белозерский А. И. и Новожилова Л. П. Биохимия, 24, 6, 1059, 1959.
5. Курбатова С. И., Вечер А. С. Прикладная биохимия и микробиология. 2, 4, 378, 1966.
6. Любимов В. И., Львов Н. П. Прикладная биохимия и микробиология. 4, 5, 592, 1968.
7. Ляпунова Т. С., Гальцова Р. Д. Микробиология. 38, 2, 216, 1969.
8. Опарин А. И., Курсанов А. Л., Саенко Н. Ф., Безингер Э. Н. Биохимия виноделия. Сб. 1, 134, 1947.
9. Родопуло А. К. Биохимия виноделия. М., 1971.
10. Сисакян Н. М., Егоров И. А., Родопуло А. К., Агапов В. В., Сарисвили Н. Г. Вив СССР, 7, 15, 1961.
11. Сисакян Н. М., Родопуло А. К., Егоров И. А., Сарисвили Н. Г. Биохимия виноделия. Сб. 7, 131, 1963.
12. Görts C. P. M. I. Microbiol. and Serol. 33, 4, 451, 1967.
13. Luchetti G., Fasulo M. P. Riv. viticolt. enol., 20, 7, 308, 1967.
14. Trevelyan W. and Harrison S. S. Biochem. J. 50, 298, 1952.
15. Wele-Malherbe H., Green R. Biochem. J. 49, 286, 1952.