

металлическій ящикъ впасть въ другой такимъ образомъ, что этотъ послѣдній служить ему водяной ванной, нужной для поддержания постоянной температуры во время опыта. Равномерная температура въ ваннѣ и ея постоянство обеспечивается непрерывнымъ перемѣшиваніемъ воды помощью продуванія воздуха и подогреваніемъ водяной ванны маленькой горѣлкой, связанной съ терморегуляторомъ. Водяная ванна снабжена изоляціонной обшивкой, плотной крышкой, спускнымъ отверстіемъ и приводнымъ краномъ для воды. Въ ванну помѣщаются укрѣпляемые въ крышкѣ необходимые термометры и газовый терморегуляторъ. Кромѣ того, для возможности расположить minimum-термометръ въ горизонтальномъ положеніи, въ крышкѣ аппарата дѣлается прорѣзь *ab*. Воздухъ, вдуваемый въ водяную ванну, вводится въ нее по трубкамъ *wv*.

По своей длинѣ бродильный аппаратъ, имѣющій форму четырехугольнаго ящика раздѣляется на 6 отдѣленій поперечными перегородками, недоходящими до верхней крышки. Каждое изъ отдѣленій представляетъ собой самостоятельный бродильный сосудъ аппарата. Какъ и при первоначальной формѣ, такъ и здѣсь эти бродильные сосуды сообщаются между собой, но не стеклянными и каучуковыми трубками, а исключительно металлическими известной высоты вертикальными прямыми перегородками съ прорѣзами и такими же переливными стѣнками, расположенными определеннымъ образомъ. При этихъ условіяхъ движеніе жидкости и переходъ ея изъ сосуда въ сосудъ совершается точно такимъ же образомъ, какъ и въ ранѣе разсмотрѣнномъ непрерывно дѣйствующемъ аппаратѣ типа—А со стеклянными бродильными сосудами.

Для притока суслу къ аппарату служитъ короткая металлическая трубочка *p*, входящая недалеко отъ дна аппарата. Къ этой трубочкѣ короткимъ толстостѣннымъ каучукомъ присоединяется стеклянная трубочка, равная по длинѣ высотѣ аппарата.

Верхній край соединительнаго каучука долженъ быть расположенъ ниже верха переливныхъ стѣнокъ.

Это нужно для возможности наблюденія по высотѣ уровня жидкости въ трубочкѣ, насколько наполненъ жидкостью аппаратъ. Надъ первымъ отдѣленіемъ аппарата, куда открывается приводная трубочка для сбрасываемаго суслу, подающагося изъ передаточной воронки, въ верхнемъ днѣ бродильнаго аппарата имѣется еще одна узкая трубочка *δ* въ 6 мм. діаметра и 15 мм. длины для прививки дрожжей. На эту трубочку надѣвается короткій закрывающійся стеклянной оплавленной палочкой каучукъ. Для отвода

сброженной жидкости изъ аппарата и для удаленія изъ него образующейся углекислоты служатъ двѣ металлическихъ трубки, расположенныхъ одна надъ другой въ стѣнкѣ бродильнаго аппарата, противоположащей той, въ которой имѣется приводная трубка для сбрасываемой жидкости, поступающей изъ питающаго сосуда.

Отводная трубка *gg* для жидкости, прошедшей черезъ аппаратъ, помѣщается нѣсколько выше уровня верхняго края переливныхъ стѣночекъ аппарата. Передъ ея отверстіемъ внутри аппарата помѣщается припаянный къ стѣнкѣ щитокъ *uu'*, опускающійся своимъ нижнимъ краемъ до половины высоты переливныхъ стѣночекъ и приблизительно на такую же длину возвышающійся надъ отверстіемъ въ стѣнкѣ аппарата, открывающимся въ отводную трубку. Назначеніе этого щитка состоитъ въ томъ, чтобы дать возможность уводить изъ послѣдняго бродильнаго отдѣленія сброженную жидкость съ того же уровня, съ какого она отбирается во всѣхъ остальныхъ отдѣленіяхъ бродильнаго аппарата. Отводная трубка представляетъ собой короткое колѣно, открывающееся въ вертикальную длинную трубку такого же діаметра. Часть этой трубки, направленная внизъ, служитъ для отвода сброженной жидкости.

На нижній конецъ ея надѣвается каучуковый рукавъ, соединяющій бродильный аппаратъ съ пріемникомъ сброженнаго сусла. Верхняя часть вертикальной трубки, расположенная надъ отводнымъ отверстіемъ въ стѣнкѣ аппарата, присоединяется къ газоотводной трубкѣ *t*, предназначенной для удаленія изъ аппарата образующейся въ немъ во время броженія углекислоты. Эта газоотводная трубка, нѣсколько большаго діаметра, располагается въ той же стѣнкѣ аппарата, въ которую вдѣлана и трубка, отводящая сброженное сусло, но укрѣплена она значительно выше, у самаго края верхняго дна аппарата. Къ газоотводной трубкѣ толстостѣннымъ каучукомъ присоединяется стеклянное колѣно съ двумя боковыми трубками. Одна изъ нихъ соединяется съ газоотводной трубкой передаточной контрольной воронки, другая съ газоотводной трубкой пріемника сброженнаго сусла. Свободный же конецъ стеклянной колѣнчатой трубки связывается каучукомъ съ послѣдовательно соединенными другъ съ другомъ склянками Дреклея. Въ послѣднія передъ опытомъ наливается вода, черезъ которую пропускается образующаяся углекислота для освобожденія ея отъ увлекаемаго ею алкоголя. Такимъ образомъ, стеклянная колѣнчатая трубка съ патрубками служитъ для собиранія и отвода черезъ нее всей углекислоты, выдѣляющейся въ разныхъ частяхъ аппарата. Это стеклянное колѣно съ отводами, когда опытъ конченъ, замѣняется каучукомъ съ зажимомъ, и тогда газоотводная трубка слу-

жить уже сливнымъ отверстіемъ всего содержамаго аппарата и его промоекъ. Для этого бродильный аппаратъ, какъ ранѣе было уже указано, разъединяется съ приводной контрольной воронкой приѣмникомъ сброженнаго сусли и со склянками Дрексля. Затѣмъ спускается вода изъ ванны аппарата, а самъ онъ переворачивается дномъ кверху, послѣ чего черезъ газоотводную широкую трубку и черезъ надѣтый на нее каучукъ сливается въ сборную предварительно взвѣшенную бутылъ содержимое аппарата. Далѣе спусковой каучукъ плотно закрывается зажимомъ. Черезъ приводное отверстіе аппаратъ набирается водой для промыванія, послѣ чего всѣ отверстія его закрываютъ и онъ энергично и многократно встряхивается, при чемъ стѣнки его обмываются впушенной водой. Послѣ этого промывная вода спускается также въ сборную бутылъ.

Послѣ 4—6 такихъ промываній все содержимое бродильнаго аппарата количественно переведено въ приѣмную бутылъ.

Полнота промыванія провѣряется испытаніемъ послѣднихъ промоекъ реакціей съ α -нафтоломъ и съ крѣпкой сѣрной кислотой. Всѣ остальные операціи разборки и анализы въ этомъ случаѣ ничѣмъ не отличаются отъ ранѣе указанныхъ.

При разсматриваемой конструкціи подготовка и сборка аппарата для опыта чрезвычайно упрощается.

Тщательно промытый послѣ предыдущаго опыта бродильный аппаратъ помѣщается на подставку дномъ кверху. На колѣнчатую стеклянную трубку съ патрубками, помѣщенную на свое мѣсто, и на другія трубки аппарата надѣваются всѣ соединительные каучуки, а стеклянная трубка приводнаго отверстія соединяется съ паропроводомъ. Отверстіе для прививки дрожжей открывается и начинается пропарка аппарата, всѣхъ его трубокъ и надѣтыхъ на нихъ каучуковъ, которые промываются и стерилизуются проходящимъ черезъ нихъ паромъ. Конденсаціонная же вода, при наклонно поставленномъ пропариваемомъ аппаратѣ, выходитъ изъ него, стекая по одной изъ пропариваемыхъ трубокъ, находящихся или въ обращенной книзу верхней стѣнкѣ бродильнаго аппарата, или въ верхней части его сбоку. По прошествіи двухъ часовъ всѣ отверстія каучуковыхъ трубокъ закрываются обжигаемыми пламенемъ газовой горѣлки стеклянными палочками. Послѣ этого аппаратъ быстро разъединяется съ паропроводомъ и въ каучукъ, надѣтый на стеклянную приводную трубочку аппарата, вставляется стерильный ватный біологическій фильтръ. Черезъ этотъ фильтръ по мѣрѣ охлажденія аппарата въ послѣдній входитъ воздухъ. Этимъ пропариваніемъ и послѣдующимъ охлажде-

ніемъ исчерпывается вся подготовка самого аппарата къ броженію.

Съ металлическимъ бродильнымъ непрерывно дѣйствующимъ аппаратомъ описанной конструкціи, несмотря на сложность его внутренняго устройства, возможно работать такъ же просто, чисто и удобно, какъ и съ обыкновенной карлсбергской колбой. Возможность инфекціи извнѣ совершенно устраняется, благодаря чему за долгое время пользованія этимъ аппаратомъ не было ни одного случая зараженія бродящаго сусла.

Вообще же чистота броженія при каждомъ опытѣ провѣрялась микроскопическимъ изслѣдованіемъ и перевивкой сброженнаго сусла, а также сусла, взятаго изъ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата. Хотя должно замѣтить, что при непрерывномъ сбраживаніи инфекція, разъ только она попадаетъ въ аппаратъ, очень быстро даетъ себя чувствовать. Среди отдѣльныхъ стадій броженія, отвѣчающихъ различнымъ бродильнымъ сосудамъ аппарата, всегда возможны такія, въ которыхъ при сравнительно слабой работѣ дрожжей, инфекціонные организмы найдутъ благопріятныя условія для своего развитія. А этого вполне достаточно, чтобы въ короткій промежутокъ времени почти совершенно остановить нормальное теченіе процесса броженія въ аппаратѣ или же такъ измѣнить качество готоваго продукта и его внѣшній видъ, что благодаря этому въ большинствѣ случаевъ зараженіе станетъ замѣтно безъ всякихъ спеціальныхъ испытаній. О томъ же совершенно ясно можетъ говорить составъ получающагося сброженнаго сусла, которое при появленіи инфекціи сейчасъ же увеличиваетъ свою кислотность и измѣняется въ смыслѣ количественныхъ соотношеній экстракта и алкоголя, находящихся въ немъ.

ГЛАВА V.

Течение процесса брожения въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ.

Первые опыты сбраживанія на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ имѣли цѣлью выяснитъ общую картину явленія и ея измѣненія съ теченіемъ времени. Неизбѣжность такихъ измѣненій обуславливается нѣсколькими причинами. Одна изъ нихъ лежитъ въ томъ, что количество прививаемыхъ въ аппаратъ дрожжей значительно менѣе того, какое имѣется въ немъ ко времени установившейся работы. Такимъ образомъ, первоначально идетъ размноженіе дрожжей, впоследствии въ значительной мѣрѣ прекращающееся. Въ связи съ этимъ стоитъ постепенное измѣненіе состава и вида бродящей жидкости въ отдѣльныхъ сосудахъ аппарата, а также состава сброженного сусла, поступающаго въ пріемникъ. Относительно измѣненій состава сброженного сусла за время работы аппарата можно судить по даннымъ опытовъ, результаты которыхъ приводятся ниже. При этомъ количества сброженного сусла и скорость тока его черезъ аппаратъ выражаются въ связи съ величиной рабочей емкости бродильнаго сосуда, принимаемой въ данномъ случаѣ за единицу. Такъ что количество сброженного сусла при этомъ выражается числомъ, получающимся отъ раздѣленія объема жидкости, поступившей въ пріемникъ, на величину рабочей емкости отдѣльнаго бродильнаго сосуда аппарата. При тѣхъ же условіяхъ средняя скорость притока сусла, отвѣчающая отбору данной пробы сброженного сусла, опредѣляется слѣдующимъ образомъ: величина объема взятой пробы дѣлится на число часовъ ея отбора и умножается на 24, т. е. на число часовъ за сутки; далѣе результатъ дѣлится на величину рабочей емкости отдѣльнаго бродильнаго сосуда аппарата. Полученная такимъ образомъ величина выражаетъ среднюю скорость притока сусла за время отбора данной пробы и представляетъ собой число, указывающее на то, сколько разъ при данной силѣ притока сусла можетъ за сутки въ каждомъ отдѣльномъ бродильномъ сосудѣ аппарата смѣниться наполняющая его жидкость. Если, напр., за 10 часовъ въ пріемникъ набралось 475 куб. сент. сброженного сусла, то при рабочей емкости бродильнаго сосуда аппарата въ 400 куб.

Т А Б Л И Ц А X I.

№ опыта.	Исходное сусло.		Температура ° С.	Паса дрожжей.	Число бродильн. сосудовъ въ аппа- ратъ.	Продолжительность періода	
	Концен- трація ° Ball.	Содержаніе азота въ граммахъ на 100 куб. сент. жид- кости.				броженія до непре- рывнаго притока сусла.	наполненія бродильна- го аппара- та.
1	11.57	0.0628	20 ° С	№ 306 Löwen- bräu н. бр.	3	72 час.	36 час.
2	12.12	0.0631	20 ° С	№ 306 Löwen- bräu н. бр.	4	18 час.	55 час.

Исследуемая жидкость взята изъ		Суточный обмѣнъ жидкости въ бродил. сосудахъ аппарата.	Общее ко- личество сброж. суела, выраженное въ рабоч. емкости брод. сосуда.	Анализъ сброженнаго суела.		
пробы сбро- женнаго суела №.	брод. сосуда аппарата по оконча- ніи опыта.			Экстракта въ ° Ball.	Алкоголя въ вѣсов. %.	Дѣйствит. степень сбраживанія.
1	—	2.6	0.6	8.07	1.94	30.25 %
2	—	3.2	1.6	7.61	2.06	34.22 „
3	—	2.4	3.6	6.29	2.89	45.63 „
4	—	2.7	4.6	6.27	2.94	45.80 „
5	—	3.1	7.6	5.47	3.29	52.72 „
6	—	3.8	8.4	5.77	3.12	50.13 „
7	—	2.6	9.1	5.66	3.24	51.17 „
8	—	2.7	10.5			
	I	—	—	7.56	2.00	34.66 „
	II	—	—	6.44	2.83	44.34 „
	III	—	—	5.52	3.18	52.29 „
1	—	2.4	1.5	10.74	0.79	11.39 „
2	—	3.8	2.6	10.33	1.00	14.70 „
3	—	2.5	4.4	8.22	2.22	32.18 „
4	—	3.2	5.2	7.12	2.78	41.25 „
5	—	2.7	7.2	5.37	3.59	55.70 „
6	—	2.4	8.8	5.32	3.65	56.10 „
7	—	2.8	11.3	5.27	3.59	56.52 „
8	—	2.7	11.9	5.30	3.88	56.27 „
	I	—	—	8.41	2.06	30.61 „
	II	—	—	7.19	2.72	40.68 „
	III	—	—	5.95	3.29	50.74 „
	IV	—	—	5.22	3.88	56.93 „

сент. средняя скорость притока сусла за время отбора указанной пробы выразится такъ:

$$(475 \times 24) : (10 \times 400) = 2.8.$$

Это значитъ, что скорость притока сусла была такова, что при ней за сутки въ каждомъ отдѣльномъ сосудѣ аппарата наполняющая его жидкость должна была бы смѣняться 2,8 раза.

Опыты, результаты которыхъ представлены въ таблицѣ XI, были проведены съ культурой пивныхъ дрожжей низового броженія, полученной изъ мюнхенской пивоваренной испытательной станціи (Wissenschaftliche Station für Brauerei in München) подъ № 306 и съ названіемъ „Löwenbräu“. Сбраживаемымъ субстратомъ служило незахмеленное пивоваренное сусло. Дрожжи прививались вливаніемъ въ первый бродильный сосудъ аппарата въ количествѣ 25 куб. сент. разводки чистой культуры указанной расы, освѣженной предварительной перевивкой ушкомъ платиновой проволоки и двухсуточнымъ броженіемъ во фрейденрейховской колбочкѣ при 25°C. Поступающее въ приѣмникъ сброженное сусло по окончаніи отбора пробы тотчасъ же анализировалось.

Данныя таблицы XI говорятъ за то, что степень сбраживанія сусла, прошедшаго черезъ непрерывно дѣйствующій бродильный аппаратъ, первоначально оказывается болѣе низкой сравнительно съ той, какая получается при тѣхъ же условіяхъ спустя нѣкоторое время при установившейся работѣ аппарата. При этомъ указанная разница тѣмъ больше, чѣмъ короче періодъ броженія, предшествующій наступленію непрерывнаго притока сусла. Но этотъ періодъ связанъ съ размноженіемъ и накопленіемъ привитыхъ дрожжей, а потому продолжительностью его, лежащей, конечно, въ извѣстныхъ предѣлахъ, опредѣляется большее или меньшее количество дрожжей, при наличности которыхъ начинается работа непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата. Такимъ образомъ, сравнительно низкая степень сбраживанія первой пробы опыта № 2, повидимому, опредѣляется относительно малымъ количествомъ дрожжей, находившихся въ аппаратѣ ко времени отбора этой пробы, что является логическимъ слѣдствіемъ краткости періода накопленія дрожжей.

Наблюдая съ теченіемъ времени работу непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата, можно замѣтить, что накопленіе въ немъ дрожжей идетъ не только во время его заполнения жидкостью, но и послѣ этого, что обнаруживается постепеннымъ увеличеніемъ слоя дрожжей, осѣвшихъ въ каждомъ отдѣльномъ бродильномъ сосудѣ аппарата. По прошествіи нѣкотораго проме-

жутка времени явление это прекращается, а вмѣстѣ съ тѣмъ устанавливается нѣкоторая постоянная степень сбраживанія поступающаго въ пріемникъ прошедшаго черезъ аппаратъ сброженнаго сусла, которая до этого времени мало по малу поднималась. Это дало основаніе предположить, что количество образующихся дрожжей и достижимая на данномъ бродильномъ аппаратѣ степень сбраживанія есть нѣкоторая постоянная для данныхъ условій броженія и что эта степень сбраживанія не зависитъ отъ количества дрожжей, имѣющихся въ аппаратѣ ко времени начала работы его, т. е. къ моменту наступленія непрерывнаго притока сбраживаемаго сусла къ аппарату.

Для провѣрки правильности такого предположенія былъ поставленъ спеціальныи опытъ, состоявшій въ томъ, что на двухъ совершенно одинаковыхъ бродильныхъ непрерывно дѣйствующихъ аппаратахъ съ тремя бродильными сосудами въ каждомъ изъ нихъ было проведено въ совершенно тождественныхъ условіяхъ сбраживаніе одного и того же пивовареннаго сусла, одновременно съ одинаковой скоростью подводимаго къ аппаратамъ изъ общаго питающаго сосуда. Единственная разница въ условіяхъ сбраживанія касалась только продолжительности періода накопленія привитыхъ въ аппаратѣ дрожжей, т. е. періода броженія, предшествующаго началу непрерывнаго притока сусла, съ чѣмъ было связано полученіе неодинаковыхъ количествъ дрожжей, образующихся въ аппаратахъ къ началу работы ихъ. Условія опыта такіа: пивоваренное сусло 13,26° Ball.; температура броженія 16—17°C; суточный обмѣнъ сусла въ бродильныхъ сосудахъ—2,4; дрожжи низовыя расы—№ 306—Löwenbräu; прививка дрожжей производилась вливаніемъ въ первый сосудъ аппарата 25 куб. сент. суточной культуры дрожжей, предварительно перевитыхъ ушкомъ платиновой проволоки въ пивное сусло во фрейденрейховскую колбочку; колбочка эта послѣ прививки въ нее дрожжей оставлялась на 24 часа въ термостатѣ при 25°C. При этихъ условіяхъ, одинаковыхъ для обоихъ аппаратовъ, непрерывный притокъ сусла былъ установленъ въ первый изъ нихъ черезъ 3 дня, во второй черезъ 6 дней послѣ прививки дрожжей въ первые бродильные сосуды каждаго изъ аппаратовъ. Результаты опыта показали, что степень сбраживанія первыхъ пробъ сусла, поступившихъ въ пріемникъ, на обоихъ аппаратахъ была ниже той, какая установилась впоследствии. Высшая степень сбраживанія, полученная какъ на первомъ, такъ и на второмъ бродильномъ аппаратѣ, была одинакова и лежала около 37,3%, считая на дѣйствительную степень сбраживанія. Судя по толщинѣ осадковъ, имѣвшихъ мѣсто къ

концу опытовъ въ соответствующихъ бродильныхъ сосудахъ аппаратовъ, и въ отношеніи количества образующихся дрожжей не было разницы результатовъ. Она касалась только продолжительности того періода работы аппарата, который отдѣляетъ моментъ начала ея отъ времени достиженія высшей степени сбраживанія суслу, поступающаго въ приѣмникъ. При этомъ выяснилось, что указанный періодъ тѣмъ короче, чѣмъ длительнѣе, конечно, въ извѣстныхъ предѣлахъ время предварительнаго размноженія дрожжей. Въ первомъ аппаратѣ, именно въ томъ, гдѣ привитыя дрожжи размножались въ начальномъ бродильномъ сосудѣ аппарата 3 дня до наступленія момента непрерывнаго притока, для достиженія высшей степени сбраживанія потребовалось сбродить 9.1 объема суслу, тогда какъ на второмъ аппаратѣ съ шестидневнымъ размноженіемъ дрожжей оказалось достаточнымъ сбраживаніе только 2.6 объемовъ, считая за единицу объема рабочую емкость одного бродильнаго сосуда аппарата. Такимъ образомъ, этотъ опытъ показалъ, что количество дрожжей, образующихся въ непрерывно-дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ, и достижимая на немъ степень сбраживанія, постоянная для опредѣленныхъ условій броженія, не зависитъ отъ количества дрожжей, заданныхъ въ первый бродильный сосудъ передъ наступленіемъ непрерывнаго сбраживанія.

Возвращаясь къ результатамъ опытовъ № 1 и № 2 и разсматривая по таблицѣ XI анализы содержимаго отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата, можно видѣть, что продуктивность каждаго послѣдующаго изъ нихъ ниже, чѣмъ соответствующаго предыдущаго и она тѣмъ меньше, чѣмъ дальше отстоитъ данный бродильный сосудъ отъ начальнаго. Такимъ образомъ, самая большая часть работы сбраживанія падаетъ на долю перваго бродильнаго сосуда. Судя по величинамъ получающагося здѣсь осадка, тутъ же сосредоточивается и главная масса образующихся дрожжей.

Поскольку такое распредѣленіе дрожжей и послѣдовательность измѣненій величины степени сбраживанія въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата, какія даютъ опыты № 1 и № 2, представляются явленіемъ общимъ, судить по двумъ отдѣльнымъ случаямъ сбраживанія, конечно, трудно.

Для полученія болѣе опредѣленныхъ указаній въ этомъ отношеніи нуженъ рядъ опытовъ, при которыхъ въ извѣстной послѣдовательности измѣнялись бы условія броженія, опредѣляющія его теченіе какъ вообще, такъ и въ частности примѣнительно къ

той специальной обстановкѣ, которую создаетъ пользование непрерывно дѣйствующимъ аппаратомъ.

Въ этомъ отношеніи главнѣйшими факторами являются температура, концентрація сбраживаемаго сусла и продолжительность соприкосновенія сбраживаемой жидкости съ массой работающихъ дрожжей. Но при сбраживаніи на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ эта продолжительность соприкосновенія опредѣляется скоростью теченія жидкости черезъ аппаратъ и измѣняется величиной суточного обмѣна сбраживаемаго сусла въ каждомъ бродильномъ сосудѣ.

Такимъ образомъ, температура, концентрація сбраживаемаго сусла и скорость тока его оказываются тѣми основными моментами, которыми при работѣ на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ опредѣляется теченіе броженія, а также степень сбраживанія и составъ готоваго продукта.

Для выясненія вліянія каждаго изъ перечисленныхъ факторовъ были поставлены соотвѣтствующие опыты, которые такъ же, какъ и всѣ послѣдующіе, были проведены на чистыхъ культурахъ дрожжей съ расой—ХІІ верхняго броженія и съ расой—D нижняго броженія. Обѣ эти расы дрожжей изъ коллекціи Берлинскаго Бродильнаго Института (Institut für Gärungsgeverbe, Berlin-N., See Str.—65). Выборъ остановился на этихъ расахъ дрожжей потому, что онѣ хорошо изучены и, кромѣ того, широко распространены въ заводской практикѣ.

Бродильный аппаратъ, на которомъ велись опыты, состоялъ, согласно описанію, данному ранѣе (см. стр. 79 чертежъ № 12), изъ стеклянныхъ сосудовъ съ рабочей емкостью по 400 куб. сент. каждый. Благодаря прозрачности стѣнокъ такихъ бродильныхъ сосудовъ можно было наблюдать въ каждомъ изъ нихъ толщину осадковъ, получающихся отъ осѣдающихъ дрожжей. Въ данныхъ опытахъ количественныхъ опредѣленій дрожжей не производилось, но все же было желательно, хотя бы по внѣшнимъ признакамъ, составить себѣ нѣкоторое представленіе и въ этомъ направленіи, главнымъ образомъ, въ связи съ измѣненіями условій сбраживанія. Последнее, какъ можно было видѣть, влечетъ за собой колебанія не только въ количествѣ дрожжей, но также и въ распредѣленіи ихъ по отдѣльнымъ сосудамъ бродильнаго аппарата. Числовыя данныя указанныхъ опытовъ помѣщены въ таблицѣ ХІІ.

Въ этой таблицѣ приведены всѣ данныя, характеризующія условія каждаго опыта и его результаты. Последніе касаются состава бродящаго сусла, взятаго изъ отдѣльныхъ бродильныхъ

Т А Б Л И Ц А Х И I.

№ опыта.	Исходное сбраживаемое сусло.		Температура брожения въ ° С.	Раса дрожжей.	Число бродильн. сосудовъ въ апаратъ.	Продолжительность періода		Исслѣдуемая жидкость взята изъ	
	Концентрація въ ° Ball.	Содержаніе азота въ грамм. на 100 куб. сент.				броженія до непрерывнаго притока сусла.	наполненія брод. аппарата.	пробы сброженнаго сусла №.	брод. сосуда аппарата послѣ окончанія опыт.
1	9.90	0.08354	18° С.	XII в. бр.	5	90 час.	30 час.	1 2 3 4 5 6	I II III IV V
2	10.78	0.06880	27° С.	XII в. бр.	5	25 час.	30 час.	1 2 3 4	I II III IV V
3	19.20 (пивоваренное сусло съ прибавкой сахарозы).	0.05335	28—29° С.	XII в. бр.	5	28 час.	33 час.	1 2 3 4	I II III IV V

Суточный обмен жидкости в брод. сосуд. аппарата.	Общее количеств. сброженного суела выр. в раб. емк. брод. сосуда.	АНАЛИЗЪ СБРОЖЕННОГО СУСЛА.				Количество прититыхъ дрожжей в I брод. сосуде аппарата.
		Экстракта в ° Ball.	Алкоголя в вѣс. %.	Дѣйстви- тельная степень сбраживающа.	Азота в % его содер- жанія в исходномъ сусль.	
4.1	0.7	8.58	0.68	13.33%		1 капля двухсу- точной культуры.
4.0	2.4	8.05	0.95	18.69 "		
4.0	4.1	7.54	1.25	23.84 "		
4.1	5.0	7.19	1.44	27.37 "		
4.1	7.5	—	—	— "		
4.0	8.5	6.73	1.69	32.02 "		
		8.19	0.95	17.27%	85.71%	
		7.73	1.12	21.91 "		
		7.36	1.25	25.66 "	78.87 "	
		7.07	1.50	28.59 "		
		6.76	1.69	31.71 "	74.79 "	
4.1	1.3	4.32	3.00	59.92%	57.14%	1 капля двухсу- точной культуры.
4.5	2.8	4.55	3.18	57.79 "		
4.1	5.4	4.80	3.24	55.39 "		
4.1	6.6	4.95	3.12	54.08 "	61.22 "	
		6.51	2.11	39.61%	81.63%	
		6.19	2.44	42.58 "	69.39 "	
		5.62	2.72	47.87 "	67.34 "	
		5.30	2.89	50.83 "	65.30 "	
		5.00	3.06	53.61 "	63.26 "	
3.5	2.7	13.28	3.59	30.83%		1 капля двухсу- точной культуры.
3.5	5.1	12.69	3.88	33.91 "		
4.5	7.8	—	—	— "		
3.5	9.6	12.21	4.19	36.41 "		
		14.00	3.18	27.08%	73.68%	
		13.09	3.65	31.82 "	65.79 "	
		12.52	3.94	34.79 "	65.79 "	
		12.21	4.12	36.41 "	65.79 "	
		11.95	4.25	37.76 "	65.79 "	

№ опыта.	Исходное сбраживаемое сусло.		Температура брожения в ° С.	Раса дрожжей.	Число бродильн. сосудовъ въ аппаратъ.	Продолжительность періода		Исслѣдуемая жидкость взята изъ	
	Концентрація въ ° Ball.	Содержаніе азота въ грамм. на 100 куб. сент.				броженія до непрерывнаго притока сусла.	наполненія брод. аппарата	пробы сброженнаго сусла №.	брод. сосуда аппарата послѣ окончанія опыта
4	18.32		28° С.	XII в. бр.	5	29 час.	30 час.	1 2 3 4 5	I II III IV V
5	17.39	0.10951	10° С.	XII в. бр.	5	6 дней.	6 дн. 10 ч.	1 2 3 4	I II III IV V
6	18.15	0.11794	10° С.	D н. бр.	5	6 дн. 9 ч.	6 дн. 12 ч.	1 2 3 4	I II III IV V

Суточный об- мѣнъ жидко- сти въ брод. со- уд. ап- парата.	Общее количест. сброжен- наго сусла вы- раж. въ раб. емк. брод. сосуда.	АНАЛИЗЪ СБРОЖЕННАГО СУСЛА.				Количество при- витыхъ дрожжей въ I брод. со- удъ аппарата.
		Экстракта въ ° Ball.	Алкоголя въ вѣс. %.	Дѣйстви- тельная степень сбраживанія.	Азота въ % его содер- жанія въ исходномъ суслѣ.	
3.5	1.7	12.28	3.71	32.97		1 капля двухсу- точной культуры.
3.5	4.5	11.07	4.37	39.57		
2.3	6.6	9.51	5.19	48.09		
2.2	8.6	7.68	6.21	58.08		
2.0	9.6	6.19	7.07	66.21		
		13.31	3.18	27.35		
		9.15	5.44	50.05		
		8.15	6.00	55.51		
		7.36	6.43	59.82		
		6.76	6.78	63.10		
2.1	3.3	12.00	3.06	30.47	84.61 ⁰	25 куб. с. 8-ми сут. культуры.
2.5	5.9	10.88	3.76	37.47	—	
1.9	7.8	—	—	—	—	
2.3	10.2	9.29	4.56	46.58	71.79 "	
		9.61	4.12	44.74	74.36 ⁰	
		9.58	4.25	44.91	71.79 "	Температура сбражив. су- сла во время прививки 17°С.
		9.44	4.50	45.72	71.79 "	
		9.29	4.50	46.58	71.79 "	
		9.19	4.50	47.15	71.79 "	
2.0	2.7	14.09	2.39	22.37	73.81 ⁰	25 куб. с. 10-ти сут. культуры.
2.1	4.9	12.17	3.47	32.95	—	
2.3	7.3	—	—	—	—	
2.1	7.9	11.50	3.88	36.64	79.76 "	
		17.11	0.53	5.73	92.85 ⁰	
		15.93	1.31	12.23	88.09 "	Температура сбражив. су- сла во время прививки 17°С.
		14.78	2.11	18.59	85.71 "	
		12.95	3.06	28.65	83.33 "	
		11.98	3.59	34.00	80.94 "	

Судя по величинѣ осадковъ въ бродильныхъ сосудахъ аппарата, количество образовавшихся дрожжей при оп. № 5 значительно больше, чѣмъ при оп. № 6.

сосудовъ по окончаніи опыта, а также относятся къ составу и количеству сброженного сусла, отбираемаго въ теченіе опыта отдѣльными пробами. Каждая изъ нихъ передъ поступленіемъ на изслѣдованіе предварительно тщательно перемѣшивается энергичнымъ взбалтываніемъ, фильтруется и только послѣ этого идетъ на анализъ. Такимъ образомъ, результаты испытанія сброженного сусла относятся не къ тому, которое только что вышло изъ бродильнаго аппарата, а къ средней пробѣ его, состоящей изъ только что поступившаго въ пріемникъ бродильнаго аппарата и уже простоявшаго въ немъ большій или меньшій промежутокъ времени въ зависимости отъ величины пробы.

Хотя количественныхъ опредѣленій получающихся дрожжей, какъ уже было сказано, не было сдѣлано, однако приводимые результаты опытовъ могутъ дать нѣкоторое представленіе и въ этомъ отношеніи. Это можно найти въ числахъ, касающихся содержанія азота въ бродящей жидкости. Для наглядности и сравнимости результатовъ эти данныя выражены въ % отъ первоначальнаго содержанія азота въ исходномъ сбраживаемомъ суслѣ.

Изъ данныхъ таблицы XII можно вывести нѣкоторыя заключенія относительно условій броженія на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ.

При минимальныхъ прививкахъ дрожжей степень сбраживанія сусла, поступающаго въ пріемникъ въ началѣ работы аппарата, при всѣхъ произведенныхъ опытахъ оказывается ниже той, какая получается въ послѣдствіи. При неизмѣнности условій сбраживанія и при установившемся токъ сусла черезъ бродильные сосуды послѣ полуторной или двукратной смѣны всей бродящей жидкости въ аппаратѣ степень сбраживанія сусла, поступающаго въ пріемникъ, оказывается почти постоянной. Но при измѣненіи условій броженія степень сбраживанія сусла, прошедшаго черезъ аппаратъ, можетъ очень рѣзко измѣняться. Это наглядно доказывается сопоставленіемъ результатовъ отдѣльныхъ опытовъ. При этомъ оказывается, что степень сбраживанія сусла, прошедшаго черезъ аппаратъ возрастаетъ съ поднятіемъ температуры броженія (оп. №№ 1 и 2) и понижается съ увеличеніемъ концентраціи сбраживаемаго сусла (оп. №№ 2 и 3), а также съ повышеніемъ скорости тока жидкости черезъ бродильные аппараты (оп. №№ 3 и 4).

Большая часть работы сбраживанія при XII расѣ дрожжей и при средней и высокой температурѣ падаетъ на первый бродильный сосудъ. Работоспособность послѣдующихъ за нимъ оказывается значительно ниже лежащей. Эта неравномѣрность увеличивается съ пониженіемъ концентраціи сбраживаемаго сусла

(оп. №№ 2 и 3) и съ повыше́ніемъ температуры броженія (оп. №№ 1 и 2).

Исключе́ніе въ этомъ отноше́ніи составляетъ опытъ № 5, въ которомъ сбраживаніе XII расой дрожжей было проведено при 10° С. Такая низкая температура является необычной для дрожжей верхняго броженія, къ которымъ относится и взятая въ данномъ случаѣ XII раса. Въ виду этого энергія дрожжей была направлена главнымъ образомъ въ сторону размноженія, а не въ сторону броженія. Въ результатъ получилось дрожжей чрезвычайно большое количество какъ сравнительно со всѣми другими опытами, такъ и по сравненію съ аналогичнымъ по температурнымъ условіямъ опытомъ № 6. Въ послѣднемъ вмѣсто XII расы примѣнялась раса D низовыхъ дрожжей, находящихся при 10° С. въ обычной для себя обстановкѣ, а потому и количество образовавшихся дрожжей въ опытѣ № 6 было совершенно нормальнымъ. Кроме того, и размножаемость расы D меньше, чѣмъ у расы XII.

Въ опытѣ № 5, благодаря значительному скопленію дрожжей въ первомъ бродильномъ сосудѣ, поступающее сюда сладкое сусло здѣсь же выбраживало почти до конечной степени сбраживанія, возможной для условій даннаго опыта. Слѣдствіемъ этого была почти полная бездѣятельность всѣхъ послѣдующихъ бродильныхъ сосудовъ аппарата. Такого рода ненормальность не наблюдалась въ другихъ случаяхъ такъ же, какъ и въ опытѣ № 6 съ дрожжами низового броженія. Дрожжей здѣсь было значительно меньше, и онѣ такъ же, какъ и измѣненіе работы сбраживанія отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ, совершенно иначе распредѣлялись. Работоспособность отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата постепенно возрастала отъ перваго къ послѣднему изъ нихъ, гдѣ она достигала высшей своей степени и тутъ же вмѣстѣ съ тѣмъ прекращалась.

Такимъ образомъ, условія работы непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата при низкихъ температурахъ и при дрожжахъ нижняго броженія, судя по опыту № 6, рѣзко отличаются отъ того, что имѣетъ мѣсто при высшей и средней температурѣ броженія или при температурѣ хотя и низкой, но съ дрожжами верхняго броженія. Что положеніе, отвѣчающее даннымъ опыта № 6, представляется не случайнымъ, а общимъ явленіемъ для соотвѣтствующихъ условій, можно было бы видѣть на цѣломъ рядѣ позднѣйшихъ аналогичныхъ опытовъ, изъ которыхъ нѣкоторые будутъ приведены ниже.

Во всѣхъ разсмотрѣнныхъ опытахъ, независимо отъ принятыхъ условій броженія, постоянно наблюдается неравномѣрность въ работоспособности отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата. Въ однихъ случаяхъ она оказывается сильнѣе, въ другихъ слабѣе, но тѣмъ не менѣе это явленіе всегда наблюдается. Поэтому возникаетъ вопросъ о причинахъ его.

Различіе въ работоспособности отдѣльныхъ сосудовъ непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата можетъ обуславливаться неодинаковымъ количествомъ дрожжей, находящихся въ каждомъ изъ нихъ. Къ тому же можетъ привести измѣненіе свойствъ дрожжей при переходѣ ихъ изъ сосуда въ сосудъ аппарата.

Сравненіе кривыхъ броженія отдѣльныхъ расъ дрожжей говоритъ за то, какъ рѣзко отражаются индивидуальныя особенности ихъ на такого рода діаграммахъ. Последнія позволяютъ иногда уловить тѣ особенности въ свойствахъ дрожжей, которыя нерѣдко остаются совершенно незамѣтными при многихъ другихъ испытаніяхъ. Въ виду этого при нѣсколькихъ опытахъ непрерывнаго сбраживанія были получены необходимыя данныя, а по нимъ построены соотвѣтствующія діаграммы броженія дрожжей, взятыхъ изъ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата. Это было сдѣлано для того, чтобы изъ сравненія указанныхъ діаграммъ выяснитъ вопросъ о томъ, имѣются ли какія-либо измѣненія въ свойствахъ дрожжей, работающих въ различныхъ сосудахъ непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата или нѣтъ.

Тотчасъ же по окончаніи работы бродильнаго аппарата изъ каждаго его сосуда дрожжи перевивались въ соотвѣтствующія стеклянныя колбочки со стерильнымъ пивнымъ сусломъ. Всѣ эти колбочки были совершенно одинаковы какъ по качеству, такъ и по количеству содержащагося въ нихъ стерильнаго сусли съ концентраціей около 11° Ball. Броженіе въ нихъ велось одновременно въ тождественныхъ для всѣхъ пробъ условіяхъ. Температура броженія $17,0^{\circ}$ C. Каждая колбочка была снабжена стекляннымъ бродильнымъ затворомъ съ крѣпкой сѣрной кислотой. Перевивались дрожжи тонкой стерильной пипеткой, которой онѣ отбирались изъ средняго слоя бродящей жидкости соотвѣтствующаго сосуда аппарата. Послѣ этого дрожжи прибавлялись въ предназначенную для даннаго бродильнаго сосуда аппарата колбочку въ количествѣ, отвѣчающемъ одной маленькой каплѣ бродящей жидкости. По потерѣ вѣса и по продолжительности отдѣльныхъ періодовъ броженія, соотвѣтствующихъ промежуткамъ времени между сосѣдними взвѣшиваніями, устанавливалась величина средняго часового

сбраживанія. Для опредѣленія ея вѣсъ выдѣлившейся при броженіи углекислоты перечислялся на количество сброженной мальтозы, которая въ свою очередь выражалась въ процентахъ отъ вѣса всего экстракта, содержавшагося въ исходномъ сбраживаемомъ суслѣ каждой отдѣльной колбочки, куда прививаются испытуемая дрожжи. По вѣсу сбраживаемаго перевитыми дрожжами экстракта и по количеству всей сброженной мальтозы къ срединѣ того или другого періода броженія простымъ и понятнымъ безъ поясненій вычисленіемъ находятся соотвѣтствующія степени сбраживанія.

Связывая на чертежѣ найденныя указаннымъ образомъ числа, получимъ діаграммы, дающія наглядное представленіе о величинѣ и послѣдовательности въ измѣненіяхъ сбраживающей силы дрожжей въ различныхъ стадіяхъ процесса броженія. При этомъ въ направленіи оси ординатъ откладываются величины, отвѣчающія среднему часовому сбраживанію отдѣльныхъ періодовъ броженія, а по направленію оси абсциссъ—соотвѣтствующія степени сбраживанія.

Пересѣченіемъ этихъ линій опредѣляются отдѣльныя точки, соединяя которыя послѣдовательно между собой, получимъ кривыя броженія. Послѣднія связаны не съ продолжительностью броженія, какъ это дѣлается обычно при построеніи такихъ діаграммъ, а со степенями сбраживанія. Такого рода кривыя броженія являются болѣе характерными и болѣе сравними между собой, чѣмъ отнесенныя ко времени, такъ какъ на сравнимость ихъ между собой не можетъ вліять различіе въ количествѣ привитыхъ дрожжей, что въ большинствѣ случаевъ всегда имѣетъ мѣсто при діаграммахъ броженія, построенныхъ по времени. Въ виду этого въ данномъ случаѣ нѣтъ нужды разбавлять прививаемыя культуры до такого состоянія, когда каждая изъ нихъ содержала бы въ одинаковыхъ объемахъ одно и то же число дрожжевыхъ клѣточекъ. Благодаря этому значительно упрощается и сокращается работа перевивки, что имѣло важное практическое значеніе въ виду необходимости возможно быстро разобрать и проанализировать содержимое каждаго бродильнаго сосуда аппарата, что помимо перевивки требуетъ въ короткій промежутокъ времени большой затраты труда.

Въ таблицѣ XIII приводятся данныя, опредѣляющія теченіе броженія, вызываемаго при одинаковыхъ условіяхъ сбраживанія различными фракціями дрожжей, перевитыми по окончаніи каждаго опыта изъ отдѣльныхъ сосудовъ непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата послѣ извѣстнаго періода его работы. На чертежахъ №№ 15, 16, 17 и 18 представлены кривыя броженія, по-

Т А Б Л И Ц А XIII.

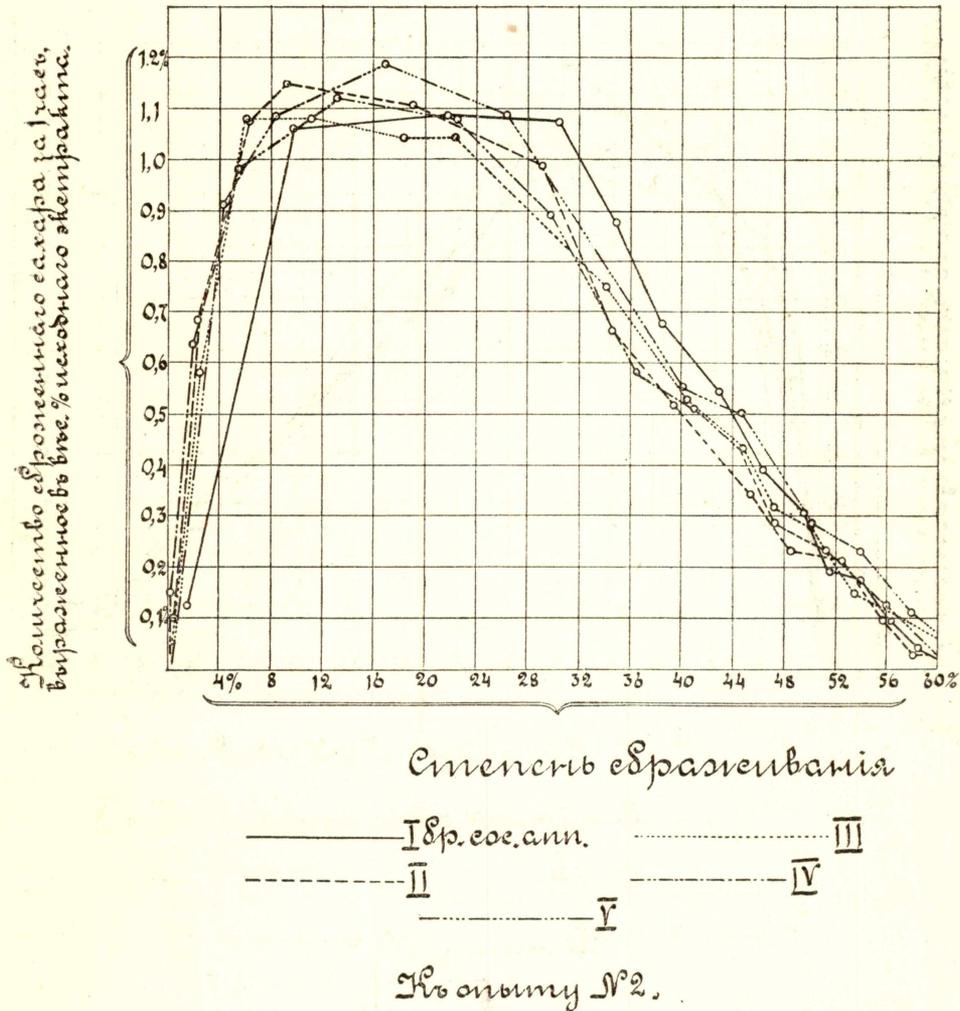
№ соответств. опыта непрерыв- ного сбраживания.	Условия работы бродил. аппарата.			Периоды брожения въ часахъ.	I.		II.					
	Температу- ра броже- ния °С.	Концентр. сбраж. сус- ла °Ball.	Сут. обмѣн. сусла въ бр. сосуд. ап.		Среднее ча- совое сбра- живание за периодъ.	Степень сбражива- ния.	Среднее ча- совое сбра- живание за периодъ.	Степень сбражива- ния.				
1	18 °С.	9.900	4.0	21.00	—	—	—	—				
				10.00	0.045 ⁰ / ₀	0.23 ⁰ / ₀	—	—				
				3.75	0.120 "	0.68 "	—	—				
				3.00	0.604 "	1.82 "	—	—				
				5.00	0.816 "	4.10 "	—	—				
				11.50	0.985 "	12.47 "	0.391 ⁰ / ₀	1.31 ⁰ / ₀				
				3.50	1.166 "	19.83 "	0.647 "	4.75 "				
				5.00	} 0.907 "	} 26.45 "	0.907 "	8.15 "				
				5.00			0.997 "	12.91 "				
				10.50	} 0.688 "	} 35.35 "	0.907 "	20.17 "				
				4.00			0.793 "	26.51 "				
				10.25	0.420 "	42.38 "	0.634 "	31.50 "				
				17.00	0.320 "	47.17 "	0.508 "	39.21 "				
				17.75	0.198 "	51.67 "	0.297 "	46.24 "				
				24.25	0.131 "	54.85 "	0.169 "	51.00 "				
				27.25	0.100 "	57.57 "	0.081 "	55.08 "				
				30.00	0.030 "	59.38 "	0.045 "	57.80 "				
				2	27 °С.	10.780	4.1	41.00	—	—	—	—
								23.00	0.126 ⁰ / ₀	1.45 ⁰ / ₀	—	—
13.00	1.052 "	9.70 "	—					—				
10.00	1.088 "	22.07 "	0.063 ⁰ / ₀					0.32 ⁰ / ₀				
6.00	1.074 "	30.87 "	0.693 "					2.72 "				
3.50	0.879 "	35.63 "	1.088 "					6.70 "				
5.00	0.671 "	38.84 "	1.142 "					9.46 "				
9.50	0.544 "	43.10 "	1.106 "					19.60 "				
7.50	0.399 "	47.18 "	0.976 "					28.53 "				
7.00	0.298 "	49.72 "	0.664 "					34.72 "				
12.00	0.189 "	51.90 "	0.521 "					39.79 "				
6.00	} 0.181 "	} 54.04 "	} 0.344 "					} 45.28 "				
5.00												
12.00	} 0.090 "	} 56.52 "	0.234 "					48.55 "				
23.00			0.208 "					52.35 "				
24.00	0.042 "	58.61 "	0.098 "					55.94 "				
26.00	0.029 "	59.56 "	0.045 "					57.89 "				
31.00	0.024 "	60.28 "	0.032 "	59.16 "								

№ соответств. опыта непрерыв. сбраживания.	Условия работы бродил. аппарата.			Бродильные со- суды аппарата.	I.				II.	
	Температу- ра броже- ния °С.	Концентр. сбраж. су- ла °Ball	Сут. обмѣн. суславъ бр. сосуд. ап.		Періоды брожения въ часахъ.	Среднее ча- совое сбра- живание за періодъ.	Степень сбражива- нія.	Среднее ча- совое сбра- живание за періодъ.	Степень сбражива- нія.	
3	28-29°С.	19.20°	3.5	77.00	—	—	—	—		
				4.00	0.129%	0.36%	—	—		
				15.00	0.772 "	6.51 "	0.090%	0.67%		
				4.50	1.333 "	15.30 "	0.872 "	3.30 "		
				7.75	1.161 "	22.80 "	1.200 "	9.92 "		
				9.25	0.839 "	31.18 "	1.231 "	20.27 "		
				5.50	0.620 "	36.76 "	0.996 "	28.69 "		
				6.75	0.573 "	40.29 "	0.796 "	34.12 "		
				16.00	0.336 "	44.77 "	0.511 "	42.90 "		
				21.25	0.160 "	49.12 "	0.223 "	47.25 "		
				32.50	0.076 "	52.06 "	0.108 "	51.28 "		
20.25	0.056 "	53.87 "	0.056 "	53.60 "						
7	27°С.	21.30°	1.8	51.50	—	—	—	—		
				4.50	—	—	0.207%	0.46%		
				5.00	0.103%	0.26%	0.621 "	2.48 "		
				10.75	} 0.521 "	} 4.30 "	} 1.124 "	} 12.82 "		
				3.50						
				7.25	1.384 "	13.08 "	1.355 "	26.52 "		
				3.25	1.273 "	20.16 "	1.366 "	33.66 "		
				11.25	1.222 "	29.11 "	0.781 "	40.27 "		
				8.00	0.776 "	39.09 "	0.478 "	44.58 "		
				4.75	0.697 "	43.84 "	0.434 "	49.53 "		
				10.25	0.434 "	47.20 "	0.303 "	52.11 "		
6.25	0.331 "	51.48 "	0.165 "	54.18 "						
17.75	0.157 "	53.42 "	0.116 "	55.73 "						

III.		IV.		V.		Пріемникъ сброженнаго сусла.	
Среднее часовое сбраживание за періодъ.	Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживание за періодъ.	Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживание за періодъ.	Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживание за періодъ.	Степень сбраживанія.
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0.3000/0	0.150/0	—	—
—	—	—	—	0.944 "	0.82 "	—	—
0.0450/0	0.100/0	0.0460/0	0.100/0	1.264 "	8.42 "	—	—
0.160 "	0.88 "	0.333 "	1.40 "	1.121 "	18.86 "	—	—
0.838 "	4.22 "	1.028 "	7.54 "	0.793 "	25.54 "	—	—
1.165 "	12.20 "	1.222 "	15.66 "	0.620 "	33.55 "	—	—
1.225 "	19.59 "	1.195 "	23.05 "	0.490 "	38.93 "	—	—
0.866 "	30.60 "	0.782 "	33.34 "	0.316 "	42.29 "	—	—
0.408 "	41.88 "	0.360 "	43.38 "	0.151 "	46.48 "	—	—
0.188 "	49.27 "	0.159 "	49.84 "	0.073 "	50.62 "	—	—
0.092 "	53.25 "	0.082 "	53.75 "	0.042 "	53.82 "	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	0.3910/0	0.880/0
0.5430/0	1.080/0	0.1240/0	0.310/0	0.2060/0	0.520/0	0.786 "	3.82 "
0.914 "	7.08 "	0.739 "	4.52 "	0.933 "	6.05 "	1.279 "	12.56 "
1.324 "	14.32 "	1.179 "	10.49 "	1.122 "	13.02 "	1.537 "	22.44 "
1.497 "	22.08 "	1.327 "	17.55 "	1.355 "	19.90 "	1.284 "	29.47 "
1.429 "	29.83 "	1.272 "	24.97 "	1.273 "	26.89 "	1.273 "	36.19 "
1.056 "	38.10 "	1.012 "	32.16 "	0.965 "	34.38 "	0.717 "	42.29 "
0.453 "	45.85 "	0.646 "	40.43 "	0.581 "	42.14 "	0.414 "	47.98 "
0.435 "	48.70 "	0.544 "	44.30 "	0.544 "	45.76 "	0.282 "	50.30 "
0.302 "	51.29 "	0.403 "	47.67 "	0.403 "	49.12 "	0.272 "	52.38 "
0.248 "	53.61 "	0.165 "	50.26 "	0.248 "	51.84 "	0.248 "	54.54 "
0.116 "	55.42 "	0.146 "	52.07 "	0.195 "	53.66 "	0.090 "	56.10 "

аппарата относительно температуры брожения, концентрации исходного суслу и скорости тока суслу, выраженной в суточномъ обмѣнѣ жидкости въ бродильномъ сосудѣ аппарата. Слѣдующую вертикальную графу таблицы занимаютъ числа, дающія въ часахъ длительность отдѣльныхъ періодовъ брожения. Затѣмъ идутъ

Чертежъ № 16.



вертикальныя графы, отвѣчающія числу изслѣдуемыхъ фракцій дрожжей. Въ каждой такой графѣ, лежащей подъ соответствующей римской цифрой, обозначающей бродильный сосудъ аппарата, откуда была взята для перевивки та или другая изслѣдуемая фракція дрожжей, имѣется по два вертикальныхъ столбца чисель. Въ первомъ изъ нихъ подъ словами „среднее часовое сбра-

по приведеннымъ діаграммамъ работу отдѣльныхъ фракцій дрожжей, дѣйствовавшихъ въ аппаратѣ и перевитыхъ изъ различныхъ его бродильныхъ сосудовъ, можно видѣть, что указанная измѣненія сильнѣе сказываются при среднихъ и низкихъ степеняхъ сбраживанія. Предѣлы колебанія величинъ средняго часового сбраживанія дрожжей изъ различныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата при одной и той же степени сбраживанія зависятъ отъ условій непрерывнаго сбраживанія и отъ того, какъ близко отъ начальнаго бродильнаго сосуда аппарата расположены тѣ изъ нихъ, дрожжи которыхъ сравниваются между собой. При определенной степени сбраживанія, отвѣчающей бродящимъ дрожжамъ, перевитымъ изъ отдѣльныхъ сосудовъ непрерывно дѣйствующаго аппарата, колебанія въ средней часовой производительности ихъ могутъ достигать сорока и болѣе процентовъ отъ величины меньшей ихъ нихъ. Въ предѣлахъ 2—3 рядомъ стоящихъ бродильныхъ сосудовъ аппарата возможны также и очень незначительныя измѣненія сбраживающей силы дрожжей (оп. № 2—I, II и III бр. сос.). Въ нѣкоторыхъ же случаяхъ дрожжи двухъ соседнихъ бродильныхъ сосудовъ могутъ оказаться въ этомъ отношеніи даже совершенно тождественными (оп. № 1—III и IV бр. сос.).

Въ сбраживающей силѣ дрожжей, взятыхъ изъ рядомъ стоящихъ бродильныхъ сосудовъ аппарата, возможны измѣненія въ сторону какъ увеличенія, такъ и уменьшенія. Ослабленіе сбраживающей силы дрожжей касается, повидимому, не всей работающей массы ихъ, а только большей или меньшей части ея, такъ какъ при наличности достаточнаго числа бродильныхъ сосудовъ въ одномъ изъ послѣдующихъ обычно появляются дрожжи, оказывающіяся по своей сбраживающей силѣ превосходящими дрожжи изъ предыдущихъ сосудовъ (оп. № 7—V бр. сос.). Судя по толщинѣ осадковъ, имѣющихся въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата, можно было замѣтить, что ослабленію въ сбраживающей силѣ дрожжей нерѣдко отвѣчаетъ сравнительное увеличеніе массы осѣвшихъ здѣсь дрожжей. Это обстоятельство указываетъ на то, что въ массѣ работающих дрожжей, находящихся во взвѣшенномъ состояніи въ бродящей жидкости такого бродильнаго сосуда, могутъ преобладать дрожжи слабѣющія, выходящія изъ сферы дѣйствія и переходящія здѣсь постепенно въ осадокъ. Среди такихъ слабѣющихъ дрожжей всеже находятся, повидимому, въ нѣкоторомъ количествѣ и сильныя дрожжи. Последнее заключеніе можно было вывести изъ того, что во время броженія перевитыхъ дрожжей, отвѣчающихъ высшимъ степенямъ сбраживанія, бродильная сила ихъ оказывалась одинаковой какъ

для слабыхъ, такъ и для сильныхъ дрожжей. Причина этого можетъ быть объяснена тѣмъ, что при слабыхъ и при сильныхъ дрожжахъ, перевитыхъ изъ различныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата, къ періоду ихъ высшихъ степеней броженія выходятъ изъ сферы дѣйствія, осаждаясь, всѣ дрожжи, неодинаковыя для этихъ двухъ сосудовъ. Такимъ образомъ, къ этому періоду остаются работающими только сильнѣйшія фракціи исходныхъ перевитыхъ массъ дрожжей и при томъ тождественныя для обоихъ бродильныхъ сосудовъ, но въ одномъ изъ нихъ бывшія первоначально въ меньшемъ, а въ другомъ въ большемъ количествѣ.

Ослабѣвшія дрожжи, переходя въ осадокъ, освобождаютъ отъ своего присутствія сильныя фракціи, остающіяся во взвѣшенномъ состояніи. Послѣднія направляются въ слѣдующіе бродильные сосуды и попадаютъ тамъ въ новыя и сравнительно менѣе благоприятныя условія, подъ вліяніемъ чего часть этой сильной фракціи дрожжей предыдущаго сосуда въ свою очередь осаждается въ одномъ изъ послѣдующихъ бродильныхъ сосудовъ аппарата.

Въ силу этого, выдѣленіе слабыхъ дрожжей, переходящихъ въ осадокъ въ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата, можетъ въ большей или меньшей мѣрѣ повторяться нѣсколько разъ въ различныхъ стадіяхъ броженія. Это объясняетъ, почему, послѣдовательно сравнивая діаграммы броженія перевитыхъ дрожжей въ порядкѣ расположенія сосудовъ аппарата, мы можемъ встрѣтиться съ извѣстнымъ чередованіемъ слабыхъ и сильныхъ дрожжей (оп. № 7).

То обстоятельство, что при высшихъ степеняхъ сбраживанія перевитыя дрожжи всѣхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата являются въ одинаковой мѣрѣ дѣятельными, говоритъ за то, что дрожжи эти, даже и изъ послѣднихъ бродильныхъ сосудовъ, не являются сколько-нибудь ослабленными, несмотря на свое очень долгое пребываніе въ средѣ богатой алкоголемъ. Приведенныя опытыя данныя могутъ даже служить основаніемъ для обратнаго заключенія: именно, что въ условіяхъ сбраживанія на непрерывно дѣйствующемъ аппаратѣ воспитываются и въ окончательномъ результатѣ отбираются сильнѣйшія фракціи работающихъ дрожжей, какъ напр., въ опытѣ № 7. Этому какъ будто противорѣчитъ опытъ № 1. Въ немъ наблюдается общее и послѣдовательное пониженіе сбраживающей силы дрожжей, не распространяющееся, впрочемъ, на высшія степени сбраживанія. Конечная имѣющаяся фракція оказывается слабѣе всѣхъ предыдущихъ. Но этотъ одинъ случай, не можетъ еще служить доказательствомъ обязательности ослабленія всей массы работающихъ дрожжей. Очень возможно, что даже и

въ указанномъ опытѣ въ послѣдующихъ сосудахъ аппарата сильнѣйшая фракція дрожжей маскировалась присутствіемъ значительнаго количества слабыхъ осѣдающихъ здѣсь дрожжей, по отдѣленіи которыхъ при наличности большого числа сосудовъ, если бы были таковыя, возможно, что появилась бы и эта сильнѣйшая фракція въ преобладающемъ количествѣ и съ соотвѣтствующей кривой броженія.

Такимъ образомъ, во время работы непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата могутъ возникнуть новыя какъ болѣе сильныя, такъ и болѣе слабыя фракціи работающихъ дрожжей. вмѣстѣ съ тѣмъ эти фракціи раздѣляются другъ отъ друга, располагаясь по различнымъ бродильнымъ сосудамъ аппарата.

Сравнивая между собой отдѣльныя фракціи дрожжей, полученныхъ при неодинаковыхъ условіяхъ работы непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата (оп. №№ 1—2 и оп. №№ 3—7), можно видѣть, что величина средняго часового сбраживанія перевитыхъ дрожжей отъ температуры броженія во время ихъ работы въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ зависитъ очень мало, тогда какъ концентрація сбраживаемаго суслу въ этомъ отношеніи оказывается очень существеннымъ факторомъ. Повышеніе концентраціи влечетъ за собой значительное увеличеніе сбраживающей силы дрожжей, какъ это можно видѣть изъ сопоставленія діаграммъ броженія опытовъ №№ 1 и 2 съ №№ 3 и 7.

При увеличеніи скорости тока суслу черезъ бродильный аппаратъ (оп. № 3 и № 7) получается большее единообразіе въ діаграммахъ броженія дрожжей различныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата. Это говоритъ за то, что при медленномъ токъ суслу идетъ болѣе тщательная фракціонировка работающихъ дрожжей сравнительно съ тѣмъ, что имѣетъ мѣсто при быстромъ токъ суслу черезъ аппаратъ.

ГЛАВА VI.

Опыты непрерывнаго сброживанія и анализъ сдѣланныхъ наблюдений.

Помимо дрожжей, находящихся во взвѣшенномъ состояніи въ каждомъ изъ бродильныхъ сосудовъ аппарата, какъ было указано имѣются еще и осѣвшія дрожжи. Судя по толщинѣ образующихся осадковъ, количество такихъ дрожжей неодинаково въ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудахъ. Кромѣ того, при предыдущихъ опытахъ можно было замѣтить, что въ этомъ отношеніи имѣютъ значеніе также и условія броженія. При постоянныхъ условіяхъ сброживанія и при установившемся токъ суслу послѣ того, какъ жидкость въ аппаратѣ смѣнится раза два—три, осадки дрожжей въ сосудахъ уже не увеличиваются или во всякомъ случаѣ измѣняются очень мало. При этомъ, судя по внѣшнимъ признакамъ, количество дрожжей, выносимыхъ въ пріемникъ вмѣстѣ съ поступающимъ въ него сброженнымъ суслomъ, оказывается очень незначительнымъ. Это должно говорить за то, что трата на дрожжи при работѣ на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ съ теченіемъ времени уменьшается. Причина этого, повидимому, лежитъ въ многократномъ использованіи первоначально образовавшихся дрожжей и въ томъ, что, послѣ того какъ въ бродильномъ аппаратѣ скопится достаточное количество дрожжей, дальнѣйшее образованіе ихъ въ значительной мѣрѣ замедляется.

Для выясненія величины общей траты при условіи непрерывнаго сброживанія были поставлены опыты, результаты которыхъ приведены ниже въ таблицѣ XIV.

Всѣ эти, какъ и предыдущіе опыты, были проведены со свѣтлымъ пивовареннымъ незахмеленнымъ суслomъ и были поставлены на металлическомъ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ типа—В, внѣшній видъ, внутреннее устройство и установка котораго представлены на чертежахъ № 13 и № 14. (см. стр. 87 и 88).

Величина траты на броженіе устанавливалась, исходя изъ количествъ: экстракта, подвергавшагося сброживанію; экстракта, оставшагося несброженнымъ; полученнаго алкоголя и соответствующаго послѣднему количества образовавшейся углекислоты.

Для опредѣленія количества экстракта, подвергающагося сбразиванію въ каждомъ отдѣльномъ опытѣ, питающій сосудъ со стерильнымъ суслѣмъ, предназначеннымъ для сбразиванія, взвѣшивается до опыта и послѣ него. Взвѣшиваніе производится съ точностью до 0.1 gr. Пикнометрически опредѣлялся удѣльный вѣсъ профильтрованного исходнаго сусла, на основаніи чего по таблицамъ Balling-a устанавливалось процентное содержаніе въ немъ экстракта. По вѣсу сброженнаго сусла и по его концентраціи простымъ и понятнымъ вычисленіемъ получался вѣсъ подвергающагося сбразиванію экстракта.

Для опредѣленія количества экстракта, оставшагося въ сброженномъ суслѣ, и находящагося въ послѣднемъ алкоголя, поступалось такъ, какъ было уже ранѣе указано.

При этомъ все содержимое бродильнаго аппарата, приѣмника и склянокъ Дреклея вмѣстѣ съ промоями количественно переносится въ сборную бутылъ, повторнымъ взвѣшиваніемъ которой съ точностью до 0.5 gr. послѣ ея наполненія и до него опредѣлялся вѣсъ раствора сброженнаго сусла вмѣстѣ съ дрожжами. Послѣ основательнаго взбалтыванія содержимаго бутылки, растворъ сброженнаго сусла фильтровался черезъ плотный слоеный большой бумажный фильтръ фабрики Schleicher—Schüll № 572¹/₂, помѣщенный въ стеклянную воронку съ пришлифованными краями, закрывающуюся во время фильтрованія стекломъ.

Когда собиралось достаточное количество фильтрата, на что требовалось не болѣе 5 минутъ, воронка съ фильтромъ переносилась на сборную бутылъ. Стеклою палочкой въ концѣ фильтра дѣлалось отверстие, черезъ которое тонкой сильной струей воды количественно смывалось въ бутылъ съ растворомъ сброженнаго сусла задержанныя на фильтрѣ дрожжи. Туда же прибавлялось столько разбавленной сѣрной кислоты, чтобы получить кислотность около 2—3% Дельбрюка. Это имѣло цѣлью устранить возможность развитія инфекціонныхъ организмовъ и задержать какъ броженіе, такъ и размноженіе имѣющихся здѣсь дрожжей. Исходя изъ тѣхъ же соображеній, бутылъ помѣщалась въ ванну съ тающимъ льдомъ. По истеченіи 10 часовъ дрожжи садятся плотнымъ слоемъ на дно бутылки. Послѣ этого отстоявшаяся жидкость декантируется, а дрожжи при многократномъ споласкиваніи бутылки водой количественно переводятся въ литровый узкій стеклянный цилиндръ, закрывающійся плотно пробкой.

Когда дрожжи изъ бутылки переведены въ цилиндръ, туда же прибавляется растворъ сѣрной кислоты въ такомъ количествѣ, чтобы жидкость съ дрожжами имѣла кислотность около 1.0° D.

Долитый водой до высшаго уровня цилиндръ плотно закрывается пробкой, энергично встряхивается и помѣщается на 10 часовъ въ ледяную ванну. По истеченіи этого срока отстоявшаяся жидкость осторожно декантируется съ осадка дрожжей. Послѣднія отдѣляются отъ остатковъ раствора сусла на нутшъ-аппаратѣ, промываются водой, отжимаются между листами фильтровальной бумаги, послѣ чего взвѣшиваются съ точностью до 0.1 gr. Такимъ образомъ опредѣляется вѣсовое количество образовавшихся дрожжей. При этомъ, конечно, приходится имѣть въ виду, что въ данномъ случаѣ получаются не только дрожжи, но и нѣкоторое количество различныхъ веществъ изъ сбраживаемаго сусла, переходящихъ во время броженія въ нерастворимое состояніе.

Опредѣлить количество образующихся дрожжей представляетъ интересъ со стороны выясненія того, какъ велика размножаемость дрожжей въ условіяхъ непрерывнаго сбраживанія. Кромѣ того, найденный вѣсъ дрожжей нуженъ для возможности болѣе точно установить количество образовавшагося алкоголя и оставшагося экстракта въ сброженномъ суслѣ. Для этого изъ вѣса всего раствора сброженнаго сусла, находящагося въ сборной бутылки, вычитается найденный вѣсъ дрожжей и уже къ этому остаточному вѣсу относятъ полученное содержаніе экстракта и алкоголя въ фильтратѣ раствора сброженнаго сусла. Опредѣленія эти дѣлались согласно тому, что было ранѣе указано въ этомъ отношеніи на страницѣ 39 и 40. Зная же вѣсъ раствора сброженнаго сусла, а также вѣсовое процентное содержаніе въ немъ экстракта и алкоголя, опредѣляется общее вѣсовое количество того и другого, а по количеству образовавшагося при броженіи алкоголя устанавливается ранѣе указаннымъ образомъ вѣсъ сброженнаго сахара. Складывая найденный вѣсъ сброженнаго сахара и оставшагося экстракта и вычитая эту сумму изъ вѣса экстракта, подвергавшагося броженію, получаемъ величину траты экстракта при броженіи. Эта трата въ ниже приводимой таблицѣ XIV дается для сравнимости между собой результатовъ отдѣльныхъ опытовъ въ процентахъ какъ отъ вѣса сбраживавшагося, такъ и сброженнаго экстракта. Въ двухъ опытахъ, результаты которыхъ помѣщены въ таблицѣ XIV, благодаря недостатку времени, не было произведено опредѣленія вѣса полученныхъ дрожжей. Въ такихъ случаяхъ процентное содержаніе алкоголя и экстракта, найденное въ фильтратѣ раствора сброженнаго сусла, относилось къ общему вѣсу послѣдняго вмѣстѣ съ находящимися въ немъ дрожжами.

Кромѣ траты экстракта, въ разсматриваемыхъ опытахъ непрерывнаго сбраживанія велось еще опредѣленіе траты азота. Для

Т А Б Л И Ц А Х І V

№ опыта.	Раса дрожжей.	Температура броженія ° С.	Сбраживаемое сусло.		Суточный обмѣнъ сусла въ бродиль- ныхъ сосудахъ аппарата.	Количество сбро- женного сусла въ рабочей емкости бродильного аппа- рата.
			Концентра- ція °Ball.	Азота на 100 граммъ сусла въ граммахъ		
1	XII в. бр.	28.0 °	21.15 ^{0/0} *)	0.0855	3.0	5.4
2	XII в. бр.	28.0	16.32	0.0921	3.6	5.6
3	XII в. бр.	30.0	15.56	0.1070	2.3	5.2
4	XII в. бр.	27.5	13.88	0.0771	2.0	3.1
5	XII в. бр.	21.5	19.55	0.1013	3.4	5.1
6	XII в. бр.	17.5	17.09	0.0997	2.5	5.3
7	XII в. бр.	17.5	14.14	0.0736	2.4	4.0
8	XII в. бр.	17.5	8.63	0.0570	2.1	5.8
9	XII в. бр.	25.0	18.07	0.1320	2.6	5.1
10	XII в. бр.	25.2	17.73	0.1312	2.6	4.6
11	XII в. бр.	30.0	16.77	0.1264	2.6	5.3
12	XII в. бр.	30.5	17.68	0.1310	2.6	5.3
13	XII в. бр.	20.0	17.11	0.1347	2.6	5.3
14	XII в. бр.	20.0	17.27	0.1368	2.6	5.2
15	D н. бр.	7-9	17.14	0.1110	1.9	4.8
16	D н. бр.	10-12	17.58	0.1150	1.3	4.2

*) Примѣчаніе: Въ опытѣ № 1 сбраживался растворъ сахарнаго песка въ пивоваренномъ и низкій процентъ азота. Во всѣхъ остальныхъ опытахъ бралось только

этого подводятся баланс азота по данным определения его методомъ Kjeldahl-я какъ въ растворѣ сброженнаго сусла, такъ и въ суслѣ исходномъ, поступающемъ въ бродильный аппаратъ изъ питающаго сосуда.

Это косвенное опредѣленіе количества азота, перешедшаго въ дрожжи, является очень существеннымъ для возможности получить болѣе ясное представленіе о количествѣ дѣйствующихъ дрожжей, одинъ вѣсъ которыхъ не всегда можетъ быть достаточнымъ. Причина этого въ томъ, что вѣсъ одного и того же числа дрожжевыхъ клѣточекъ, какъ уже ранѣе указывалось, можетъ быть очень неодинаковъ въ отдѣльные періоды броженія въ зависимости отъ различнаго содержанія въ нихъ запасныхъ безазотистыхъ питательныхъ веществъ, изъ которыхъ содержаніе нѣкоторыхъ, какъ напр., гликогена, особенно сильно подвержено значительнымъ колебаніямъ. Между тѣмъ азотъ содержащія вещества являются въ этомъ отношеніи болѣе устойчивыми, а потому численная величина траты азота при броженіи можетъ быть до извѣстной степени мѣриломъ для сравненія количества образовавшихся дрожжей въ томъ или другомъ случаѣ.

По даннымъ таблицы XIV оказывается, что въ условіяхъ разсматриваемыхъ опытовъ трата экстракта при сбраживаніи на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ не является величиной постоянной. Она колеблется въ предѣлахъ отъ 0.81 до 2.52% по вѣсу сбраживаемаго экстракта или же отъ 1.70 до 6.59% по вѣсу экстракта сброженнаго. Изъ таблицы XIV видно также, что траты различной величины могутъ имѣть мѣсто при почти одинаковыхъ условіяхъ сбраживанія. Повидимому, одна изъ причинъ этого лежитъ въ различіи продолжительности промежутка времени отъ момента прекращенія притока сусла къ аппарату до времени его разборки. Если по прекращеніи притока сусла аппаратъ тотчасъ же разбирается, то при этомъ получается трата большей величины сравнительно съ той, какая имѣетъ мѣсто при тождественномъ опытѣ, но въ которомъ по прекращеніи притока сусла къ аппарату послѣдній оставляется еще на нѣсколько дней для выбраживанія находящагося въ немъ сусла.

Для провѣрки этого положенія были сдѣланы опыты № 11, № 13 и аналогичные имъ № 12 и № 14. Въ двухъ первыхъ изъ нихъ разборка аппаратовъ производилась тотчасъ же по прекращеніи непрерывнаго притока къ нимъ сбраживаемаго сусла, тогда какъ въ двухъ послѣднихъ—черезъ 2 дня послѣ этого, въ связи съ чѣмъ наблюдалось уменьшеніе траты. Причина этого можетъ быть объяснена тѣмъ, что за указанное время масса дрожжей,

находящихся въ самомъ бродильномъ аппаратѣ, успѣваетъ сбродить не только сусло, находящееся въ немъ, но и гликогенъ, содержавшійся въ нихъ самихъ, чѣмъ, повидимому, и обусловливается уменьшеніе величины траты.

Для того, чтобы судить о томъ, велики или малы траты, найденныя при непрерывномъ сбраживаніи, нужно ихъ сравнить съ имѣющими мѣсто въ условіяхъ сбраживанія періодическаго. Помимо температуры, концентраціи и расы дрожжей на величину траты, какъ было уже указано, въ очень значительной мѣрѣ вліяетъ также степень сбраживанія. Въ виду этого, при сравненіи возможно сопоставлять только тѣ случаи періодическаго и непрерывнаго сбраживанія, которые подходят не только по условіямъ броженія, но и по достигнутой степени сбраживанія. Поэтому въ таблицѣ XV выбраны и сопоставлены изъ имѣющихся опытовъ только такія, которые наиболѣе близки другъ къ другу во всѣхъ указанныхъ отношеніяхъ.

Изъ таблицы XV видно, что трата въ ‰ сбраживаемаго экстракта во всѣхъ разсмотрѣнныхъ случаяхъ при непрерывномъ способѣ сбраживанія въ нѣсколько разъ меньше, чѣмъ при періодическомъ, такъ что соотношеніе въ величинѣ этихъ тратъ колеблется отъ (1 : 2) до (1 : 6). Исключеніе изъ этого составляетъ соотношеніе въ опытахъ № 15 и № (3—А—1), при которыхъ въ обоихъ случаяхъ получены траты, очень близкія другъ къ другу. Но это несоотвѣтствіе съ остальными опытами является здѣсь, повидимому, слѣдствіемъ того, что при низкой температурѣ верхнія дрожжи XII расы оказываются значительно болѣе размножающимися, чѣмъ низовыя—расы D, т. е. причина лежитъ здѣсь въ различіи расъ дрожжей, которыми вызывалось броженіе въ этихъ двухъ опытахъ. Благодаря этому результаты ихъ оказываются мало сравнимыми и потому они являются до известной степени исключеніемъ изъ общаго ряда сопоставленныхъ здѣсь опытовъ.

Данныя таблицы XV говорятъ также о томъ, какъ используется азотъ сбраживаемаго сусла при періодическомъ и при непрерывномъ способѣ сбраживанія.

Если подвергаются сбраживанію въ аналогичныхъ условіяхъ равныя объемы сусла по тому и по другому способу, то, судя по даннымъ таблицы XV, количества азота, перешедшаго въ дрожжи, получаются въ обоихъ случаяхъ болѣе или менѣе одинаковыми. Однако дѣйствительныя количественныя соотношенія бродающей жидкости и дрожжей, находящихся въ ней во время броженія при этихъ двухъ способахъ, оказываются далеко не одинаковыми. Причина этого въ томъ, что при періодическомъ

ТАБЛИЦА XV.

Способъ сбраживанія.	№ опыта.	Температура броженія °С.	Раса дрожжей.	Концентрація исходнаго суела °Ball.
Непрерывный	1	28.00	XII в. бр.	21.15°
Періодическій	1—А—4	29.00	XII в. бр.	16.91°
Непрерывный	2	28.00	XII в. бр.	16.32°
Періодическій	1—А—5	29.00	XII в. бр.	16.91°
Непрерывный	12	30.05	XII в. бр.	17.68°
Непрерывный	8	17.05	XII в. бр.	8.63°
Періодическій	2—В—5	17.05	XII в. бр.	9.66°
Непрерывный	6	17.05	XII в. бр.	17.09°
Періодическій	2—А—2	17.05	XII в. бр.	18.45°
Непрерывный	15	7—9°	D н. бр.	17.14°
Періодическій	3—А—1	8—10°	XII в. бр.	17.98°
Непрерывный	16	10—12°	D н. бр.	17.58°
Періодическій	4—А—4	8—10°	D н. бр.	17.98°

Степень сбраживания.	Суточный объём су- ла въ бро- дильныхъ сосудахъ аппарата.	Количество сброженного сула въ ра- бочей емко- сти бродиль- наго аппарата.	Трата въ ‰ экстракта.		Трата азота въ ‰ его ко- личества въ исходномъ суслѣ.
			Сбражива- емаго.	Сброженного.	
45.98‰	3.0	5.4	1.22‰	2.65‰	21.60‰
44.24‰	—	—	9.45‰	21.36‰	24.82‰
52.33‰	3.6	5.6	2.52‰	4.81‰	22.20‰
53.89‰	—	—	7.79‰	14.46‰	26.10‰
51.44‰	2.6	5.3	1.30‰	2.52‰	12.75‰
59.02‰	2.1	5.8	1.69‰	2.87‰	34.24‰
63.21‰	—	—	4.71‰	7.45‰	34.48‰
30.11‰	2.5	5.3	1.16‰	3.84‰	10.50‰
30.46‰	—	—	6.08‰	19.96‰	13.05‰
13.92‰	1.9	4.8	2.26‰	16.28‰	7.92‰
12.03‰	—	—	1.78‰	14.80‰	26.16‰
54.08‰	1.3	4.2	1.79‰	3.31‰	13.60‰
51.91‰	—	—	3.58‰	6.91‰	30.12‰

способъ одновременно подвергается воздействию массы образовавшихся дрожжей все предназначенное для сбраживания сусла, тогда какъ при непрерывномъ способѣ сбраживания масса образовавшихся дрожжей дѣйствуетъ единовременно только на сравнительно небольшую часть сбраживаемаго сусла, вмѣщающуюся въ бродильный аппаратъ. Въ этомъ случаѣ сбраживаемое сусло частями разновременно приходитъ въ соприкосновеніе почти со всей массой образовавшихся дрожжей, отнесенной однако въ таблицѣ XV не къ объему сусла, заполняющему только бродильные сосуды, но ко всему количеству подвергшагося броженію сусла, какъ находящемуся въ самомъ бродильномъ аппаратѣ, такъ и поступившему въ приемникъ за все время опыта.

Для того, чтобы дать наглядное представленіе о вышеуказанномъ соотношеніи, возьмемъ изъ таблицы XV для сравненія опыты № (1—A—5) и № 2, а также № (2—B—5) и № 8.

Примемъ одинаковыми объемы сусла, подвергшагося броженію какъ въ томъ, такъ и въ другомъ изъ нихъ. Изъ таблицы XV видно, что въ каждомъ изъ двухъ такихъ парныхъ опытовъ использование общаго количества азота исходнаго сусла почти одно и тоже.

Однако при этихъ условіяхъ все же наблюдается рѣзкое различіе періодическаго сбраживания отъ сбраживания непрерывнаго въ смыслѣ тѣхъ соотношеній, какія имѣютъ мѣсто при томъ и другомъ случаѣ между количествомъ азота бродящей жидкости, заполняющей самый бродильный аппаратъ, и количествомъ азота дрожжей, находящихся въ послѣдней.

Въ разматриваемыхъ примѣрахъ численное значеніе указанныхъ соотношеній азота дрожжей и азота бродящей жидкости опредѣляется для опыта № 2 такъ:

$$\frac{22.2}{77.8} = 0.285$$

и для опыта № (1—A—5) такъ:

$$\frac{26.1}{(73.9:5,6)} = 1.977.$$

Въ приведенномъ случаѣ непрерывнаго сбраживания найденное общее количество азота, находящагося въ жидкости, подвергшейся сбраживанію, дѣлится на 5,6. Это объясняется тѣмъ, что изъ всего объема сусла, бродившаго въ указанномъ опытѣ, собственно въ бродильномъ аппаратѣ, находится только часть его,

отвѣчающая общей рабочей емкости всѣхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата. А это при опытѣ № (1—А—5) составляетъ только $\frac{1}{5,6}$ отъ общаго объема сусла, подвергавшагося броженію. Благодаря этому, опредѣляя численную величину соотношенія количествъ: азота дрожжей и азота того объема жидкости, въ которомъ эти дрожжи работаютъ, необходимо найденное количество азота, относящееся ко всей сброженной жидкости, раздѣлить на число, дающее объемъ послѣдней, выраженный въ рабочей емкости непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата. А это при опытѣ № (1—А—5) составляетъ 5,6.

Слѣдовательно, на одну часть азота бродящей жидкости приходится такихъ же частей азота работающихъ дрожжей въ первомъ случаѣ—0.285 и во второмъ—1.977. Такимъ образомъ, на одинъ и тотъ же объемъ бродящей жидкости, находящейся въ самомъ бродильномъ аппаратѣ въ условіяхъ непрерывнаго сбраживанія, приходится въ $\frac{1.977}{0.285}$, т. е. въ 6,9 разъ больше дрожжей, чѣмъ при періодическомъ сбраживаніи.

Соотношеніе это для опытовъ № 8 и № (2—В—5) выражается числомъ 5.8.

При аналогичномъ сравненіи соответствующихъ опытовъ съ неодинаковой общей тратой азота, считая на все количество сброженнаго сусла, измѣненіе указаннаго соотношенія говоритъ за увеличеніе количества азота дрожжей, приходящихся при непрерывномъ способѣ сбраживанія на одинъ и тотъ же объемъ сбраживаемаго сусла. Такъ напр., сопоставляя опыты № (1—А—5) и № 12, можно видѣть, что въ этихъ условіяхъ при непрерывномъ сбраживаніи приходится уже въ 13.5 раза больше азота дрожжей, чѣмъ при періодическомъ сбраживаніи.

Такимъ образомъ, при непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ процессъ броженія вызывается значительно большимъ количествомъ дрожжей, чѣмъ при періодическомъ, что должно быть связано съ извѣстнымъ сокращеніемъ продолжительности сбраживанія.

Въ результатахъ опытовъ, помѣщенныхъ въ таблицѣ XIV, не наблюдается той тѣсной зависимости, отмѣченной при предыдущихъ опытахъ, какая имѣла мѣсто между получающейся степенью сбраживанія сусла, прошедшаго черезъ аппаратъ, съ одной стороны, и скоростью тока жидкости черезъ сосуды аппарата, а также температурой броженія и концентраціей исходнаго сусла, съ другой. Причины этого въ томъ, что въ данномъ случаѣ

указанная разница въ значительной мѣрѣ скрадывается. Происходитъ это благодаря тому, что сброженное сусло отъ момента начала притока его въ пріемникъ до разборки аппарата въ теченіе многихъ дней остается здѣсь вмѣстѣ съ дрожжами, проходящими сюда изъ аппарата. Присутствіемъ здѣсь дрожжей вызывается дальнѣйшее выбраживаніе сусла, прошедшаго черезъ аппаратъ, а иногда также и нѣкоторое размноженіе поступающихъ въ пріемникъ дрожжей, остающихся здѣсь затѣмъ въ теченіе многихъ дней, въ продолженіе которыхъ происходитъ постепенное наполненіе пріемника. Это обстоятельство является причиной измѣненія величины траты при броженіи сравнительно съ тѣмъ, что должно имѣть мѣсто въ этомъ отношеніи, если бы было устранено это случайное и при томъ слишкомъ длительное броженіе въ пріемникѣ. Поэтому въ только что разсмотрѣнныхъ опытахъ, сводка результатовъ которыхъ помѣщена въ таблицѣ XIV, величины полученныхъ тратъ должны быть нѣсколько иными сравнительно съ тѣми, какія обуславливаются броженіемъ только исключительно въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ. Судя по тому, что за время опытовъ осадокъ дрожжей въ пріемникахъ обычно замѣтно, а иногда даже и значительно увеличивался, можно думать, что трата въ разсмотрѣнныхъ случаяхъ должна быть преувеличенной. Но, вообще говоря, при продолжительномъ пребываніи въ пріемникѣ сусла, прошедшаго черезъ аппаратъ, возможно какъ увеличеніе, такъ и уменьшеніе траты экстракта при броженіи. Будетъ ли имѣть мѣсто то или другое въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ рѣшается: во-первыхъ, условіями, при которыхъ находятся дрожжи въ пріемникѣ сброженнаго сусла и, во-вторыхъ, продолжительностью пребыванія ихъ тамъ.

Въ условіяхъ сбраживанія на непрерывно дѣйствующемъ аппаратѣ на величину траты, помимо броженія въ пріемникѣ, вліяетъ также и количество дрожжей, уносимыхъ изъ аппарата выходящимъ изъ него сброженнымъ сусломъ. Ниже приводятся опыты отъ № 17 до № 30, которые были поставлены для того, чтобы установить количество дрожжей, поступающихъ въ пріемникъ, а также, чтобы выяснитъ, какъ количественно распредѣляются образующіяся дрожжи по отдѣльнымъ сосудамъ аппарата.

Эти опыты были проведены на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ типа—А, представленномъ на черт. № 12, состоящемъ изъ 5—6 стеклянныхъ сосудовъ, каждый по 400 куб. сент. рабочей емкости. Сборка аппарата производилась, какъ указано на стр. 80—83, а разборка согласно тому, что было приведено

на страницѣ 84—85. По окончаніи работы аппаратъ тотчасъ же разбирается и непосредственно за этимъ анализировалось содержимое каждаго отдѣльнаго бродильнаго сосуда, питающаго сборника и пріемника сброженнаго сусла. Въ послѣднемъ къ моменту разборки должно было заключаться около 300—400 куб. сент. жидкости, необходимой для соотвѣствующихъ изслѣдованій. При такомъ небольшомъ количествѣ сброженнаго сусла оно за сравнительно короткій промежутокъ времени своего пребыванія въ пріемникѣ успѣваетъ очень мало измѣниться какъ со стороны состава, такъ и количества находящихся въ немъ дрожжей.

Анализомъ, способами, ранѣе указанными, въ профильтрованной жидкости каждаго отдѣльнаго сосуда бродильнаго аппарата и пріемника опредѣляется содержаніе экстракта, алкоголя и азота по методу Kjeldahl-я, а также дѣйствительная степень сбраживанія. Кромѣ этого, еще устанавливается для каждаго сосуда вѣсъ находящихся въ немъ дрожжей и содержаніе въ нихъ азота.

Результаты и условія всѣхъ этихъ опытовъ представлены въ таблицахъ XVI, XVII, XVIII и XIX. Въ нихъ дается составъ бродящаго сусла, наполняющаго отдѣльные бродильные сосуды, а также пріемникъ, ко времени разборки аппарата. При этомъ содержаніе экстракта и алкоголя выражено въ вѣсовыхъ процентахъ изслѣдуемой жидкости, а количество азота въ процентахъ отъ его содержанія въ исходномъ суслѣ. Это позволяетъ судить о томъ, какъ велика степень использования азота въ отдѣльныхъ сосудахъ аппарата, что въ свою очередь можетъ служить нѣкоторой руководящей нитью для сужденія о размножаемости дрожжей въ томъ или другомъ случаѣ.

Количество дрожжей приводится въ граммахъ на 100 куб. сент. бродящей жидкости, а также и въ процентахъ отъ вѣса сбраживаемаго экстракта. Относительно дрожжей дается еще вѣсовый процентъ азота въ нихъ, а также количество азота, выраженное въ процентахъ его содержанія въ исходномъ суслѣ и отнесенное къ дрожжамъ приходящимся на 100 куб. сент. бродящей жидкости. Далѣе приводится общее количество азота, считая на 100 куб. сент. бродящей жидкости вмѣстѣ съ соотвѣствующимъ содержаніемъ дрожжей, находящихся въ ней, что дается какъ въ граммахъ, такъ и въ процентахъ содержанія азота въ исходномъ суслѣ. Въ слѣдующей затѣмъ вертикальной графѣ таблицъ указано для каждаго отдѣльнаго бродильнаго сосуда аппарата распредѣленія азота между бродящей жидкостью и находящимися въ ней дрожжами.

ТАБЛИЦА XVI.

№ опыта.	Образиваемое сусло.	Азота на 100 куб. сент. жид- кости въ грам- махъ.	Температура брожения ° С.	Суточный обмѣвъ жид- кости въ брод. сосудахъ аппарата за время рабо- ты его послѣ наполненія.	Количество жидкости, поступив- шей въ приемникъ, выраженное въ рабочей емкости отдѣльнаго брод. сосуда аппарата.	накопленія дрожжей въ I брод. сосудѣ аппарата.	Продолжитель- ность периода наполненія аппарата.	Раса дрожжей,	Откуда взята изслѣдуе- мая жидкость.
	Концентрація ° Ball.								
17	7.71	0.0604	16.0—17.00	1.6	11.6	4 д. 19 ч. 2 д. 9 ч. XII в. бр.	I бр. сос.	I бр. сос.	I бр. сос.
							II	"	"
							III	"	"
							IV	"	"
							V	"	"
18	7.71	0.0604	16.0—17.00	2.2	12.2	4 д. 19 ч. 2 д. 8 ч. XII в. бр.	I бр. сос.	I бр. сос.	I бр. сос.
							II	"	"
							III	"	"
							IV	"	"
							V	"	"
19	9.46	0.0702	16.0—17.00	2.6	12.8	4 д. — ч. 4 д. — ч. XII в. бр.	I бр. сос.	I бр. сос.	I бр. сос.
							II	"	"
							III	"	"
							IV	"	"
							V	"	"
20	14.74	0.1207	16.0—17.00	2.6	13.8	4 д. — ч. 4 д. 1 ч. XII в. бр.	I бр. сос.	I бр. сос.	I бр. сос.
							II	"	"
							III	"	"
							IV	"	"
							V	"	"

Экстракта ° Ball.	Алкоголя вѣсов. %.	Дѣйствительн. степень сбра- живанія.	Азота въ % его содерж. въ исходн. суслѣ.	Количество дрож- жей на 100 куб. сент. бродащей жидкости		Вѣсовой % азота въ дрожжахъ.	Азотъ дрожжей на 100 к. сент. бродащ. жидк.		Общее количество азота на 100 куб. сент. жидкости въ отдѣльн. брод. сосу- дѣ аппарата		Распределе- ніе азота	
				въ граммахъ.	въ вѣс. % экс- тракта исход- наго сусла.		въ граммахъ.	въ % колич. азота 100 к. с. исход. сусла.	въ граммахъ.	въ % содер- жан. азота въ исход. суслѣ.	бродащей жидкостью.	дрожжами.
4.41	1.62	42.80	79.07	1.854	24.05	2.328	0.0432	71.47	0.0909	150.6	52.50/0	47.50/0
3.80	1.94	50.71	74.42	1.413	18.33	2.231	0.0315	52.18	0.0764	126.6	58.8	41.2
3.67	2.06	52.90	69.77	0.888	11.52	2.146	0.0191	31.57	0.0612	101.3	68.8	31.2
3.45	2.17	55.25	69.77	0.460	5.97	2.115	0.0097	16.11	0.0518	85.9	81.2	18.8
3.32	2.28	56.94	65.12	0.307	3.98	2.014	0.0062	10.24	0.0455	75.4	86.4	13.6
4.67	1.50	39.43	76.74	3.040	39.43	2.973	0.0904	149.71	0.1367	226.4	33.90/0	66.10/0
4.27	1.69	44.61	74.42	1.627	21.10	2.442	0.0397	65.81	0.0847	140.2	53.1	46.9
4.05	1.87	47.47	69.77	1.430	18.55	1.930	0.0276	45.71	0.0697	115.5	60.4	39.6
3.82	2.00	50.45	69.77	0.599	7.77	1.857	0.0111	18.41	0.0532	88.2	79.1	20.9
3.80	2.06	50.71	69.77	0.165	2.14	2.779	0.0029	4.85	0.0450	74.6	93.5	6.5
7.19	1.19	24.00	92.00	2.596	27.44	3.210	0.0833	118.70	0.1479	210.7	43.70/0	56.30/0
6.29	1.56	33.51	84.00	1.305	13.79	3.198	0.0417	59.44	0.1007	143.4	58.6	41.4
5.52	2.17	41.65	80.00	1.049	11.09	2.864	0.0300	42.79	0.0862	122.8	65.2	34.8
4.85	2.56	48.73	75.96	0.559	5.91	2.769	0.0155	22.07	0.0688	98.0	77.5	22.5
4.50	2.61	52.43	71.99	0.213	2.25	3.024	0.0064	9.17	0.0570	81.2	88.7	11.3
11.28	1.87	23.47	88.37	2.252	15.28	3.793	0.0854	70.74	0.1921	159.1	55.50/0	44.50/0
10.40	2.39	29.44	86.05	1.129	7.66	3.130	0.0353	29.27	0.1392	115.3	74.6	25.4
9.78	2.72	33.65	83.73	0.823	5.58	2.928	0.0241	19.96	0.1252	103.7	80.7	19.3
9.34	3.00	36.64	82.55	0.568	3.85	2.870	0.0163	13.50	0.1160	96.1	85.9	14.1
9.05	3.18	38.60	81.40	0.251	1.70	3.110	0.0078	6.47	0.1061	87.9	92.6	7.4

Т А Б Л И Ц А ХVII.

№ опыта.	Сбраживаемое сусло.		Температура брожения ° С.	Суточный обмѣнъ жидкости въ брод. сосудахъ аппарата за время работы его послѣ наполненія.	Количество жидкости, поступившей въ приемникъ, выраженное въ рабочей емкости отдѣльнаго брод. сосуда аппарата.	Продолжительность періода		Раса дрожжей.	Откуда взята ислѣдуемая жидкость.
	Концентрація ° Ball.	Азота на 100 куб. сент. жидкости въ грамахъ.				накопленія дрожжей въ брод. сосудѣ аппарата.	наполненія аппарата.		
21	20.30	0.1039	27.0—28.0	2.5	16.1	2 д. 6 ч. 2 д. 2 ч. XII в. бр.	I бр. сос. II " " III " " VI " " V " "	Послѣд. проба сброжен. сусла.	
22	21.30	0.0927	26.5—27.5	1.8	18.9	1 д. 10 ч. 2 д. 14 ч. XII в. бр.	I бр. сос. II " " III " " IV " " V " " VI " "	Послѣд. проба сброжен. сусла.	
23	19.30	0.1095	27.0—28.0	2.3	22.4	1 д. 3 ч. 3 д. 2 ч. XII в. бр.	I бр. сос. II " " III " " IV " " V " "	Послѣд. проба сброжен. сусла.	
24	10.74	0.0688	27.5—28.5	2.7	16.5	1 д. 13 ч. 1 д. 12 ч. XII в. бр.	I бр. сос. II " " III " " IV " " V " "	Послѣд. проба сброжен. сусла.	

Анализъ изслѣдуемой жидкости				Количество дрожжей на 100 куб. сент. бродящей жидкости		Въсвой % азота въ дрожжахъ.	Азотъ дрожжей на 100 к. сент. бродящ. жидк.		Общее количество азота на 1° куб. сент. жидкости въ отдѣлн. брод. сосудѣ аппарата		Распредѣленіе азота между	
Экстракта 0 Ball.	Алкоголя въсов. %.	Дѣйствительн. степень сбраживанія.	Азота въ % его содер. въ исходн. суслѣ.	въ грааммахъ.	въ въс. % экстракта исходнаго сусла.		въ грааммахъ.	въ % коллич. азота 100 к. с. исходн. сусла.	въ грааммахъ.	въ % содержан азота въ исход. суслѣ	бродящей жидкостью.	дрожжами.
14.79	3.47	27.14	75.67	1.665	8.20	3.437	0.0572	55.07	0.1358	130.7	57.60%	42.10%
11.07	5.37	45.47	72.97	2.688	13.23	3.156	0.0848	81.60	0.1606	154.6	47.2 "	52.8 "
9.63	6.14	52.56	72.97	1.666	8.21	3.135	0.0522	50.27	0.1280	123.2	59.2 "	40.8 "
8.54	6.71	57.59	72.97	1.444	7.11	2.942	0.0425	40.89	0.1183	113.9	64.9 "	35.1 "
8.22	6.86	59.51	72.97	1.121	5.52	2.884	0.0323	31.12	0.1081	104.1	70.2 "	29.8 "
8.17	6.93	59.75										
12.93	4.94	39.30	78.79	2.485	11.67	3.740	0.0929	100.30	0.1660	179.1	44.00%	56.00%
12.52	5.31	41.22	75.76	1.188	5.58	3.093	0.0367	39.64	0.1069	115.4	65.4 "	34.6 "
10.09	6.43	52.63	72.73	1.003	4.71	3.013	0.0302	32.61	0.0976	105.3	69.0 "	31.0 "
8.97	7.33	54.83	72.73	1.157	5.43	2.836	0.0328	35.41	0.1002	108.1	67.3 "	32.7 "
8.66	7.40	59.34	69.70	1.075	5.05	2.816	0.0303	32.66	0.0949	102.4	68.1 "	31.9 "
8.39	7.60	60.14	69.70	1.029	4.83	2.804	0.0288	31.13	0.0934	103.8	69.1 "	30.9 "
13.20	3.74	31.60	71.79	2.530	13.11	3.440	0.0870	79.47	0.1657	151.3	47.50%	52.50%
10.95	5.34	43.30	69.23	1.723	8.93	3.288	0.0566	51.73	0.1325	121.0	57.2 "	42.8 "
9.31	6.27	51.80	66.67	1.407	7.29	3.211	0.0452	41.25	0.1182	107.9	61.8 "	38.2 "
8.32	6.90	56.90	66.67	1.425	7.33	2.912	0.0415	37.89	0.1145	104.6	63.8 "	36.2 "
8.00	7.12	58.60	64.10	1.550	8.03	2.796	0.0433	39.58	0.1135	103.7	61.8 "	38.2 "
7.83	7.16	59.40	64.10									
5.02	2.94	53.26	55.10	1.448	13.48	2.535	0.0367	53.37	0.0746	108.5	50.80%	49.20%
4.35	3.24	59.49	55.10	1.130	10.52	2.555	0.0289	41.99	0.0668	97.1	56.8 "	43.2 "
4.17	3.35	61.17	55.10	1.478	13.76	2.634	0.0389	56.62	0.0768	111.7	49.3 "	50.7 "
3.97	3.47	63.03	55.10	1.815	16.90	2.786	0.0506	73.52	0.0885	128.6	42.8 "	57.2 "
3.77	3.59	64.90	55.10	1.498	13.95	2.893	0.0433	63.02	0.0812	118.1	46.7 "	53.3 "
3.72	3.65	65.32	55.10	0.298	2.77	2.855	0.0085	12.38	0.0464	67.5	81.7 "	18.3 "

ТАБЛИЦА XIX.

№ опыта.	Образиваемое сусло.		Температура брожения ° С.	Суточный обмѣнъ жид- кости въ брод. сосудахъ аппарата за время рабо- ты его послѣ наполненія.	Количество жидкости, поступи- вшей въ приемникъ, выраженное въ рабочей емкости отдѣльнаго брод. сосуда аппарата.	Продолжитель- ность періода		Раса дрожжей.	Откуда взята ислѣдуе- мая жидкость.
	Концентрація ° Ball.	Азота на 100 куб. сент. жид- кости въ грам- махъ.				накопленія дрожжей въ 1 брод. сосудѣ аппарата.	наполненія аппарата.		
29	16.25	0.1123	19.0—20.00	1.80	16.1	3 д. 12 ч. 1 д.	1 д. 10 ч	XII в. бр.	I бр. сус.
30	15.91	0.1151	27.0—28.00	1.98	17.8	1 д. 3 ч. 1 д.	12 ч. XII в. бр.	I бр. сус.	I бр. сус.
									II " "
									III " "
									IV " "
									V " "
									Послѣд. про- ба сброжен. сусла.

Экстракта ° Ball.	Алкоголя вѣсов. ‰.	Дѣйствительн. степень сбра- живанія.	Азота въ ‰ его содерж. въ исходн. суслѣ.	Количество дрож- жей на 100 куб. сент. бродащей жидкости:		Вѣсовой ‰ азота въ дрожжахъ.	Азотъ дрожжей на 100 к. сент. бродащ. жидк.		Общее количество азота на 100 куб. сент. жидкости въ отдѣльн. брод. соу- дѣ аппарата	въ ‰ содер- жан. азота въ исход. суслѣ.	бродащей жидкостью.	Распределе- ніе азота метду
				въ граммахъ.	въ вѣс. ‰ экс- тракта исход- наго сусла.		въ граммахъ	въ ‰ колич. азота 100 к. с. исход. сусла.				
14.38	0.68	11.51	92.50	1.337	8.23	3.503	0.0486	41.52	0.1505	134.0	69.00‰	31.00‰
12.88	1.81	20.74	90.00	1.190	7.32	2.747	0.0327	29.10	0.1338	119.1	75.6	24.4
11.45	2.44	29.53	87.50	1.382	8.50	3.445	0.0476	51.31	0.1469	138.8	68.0	37.0
10.09	3.18	37.91	85.00	1.337	8.23	3.016	0.0403	35.90	0.1358	120.9	70.3	29.7
8.92	3.71	45.11	82.50	1.221	7.51	2.625	0.0321	28.53	0.1247	111.0	74.3	25.7
8.22	4.12	49.41	82.50	0.542	3.33	3.019	0.0164	15.57	0.1090	98.1	84.1	15.9
7.49	4.12	52.92	78.05	3.146	19.77	2.657	0.0836	72.60	0.1734	150.6	51.80‰	48.20‰
7.29	4.37	54.18	78.05	1.035	6.63	2.356	0.0249	21.59	0.1147	99.6	78.3	21.7
7.02	4.50	55.88	78.05	1.461	9.18	2.746	0.0402	34.88	0.1300	112.9	69.1	30.9
6.71	4.75	57.82	78.05	1.512	9.50	2.808	0.0425	36.88	0.1323	114.9	67.9	32.1
6.24	4.94	60.78	78.05	1.664	10.46	2.873	0.0478	41.52	0.1377	119.6	65.3	34.7
6.07	5.00	61.85	78.05	0.160	1.01	2.873	0.0046	3.99	0.0945	82.0	92.1	4.9

Таблицы XVI—XIX говорятъ за то, что въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ дрожжи скопляются въ неодинаковыхъ количествахъ. Это ясно видно изъ численныхъ сопоставленій таблицы XX, гдѣ приведены полученныя при различныхъ опытахъ количества дрожжей, находящихся въ бродильномъ аппаратѣ. Приведенныя данныя отнесены къ 100 куб. сент. бродящей жидкости и выражены въ процентахъ количества сбраживаемаго экстракта.

Т а б л и ц а X X.

Темпер. № брож. опыта.	10—12°С.	Темпер. № брож. опыта.	16—17°С.	Темпер. № брож. опыта.	27—28°С.
25	22.08%	17	12.77%	21	8.45%
26	24.19 „	18	17.80 „	22	8.95 „
27	11.99 „	19	12.09 „	23	8.95 „
28	13.28 „	20	6.81 „	24	13.72 „

Изъ таблицы XX вытекаетъ, что количество дрожжей, скопляющихся въ аппаратѣ, непостоянно и зависитъ отъ совокупности всѣхъ тѣхъ факторовъ, которыми обычно опредѣляются условія броженія при періодическихъ способахъ сбраживанія. Таковыми являются прежде всего: концентрація сбраживаемаго суслу и температура броженія. Кромѣ этого, при работѣ на непрерывнодѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ прибавляется еще одно обстоятельство, имѣющее чрезвычайно важное значеніе, какъ регуляторъ броженія,—это скорость тока сбраживаемой жидкости, проходящей черезъ бродильный аппаратъ. Этимъ обуславливается время соприкосновенія бродящей жидкости съ массой находящейся въ аппаратѣ дрожжей. Такимъ образомъ, скоростью теченія жидкости черезъ сосуды аппарата опредѣляется продолжительность броженія и связанная съ послѣдней достигаемая степень сбраживанія. Данныя опытовъ показываютъ, что чѣмъ меньше

скорость тока, тѣмъ выше степень сбраживанія. Помимо этого, скорость тока вліяетъ и на количество находящихся въ аппаратѣ дрожжей, а также и на ихъ распредѣленіе по бродильнымъ сосудамъ аппарата. Въ этомъ отношеніи данныя таблицъ XVI—XIX позволяютъ сдѣлать опредѣленное заключеніе о томъ, что повышеніе скорости тока бродящей жидкости черезъ аппаратъ, при постоянной емкости его бродильныхъ сосудовъ, увеличиваетъ количество находящихся въ немъ дрожжей, уменьшеніе же тока приводитъ къ обратнымъ результатамъ, что можно видѣть изъ сравненія, напр., опытовъ № 17 и № 18.

Связь между количествомъ дрожжей, находящихся въ аппаратѣ, и силой тока сбраживаемаго сусла можетъ быть объяснена задерживающимъ вліяніемъ продуктовъ броженія и, главнымъ образомъ, алкоголя на размноженіе дрожжей. Причина этого въ слѣдующемъ: при замедленномъ токѣ сусла возрастаетъ продолжительность воздѣйствія на него находящихся въ аппаратѣ дрожжей. Благодаря этому увеличивается содержаніе алкоголя въ бродящей жидкости, заполняющей отдѣльные бродильные сосуды аппарата. Поэтому при замедленномъ токѣ поступающее къ аппарату сусло встрѣчаетъ въ сосудахъ его болѣе алкогольную среду, чѣмъ при токѣ быстромъ. Въ силу этого, извѣстное размноженіе дрожжей, имѣющее мѣсто въ только что вступившемъ въ аппаратъ суслѣ, будетъ находиться въ одномъ случаѣ въ болѣе, въ другомъ—въ менѣе благопріятныхъ условіяхъ относительно воздѣйствія алкоголя. Въ количествахъ послѣдняго, съ одной стороны, почти не вліяющихъ, съ другой, рѣзко отражающихся при періодическомъ сбраживаніи на процессѣ размноженія дрожжей, конечно, должно быть болѣе значительное различіе чѣмъ то, какое имѣетъ мѣсто въ рассматриваемыхъ случаяхъ непрерывнаго сбраживанія. Но опыты показываютъ, что и при имѣющихся небольшихъ колебаніяхъ въ содержаніи алкоголя наблюдаются уже замѣтныя измѣненія въ количествѣ образующихся дрожжей. Причина этого въ томъ, что при этихъ условіяхъ сбраживанія на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ вліяетъ не одинъ только алкоголь. Повышенію его содержанія отвѣчаетъ параллельно идущее убываніе сбраживаемаго экстракта. Рядомъ съ этимъ идетъ накопленіе побочныхъ продуктовъ броженія. Такимъ образомъ, въ рассматриваемомъ случаѣ при повышеніи содержанія алкоголя въ бродящей жидкости приходится считаться также со многими разнообразными факторами, неблагопріятно вліяющими на размноженіе дрожжей, хотя ка-

ждый изъ нихъ самъ по себѣ не великъ, но въ совокупности они даютъ уже замѣтную равнодѣйствующую. Величина и вліяніе послѣдней при незначительныхъ измѣненіяхъ въ степени сбраживания, прошедшаго черезъ аппаратъ суслу въ связи съ неодинаковымъ токомъ его, какъ видно изъ опытовъ, очень замѣтно отражается на дрожжахъ.

И это прежде всего сказывается на процессѣ размноженія ихъ. Ощутительность этого вліянія дѣлается тѣмъ болѣе понятной, что въ данномъ случаѣ приходится считаться съ очень продолжительнымъ воздѣйствіемъ указанныхъ факторовъ, подъ постояннымъ вліяніемъ которыхъ дрожжи непрерывно остаются въ теченіе всего времени, необходимаго для производства опытовъ и достигавшаго въ разсматриваемыхъ случаяхъ обычно 1—1½ недѣли.

Изъ сопоставленій численныхъ данныхъ таблицъ XVI—XIX вытекаетъ, что при броженіи на непрерывно дѣйствующемъ аппаратѣ между концентраціей сбраживаемаго суслу, а также температурой броженія, съ одной стороны, и количествомъ образующихся дрожжей, съ другой, существуетъ извѣстное взаимоотношеніе; оно выражается тѣмъ, что повышеніе температуры броженія и концентраціи сбраживаемаго суслу влечетъ за собой уменьшеніе количества образующихся дрожжей. Причины этого лежатъ въ томъ же, что было ранѣе указано и чѣмъ обусловливается аналогичная связь между опредѣленной наличностью дрожжей въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ и величиной тока суслу черезъ него.

Помимо средняго количества дрожжей, приходящихся на 100 куб. сент. бродящей жидкости, съ точки зрѣнія теченія процесса броженія имѣетъ также очень существенное значеніе распределеніе ихъ по отдѣльнымъ бродильнымъ сосудамъ аппарата. Въ этомъ отношеніи данныя таблицъ XVI—XIX ясно говорятъ за то, что дрожжи въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ скопляются въ очень неодинаковой мѣрѣ. При этомъ, какъ показываетъ опытъ № 26, максимумъ можетъ превосходить минимумъ даже въ 36 разъ.

Мѣсто максимальнаго скопленія дрожжей не связано съ какимъ-либо опредѣленнымъ бродильнымъ сосудомъ аппарата. При среднихъ температурахъ съ дрожжами верхняго броженія расы XII максимумъ скопленія ихъ имѣетъ мѣсто въ начальномъ сосудѣ аппарата, переходя отъ котораго къ послѣдующимъ, встрѣчаемъ постепенно убывающія количества дрожжей. Въ послѣд-

немъ бродильномъ сосудѣ содержаніе ихъ падаетъ до величины, колеблющейся отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{17}$ сравнительно съ тѣмъ, что имѣлось въ первомъ бродильномъ аппаратѣ.

При высокихъ температурахъ броженія дрожжи распредѣляются между бродильными сосудами аппарата значительно ровнѣе, чѣмъ при среднихъ температурахъ броженія, такъ что минимальныя количества дрожжей, находящихся въ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудахъ, въ этомъ случаѣ составляютъ величину только въ 1,6—2,7 раза меньшую, чѣмъ соответствующее максимальное количество въ другомъ сосудѣ того же аппарата. При этомъ не наблюдается той постепенности убыванія количества дрожжей въ каждомъ послѣдующемъ бродильномъ сосудѣ аппарата, какая была въ рядѣ предыдущихъ опытовъ, поставленныхъ при комнатной температурѣ броженія.

Положеніе сосуда, содержащаго максимальное количество дрожжей, при высокихъ температурахъ сбраживанія не является столь опредѣленнымъ и связаннымъ съ начальнымъ изъ нихъ, какъ это можно было видѣть въ результатахъ опытовъ, помѣщенныхъ въ таблицѣ XVI. Здѣсь бродильный сосудъ аппарата съ максимальнымъ содержаніемъ дрожжей въ зависимости отъ условій сбраживанія можетъ занимать самое разнообразное положеніе, начиная отъ перваго и кончая послѣднимъ.

При низкихъ температурахъ сбраживанія съ низовыми дрожжами расы D максимумъ скопленія ихъ также можетъ имѣть мѣсто въ любомъ изъ бродильныхъ сосудовъ аппарата и вопросъ о томъ, какой изъ нихъ долженъ являться мѣстомъ наивысшаго скопленія дрожжей въ аппаратѣ, рѣшается въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ совокупностью всѣхъ условій, опредѣляющихъ броженіе. Относительно количественнаго распредѣленія дрожжей по отдѣльнымъ бродильнымъ сосудамъ аппарата при низкихъ температурахъ имѣются данныя, помѣщенные въ таблицѣ XVIII. При сравненіи ея съ результатами опытовъ, сведенными въ таблицахъ XVI, XVII и XIX оказывается, что значительное пониженіе температуры броженія сильно увеличиваетъ неравномѣрность въ распредѣленіи дрожжей, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается и общее количество ихъ.

Съ точки зрѣнія процесса броженія и возможности его воспроизведенія является очень существеннымъ не только вѣсовое количество, но и активность всей массы имѣющихся дрожжей. Активность же эта находится въ связи съ массой бѣлковаго вещества, заключающейся въ нихъ. Поэтому, говоря о количествѣ

дрожжей и о распредѣленіи ихъ по отдѣльнымъ сосудамъ непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата, является очень существеннымъ количественное соотношеніе азота дрожжей, находящихся въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ, а также численное соотношеніе въ количествахъ азота, приходящагося въ каждомъ отдѣльномъ бродильномъ сосудѣ аппарата на дрожжи и на бродящую жидкость. Въ связи съ этимъ представляетъ интересъ послѣдовательность измѣненій содержанія азота въ бродящей жидкости при движеніи ея по бродильнымъ сосудамъ аппарата. Всѣ эти данныя помѣщены въ таблицахъ XVI—XIX, гдѣ онѣ представлены въ вѣсовыхъ процентахъ отъ содержанія азота въ исходномъ сладкомъ суслѣ, что позволяетъ удобно сравнивать между собой результаты отдѣльныхъ опытовъ.

Разсматривая графу таблицъ XVI—XIX, дающую содержаніе азота въ бродящей жидкости различныхъ сосудовъ аппарата, можно видѣть, что использованіе азота дрожжами въ большинствѣ случаевъ сосредоточивается въ первомъ бродильномъ сосудѣ аппарата. Такимъ образомъ, значеніе послѣдующихъ сосудовъ въ этомъ отношеніи при средней и особенно при высокой температурѣ броженія сравнительно очень не велико. Оно увеличивается при пониженіи температуры. Это говоритъ за то, что размноженіе дрожжей обычно ограничивается первыми, а иногда даже исключительно первымъ бродильнымъ сосудомъ аппарата. Однако скопленіе дрожжей имѣетъ мѣсто во всѣхъ бродильныхъ сосудахъ и нерѣдко наибольшее вѣсовое количество ихъ сосредоточивается тамъ, гдѣ использованіе азота сбраживаемаго сусла уже совершенно не наблюдается. Это является, главнымъ образомъ, слѣдствіемъ механическаго переноса дрожжей, увлекаемыхъ сюда съ мѣсть размноженія ихъ притекающей бродящей жидкостью, проходящей черезъ соответствующій бродильный сосудъ аппарата.

Механически переносимыя и болѣе уже неразмножающіяся дрожжи въ дальнѣйшемъ могутъ претерпѣвать, въ зависимости отъ условій броженія и среды, въ которой онѣ задерживаются, значительныя измѣненія, какъ въ сторону увеличенія, такъ и уменьшенія ихъ вѣсового количества. Это стоитъ въ прямой связи со способностью ихъ накапливать и впоследствии использовать извѣстныя питательныя вещества, главнымъ образомъ, безазотистыя, такія, напр., какъ гликогенъ. Присутствіе такихъ веществъ въ дрожжахъ нѣсколько измѣняетъ сбраживающую производительность каждой отдѣльной дрожжевой клѣточки, однако эти измѣненія обычно очень невелики. Благодаря этому дрожжи, сравнительно мало

мѣняя свою активность въ смыслѣ способности вызывать броженіе опредѣленной интенсивности, могутъ значительно увеличивать или уменьшать свой вѣсъ, не прибавляя и не уменьшая числа дрожжевыхъ клѣтокъ, находящихся въ разсматриваемой дрожжевой массѣ. Такимъ образомъ, дрожжи въ начальныхъ сосудахъ какъ бы нагружаются сбраживаемымъ экстрактомъ, переносятъ затѣмъ его въ одинъ изъ послѣдующихъ бродильныхъ сосудовъ, гдѣ и освобождаются отъ него превращеніемъ его въ спиртъ и въ углекислоту. Благодаря этому въ послѣдующихъ бродильныхъ сосудахъ аппарата сумма оставшагося экстракта и сахара, перешедшаго въ спиртъ и въ углекислоту оказывается въ нѣкоторыхъ случаяхъ величиною большею, чѣмъ та, которая отвѣчаетъ начальному сосуду того же бродильнаго аппарата. Это можно видѣть изъ данныхъ таблицы XXI, гдѣ приводятся количества исходнаго сбраживаемаго экстракта, вычисленнаго для каждаго бродильнаго сосуда аппарата въ тѣхъ опытахъ, результаты которыхъ помѣщены въ таблицѣ XVI. Эти данныя получены сложениемъ количества экстракта, оставшагося несброженнымъ, съ количествомъ сброженной мальтозы, вычисленной по вѣсу образовавшагося спирта.

Т а б л и ц а XXI.

№ опыта.	17	18	19	20
I брод. сосудъ. . . .	7.42	7.46	9.40	14.75
II " "	7.41	7.41	9.19	14.84
III " "	7.50	7.49	9.82	14.83
IV " "	7.47	7.54	9.61	14.92
V " "	7.56	7.63	9.35	14.96

Не касаясь сбраживающей силы отдѣльныхъ фракцій дрожжей, работающих въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппара-

тѣ, остановимся пока только на количественной сторонѣ активныхъ азотъ содержащихъ массъ дрожжей, скопляющихся въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата. Извѣстное представленіе и возможность сравненія въ этомъ отношеніи даютъ таблицы XVI—XIX въ той графѣ ихъ, въ которой приводятся количества азота дрожжей на 100 куб. сент. бродящей жидкости, выраженные въ процентахъ содержанія азота, приходящагося на 100 куб. сент. исходнаго сбраживаемаго сусла. Изъ разсмотрѣнія этого цифрового матеріала дѣлается очевиднымъ, что работа на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ приводитъ къ условіямъ, совершенно невысказаннымъ для періодическаго сбраживанія. Дѣло въ томъ, что при всѣхъ способахъ періодическаго сбраживанія въ содержимомъ каждаго бродильнаго сосуда количество азота, находящагося въ немъ во всѣ стадіи броженія или остается равнымъ тому, которое заключалось въ одинаковомъ объемѣ исходнаго сусла, взятаго для сбраживанія и заданнаго маточными дрожжами, или же оказывается нѣсколько меньшимъ его. Последній случай относится къ тѣмъ способамъ періодическаго сбраживанія, въ которыхъ имѣетъ мѣсто въ извѣстныхъ стадіяхъ броженія частичное выдѣленіе образовавшихся дрожжей, какъ напр., въ пивовареніи. Первый случай касается способовъ, не связанныхъ съ такимъ выдѣленіемъ дрожжей, примѣромъ чего можетъ служить сбраживаніе въ винокуренномъ производствѣ. Такимъ образомъ, принимая количество азота, находящагося въ исходномъ сбраживаемомъ суслѣ за 100, получимъ, что количество азота въ содержимомъ бродильныхъ сосудовъ всегда за время броженія при всѣхъ способахъ періодическаго сбраживанія или остается равнымъ 100, или же дѣлается меньшей величиной. При этомъ различіе между отдѣльными періодами сбраживанія сводится только къ измѣненію въ распредѣленіи азота между бродящей жидкостью и дрожжами. Относительно этого даютъ представленіе таблицы XVII, XVIII и IX, касающіяся опытовъ періодическаго сбраживанія, откуда видно, что въ содержимомъ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ азотъ исходнаго сусла распредѣляется такъ, что на дрожжи въ условіяхъ разсматриваемыхъ опытовъ приходится самое большее 41.06 % его.

Совсѣмъ не то наблюдается при условіяхъ сбраживанія на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ. Здѣсь максимальное количество азота, содержащагося въ дрожжахъ бродильныхъ сосудовъ, судя по даннымъ произведенныхъ опытовъ, значительно превосходитъ максимумъ, возможный для періодическихъ способовъ сбраживанія и въ большинствѣ случаевъ въ нѣсколькихъ

бродильныхъ сосудахъ аппарата достигаетъ такихъ предѣловъ, которые представляются совершенно неосуществимыми для условій періодическаго сбраживанія.

Какъ указывалось ранѣе, всѣ разсмотрѣнные опыты были проведены со свѣтлымъ пивовареннымъ повторно стерилизованнымъ суслемъ. Въ послѣднемъ, судя по даннымъ Schönfeld-a¹⁾, имѣется ассимилируемаго дрожжами азота только 45—65% отъ его общаго содержанія. Такимъ образомъ, при періодическихъ способахъ сбраживанія съ пивовареннымъ суслемъ въ дрожжахъ каждаго бродильнаго сосуда можетъ заключаться въ лучшемъ случаѣ только 65% азота отъ его общаго содержанія въ исходномъ суслѣ. Между тѣмъ при сбраживаніи на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ высшее количество азота, приходящагося на дрожжи отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата, всегда превосходитъ и въ большинствѣ случаевъ очень значительно возможный и указанный для періодическаго сбраживанія соотвѣтствующій максимумъ. Въ нѣкоторыхъ же случаяхъ, какъ, напр., въ условіяхъ опыта № 26 (см. табл. XVIII) максимальное количество азота дрожжей перваго бродильнаго сосуда аппарата превосходитъ болѣе чѣмъ въ 3 раза содержаніе азота въ исходномъ суслѣ, достигая 311,62% отъ количества послѣдняго и, слѣд., почти въ пять разъ $\left(\frac{311.62}{65}\right)$, превосходя соотвѣтствующую величину, получающуюся при условіяхъ періодическаго сбраживанія.

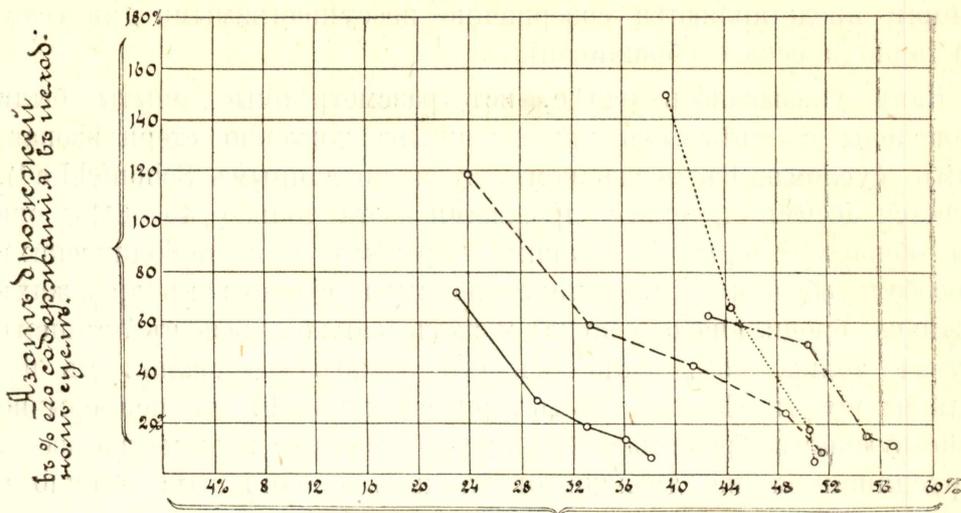
Для наглядности представленія о количествахъ азота дрожжей, содержащихся въ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудахъ непрерывно дѣйствующаго аппарата, соотвѣтствующія данныя таблицъ XVI—XIX выражены графически на чертежахъ №№ 19—21.

Представленные на нихъ діаграммы построены такъ, что по горизонтальной оси откладываются величины, отвѣчающія степенямъ сбраживанія суела, содержащагося въ каждомъ изъ бродильныхъ сосудовъ аппарата, начиная съ перваго изъ нихъ, а по вертикальной оси наносятся величины, отвѣчающія количествамъ азота дрожжей, заключающимся въ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата.

Между массой дѣйствующихъ дрожжей и теченіемъ процесса броженія, вызываемаго ими, существуетъ извѣстная зависимость,

¹⁾ Wochenschr. f. Brauer. 1914 г. 197 стр.

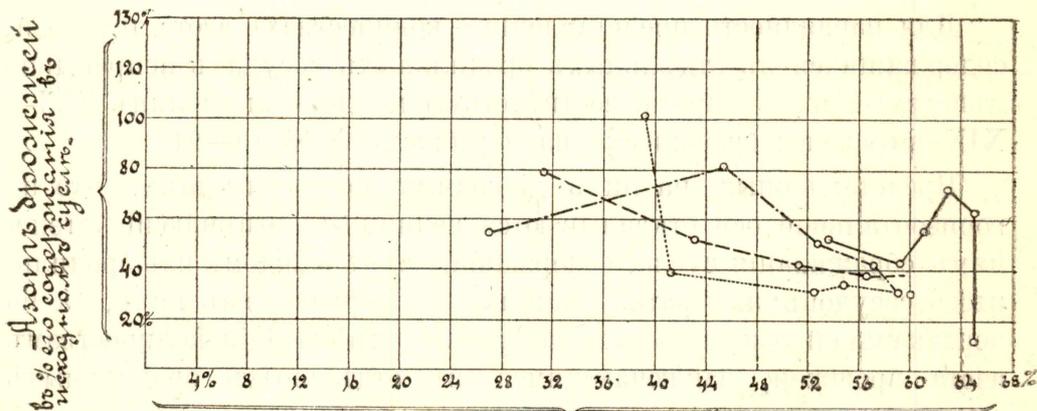
Черт. №19



Степень едразжевания.

-----	Опыт № 12 (7,11°Ball; 16,0-17,0°c; еупот.однотнв 1,5)
.....	" № 18 (7,11° " ; 16,0-17,0°c; " " 2,2)
-----	" № 19 (9,46° " ; 16,0-17,0°c; " " 2,6)
-----	" № 20 (14,74° " ; 16,0-17,0°c; " " 2,6)

Черт. №20

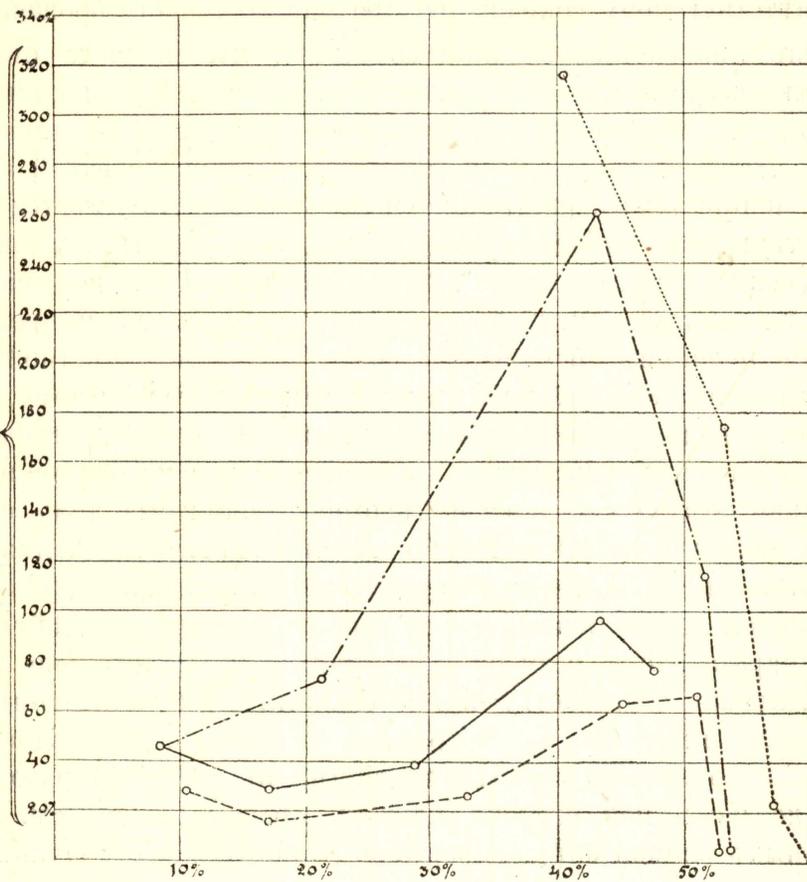


Степень едразжевания.

-----	Опыт № 21 (20,30°Ball; 27,0-28,0°c; еупот.однотнв 2,5)
.....	" № 22 (21,30° " ; 26,5-27,5°c; " " 1,8)
-----	" № 23 (19,30° " ; 27,0-28,0°c; " " 2,3)
-----	" № 24 (10,74° " ; 27,5-28,5°c; " " 2,7)

Урост. № 21

Урост. № 21
% от содержания в медленном урост.



Смешань едразженария.

-----	Опыт № 25	(11,28° Ball; 10,0-11,0°e; суммар. удельн. 2,90)
.....	" № 26	(11,21° " ; 10,0-11,0°e; " " 1,45)
---	" № 21	(11,53° " ; 11,0-12,0°e; " " 1,50)
—	" № 28	(11,74° " ; 11,0-12,0°e; " " 2,50)

въ силу которой, при тождественности всѣхъ прочихъ условій броженія, увеличеніе количества дѣйствующихъ дрожжей ведетъ къ ускоренію сбраживанія¹⁾. Въ виду этого, скопленіе значительныхъ массъ дрожжей въ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудахъ непрерывно дѣйствующаго, бродильнаго аппарата должно приводить къ соотвѣтствующему сокращенію продолжительности броженія.

Но изъ приведенныхъ данныхъ видно, что на ряду съ бродильными сосудами, содержащими очень большія количества дрожжей, въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ имѣются также и такіе, въ которыхъ находится дрожжей очень немного и при томъ значительно меньше того, что имѣется при соотвѣтствующей степени сбраживанія въ аналогичныхъ условіяхъ періодическаго сбраживанія. Работа сбраживанія, вызываемая такими элементами аппарата, будетъ сравнительно не велика; однако съ теченіемъ времени она можетъ быть до извѣстной степени повышена. Это является возможнымъ благодаря тому, что при работѣ на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ всегда имѣетъ мѣсто извѣстное размноженіе дрожжей. При этомъ непрерывно образуется также и нѣкоторое количество тѣхъ фракцій ихъ, которыя въ относительно маломъ количествѣ скопляются въ нѣкоторыхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата. Благодаря этому при большей продолжительности работы непрерывно дѣйствующаго аппарата очень возможно достигнуть и значительно большаго скопленія соотвѣтствующихъ фракцій дрожжей, чѣмъ то, какое имѣло мѣсто въ разсмотрѣнныхъ опытахъ. Послѣднее же обстоятельство является тѣмъ условіемъ, въ силу котораго возможно до извѣстной степени поднять производительность мало дѣятельныхъ элементовъ непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата.

Помимо количества дѣйствующей массы дрожжей, на теченіе броженія и быстроту его имѣетъ существенное вліяніе также и качественная сторона, т. е. активность работающихъ дрожжей. Послѣдняя при періодическомъ сбраживаніи, какъ извѣстно, не представляется чѣмъ либо постояннымъ и зависитъ отъ очень многого; такъ по даннымъ Rubner-a,²⁾ съ повышеніемъ температуры броженія на одинъ градусъ въ предѣлахъ отъ 24° до 30° С., производительность дрожжей возрастаетъ на 5%, а между 30—38° С. на 5.8%. Съ другой стороны, при прибавленіи около пяти вѣсо-

1) „Ernährungsphysiologie d. Hefezelle“ Rubner 76 стр.

2) „Ernährungsphysiol. d. Hefezelle“ Rubner 86 стр.

выхъ процентовъ алкоголя къ сбраживаемому при 30° С. десяти-процентному раствору сахара, наблюдается значительное пониженіе эффекта сбраживанія, отвѣчающее 8,47%, считая ¹⁾ на каждый вѣсовой процентъ прибавленнаго алкоголя.

Помимо указаннаго, на активность данной массы работающихъ дрожжей, какъ извѣстно, сильно вліяетъ и составъ сбраживаемаго субстрата. Но даже при постоянствѣ вѣхъ этихъ условій, активность дрожжей въ теченіе броженія не остается постоянной; напротивъ того, она очень сильно мѣняется въ зависимости отъ степени сбраживанія. Съ повышеніемъ послѣдней активность дрожжей падаетъ, что стоитъ въ связи съ постепеннымъ убываніемъ количества сбраживаемаго сахара и съ попутнымъ накопленіемъ продуктовъ броженія, вызывающихъ пониженіе работоспособности дѣйствующихъ дрожжей.

Что это дѣйствительно такъ и въ какой мѣрѣ указанное явленіе имѣетъ мѣсто при періодическомъ сбраживаніи, можно видѣть, исходя изъ численныхъ данныхъ, относящихся къ опытамъ періодическаго сбраживанія, результаты которыхъ представлены въ таблицахъ VII, VIII и IX (см. 44—49 стр.).

Исходя изъ этихъ данныхъ, подсчитаемъ для различныхъ періодовъ броженія сбраживающую производительность одной и той же массы работающихъ дрожжей. Въ виду большой измѣнчивости состава сухого вещества дрожжей во время броженія, единицей массы дѣйствующихъ дрожжей принимается такое количество ихъ, которое отвѣчаетъ содержанію одного грамма азота въ нихъ.

При этомъ для каждаго отдѣльнаго періода броженія вычисляется средняя часовая сбраживающая производительность единицы массы дрожжей, отнесенная какъ къ средней степени сбраживанія, такъ и къ среднему содержанію азота въ дрожжахъ для каждаго отдѣльнаго періода броженія. Найденныя такимъ образомъ величины приведены въ таблицѣ XXII, гдѣ, слѣдовательно, дается при различныхъ степеняхъ сбраживанія средняя производительность дрожжей, взятыхъ въ количествѣ отвѣчающемъ одному грамму азота въ нихъ, при чемъ эта производительность выражается въ граммахъ сахара, превращаемаго указанной единицей массы дрожжей въ теченіе одного часа въ спиртъ и въ углекислоту.

Изъ данныхъ этой таблицы видно, что сбраживающая производительность дрожжей при различныхъ условіяхъ оказывается очень неодинаковой и что повышеніе степени сбраживанія ведетъ

¹⁾ „Ernährungsphysiol. d. Hefezelle“ Rubner 88 стр.

О П Ы Т Ь № (3-A).

О П Ы Т Ь № (3-B).

17.98 °Ball.; 8-10 °C.; Дрожжи—XII раса.		9.29 °Ball.; 8-10 °C.; Дрожжи—XII раса.			
Время отъ момента прививки до окончатія отдѣльнаго періода броженія.	Средняя степень сбраживанія за періодъ броженія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара за отдѣльный періодъ броженія, считая на 1 граммъ азота дрожжей.	Время отъ момента прививки до окончатія отдѣльнаго періода броженія.	Средняя степень сбраживанія за періодъ броженія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара за отдѣльный періодъ броженія, считая на 1 граммъ азота дрожжей.
7 дней 4 час.	17.40%	3.37 гр.	7 дней 4 час.	19.41%	4.22 гр.
7 " 19 "	80.72 "	2.86 "	7 " 19 "	37.96 "	3.72 "
8 " 19 "	44.38 "	1.30 "	8 " 19 "	54.72 "	0.95 "
10 " 6 "	55.57 "	1.30 "	10 " 20 "	61.38 "	0.65 "
11 " 8 "	61.70 "	0.78 "	11 " 22 "	63.64 "	0.49 "
12 " 13 "	63.64 "	0.06 "	13 " 3 "		
20 " 8 "					

Т А Б Л И Ц А ХХІІ.

О П Ы Т Ъ № (1—А).

О П Ы Т Ъ № (1—В).

16.91 °Валл; 28.5—29.5 °С.; дрожжи—ХІІ раса.

8.61 °Валл; 28.5—29.0 °С.; дрожжи—ХІІ раса.

Время отъ мента прививки до окончанія отдѣльнаго періода броженія.	Средняя степень сбраживанія за періодъ броженія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара за отдѣльный періодъ броженія, считая на 1 граммъ азота дрожжей.	Время отъ мента прививки до окончанія отдѣльнаго періода броженія.	Средняя степень сбраживанія за періодъ броженія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара за отдѣльный періодъ броженія, считая на 1 граммъ азота дрожжей.
1 день 5 1/2 час.	17.970/0	14.42 гр.	1 день 5 1/2 час.	32.860/0	17.89 гр.
1 " 11 "	34.62 "	9.53 "	" 11 1/2 "	53.50 "	5.42 "
1 " 20 1/2 "	49.06 "	5.74 "	" 20 1/2 "	64.31 "	1.89 "
2 " 7 "	56.65 "	5.76 "	" 13 1/2 "	69.46 "	0.66 "
2 " 13 1/2 "	62.34 "	2.74 "	" 6 "		
3 " 1/2 "					

О П Ы Т Ь № (2—А).			О П Ы Т Ь № (2—В).		
18.45 °Ball.; 17.5 °C.; дрожжи—XII раса.			9.66 °Ball.; 17.5 °C.; дрожжи—XII раса.		
Время отъ момента прививки до окончанія отдѣльнаго періода броженія.	Средняя степень сбраживанія за періодъ броженія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара за отдѣльный періодъ броженія, считая на 1 граммъ азота дрожжей.	Время отъ момента прививки до окончанія отдѣльнаго періода броженія.	Средняя степень сбраживанія за періодъ броженія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара за отдѣльный періодъ броженія, считая на 1 граммъ азота дрожжей.
4 дня 18 час.	23.60%	12.67 гр.	4 дня 8 час.	42.95%	6.45 гр.
5 " 6 "	34.32 "	7.00 "	4 " 18 "	52.14 "	2.96 "
5 " 18 "	43.01 "	6.90 "	5 " 13 "	60.08 "	0.90 "
6 " 18 "	49.31 "	6.29 "	6 " 21 "	64.07 "	0.18 "
7 " 2 "	53.35 "	2.81 "	9 " 2 "		
7 " 19 "	58.75 "	1.58 "			
7 " 21 "					

О П Ы Т Ь № (4—А).		
17.98 °Ball.; 8—10 °C.; дрожжи - D раса.		
Время отъ момента прививки до окончанія отдѣльнаго періода броженія.	Средняя степень сбраживанія за періодъ броженія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара за отдѣльный періодъ броженія, считая на 1 граммъ азота дрожжей.
6 дней 21 час.	32.55%	1.91 гр.
7 " 9 "	40.76 "	1.76 "
8 " 11 "	48.92 "	1.45 "
9 " 11 "	54.81 "	0.67 "
11 " 3 "	60.40 "	0.65 "
12 " 21 "		

Т А Б Л И Ц А ХХШ.

№ опыта.	21			22		
Условія броженія.	20.30° Ball.; 27.0—28.0° С.; Сут. обмѣнь—2.5; Раса—ХІІ.			21.30° Ball.; 26.5—27.5° С.; Сут. обмѣнь—1.8; Раса ХІІ.		
Бродильные сосуды аппарата.	Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ		Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ	
		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидкости.		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидкости.
I	27.14 ⁰ / ₀	10.03 гр.	0.5740 гр.	39.30 ⁰ / ₀	6.46 гр.	0.6000 гр.
II	45.47	4.57 "	0.3875 "	41.20 "	0.80 "	0.0293 "
III	52.56	2.87 "	0.1500 "	52.63 "	5.77 "	0.1744 "
IV	57.59	2.50 "	0.1063 "	54.83 "	1.03 "	0.0338 "
V	59.51	1.26 "	0.0406 "	59.34 "	2.28 "	0.0692 "
Послѣдн. проба сбраж. сусла	—	—	—	60.14 "	0.04 "	0.0012 "
Весъ бродильн. аппаратъ	—	—	0.2516 "	—	—	0.1813 "
№ опыта.	29			17		
Условія броженія.	16.25° Ball.; 19.0—20.0° С.; Сут. обмѣнь—1.8; Раса—ХІІ.			7.71° Ball.; 16.0—17.0° С.; Сут. обмѣнь—1.6; Раса—ХІІ.		
Бродильные сосуды аппарата.	Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ		Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ	
		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидкости.		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидкости.
I	11.51 ⁰ / ₀	2.89 гр.	0.1406 гр.	42.80 ⁰ / ₀	5.09 гр.	0.2200 гр.
II	20.74 "	3.45 "	0.1128 "	50.71 "	1.29 "	0.0406 "
III	29.53 "	2.26 "	0.1075 "	52.90 "	0.59 "	0.0113 "
IV	37.91 "	2.54 "	0.1023 "	55.25 "	1.24 "	0.0120 "
V	45.11 "	2.74 "	0.0880 "	56.94 "	1.40 "	0.0087 "
Послѣд. проба сбраж. сусла	49.41 "	3.21 "	0.0526 "	—	—	—
Весъ бродильн. аппаратъ.	—	—	0.1102 "	—	—	0.0585 "

23			24			30		
19.30° Ball.; 27.0—28.0° C.; Сут. обм.—2.3; Паса—XII.			10.74° Ball.; 27.5—28.5° C.; Сут. обм.—2.7; Паса—XII.			15.91° Ball.; 27.0—28.0° C.; Сут. обм.—1.98; Паса XII.		
Степень сбраживания.	Средне часовое сбраживание сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ		Степень сбраживания.	Среднее часовое сбраживание сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ		Степень сбраживания.	Среднее часовое сбраживание сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ	
	1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидк.		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидк.		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидк.
31.60 ⁰ / ₀	6.74 гр.	0.5865 гр.	53.26 ⁰ / ₀	17.51 гр.	0.6427 гр.	52.92 ⁰ / ₀	8.32 гр.	0.6959 гр.
43.30 "	3.84 "	0.2173 "	59.49 "	2.61 "	0.0753 "	54.18 "	0.66 "	0.0165 "
51.80 "	3.49 "	0.1577 "	61.17 "	0.52 "	0.0202 "	55.88 "	0.55 "	0.0223 "
56.90 "	2.27 "	0.0942 "	63.03 "	0.44 "	0.0224 "	57.82 "	0.60 "	0.0256 "
58.60 "	0.73 "	0.0317 "	64.90 "	0.52 "	0.0224 "	60.78 "	0.81 "	0.0388 "
— "	—	—	65.32 "	0.66 "	0.0056 "	61.85 "	3.04 "	0.0140 "
—	—	0.2175 "	—	—	0.1566 "	—	—	0.1598 "
18			19			20		
7.71° Ball.; 16.0—17.0° C.; Сут. обм.—2.2; Паса—XII.			9.46° Ball.; 16.0—17.0° C.; Сут. обм.—2.6; Паса—XII.			14.74° Ball.; 16.0—17.0° C.; Сут. обм.—2.6; Паса—XII.		
Степень сбраживания.	Среднее часовое сбраживание сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ		Степень сбраживания.	Среднее часовое сбраживание сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ		Степень сбраживания.	Среднее часовое сбраживание сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ	
	1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидк.		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидк.		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидк.
39.43 ⁰ / ₀	3.09 гр.	0.2789 гр.	24.00 ⁰ / ₀	2.96 гр.	0.2467 гр.	23.47 ⁰ / ₀	4.40 гр.	0.3761 гр.
44.61 "	0.92 "	0.0367 "	35.51 "	2.84 "	0.1185 "	29.44 "	2.71 "	0.0957 "
47.47 "	0.73 "	0.0202 "	41.65 "	2.10 "	0.0630 "	33.65 "	2.80 "	0.0674 "
50.45 "	1.90 "	0.0211 "	48.73 "	4.70 "	0.0728 "	36.64 "	2.93 "	0.0478 "
50.71 "	0.62 "	0.0018 "	52.43 "	5.97 "	0.0380 "	38.60 "	4.04 "	0.0315 "
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0.0717 "	—	—	0.1078 "	—	—	0.1237 "

Т А Б Л И Ц А XXIII.

(Продолженіе).

№ опыта.	25			26		
Условія броженія.	11.28° Ball.; 10.0—11.0° C.; Сут. обмѣнъ—2.9; Раса—D.			11.21° Ball.; 10.0—11.0° C.; Сут. обмѣнъ—1.45; Раса—D.		
Бродильные сосуды аппарата.	Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ		Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ	
		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидкости.		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидкости.
I	7.80%	4.43 гр.	0.1064 гр.	40.87%	1.58 гр.	0.2767 гр.
II	21.10 "	4.22 "	0.1814 "	53.16 "	0.87 "	0.0834 "
III	43.35 "	2.07 "	0.3035 "	55.22 "	0.60 "	0.0139 "
IV	51.50 "	1.73 "	0.1112 "	57.44 "	1.70 "	0.0151 "
V	52.57 "	0.62 "	0.0145 "	58.31 "	1.58 "	0.0060 "
Послѣдн. проба сбраж. сусла	53.28 "	2.50 "	0.0085 "	59.23 "	5.00 "	0.0060 "
Весь бродильн. аппаратъ.	—	—	0.1434 "	—	—	0.0790 "
№ опыта.	27			28		
Условія броженія.	16.53° Ball.; 11.0—12.0° C.; Сут. обмѣнъ—1.50; Раса—D.			11.74° Ball.; 11.0—12.0° C.; Сут. обмѣнъ—2.5; Раса—D.		
Бродильные сосуды аппарата.	Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ		Степень сбраживанія.	Среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ	
		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидкости.		1 грамму азота въ нихъ.	общему содержанию ихъ въ 100 куб. сент. бродящей жидкости.
I	10.65%	7.10 гр.	0.1833 гр.	8.77%	3.74 гр.	0.1073 гр.
II	17.05 "	7.72 "	0.1104 "	17.29 "	5.99 "	0.1042 "
III	33.03 "	10.91 "	0.2750 "	28.96 "	5.97 "	0.1427 "
IV	44.65 "	3.38 "	0.2000 "	43.53 "	2.98 "	0.1781 "
V	51.30 "	1.88 "	0.1146 "	47.61 "	1.04 "	0.0500 "
Послѣдн. проба сбраж. сусла	22.81 "	6.67 "	0.0260 "	—	—	—
Весь бродильн. аппаратъ.	—	—	0.1767 "	—	—	0.1165 "

къ пониженію ея, при чемъ это измѣненіе послѣ момента максимальнаго использованія дрожжами азота сбраживаемаго субстрата совершается неизмѣнно въ сторону убыванія величины сбраживающей производительности дрожжей.

Имѣетъ ли мѣсто указанное положеніе періодическаго сбраживанія и при условіяхъ работы на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ? Это вопросъ, отвѣтъ на который можно найти до извѣстной степени на основаніи уже произведенныхъ опытовъ, сводка результатовъ которыхъ помѣщена въ таблицахъ XVI—XIX.

Исходя изъ этого, можно, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, вычислить для различныхъ степеней сбраживанія часовую производительность единицы массы отдѣльныхъ фракцій дрожжей, каждая изъ которыхъ самостоятельно работаетъ при постоянной степени сбраживанія въ томъ или другомъ бродильномъ сосудѣ непрерывно дѣйствующаго аппарата. Найденныя такимъ образомъ величины сопоставлены въ таблицѣ XXIII, гдѣ въ граммахъ сахара, сбраживаемаго за одинъ часъ, дается сбраживающая производительность единицы массы отдѣльныхъ фракцій дрожжей, работающих въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата. Условія каждаго отдѣльнаго разсматриваемаго опыта кратко приводятся въ той же таблицѣ.

Кромѣ того, здѣсь же дается еще среднее часовое сбраживаніе сахара дрожжами, взятыми въ количествѣ, отвѣчающемъ содержанию ихъ въ каждомъ отдѣльномъ бродильномъ сосудѣ, считая на 100 куб. сент. бродящей жидкости. На основаніи этихъ чиселъ, какъ среднее арифметическое часового сбраживанія дрожжей, въ первыхъ пяти бродильныхъ сосудахъ выведена средняя часовая сбраживающая производительность всего бродильнаго аппарата, также отнесенная къ количеству дрожжей, приходящемуся въ среднемъ на 100 куб. сент. бродящей жидкости.

Данныя таблицы XXIII говорятъ за то, что при работѣ на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ, какъ и при періодическомъ, съ теченіемъ времени сбраживающая сила дрожжей мѣняется. Но измѣненія эти носятъ здѣсь нѣсколько иной характеръ. Хотя и въ данномъ случаѣ повышеніе степени сбраживанія приводитъ въ конечномъ результатѣ также къ пониженію сбраживающей способности,—однако та неизмѣнная постепенность въ сторону убыванія, которая при періодическомъ сбраживаніи была отмѣчена какъ постоянное явленіе, здѣсь уже мѣста не имѣетъ или, вѣрнѣе, встрѣчается какъ исключеніе, именно, при очень быстромъ токѣ сусла черезъ бродильный аппаратъ.

Такъ изъ 14 приведенныхъ въ этомъ смыслѣ опытовъ только два: № 21 и № 23, да пожалуй еще № 24, вполне удовлетворяютъ указанному условію. Опыты № 20 и № 30 уже представляютъ замѣтныя уклоненія, такъ какъ часовая сбраживающая производительность дрожжей изъ пріемника оказывается значительно выше, чѣмъ у дрожжей изъ послѣднихъ и предшествующихъ имъ сосудовъ бродильнаго аппарата, содержащихъ сусло со сравнительно болѣе низкой степенью сбраживанія.

Остальные опыты, относительно которыхъ имѣются данныя въ таблицѣ XXIII, характеризуется тѣмъ, что измѣненіе въ сбраживающей способности единицы массы дрожжей при повышеніи степени сбраживанія идетъ крайне неравномѣрно: то рѣзко понижаясь, то вслѣдъ за тѣмъ снова поднимаясь на очень значительную высоту, что, напр., имѣетъ мѣсто въ опытѣ № 22 и въ нѣкоторыхъ другихъ. При дальнѣйшемъ повышеніи степени сбраживанія, какъ видно изъ таблицы XXIII, возможно повтореніе такихъ же измѣненій въ величинѣ сбраживающей силы дрожжей. Въ однихъ случаяхъ это временное пониженіе оказывается болѣе короткимъ, въ другомъ—болѣе длительнымъ явленіемъ.

Выше указанныя данныя говорятъ за то, что дрожжи, работающія въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ непрерывно дѣйствующаго аппарата, неодинаковы. Онѣ отличаются по сбраживающей производительности не только другъ отъ друга, но также и отъ дрожжей, работающихъ при аналогичныхъ условіяхъ и при соответствующихъ степеняхъ сбраживанія на періодически дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратахъ. Въ этомъ отношеніи сравненіе данныхъ таблицъ XXII и XXIII говоритъ за то, что сбраживающая производительность единицы массы дрожжей для высокихъ температуръ при способѣ періодическаго сбраживанія выше, чѣмъ при непрерывномъ. Для низкихъ температуръ наблюдается обратное. Случай сбраживанія при средней температурѣ занимаетъ, повидимому, промежуточное положеніе между двумя предыдущими и, въ зависимости отъ степени сбраживанія и концентраціи, склоняются то къ тому, то къ другому изъ нихъ. Такимъ образомъ, оказывается, что долгое пребываніе дрожжей въ бродящей жидкости при непрерывномъ способѣ сбраживанія, повидимому, вызываетъ извѣстное ослабленіе общей массы работающихъ дрожжей, которое сказывается тѣмъ сильнѣе, чѣмъ выше температура броженія. Низкія температуры оказываютъ вліяніе при тѣхъ же условіяхъ въ обратномъ направленіи.

Съ точки зрѣнія продуктивности бродильнаго аппарата является существеннымъ не только сбраживающая производительность

единицы массы дрожжей того или другого бродильнаго сосуда, но и общая сбраживающая производительность всего аппарата, отнесенная къ опредѣленной единицѣ времени, напр., часовая производительность аппарата.

Для періодически дѣйствующаго аппарата его сбраживающая часовая производительность не представляется постоянной величиной. Напротивъ того, съ теченіемъ времени, по мѣрѣ того, какъ процессъ броженія подвигается впередъ, она сильно мѣняется, быстро понижаясь при увеличеніи степени сбраживанія.

Совсѣмъ иное положеніе имѣется при способахъ сбраживанія на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ при условіяхъ, указанныхъ ранѣе. Здѣсь, при установившемся ходѣ работы, часовая производительность является опредѣленной и неизмѣнной. Численное значеніе ея представляетъ собой среднее арифметическое всѣхъ величинъ, дающихъ часовую производительность каждаго отдѣльнаго бродильнаго сосуда аппарата. Эти величины для опытовъ №№ 17—28 вычислены и помѣщены въ таблицу XXIII.

При этомъ для сравнимости результатовъ отдѣльныхъ опытовъ соотвѣтствующія данныя получены, считая, что число бродильныхъ сосудовъ въ аппаратѣ всегда было пять. Поэтому въ опытахъ, проведенныхъ на аппаратахъ, состоящихъ изъ шести бродильныхъ сосудовъ, послѣдній изъ нихъ при вычисленіи средней часовой производительности всего аппарата въ расчетъ не принимался и разсматривался, какъ пріемникъ сброженнаго суслу.

Остановимся теперь на сравненіи производительности періодически—и непрерывно дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратовъ. Въ этомъ случаѣ приходится имѣть въ виду время, необходимое для того, чтобы работой всей массы дрожжей, имѣющихся въ бродильномъ аппаратѣ, достигнуть на каждомъ изъ нихъ одинаковой степени сбраживанія, конечно, при однихъ и тѣхъ же условіяхъ работы въ смыслѣ концентраціи сбраживаемаго суслу, его состава, температуры броженія и расы работающихъ дрожжей.

Пользуясь ранѣе полученными данными, сопоставимъ результаты нѣкоторыхъ опытовъ, наиболѣе подходящихъ по условіямъ броженія другъ къ другу. При этомъ для непрерывно дѣйствующихъ аппаратовъ, продолжительность броженія на нихъ, выраженная въ часахъ, находится, дѣля 24, т. е. число часовъ въ сутки, на величину суточного обмѣна и помножая полученный результатъ на число дѣйствующихъ бродильныхъ сосудовъ аппарата, работа которыхъ необходима для достиженія данной степени сбраживанія.

Исходя из продолжительности брожения, необходимой для достижения на различных бродильных аппаратах одинаковых степеней сбраживания, получаемъ сравнительныя величины производительности каждой пары периодически—и непрерывно дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратовъ, работающих въ тождественныхъ условіяхъ. При этомъ для каждыхъ двухъ такихъ опытовъ за единицу принимается производительность непрерывно дѣйствующаго аппарата, состоящаго только изъ одного перваго бродильнаго сосуда, дающаго низшую степень сбраживания сравнительно съ тѣмъ, что получается на томъ же аппаратѣ, но состоящемъ изъ двухъ, трехъ и болѣе бродильныхъ сосудовъ.

Въ теченіе брожения производительность дѣйствующихъ массъ дрожжей не остается постоянной. Причина этого—въ измѣненіи совокупности всѣхъ условій, опредѣляющихъ ихъ работу въ различныя стадіи брожения. Къ этому при непрерывно дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратахъ, какъ видно изъ ранѣе указаннаго, присоединяется еще рѣзкое измѣненіе массы дрожжей, работающих въ различные періоды брожения въ отдѣльныхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата. Поэтому, при сравненіи теченія процесса брожения на периодически и непрерывно дѣйствующихъ аппаратахъ, является интереснымъ сопоставить время, необходимое для повышения степени сбраживания на 1% за различные періоды брожения на тѣхъ и другихъ аппаратахъ. При этомъ при периодическомъ сбраживаніи длительность перваго періода брожения опредѣлялась временемъ, отдѣляющимъ моментъ прививки дрожжей отъ момента достижения низшей степени сбраживания изъ приведенныхъ для даннаго опыта въ таблицѣ XXIV. Продолжительность каждаго послѣдующаго періода опредѣляется временемъ, необходимымъ для перехода съ низшей на высшую слѣдующую за ней степень сбраживания изъ приведенныхъ въ той же таблицѣ. При работѣ на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ время періода брожения, отвѣчающее переходу отъ низшей степени сбраживания какогонибудь бродильнаго сосуда къ высшей, имѣющей мѣсто въ одномъ изъ послѣдующихъ, получается помноженіемъ длительности брожения въ одномъ бродильномъ сосудѣ на то число ихъ, черезъ которое бродящее сусло должно пройти послѣ даннаго сосуда для достижения желаемой степени сбраживания. Полученные указаннымъ образомъ результаты представлены въ таблицѣ XXIV, гдѣ продолжительность брожения выражена въ часахъ, а время, необходимое для повышения степени сбраживания на 1% за отдѣльные періоды брожения, дается въ минутахъ.

Т а б л и ц а ХХIV.

Степень сбраживания.		Продолжительность брожения, выраженная въ часахъ.	Время, необходимое для повышения степени сбраживания на 10% за отдѣльн. периодъ брожения при		Сравнительная производительность бродильныхъ аппаратовъ при	
Опытъ № 1—А.	Опытъ № 30.		периодич. сбраж.	непрерыв. сбраж.	период. сбраж.	непрер. сбраж.
Периодич. сбраж.	Непрерывное сбраживание.					
16.91° Ball.; 28.5—29.5° C.; Раса дрожжей XII.	15.91° Ball.; 27.0—28.0° C.; Сут. обм.—1.98; Раса—XII.					
25.01°/о		35.0	84 мин.		0.35	
44.24°/о		44.5	30 "		0.27	
	I бр. с.—52.92°/о	$24/1.98 \times 1 = 12.1$		14 мин.		1.00
53.89°/о		55.0	65 "		0.22	
	II бр. с.—54.18°/о	$24/1.98 \times 2 = 24.2$		576 "		0.50
	IV бр. с.—57.82°/о	$24/1.98 \times 4 = 48.4$		399 "		0.25
59.41		64.0	98 "		0.19	
	V бр. с.—60.78°/о	$24/1.98 \times 5 = 60.5$		245 "		0.20

Степень сбраживания.		Продолжительность брожения, выраженная въ часахъ.	Время, необходимое для повышения степени сбраживания на 10% за отдѣльн. периодъ брожения при		Сравнительная производительность бродильныхъ аппаратовъ при	
Опытъ № 1—В.	Опытъ № 24.		периодич. сбраж.	непрерыв. сбраж.	период. сбраж.	непрер. сбраж.
Периодич. сбраж.	Непрерывное сбраживание.					
8.61° Ball.; 28.5—29.0° C.; Раса дрожжей XII.	10.74° Ball.; 27.5—28.5° C.; Сут. обм.—2.7; Раса—XII.					
18.86°/о		29.5	94 мин.		0.30	
52.78°/о		37.0	13 "		0.24	
	I бр. с.—53.26°/о	$24/2.7 \times 1 = 8.9$		10 мин.		1.00
60.13°/о		44.5	61 "		0.20	
	II бр. с.—59.49°/о	$24/2.7 \times 2 = 17.8$		86 "		0.50
68.50°/о		61.5	138 "		0.14	
	V бр. с.—64.90°/о	$24/2.7 \times 5 = 44.5$		296 "		0.20

Степень сбраживания.		Продолжительность брожения, выраженная в часахъ.	Время, необходимое для повышения степени сбраживания на 1% за отдѣльн. періодъ брожения при		Сравнительная производительность бродильныхъ аппаратовъ при	
Опытъ № 2—В.	Опытъ № 19.		періодич. сбраж.	непрерыв. сбраж.	період. сбраж.	непрер. сбраж.
Періодич. сбраж.	Непрерывное сбраживание.					
9.66° Ball.; 17.5° C.; Раса дрожжей XII.	9.46° Ball.; 16.0—17.0° C.; Сут. обм.—2,6; Раса—XII.					
21.63%	I бр. с.—24.00%	$24/2.6 \times 1 = 9.2$ 90.0	250 мин	23 мин.	0.10	1.00
38.58%	II бр. с.—35.51%	$24/2.6 \times 2 = 18.4$ 104.0	50 "	48 "	0.09	0.50
47.33%	III бр. с.—41.65%	$24/2.6 \times 2 = 27.6$ 114.0	69 "	90 "	0.08	0.33
56.95%	IV бр. с.—48.73%	$24/2.6 \times 4 = 36.8$		78 "		0.25
	V бр. с.—52.43%	$24/2.6 \times 5 = 46.0$ 133.0	118 "	149 "	0.07	0.20

Степень сбраживания.		Продолжительность брожения, выраженная в часахъ.	Время, необходимое для повышения степени сбраживания на 1% за отдѣльн. періодъ брожения при		Сравнительная производительность бродильныхъ аппаратовъ при	
Опытъ № 4—А.	Опытъ № 27.		періодич. сбраж.	непрерыв. сбраж.	період. сбраж.	непрер. сбраж.
Періодич. сбраж.	Непрерывное сбраживание.					
17.98° Ball; 8—10° C.; Раса дрожжей—D.	16.53° Ball.; 11.0—12.0° C.; Сут. обм.—1.50; Раса—D.					
29.53%	III бр. с.—33. 00%	165.0	335 мин.		0.29	
35.58%		$24/1.5 \times 3 = 48.0$ 177.0	119 "	87 мин.	0.27	1.00
45.94%	IV бр. с.—44.65%	$24/1.5 \times 4 = 64.0$ 203.0	151 "	83 "	0.24	0.75
51.91%	V бр. с.—51.30%	$24/1.5 \times 5 = 80.0$ 227.0	241 "	144 "	0.21	0.60

Изъ данныхъ таблицы XXIV видно, что непрерывно дѣйствующіе бродильные аппараты въ условіяхъ разсматриваемыхъ опытовъ являются во всѣхъ безъ исключенія случаяхъ значительно болѣе производительными, чѣмъ періодически дѣйствующіе аппараты. Послѣдніе оказываются въ извѣстныхъ случаяхъ въ 5—10 разъ слабѣе первыхъ.

При значительномъ повышеніи степени сбраживанія различіе это замѣтно уменьшается. Такъ, въ опытахъ № (1—А) и № 30 при степени сбраживанія около 53% непрерывно дѣйствующій аппаратъ является въ 4—5 разъ болѣе производительнымъ, чѣмъ періодическій, тогда какъ при степени сбраживанія около 60% оба аппарата оказываются уже одинаковой производительности.

Съ пониженіемъ температуры броженія сглаживающее вліяніе повышающейся степени сбраживанія замѣтно исчезаетъ; объ этомъ даетъ представленіе сравненіе результатовъ парныхъ опытовъ № (2—В) и № 19, гдѣ въ производительности непрерывно и періодически дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратовъ, даже при сравнительно сильномъ повышеніи степени сбраживанія, все же остается еще очень рѣзкое различіе: если при степени сбраживанія около 35—38% отношеніе производительности аппаратовъ въ указанномъ примѣрѣ равно (0.50 : 0.09), то и при 52—56% степени сбраживанія оно все же еще достаточно велико и равняется (0.20 : 0.07).

Такимъ образомъ, пониженіе температуры броженія увеличиваетъ различіе въ производительности бродильныхъ аппаратовъ въ сторону непрерывно дѣйствующихъ.

Въ таблицѣ XXIV имѣются опредѣленные указанія на тѣ причины, въ силу которыхъ непрерывно дѣйствующіе бродильные аппараты съ повышеніемъ степени сбраживанія значительно приближаются къ періодическимъ несмотря на то, что первоначально они во много разъ превосходили послѣдніе въ этомъ отношеніи. Эти указанія заключаются въ данныхъ, касающихся времени, необходимаго для повышенія степени сбраживанія на 1% за отдѣльные періоды броженія. Изъ этихъ данныхъ вытекаетъ, что быстрое пониженіе производительности непрерывно дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратовъ, связанное съ повышеніемъ степени сбраживанія, обусловливается рѣзкимъ паденіемъ производительности отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата, гдѣ совершается броженіе при сравнительно высокихъ степеняхъ сбраживанія.

Является ли это характерной особенностью вообще всѣхъ непрерывно дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратовъ, или же это

представляет собой обстоятельство привходящее и потому устранимое, — вот вопрос, который слѣдуетъ здѣсь нѣсколько ближе рассмотреть.

Производительность какъ всего непрерывно дѣйствующаго аппарата, такъ и его элементовъ, каковыми оказываются отдѣльные бродильные сосуды, опредѣляется: продолжительностью броженія, массой дѣйствующихъ дрожжей и ихъ активностью.

Остановимся на каждомъ изъ указанныхъ факторовъ и послѣдовательно рассмотримъ ихъ въ связи съ возможностью увеличенія производительности непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата безъ измѣненія его общей рабочей емкости.

Всѣ ранѣе представленные опыты непрерывнаго сбразиванія были проведены на аппаратахъ, состоявшихъ изъ ряда бродильныхъ сосудовъ съ одной и той же рабочей емкостью, слѣдовательно, при этомъ условіи въ каждомъ изъ нихъ продолжительность броженія была совершенно одинаковой. Между тѣмъ въ производительности ихъ, какъ было показано, наблюдается рѣзкое различіе: одни изъ нихъ оказываются чрезвычайно сильными, другіе, напротивъ того, — очень мало продуктивными. Въ виду этого, понятно, что увеличеніе производительности всего аппарата должно быть тѣсно связано съ поднятіемъ производительности отдѣльныхъ наиболѣе слабыхъ его элементовъ. Последнее можно въ извѣстной мѣрѣ осуществить, дѣлая большей продолжительность броженія въ нихъ, что достигается относительнымъ увеличеніемъ ихъ емкости сравнительно съ предшествующими болѣе сильными бродильными сосудами аппарата. Увеличивая вдвое, втрое и т. д. рабочую емкость того или другого бродильнаго сосуда сравнительно съ емкостью остальныхъ, имѣющихся въ данномъ аппаратѣ, мы тѣмъ самымъ увеличиваемъ въ то же число разъ длительность броженія въ немъ, чѣмъ въ свою очередь въ извѣстномъ отношеніи, опредѣляемомъ условіями броженія въ данномъ бродильномъ сосудѣ, повышается и производительность послѣдняго.

Отсюда вытекаетъ, что емкость отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ непрерывно дѣйствующаго аппарата не должна быть одинаковой и, что въ цѣляхъ повышенія продуктивности аппарата, ее слѣдуетъ увеличивать по мѣрѣ поднятія степени сбразиванія суслу, находящагося въ томъ или другомъ бродильномъ сосудѣ аппарата.

Слѣдующей причиной, обусловливающей относительно низкую производительность конечныхъ бродильныхъ сосудовъ непрерывно дѣйствующаго аппарата, можетъ быть въ нѣкоторыхъ случаяхъ малое количество работающих здѣсь дрожжей сравнительно съ

тѣмъ, что имѣется въ болѣе продуктивныхъ бродильныхъ сосудахъ того же аппарата, содержащихъ сусло съ меньшей степенью сбраживанья. Примѣромъ этого могутъ служить опыты №№ 17, 18, 19, 20 и 23, сводка результатовъ которыхъ имѣется въ таблицахъ XVI и XVII.

Однако изъ этихъ же таблицъ видно, что указанная причина относительной слабости отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата оказывается обстоятельствомъ, до известной степени устранимымъ. Дѣло въ томъ, что сбраживаніе на непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ хотя сравнительно съ періодическимъ уменьшаетъ размноженіе дрожжей, но не устраняетъ его совершенно. При этомъ вновь образующіяся дрожжи частью уносятся сброженнымъ сусломъ въ пріемникъ, частью задерживаются въ аппаратѣ. Такимъ образомъ, нагрузка бродильныхъ сосудовъ дрожжами хотя медленно, но со временемъ все же возрастаетъ. Однако качество дрожжей, осѣдающихъ въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ аппарата, обычно очень неодинаково и большей частью, чѣмъ сильнѣе идетъ ссажденіе ихъ, тѣмъ слабѣе оказываются онѣ относительно способности вызывать броженіе. Благодаря этому одни бродильные сосуды съ теченіемъ времени обогащаются дѣятельными полезными фракціями дрожжей, тогда какъ другіе являются мѣстомъ скопленія бесполезныхъ и слабыхъ дрожжей. При этомъ условіи увеличеніе общей массы дрожжей, собирающихся съ теченіемъ времени въ аппаратѣ, должно замѣтнымъ образомъ измѣнить относительную производительность отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата. Если при этомъ малая производительность отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ обуславливается незначительнымъ количествомъ находящихся въ нихъ дрожжей, то постепенное скопленіе этихъ дрожжей здѣсь съ теченіемъ времени должно, конечно, вызвать соответствующее увеличеніе производительности такихъ малодѣятельныхъ бродильныхъ сосудовъ. А въ тѣсной связи съ этимъ стоитъ возможность нѣкотораго увеличенія производительности и всего непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата.

Указанное относительно возможности скопленія въ нѣкоторыхъ бродильныхъ сосудахъ бесполезныхъ фракцій дрожжей приводитъ къ заключенію о томъ, что бродильные сосуды непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата должны быть снабжены также приспособленіями, позволяющими производить во время работы аппарата частичное удаленіе изъ отдѣльныхъ его бродильныхъ сосудовъ заключающихся въ нихъ бесполезныхъ или избыточныхъ количествъ дрожжей. Конечно, это должно производиться, соблюдая

при этомъ всѣ требованія, связанныя съ устраненіемъ возможности зараженія бродящей жидкости.

Одной изъ главныхъ причинъ сильнаго пониженія продуктивности непрерывно дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратовъ при повышеніи степени сбраживанія является рѣзкое паденіе активности работающихъ дрожжей, что можно ясно видѣть изъ таблицы XXIV по измѣненію времени, необходимаго для повышенія степени сбраживанія на 1% за различные періоды броженія. Указанное паденіе представляетъ собой логическое слѣдствіе измѣненій въ неблагоприятную сторону для работающихъ дрожжей свойствъ и состава бродящаго сусла по мѣрѣ повышенія степени сбраживанія его.

Это обстоятельство одинаково приложимо къ условіямъ какъ періодическаго, такъ и непрерывнаго сбраживанія. Но, говоря о послѣднемъ, приходится при этомъ имѣть въ виду также и то, что дрожжи, работающія въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ непрерывно дѣйствующаго аппарата, оказываются далеко неодинаковыми. Между тѣмъ всѣ онѣ происходятъ отъ однѣхъ и тѣхъ же маточныхъ дрожжей, прививаемыхъ въ началѣ опыта въ первый бродильный сосудъ аппарата въ количествѣ 1—2 капель определенной соотвѣтствующей культуры. Въ виду этого всѣ дрожжи, образующіяся и работающія въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ при указанныхъ условіяхъ, должны были бы быть совершенно тождественными, что однако въ дѣйствительности, какъ указано, мѣста не имѣетъ. Такимъ образомъ, говоря о малой производительности бродильныхъ сосудовъ непрерывно дѣйствующаго аппарата содержащихъ бродящее сусло при высшихъ степеняхъ сбраживанія и о возможности ее повысить, приходится считаться, съ точки зрѣнія активности работающихъ дрожжей, съ двумя сторонами. Одна изъ нихъ, такъ сказать, общаго для всѣхъ способовъ сбраживанія характера, другая—спеціальнаго. При этомъ послѣдняя опредѣляется условіями, создающимися для работы дрожжей исключительно непрерывно дѣйствующимъ бродильнымъ аппаратомъ.

Причина общаго характера, обуславливающая паденіе активности дрожжей при повышеніи степени сбраживанія, представляетъ собой обстоятельство неизбѣжное. Тѣмъ не менѣе и при наличности его все же возможно до извѣстныхъ предѣловъ поднять активность дрожжей. Это можно достигнуть, измѣняя, напр., температуру броженія отдѣльныхъ періодовъ сбраживанія, строго регулируя ее сообразно требованіямъ послѣднихъ и соотвѣтственно свойствамъ работающихъ здѣсь дрожжей. Въ этомъ отношеніи

непрерывно дѣйствующій бродильный аппаратъ представляетъ собой чрезвычайно большія удобства по сравненію съ періодическими, такъ какъ здѣсь каждая стадія броженія протекаетъ въ обособленныхъ элементахъ аппарата, регулировать и измѣнять температуру въ которыхъ возможно въ самыхъ широкихъ предѣлахъ, совершенно не стѣняясь требованіями въ этомъ отношеніи какъ предыдущихъ, такъ и послѣдующихъ стадій броженія.

Практически осуществить это возможно, помѣщая соответствующія приспособленія или въ самые бродильные сосуды, или же между ними, на пути протекающаго изъ сосуда въ сосудъ бродящаго сусла. Изъ приведенныхъ соображеній вытекаетъ, что при непрерывно дѣйствующемъ аппаратѣ тщательное регулирование температуры въ отдѣльные періоды броженія можетъ быть однимъ изъ средствъ, примѣнимыхъ для повышенія активности дрожжей, а слѣдовательно и для увеличенія продуктивности всего работающаго бродильнаго аппарата.

Остановимся теперь на вопросѣ о томъ, что представляютъ собой по качеству и однородности дрожжей общая масса ихъ, находящаяся въ томъ или другомъ бродильномъ сосудѣ непрерывно дѣйствующаго аппарата. Являются ли дрожжи отдѣльныхъ бродильныхъ сосудовъ аппарата совершенно тождественными по своимъ свойствамъ и по активности, или же здѣсь приходится имѣть дѣло со смѣсью очень разнообразныхъ фракцій дрожжей, отличающихся другъ отъ друга въ указанныхъ отношеніяхъ?

Какъ было ранѣе отмѣчено, всѣ дрожжи, находящіяся въ отдѣльныхъ сосудахъ непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата, несмотря на то, что происходятъ отъ однѣхъ и тѣхъ же маточныхъ дрожжей, все же оказываются значительно различающимися другъ отъ друга. Такого рода положеніе могло явиться результатомъ неодинаковаго вліянія различныхъ факторовъ, обнаруживающихъ свое дѣйствіе на ту или другую часть массы дрожжей во время работы ихъ въ аппаратѣ, что приводитъ къ извѣстной фракціонировкѣ образующихся дрожжей. Фракціонированіе это осуществляется тѣмъ, что при прохожденіи обрабатываемой жидкости черезъ аппаратъ, работающія въ немъ дрожжи въ неодинаковой мѣрѣ задерживаются въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ. Задерживаніе дрожжей обуславливается ихъ осѣданіемъ. Но если однѣ изъ дѣйствующихъ дрожжей садятся легче, чѣмъ другія, то это значитъ, что первыя ранѣе становятся сравнительно менѣе дѣятельными въ смыслѣ способности вызывать броженіе, чѣмъ тѣ дрожжи, которыя также остаются въ томъ же бродильномъ сосудѣ аппарата, но находятся во взвѣшенномъ состояніи.

Связь между осѣданіемъ и ослабленіемъ, помимо причинъ, вызывающихъ это осажденіе, вполне понятна также и съ точки зрѣнія послѣдствія его, такъ какъ при осажденіи каждая дрожжевая клѣточка лишается одного изъ очень важныхъ условій своего существованія, каковымъ является ея способность къ свободному передвиженію въ бродящей жидкости. Такимъ образомъ, происходитъ явленіе какъ бы отсѣиванія нѣкоторыхъ фракцій дрожжей, переходящихъ въ осадокъ то въ томъ, то въ другомъ бродильномъ сосудѣ непрерывно дѣйствующаго аппарата. Указанное обстоятельство говоритъ за то, что въ каждомъ бродильномъ сосудѣ непрерывно дѣйствующаго аппарата находятся по крайней мѣрѣ двѣ неодинаковыя по своей активности фракціи работающихъ дрожжей: одна, состоящая изъ осѣвшихъ дрожжей, другая—изъ находящихся во взвѣшенномъ состояніи.

Но что можетъ представлять собой для каждаго отдѣльнаго бродильнаго сосуда аппарата въ отношеніи однородности масса дрожжей, остающихся въ немъ во взвѣшенномъ состояніи? Казалось бы, что вліяніе среды на всѣ такія неосѣдающія дрожжи того или другаго бродильнаго сосуда аппарата должно бы быть совершенно одинаковымъ какъ по силѣ, такъ и по времени своего дѣйствія, а потому и всѣ плавающія въ жидкости дрожжи каждаго отдѣльнаго бродильнаго сосуда непрерывно дѣйствующаго аппарата должны бы представлять полную однородность относительно своихъ свойствъ и способности вызывать броженіе. Однако, при ближайшемъ разсмотрѣніи этого вопроса, явленіе представляется нѣсколько въ иной формѣ. Какъ было указано, въ каждомъ бродильномъ сосудѣ непрерывно дѣйствующаго аппарата всегда имѣются какъ осѣвшія дрожжи, такъ и дрожжи остающіяся въ немъ во взвѣшенномъ состояніи. Эти послѣднія при переходѣ въ слѣдующій бродильный сосудъ аппарата частью осаждаются. Изъ этого слѣдуетъ, что масса неосѣдающихъ дрожжей каждаго отдѣльнаго бродильнаго сосуда непрерывно дѣйствующаго аппарата не является вполне однородной, но состоитъ изъ различныхъ фракцій, однѣ изъ которыхъ приближаются къ сильнѣйшимъ неизмѣнно плавающимъ дрожжамъ, другія—къ наиболѣе слабымъ осѣвшимъ дрожжамъ даннаго бродильнаго сосуда аппарата.

Какъ извѣстно, и путь, совершаемый ими по вертикали, можетъ быть очень неодинаковымъ какъ по длинѣ, такъ и по положенію низшаго и высшаго уровней, между которыми постоянно остается та или другая дрожжевая клѣточка во время своего движенія, вызываемаго броженіемъ. Конечно, между разнообразными въ указанномъ отношеніи клѣтками работающихъ дрожжей ка-

ждаго бродильнаго сосуда аппарата будутъ встрѣчаться и такія, передвиженіе которыхъ укладывается между верхнимъ уровнемъ жидкости и тѣмъ, который расположенъ непосредственно надъ выводнымъ отверстіемъ отводящей трубки даннаго бродильнаго сосуда и отвѣчаетъ верхней половинѣ высоты столба бродящей жидкости. Такія фракціи дрожжей въ силу своего самостоятельнаго движенія, связаннаго съ броженіемъ, будутъ неизмѣнно уклоняться отъ общаго перемѣщенія въ бродильномъ аппаратѣ, опредѣляемаго теченіемъ сбрасываемой жидкости. Благодаря этому, избѣгая перехода въ слѣдующіе бродильные сосуды, такія фракціи работающих дрожжей могутъ неопредѣленно долго оставаться въ томъ или другомъ изъ нихъ. Но при установившейся работѣ аппарата условія броженія въ каждомъ сосудѣ его остаются постоянными. Благодаря этому указанныя фракціи дрожжей, находящихся во взвѣшенномъ состояніи въ бродящей жидкости даннаго сосуда, остаются въ немъ неопредѣленно долго подъ вліяніемъ однихъ и тѣхъ же факторовъ, опредѣляемыхъ степенью сбрасыванія, соотвѣтствующей разсматриваемому бродильному сосуду аппарата. Послѣднее обстоятельство должно привести или къ ослабленію разсматриваемыхъ фракцій дрожжей, или къ тому, что онѣ, приспособившись къ условіямъ данной стадіи броженія, станутъ сравнительно болѣе сильными въ смыслѣ способности вызывать броженіе.

При ослабленіи дрожжевой клѣточки, ранѣе неизмѣнно основанной въ верхней половинѣ слоя бродящей жидкости, она, конечно, должна будетъ выйти изъ этого пояса и перейти въ нижнюю половину слоя бродящей жидкости. Въ дальнѣйшемъ такая клѣточка или осаждается въ данномъ бродильномъ сосудѣ, или же выносится токомъ жидкости въ слѣдующій за нимъ.

Но что же представляютъ собою такія постоянно остающіяся въ томъ или другомъ бродильномъ сосудѣ аппарата фракціи работающих дрожжей какъ по своей активности, такъ и по отношенію къ другимъ фракціямъ, одновременно здѣсь же находящимся?

Относительно этого даетъ извѣстное указаніе мнѣніе Delbrück-а, трактующее изъ находящихся въ каждомъ бродильномъ сосудѣ дрожжей наиболѣе сильными всѣ тѣ изъ нихъ, которыя остаются во время броженія въ верхней половинѣ бродящей жидкости. Это относится къ стадіямъ развитія и постепеннаго угасанія процесса броженія, но, конечно, не касается стадіи главнаго броженія, когда, благодаря чрезвычайно энергичному движенію въ бродящей жидкости, вся масса работающих дрожжей представляетъ собой

осаждаются на дно бродильного сосуда. При непрерывно действующем бродильном аппарате отдельные фракции осаждающихся дрожжей помещаются не в одном и том же сосуде, а в нескольких. Благодаря этому осадки одних бродильных сосудов оказываются состоящими преимущественно из относительно сильных дрожжей, тогда как в других — преобладают дрожжи слабые и мертвые, а также свернувшиеся белки и многое другое, что совершенно чуждо задачам сбраживания. Поэтому, в целях достижения большей продуктивности аппарата, желательно все это удалять по мере накопления.

Те бродильные сосуды, где идет скопление такого рода осадков, играют роль как бы ловушек, при чем рабочая емкость их, в связи с малой активностью дрожжевых масс, находящихся здесь, используется очень нецелесообразно с точки зрения содействия развитию процесса брожения. Поэтому желательно таким бродильным сосудам аппарата давать соответствующее устройство, способствующее задержанию и выделению из бродящей жидкости всего ранее указанного, стремясь при этом к возможному уменьшению объема таких элементов аппарата.

Таким образом, в связи с целесообразным использованием рабочей емкости непрерывно действующего бродильного аппарата и для повышения его продуктивности, представляется необходимым в последовательную цепь бродильных сосудов аппарата вводить соответствующего устройства ловушки. Число и положение их определяется условиями брожения, а, главным образом, принятой последовательностью в изменении температур брожения в отдельных бродильных сосудах аппарата, в зависимости от чего место выделения недействительных осадков может сильно измениться, даже при постоянстве всех остальных условий сбраживания. Такого рода заключение логически вытекает из строгой зависимости степени сбраживания от температуры брожения. Относительно того, что должны представлять собой ловушки, можно сказать, что в самом простейшем случае они возможны, хотя бы в формах тех же ранее описанных бродильных сосудов с приспособлением для отвода осадков, но только значительно меньшего диаметра.

Из вышеизложенного вытекает, что для возможности сделать непрерывно действующий бродильный аппарат более продуктивным и сильным, а вместе в тем более гибким, необходимо первоначально выработанную форму его несколько изменить. При сохранении основной идеи последовательного соединения бродиль-

ныхъ сосудовъ, идеи, связанной съ непрерывнымъ токомъ сбраживаемаго сусла черезъ аппаратъ, измѣненія должны коснуться:

- 1) постепеннаго увеличенія рабочей емкости послѣдующихъ бродильныхъ сосудовъ;
- 2) устройства въ нихъ приспособленій какъ для регулированія температуры броженія, такъ и для возможности удаленія изъ нихъ образующихся осадковъ;
- 3) введенія въ цѣпь бродильныхъ сосудовъ специальныхъ ловушекъ.

Въ настоящее время ведется работа по конструированію непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата, удовлетворяющаго всѣмъ перечисленнымъ здѣсь требованіямъ, а также согласованнаго въ своемъ устройствѣ съ нѣкоторыми сторонами, указанными практической работой на непрерывно дѣйствующихъ бродильныхъ аппаратахъ описанныхъ конструкцій типа—А и типа—В.

ГЛАВА VII.

Выводы.

Заканчивая разсмотрѣніе полученныхъ результатовъ, остановимся на общей сводкѣ сдѣланныхъ выводовъ.

По отношенію къ самому способу и его характеристикѣ эти выводы приводятъ къ слѣдующему:

1) способъ непрерывнаго сбраживанія неразрывно связанъ съ непрерывно дѣйствующимъ бродильнымъ аппаратомъ;

2) непрерывно дѣйствующимъ бродильнымъ аппаратомъ является только такой, который можетъ произвольно долго безъ всякихъ перерывовъ оставаться въ работѣ, неизмѣнно находясь въ состояніи высшей своей производительности;

3) производительность непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата является величиной постоянной, такъ какъ періодовъ развитія и постепеннаго угасанія процесса броженія при установившейся работѣ аппарата при этомъ способѣ сбраживанія нѣтъ;

4) характерными чертами непрерывнаго способа сбраживанія являются: во-первыхъ, многократное использованіе образовавшихся дрожжей въ цѣляхъ броженія; во-вторыхъ, непрерывный притокъ сбраживаемой жидкости къ бродильному аппарату и такой же оттокъ отъ него жидкости сброженной.

Что касается вліянія непрерывнаго способа сбраживанія на образованіе, работу и состояніе дрожжей бродящей жидкости, то въ этомъ отношеніи выводы сводятся къ слѣдующему:

1) при способѣ непрерывнаго сбраживанія, сравнительно съ періодическимъ, образуется дрожжей значительно меньше;

2) образующіяся дрожжи раздѣляются на фракціи, располагающіяся по отдѣльнымъ бродильнымъ сосудамъ непрерывно дѣйствующаго аппарата;

3) отдѣльныя фракціи работающих дрожжей, постоянно оставаясь въ неизмѣнной средѣ при однѣхъ и тѣхъ же условіяхъ, приспособляются къ тому и другому, дѣлаясь благодаря этому болѣе продуктивными;

4) изолированность отдѣльныхъ фракцій дрожжей, работающих независимо другъ отъ друга въ различныхъ бродильныхъ сосудахъ, позволяетъ одновременно въ одномъ и томъ же аппаратѣ легко создавать очень разнообразныя условія, необходимыя для наиболѣе цѣлесообразной и продуктивной работы отдѣльныхъ фракцій имѣющихся дрожжей.

На количество и качество сброженнаго субстрата непрерывный способъ сбраживанія сравнительно съ периодическимъ влїяетъ такъ:

1) количество готоваго продукта увеличивается благодаря уменьшенію траты сбраживаемаго экстракта;

2) содержаніе азота въ сброженной жидкости повышается, такъ какъ азотъ исходнаго сусла идетъ въ меньшей мѣрѣ на дрожжи;

3) уменьшеніе количества образующихся дрожжей и устраненіе условій, въ значительной мѣрѣ благоприятствующихъ отмиранію ихъ, должно, повидимому, при непрерывномъ способѣ сбраживанія понижать содержаніе побочныхъ продуктовъ броженія, содержащихся въ сброженной жидкости.

Приложимость способа непрерывнаго сбраживанія къ различнымъ производствамъ техники алкогольнаго броженія обезнечивается чрезвычайной гибкостью и подвижностью его относительно возможности создавать самыя разнообразныя условія для работы дрожжей. А это позволяетъ легко приспособляться къ самымъ неодинаковымъ требованіямъ, какія можетъ поставить практическая сторона того или другого техническаго производства относительно теченія процесса броженія и качества готоваго продукта.

Спеціальныя требованія, ставящіяся способомъ непрерывнаго сбраживанія, таковы:

1) сбраживаемый субстратъ передъ броженіемъ долженъ быть освобожденъ отъ нерастворимыхъ составныхъ частей, могущихъ затруднять перетеканіе бродящей жидкости;

2) сбраживаемый субстратъ долженъ быть свободенъ отъ инфекціонныхъ организмовъ и во время броженія защищенъ отъ вторженія и развитія ихъ;

3) броженіе возможно только на чистыхъ культурахъ дрожжей.

Изъ сопоставленія непрерывнаго способа сбраживанія съ периодическимъ вытекаетъ опредѣленное заключеніе о томъ, что непрерывный способъ сбраживанія позволяетъ наиболѣе продуктив-

но использовать время, бродильный аппарат и сбраживаемый материалъ.

Въ связи съ этимъ стоитъ понятная безъ объясненій возможность для производствъ техники броженія достигнуть значительнаго сокращенія расходовъ по оборудованію, ремонту и уходу за бродильными аппаратами, а также по затратамъ на устройство и содержаніе бродильныхъ помѣщеній, вмѣстимостъ которыхъ при непрерывномъ способѣ сбраживанія должна быть по сравненію съ періодическимъ при равной производительности завода замѣтно меньшей.

Помимо преимуществъ непрерывнаго способа сбраживанія передъ періодическимъ въ смыслѣ техническомъ, не трудно видѣть что онъ представляетъ также большой интересъ и въ другомъ отношеніи—именно, какъ средство, дающее возможность нѣсколько ближе подойти къ скрытой лабораторіи біологическихъ процессовъ, связанныхъ съ броженіемъ, и взглянуть на нее со стороны, пока еще довольно слабо затронутой и мало доступной при условіяхъ періодическаго сбраживанія. Различіе отдѣльныхъ періодовъ броженія съ точки зрѣнія состоянія и требованій работающихъ дрожжей хотя и является фактомъ общеизвѣстнымъ, однако изслѣдованія въ этомъ направленіи въ значительной мѣрѣ затруднялись невозможностью зафиксировать на длительное время то или иное состояніе работающихъ дрожжей. Примѣненіемъ непрерывно дѣйствующаго бродильнаго аппарата это затрудненіе въ значительной мѣрѣ устраняется, чѣмъ открывается возможность очень близко подойти къ указанной чрезвычайно важной и интересной области.

Въ связи съ этимъ стоитъ вопросъ объ изученіи вліяній тѣхъ или иныхъ веществъ на дрожжи и на другіе микроорганизмы. Относительно этого для условій періодическаго сбраживанія имѣется довольно обширный фактическій материалъ,—однако показанія его нерѣдко представляются и недостаточно ясными и даже противорѣчивыми. Причина этого лежитъ въ томъ, что вліяніе многихъ веществъ на дрожжи и другіе микроорганизмы въ большинствѣ случаевъ можетъ отчетливо сказываться только въ ту или другую опредѣленную фазу броженія. Между тѣмъ при періодическомъ сбраживаніи обычно приходится наблюдать только конечную равнодѣйствующую всѣхъ самыхъ разнообразныхъ по характеру, по силѣ и по времени факторовъ, вліянію которыхъ подпадаютъ работающія дрожжи въ теченіе процесса броженія. За всѣмъ этимъ можетъ легко теряться та слагающая, какой опредѣляется дѣйствіе изучаемаго вещества.

Непрерывно дѣйствующій бродильный аппаратъ даетъ возможность легко расчленять процессъ броженія на отдѣльныя его фазы, а потому представляется очень существеннымъ пересмотрѣть въ условіяхъ непрерывнаго сбраживанія отношеніе дрожжей и другихъ микроорганизмовъ къ тѣмъ или инымъ веществамъ, какъ-либо соприкасающимся съ областью явленій процесса броженія. Это представляло бы не только узкое специальное значеніе, но могло бы имѣть также и общій интересъ съ точки зрѣнія одной изъ возможностей подойти къ вопросамъ, связаннымъ съ выясненіемъ механизма броженія и его фізіологической роли въ жизни организмовъ.

Замѣченныя ошибки и опечатки.

Стр.	Строка.	Напечатано.	Должно быть.
II	16	долго, и,	долго и,
1	17	старымъ	, старымъ,
2	12	колеблящіяся	колеблющіяся
3	2	температура	температура
4	10	собленными	собленной
"	9	оказываются	оказывается
"	8	онѣ могли	она могла
5	18	ѣе гатыя	лѣе богатыя
6	1	и	или
"	12	—какъ	какъ
7	2	плавающихъ	плавающихъ,
"	3	сильныхъ	сильныхъ,
"	25	завитковъ при	завитковъ, при
9	12	живаемое	живаемое
11	23	они	онѣ
13	17	они	онѣ
14	1	Lafur	Lafar
15	2	Destillirie	Distillerie
16	14	Kayser	Kayser-a
"	5	Demolon ⁿ	Demolon-a
"	28	ная, кислота	ная кислота
"	30	броженія. При	броженія, при
17	6	Thurgau	Thurgau
"	1	—860	1860
20	23	такимъ образомъ	, такимъ образомъ,
21	30	поверхностного	поверхностнаго
22	28	на 3	на 2
23	11	A. Brown	A. Brown-a
25	1	сусла	сусла
28	9	выяснена	выяснены
"	7	одни	однѣ
"	4	организма въ	организма, въ
29	3	und	und
30	10	дрожжей,	дрожжей
31	7	они	онѣ
32	1	даль исходя	даль, исходя
"	12	построеніи	построеніе
34	17	широкихъ	широкихъ
"	6	очень	очень
35	4	указанномъ	указанномъ
"	1	Ueber d. Eiw.	Ueber d. Bedeut. d. Eiw.
36	11	недостатк	недостатку

Стр.	Строка.	Напечатано.	Должно быть.
36	2 снизу	Ueber d. Efw.	Ueber d. Bebeut. d. Eiw.
37	13 сверху	объ	объ-
"	3 снизу	Aufl.	Aufl
39	11 сверху	ней	немъ
42	10 "	чѣмъ—либо	чѣмъ-либо
45	1 "	при	при
47	6 и 7 справа	эк-кстракта.	экстракта
48	3 сверху	ност ь	ность
50	14 "	. При	, при
"	24 "	. При	, при
"	32 "	. При	, при
54	8 "	чѣмъ—либо	чѣмъ-либо
"	10 "	сбраживаніе; въ	сбраживаніе, въ
55	11 "	число	появленіе
57	15 "	многими вліяющими	многими, вліяющими
"	16 "	траты привходящими	траты, привходящими
60	22 "	фатовъ емкостью	фатовъ, емкостью
62	17 "	небродивщимъ	не бродившимъ
"	3 снизу	Spiritus Fabrikanten	Spiritus-Fabrikanten
67	Черт. № 7 сверху	исоднаго	исходнаго
70	17 сверху	. Въ результатѣ	, въ результатѣ
75	4 снизу	Форма и размѣры	Форма
77	Черт. № 9	водомѣрная трубка сообщается съ питающимъ со- судомъ не только внизу, но и вверху	сосудомъ не только внизу, но и вверху
78	11 сверху	отчету	отсчету
79	Черт. № 12	водомѣрная трубка сообщается съ питающимъ со- судомъ не только внизу, но и вверху	сосудомъ не только внизу, но и вверху
88	Черт. № 14	водомѣрная трубка сообщается съ питающимъ со- судомъ не только внизу, но и вверху	сосудомъ не только внизу, но и вверху
97	21 сверху	паратъ дрожжей	паратъ дрожжей
105	15 "	држжей	дрожжей
117	3 снизу	случай, не	случай не
119	5 сверху	было указано	было указано,
120	15 снизу	смывалось	смывались
121	8 "	двухъ	четырёхъ
124	18 "	6.59 ⁰ / ₀	16.28 ⁰ / ₀
129	2 сверху	¹ / _{5,6}	¹ / _{5,6}
131	2 снизу	ленія	леніе
142	4 сверху	живанія, прошедшаго	живанія прошедшаго
143	10 снизу	ея	ихъ
144	11 "	неразмножающіяся	не размножающіяся
145	11 сверху	углекислоту оказывается	углекислоту, оказывается
146	14 "	броженія или	броженія, или
149	2 слѣва	исодномъ	исходномъ
151	2 снизу	неодинаковой	неодинаковой
154	4 "	Послѣд проба	Послѣд. проба
163	10 сверху	производительнымъ	производительнымъ
167	17 "	представляютъ	представляетъ
173	22 снизу	дѣйствующаго	дѣйствующаго

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Предисловіе.	
Глава I.	Стр.
Періодическое сбраживаніе и его особенности . . .	1
Глава II.	
Трата и колебанія ея величины при періодическомъ сбраживаніи.	14
Глава III.	
Условія непрерывнаго сбраживанія и неизбѣжная связь его съ непрерывно дѣйствующимъ бродильнымъ аппаратомъ	59
Глава IV.	
Непрерывно дѣйствующіе бродильные аппараты системы С. В. Лебедева.	74
Глава V.	
Теченіе процесса броженія въ непрерывно дѣйствующемъ бродильномъ аппаратѣ	93
Глава VI.	
Опыты непрерывнаго сбраживанія и анализъ сдѣланныхъ наблюденій	119
Глава VII.	
Выводы	173
