

К вопросу о минеральном питании дрожжей при хлебных заторах в дрожжевом производстве.

В настоящее время в дрожжевом производстве намечаются два пути: с одной стороны—повысить насколько возможно выхода дрожжей, сведя до минимума образование спирта, и с другой стороны в случае отгонки спирта найти наилучшее положение, когда и выхода дрожжей достаточно велики и экономически выгодна отгонка бражки. В первом случае наилучших результатов достигают разбавлением бродящего сусла и усиленным продуванием воздуха. Наибольшие выхода получаются при разжижении сусла до 1—1,5 Вl. Дальнейшее разжижение не повышает выходов¹⁾. Это явление становится понятным, если сопоставить химический состав экстракта сусла и дрожжей, что сделано в таблице 1.

Таблица 1.

В среднем содержится²⁾ в 100 г.

Экстракта сусла.		Сухого вещества дрожжей.	
Сахара 68	г.	Целлюлозы и	
Декстрина 22	"	слизи 37	г.
Свободных кислот 0,7	"	Жиры 5	"
Гумми 0,18	"	Экстрактивн. вещ. 4	"
Азотист. веществ 4,3	"	Обычн. альбумина 36	"
Золы 2,0	"	Протеина 9	"
В золе P ₂ O ₅ . . . 1,2	"	Пептона 2	"
К ₂ O 0,8	"	Золы 7	"
		В золе P ₂ O ₅ . . . 3,28	"
		К ₂ O 5,24	"

Из данных таблицы 1 ясно следует, что при полном использовании азота и золы экстракта сусла на построение дрожжевых клеток часть сахара должна остаться неиспользованной, следовательно, дальнейшее разжижение сусла не может повысить выходов. При желании использовать полностью на образование дрожжей безазотистые составные части сусла необходимо, очевидно, добавлять минеральные соли, содержащие, главным образом, азот, фосфор и калий.

Практически минеральное питание применяется в заводской практике, главным образом, азотное и в меньшей мере фосфорное. В таком случае исходят из химического состава хлебов, употребляемых

¹⁾ С. В. Лебедев и И. Я. Горенбургов. Изв. Том. Гос. Ун. 170 с. 1927.

²⁾ E. Prior. Chemie u. Physiologie d. Malzes u. d. Bieres. s. 307, 335, 356. 1896.

при затирании, состава дрожжей и ожидаемого выхода. Для различных хлебов даются коэффициенты для усвояемого азота и фосфора. Так Бобрик¹⁾ дает следующие цифры для ассимилируемых составных частей хлебов в %:

	Сахар.	Азот.	Фосфорная кислота.
Ячмень	50 %	0,6 %	0,5 %
Рожь	60 "	0,45 "	0,5 "
Маис	62 "	0,1 "	0,25 "
Картофель	18 "	0,1 "	0,08 "
Солодовые ростки	6 "	1,2 "	1,1 "

При заторах с ячменем и рожью для выходов 12—15 ф. с пуда затираемых материалов нет надобности добавлять соли. При выходах 18—20 ф. фосфор оказывается в избытке, недостаток ощущается только в азоте, поэтому добавляется минеральный азот в виде раствора сернокислого аммония. Высшие выходы требуют и минерального фосфора, который добавляется или в виде вытяжки из суперфосфата или в виде солей фосфорной кислоты.

Применяемое в практике минеральное питание дрожжей с теоретической стороны освещено в работах различных авторов. Из имеющейся в нашем распоряжении литературы можно сделать следующие выводы относительно усвоения дрожжами азота в бродильных производствах: 1) Ассимилируемый азот сусла при повторном брожении может доходить до 80%²⁾. Обычно ассимиляция азота колеблется от 30% в пивоваренном производстве до 60—65% при продувании воздуха^{3) 4)}, 2) Дрожжи охотнее используют аммиачный азот, чем органический^{5) 6) 7)}. 3) При усвоении дрожжами аммиака из сернокислого аммония кислотность повышается в силу выделения свободной серной кислоты^{8) 9)}. 4) Дрожжи во время своего развития не только воспринимают, но и отдают свой азот в виде аминного в бродящую среду^{10) 11)}.

Следующие опыты Волля и Шерделя¹²⁾ дают изменение выходов дрожжей при переменном отношении минерального и органического азота. Авторы указывают, что применение аммиачного азота, как минерального питания возможно только при наличии достаточного количества органического азота. В противном случае дрожжи теряют свою способность размножаться и бродить. Так при брожении с вытяжкой из солодовых ростков ими получен как высший выход 18,88 г. дрожжей на 1 л. при 2,5% сахара и 0,0178% азота в растворе. Высшая дача повышает содержание азота в дрожжах, но не увеличивает выходов. Затем азот солодовых ростков заменялся пер-

¹⁾ Бобрик. Пищевая промышленность 1924 г. 31 стр.

²⁾ Classen. Zeitschr. f. ang. Chemie. 443; 1926.

³⁾ Kolbach. Wochenschr. f. Brauerei 245; 1925.

⁴⁾ Laer. цит. W. f. B. 31, 181; 1922.

⁵⁾ Lafar. Handbuch. d. Techn. Mykologie IV, 100; 1905—1907.

⁶⁾ Classen. u. Chemisches Central blattf. (I) 4, 601; 1928.

⁷⁾ Thomas. цит. W. f. B. 2, 11; 1922.

⁸⁾ Bermann. W. f. B. 43, 267; 1925.

⁹⁾ Henneberg. цит. Zeitschr. f. techn. Biologie. Bd. VII, 229; 1919.

¹⁰⁾ Classen. Z. f. an. Ch. 443; 1926.

¹¹⁾ Euler u. Funk. W. f. B. 1, 9; 114; 1927.

¹²⁾ Цит. Z. f. techn. Biologie. Bd. VII, 114; 1919.

вичным фосфорно-кислым аммонием. При тех же условиях высший выход 19.28 г. получился при 40% аммиачного азота и 60% органического; при 50% аммиачного и 40% органического выход падал на 17.7 г.; при 90% аммиачного и 10% органического—на 10 г и при 100% аммиачного—на 10 г. В данных опытах высший выход дается при 40% органического азота.

Относительно влияния фосфора на размножение дрожжей и, главным образом, количественных соотношений между содержанием фосфора в бродящей среде и выходами дрожжей в литературе встречается мало указаний. Берман и Кульи¹⁾ указывают, что прибавляемой фосфорной кислоты по расчету на ожидаемые выхода дрожжей по формуле

$$x = \frac{\% \text{ содержание } P_2 O_5 \text{ в суперфосфате}}{100} \cdot a$$

где

$$a = \frac{\% \text{ содержание } P_2 O_5 \text{ в дрожжах}}{100}$$

x—кг. суперфосфата, а—выход дрожжей в кг., недостаточно. Необходимо некоторый избыток. Этот избыток не должен быть очень высок, чтобы не вызвать нежелательные свойства дрожжей, и без того, чтобы брожение показывало ненормальный вид.

Малков²⁾ дает благоприятную концентрацию $P_2 O_5$ для размножения дрожжей. По его опытам концентрация $P_2 O_5$ —0.07% наиболее благоприятна. Повышение или понижение этой концентрации понижает выхода.

Вопрос о минеральном питании дрожжей, связанный с повышением выходов, находит свое отражение в практике. Приводимый ниже ряд выдержек из немецкой патентной литературы указывает какими путями к разрешению этого вопроса шла заграничная техника³⁾.

D. D. P. 303222. Сусло готовилось из сахара и минеральных солей. Питательные соли применялись в количестве, которое соответствовало половине употребляемого сахара. При применении сернокислого аммония, как источника азота, получалась быстрая ассимиляция поступающих к дрожжам минеральных солей с чрезвычайно сильным увеличением кислотности (освобождающаяся серная кислота), которая насыщалась добавлением щелочей или щелочных солей.

D. R. P. 304242. Для минерального питания дрожжей применялись свободные или связанные щелочи или их углекислые соли в форме непрерывного притока раствора. Во время роста дрожжей сохраняется слабо щелочная реакция в сусле. При этом особенная нейтрализация сусла во время брожения излишня.

D. R. P. 304211. Прежде всего задается столько маточных дрожжей, сколько может получиться из приготовленного количества жидкости

D. R. P. 300663. Применялся сахар и чисто минеральные соли. При этом показано, что дрожжи размножаются в сильно разведенных растворах песка или рафинада при применении по меньшей мере 15 вес. ч. солей на 100 частей сахара. Переработка ведется при кон-

¹⁾ Sammlung d. neuen Arbeiten auf d. Gebiete d. Presshefe-Fabrikation. 1927. Стр. 26.

²⁾ Малков. Пищевая промышленность. 1927. Стр. 378.

³⁾ Z. f. techn. Biologie. 1921.

центрации самое высшее 2%. Получающиеся дрожжи имеют нормальные свойства и окраску.

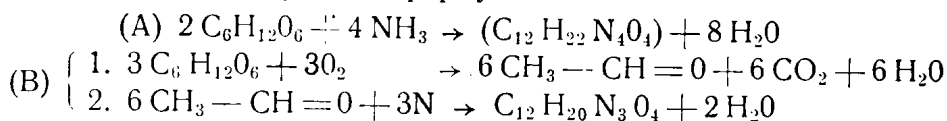
D. R. P. 300623. Работа при сильно разбавленном сусле начинается по обычному способу и к разбавленному суслу приливается такое же высшей концентрации медленно и постоянно. Вследствие продолжающегося разложения питательных веществ дрожжами применяется только такая концентрация сусле, при которой питательные вещества и образующиеся продукты обмена содержатся в количестве хорошо и быстро усваиваемом дрожжами.

D. R. P. 304243. В раствор содержащий маточные дрожжи прежде всего задаются минеральные соли, из которых дрожжи освобождают кислоты, так что притекающие щелочи или щелочные соли связываются свободными кислотами. В питательный субстрат, мало по малу притекающий к дрожжам, добавляется аммиак, который связывается освобожденными кислотами.

В основу вышеизложенных патентов положены следующие принципы: 1) состав сусле не соответствует химическому составу дрожжей, а именно: при полном использовании экстракта сусле для построения дрожжевых клеток недостаточно азотистых и минеральных составных частей сусле, поэтому добавляются минеральные соли; 2) для уменьшения вредного влияния продуктов обмена применяются сильно разведенные среды¹⁾; 3) дрожжи поддерживаются в состоянии как бы голода, относительно питательных веществ, для этого дрожжей задается сразу большое количество и приток сусле производится медленно и постоянно.

Все эти положения особенно ярко и полно выражены в работе Эффрона „Синтез протеинов сахаромикетами“²⁾. Наиболее характерная часть ее состоит в следующем: „Дрожжи в сухом состоянии содержат от 47 до 50% протеинов и от 47 до 45% безазотистой органической субстанции, состав которой очень близко приближается к сахару.

Необходимость сахара для построения новых клеток сильно колеблется, в то время как синтез сложных органических³⁾ веществ происходит по тому или другому процессу, которые схематически могли бы выразиться по следующим формулам:



Выход дрожжей и выделенную CO_2 мы могли бы изучить по ходу синтеза:

В % сброженной глюкозы	Серия I (анаэробная)	Серия II (аэробная)
Алкоголя в г.	50	0
Сухое вещество дрожжей	1,88	56
Угльная кислота	48,1	58
Глюкоза, превращенная в алкоголь	98,0	0
„ пошедшая на построение	2,0	78,4
„ в % сух. вещ. дрожжей	106,4	140,0
„ сожженная вполне	0	21,4

¹⁾ Delbrück W. f. B. 1903 25 стр.

²⁾ С. R. 184, 1303; 1927.

Серия I. Брожение анаэробное. Среда 1 к. глюкозы, серноокислый аммоний и зола дрожжей в 12 л. воды.

Перевиты тонкинские дрожжи и оставлено при температуре 38,5° С. Брожение продолжалось 11 ч. при высшей температуре 37°.

Серия II. Брожение с очень сильной аэрацией. Среда 3% % глюкозы, фосфаты, серноокислый аммоний и зола дрожжей. Перед перевивкой P_n доводится до 3,8. Сахар и усвояемый азот даются так, что жидкость никогда не содержит более того, что дрожжи могут усвоить в 30 мин. Продолжительность брожения 7—8 ч. Количество всей введенной глюкозы достигало 180 г.

В первой серии количество CO_2 точно соответствует количеству произведенного алкоголя; с другой стороны для образования 100 г. дрожжей потребовалось 103,4 г. глюкозы.

Эти факты показывают, что синтез протеинов в этом случае следует формуле, которая приближается к формуле (А). Полученные дрожжи содержат 48% протеинов и 43,9% безазотистых органических веществ. По формуле (А) для 1 г. белка нужно 1,27 глюкозы. На 100 г. дрожжей потребуется поэтому:

$$(48 \times 1,27) \div 43,9 = 104,8 \text{ г.}$$

Итак в действительности выход дрожжей (106,4 г.) очень близко подходит к схеме (А).

Дрожжи, полученные во второй серии, содержат 49,1% белка и 41,8% безазотистых веществ. По формуле (В) (2 г. глюкозы на 1 г. белка) 100 г. глюкозы должны были бы образовать 71,4 г. дрожжей и 34 г. CO_2 . Действительный выход: 50 г. дрожжей и 58 г. CO_2 . Этот выход соответствует по схеме (В) 78,4 г. глюкозы и 26,4 г. CO_2 . Так как в действительности найдено 58 г. CO_2 то избыток произошел за счет сожженной глюкозы.

Деля этот избыток на 1,46, так как 180 г. глюкозы при полном сожжении дают 264 г. CO_2 , находим количество разрушенной глюкозы

$$\frac{58 - 26,4}{1,46} = 21,4 \text{ г.}$$

В данной работе автор проводит с одной и той же расой дрожжей аэробное и анаэробное брожение. При аэробном брожении большая часть сахара идет на построение плазмы, и необходимая для жизни дрожжей энергия доставляется более экономическим процессом, чем спиртовое брожение, сжиганием сахара до углекислоты. В связи с этим, и дрожжей при аэробном брожении получается значительно больше, чем при анаэробном. Рассматривая условия того и другого брожения, можно сказать, что ряд факторов: аэрация и разбавление среды, постоянная концентрация питательного субстрата, большое количество маточных дрожжей благоприятствует аэробной жизни дрожжей. Выше уже указывалось, что эти положения легли в основу методов, применяемых в промышленности. Таким образом, вопрос о повышении выходов сводится к созданию условий благоприятствующих аэробной жизни дрожжей. Из таких условий для дрожжевого производства разобрано влияние концентрации сусл¹⁾ и интенсивности продувания воздуха²⁾. В связи же с вопросом о мине-

¹⁾ С. В. Лебедев и И. К. Горенбургов. Изв. Том. Гос. Ун. 1927 г.

²⁾ С. В. Лебедев и Д. Н. Климовский. Пищевая промышленность 1927 г.

ральном питании дрожжей при хлебных заторах фактор постоянной концентрации солей приобретает особо важное значение. Минеральные соли, кроме того, что они восполняют недостающие в сусле составные части для построения клеток дрожжей могут оказывать влияние и на характер жизни дрожжей, в зависимости от того каким образом они задаются.

Так Эффрон¹⁾ показал, что если поддерживать количество азотистого питания на определенной концентрации, то выхода дрожжей значительно увеличиваются. Можно предполагать, что постоянная концентрация фосфора, важное значение которого в построении живой материи достаточно известно²⁾, может также оказать влияние на размножение дрожжей. Таким образом, при минеральном питании приходится учитывать две стороны: неблагоприятное количество минеральных солей и способ задачи их.

В неопубликованных работах, производившихся в Лаборатории питательных веществ Сиб. Техн. Ин. под руководством проф. С. В. Лебедева, затронута первая часть вопроса. Минеральное питание в виде сернокислого аммония и вытяжки из суперфосфата задавалось в различных концентрациях в начале брожения. Из ряда опытов была определена концентрация солей, дающая наибольшее повышение выхода дрожжей по сравнению с выходами из сусла без добавления солей.

Настоящая работа имеет своей целью проследить изменение главных составных частей сусла при брожении и влияние постоянства начальной концентрации их на выхода дрожжей. Начальная концентрация солей сусла выбрана, как ориентировочная, для выявления характера влияния ее на выхода.

Опыты производились следующим образом: брожение велось в бродильном сосуде, изготовленном по типу аппаратов для непрерывного алкогольного сбраживания системы проф. С. В. Лебедева³⁾. Бродильный сосуд представляет из себя медный луженый цилиндр дм. 10 с. и высотой 70 с., закрытый сверху отнимающейся крышкой. В нижней части до высоты 20 с. цилиндр окружен водяной баней, позволяющей темпировать бродящую среду. В верхней части цилиндра имеется патрубок для выхода воздуха, в нижней части—для взятия проб во время брожения. Воздух доставляется ротационным воздушным насосом и распределяется посредством барбатера звездочки, помещенном внутри цилиндра. Сусло в количестве необходимом для всех опытов было взято с дрожжевого завода Томсельпрома, простерилизовано кипячением в карлсбергской колбе, откуда бралась в количестве необходимом для каждого опыта.

Состав исходного сусла следующий: 12 Вл., в 100 к. с. сусла содержится Р—0,072 г., N—0,263 г., K₂O—0,108 г., мальтозы—11,45 г. Дрожжи готовились в лаборатории из чистой культуры XII расы, выведенной из маточных дрожжей того же завода. Разводка дрожжей для каждого опыта готовилась отдельно особым способом с аэрацией из основного сусла разведенного в два раза и проверялась на чистоту под микроскопом. Дрожжи разводки содержали; N—2,31%, Р—0,62. Для опытов основное сусло разводилось водопроводной во-

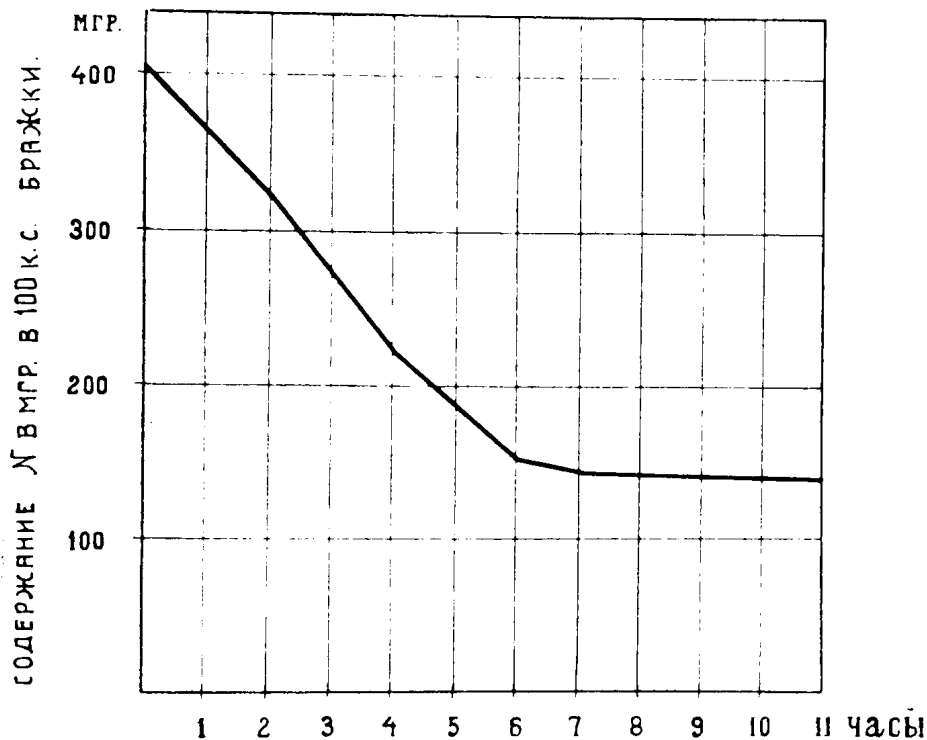
¹⁾ Цит. Шен. Проблемы брожения. Стр. 13. 1928 г.

²⁾ Д. Н. Ивановский. Физиология растений. Стр. 169. 1924 г.

³⁾ С. В. Лебедев. Непрерывное алкогольное сбраживание. Томск 1915.

дой в необходимом количестве, помещалось в бродильный сосуд, где доводилось до температуры брожения 30°. После чего задавались маточные дрожжи и начиналось продувание воздуха. После окончания брожения дрожжи отфильтровывались на нутче через бумажный фильтр, промывались и отжимались на фильтрованной бумаге до тех пор, пока бумага не переставала увлажняться. После чего дрожжи взвешивались с точностью до 0,1 г. Влажность таких дрожжей достигала 75%, колебания в пределах 1%. В бражке и дрожжах смотря по необходимости определялся фосфор колориметрически по Бригсу с гидрохиноном и сернистым натрием, азот по Кьельдалю, аммиачный азот отгонкой с магнозией под разряжением, мальтоза по Бертрану и P_n — электрометрически с хингидроном.

В первых опытах исследовался вопрос об изменении содержания азота в среде во время брожения. Условия опытов следующие: 300 к. с. исходного сусла доводилось до двух литров, что давало сусло в 2,35 Bl., воздуха—1000 л. в час. Маточных дрожжей—3,75 г. Продолжительность брожения 9 ч. Во время брожения брались пробы по 55 к. с. каждый час. В 50 к. с. отфильтрованной бражки определялся азот. Данные опыта представлены в черт. 1.



ЧЕРТ. № 1.

Из кривой видно, что уже на 6-м часу использование азота почти прекращается. Дрожжи перестают размножаться, использовав имеющийся в сусле органический азот. Можно на пятом часу брожения добавить сернокислого аммония, восполнив, таким образом, недостаток ассимилируемого азота. В таком случае дрожжи, имея ассимилируемый азот, могли бы размножаться далее. В таблице 2 предоставлены результаты опытов, поставленных с этой целью.

Таблица 2.

№ № опы- тов	У с л о				Д р о ж ж и			Б р а ж к а			% использов.	
	Вл.	Экстр. г.	Общ. N мг.	Амм. N мг.	Выход в г.	Выход в °Эк.	N в %	Общ. N мг.	Амм. N мг.	Кисл. в D.	Общ. N	Амм. N
1	2,35	42,7	808	62	30,4	71,2	1,71	288	0	0,27	64,4	100
2	.	.	1226	480	26,2	61,8	2,35	600	210	0,27	51,1	56,3
3	.	.	1017	252	26,9	63,0	2,33	381	6	0,28	62,6	99,4

Первый опыт—контрольный без добавки аммония. Во втором опыте на пятом часу было добавлено 2 г. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ с содержанием 20,9% N с целью довести содержание азота до первоначального. Результаты опыта показали, что в таком случае ассимилируется из сернокислого аммония лишь около 50% аммиачного азота. Поэтому в третьем опыте было прибавлено 1 г. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. В этом опыте азот сернокислого аммония был использован полностью. Результаты опытов показывают, что прибавка сернокислого аммония понижает выхода дрожжей, но увеличивает содержание азота в дрожжах до известного предела. На пятом часу, судя по кривой использования азота, образуется приблизительно около 85% всего количества дрожжей, а 85% контрольного выхода составляют 25,5 г.—количество дрожжей, приблизительно равное выходам второго и третьего опытов. Таким образом, с момента прибавки сернокислого аммония дрожжи перестают размножаться используя в то же время определенное для данных условий количество заданного азота.

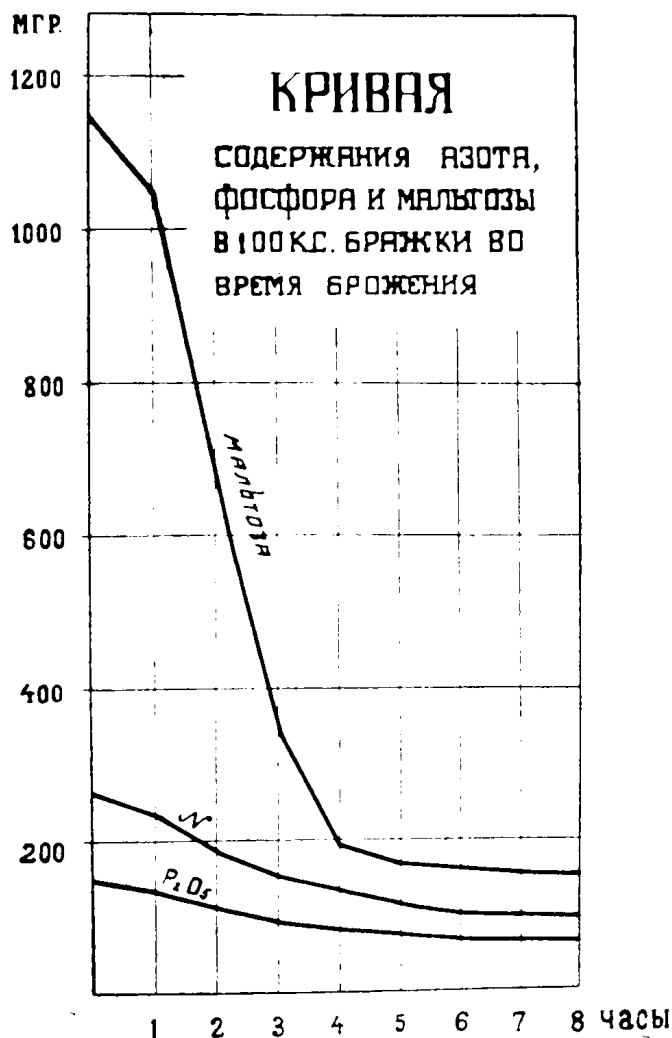
В дальнейшем был проведен опыт, где определялось изменение содержания главных составных частей сусла: азота, фосфора и мальтозы. Условия опыта таковы: исходного сусла 200 к. с. разводились до 2-х литров, воздуха 800 л. в час, маточных дрожжей 5 г. На пробу каждый час бралось 60 к. с. В отфильтрованной бражке делались определения: азота, фосфора и мальтозы.

Таблица 3.

Ч а с ы	P ₂ O ₅		А з о т.		М а л ь т о з а	
	Найдено в 100 к. с. в мг.	Использов. за 1 ч. в мг.	Найдено в 100 к. с. в мг.	Использов. за 1 ч. в мг.	Найдено в 100 к. с. в мг.	Использов. за 1 ч. в мг.
0	15,1	—	26,3	—	1145	—
1	13,6	1,5	23,8	2,5	1054	91
2	11,3	2,3	18,9	4,9	676	378
3	9,2	2,1	15,4	3,5	349	327
4	8,2	1,0	13,5	2,9	199	150
5	7,4	0,8	12,0	1,5	169	30
6	6,9	0,5	10,6	1,4	164	5
7	6,5	0,4	10,4	0,2	159	5
8	6,4	0,1	10,3	0,1	154	5

В 100 к. с. бражки определялся калий, при чем найдены только его следы. Это показывает, что калий используется почти полностью. Поэтому в дальнейших опытах для нейтрализации сусла во время

брожения брался нормальный раствор поташа. Данные представлены в таб. 3 и для ясности изображены в виде кривых на черт. 2.



ЧЕРТ. № 2.

При рассмотрении кривых черт. 2 обращает на себя внимание быстрое падение содержания мальтозы в сусле. Это падение далеко не пропорционально падению азота и фосфора, исчезновение которых из бродящей среды характеризует размножение дрожжей. Основываясь на вышеизложенной работе Эффрона можно объяснить этот факт тем, что при данных условиях дрожжи живут анаэробной жизнью, получая необходимую для их развития энергию брожением. Действительно, во все время брожения замечался явственный запах спирта. Для изменения условий брожения в сторону благоприятствующую по высказанному выше предположению аэробной жизни дрожжей, следующие опыты производились с постоянной начальной концентрацией фосфора и азота отдельно, того и другого вместе. Азот добавлялся в виде сернокислого аммония, фосфор—в виде вытяжки из суперфосфата с содержанием—1,8 мг. в 1 к. с. Соли при-

ливались по каплям из бюретки, помещенной на крышке броидильного сосуда сообразно с часовой потребностью, вычисленной на основании данных таблицы 4. Всего прибавлялось 50 к. с. вытяжки, т.е. 90 мг. Р и 1,6 г. $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ или 334 мг. N. Приток оканчивался на шестом часу и 2 ч. происходило дображивание.

Результаты опытов представлены в таблице 4.

Таблица 4.

№№ опы- тов	ВН	Экстр. г	Возд. л.ч.	С у с л о			Д р о ж ж и				Бражка			% ис- пользо- вания	
				N мг.	P мг.	P _n	Выход		N %	P %	N мг.	P мг.	P _n	N	P
							г.	% экстр.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1.2	25,2	800	526	145	4,85	23,7	94,0	1,67	0,42	160	42	3,93	69,6	71,0
2	.	.	.	535	235	.	25,5	101,2	1,57	0,56	168	90	3,41	70,1	58,7
3	.	.	.	860	145	.	22,0	87,3	2,21	0,44	380	—	3,08	56,5	66,7
4	.	.	.	860	235	.	23,4	92,8	2,20	0,45	—	—	3,38	59,2	43,8
5	.	.	900	526	145	.	19,5	77,3	1,80	0,44	196	—	3,62	66,7	59,2
6	.	.	—	535	235	.	19,4	77,2	1,84	0,48	212	—	4,38	63,5	40,0
7	.	.	.	869	235	.	19,5	77,3	2,35	0,51	408	132	3,57	51,5	42,3

Первые 4 опыта проводились с маточными дрожжами взятыми с дрожжевого завода Томсельпрома. Дрожжи содержали около 2% микодермы. Продолжительность брожения 8 ч. Последние 3 опыта проводились с чистой культурой тех же дрожжей, имеющих в лаборатории. Продолжительность брожения 7 ч. В графе 5 и 6 дается содержание Р и N как находившихся в сусле, так и прибавленных за все время опыта.

Заводские дрожжи дали повышенные выходы по сравнению с лабораторными. Это объясняется тем обстоятельством, что культура хранящаяся в лаборатории несколько потеряла свою жизнеспособность, как это наблюдается при хранении в коллекциях. Заводские дрожжи оказались также более чувствительны к изменениям среды. Можно заметить, что постоянная начальная концентрация фосфора повышает выхода, в то время, как такая же азота понижает. Так во втором опыте при постоянной концентрации выход получился 101,2%, в третьем при постоянной концентрации N—87,3%, в четвертом опыте—92,8%, где вредное влияние азота было компенсировано благоприятствующим влиянием фосфора. Количество прибавленного минерального азота по отношению ко всему азоту сусла достигает 48,1%. В вышеприведенной работе Воля и Шерделя указывается, что высший выход получился при 40% минерального и 60% органического азота. При 50% минерального азота выхода уменьшаются. Данные опыта подтверждают это. В опытах Воля азот задавался в начале

брожения в данных опытах в конце и в течение брожения. Очевидно, что в какое бы время ни задавался минеральный азот—в начале брожения, в конце брожения или постепенно во все время брожения при количестве его больше 50% размножение дрожжей задерживается.

В опыте № 7 было учтено количество оставшегося аммиачного азота в бражке. Всего найдено 0,210 г. В виде $(\text{NH})_2 \text{SO}_4$ было введено 0,334 г. Таким образом, минерального азота утилизировано 0,124 г. или 37,1%. Использовано дрожжами всего азота—0,458 г. Следовательно 0,334 г. было использовано из органического азота, что составит процент использования органического азота 63,7%. В предыдущем опыте без добавления сернокислого аммония степень использования составляет 63,5%. Очевидно, что прибавка сернокислого аммония не уменьшает степени использования органического азота. Аммиачный азот поглощается сверх того, что может быть использовано дрожжами из суслу. Это положение несколько противоречит высказанному ранее положению, что дрожжи охотнее используют аммиачный азот, чем органический. Данное обстоятельство, в связи с вредным влиянием на размножение дрожжей минерального азота говорит за то, что прибавка минерального азота должна производиться с большой осторожностью тем более, что повышение содержания азота в дрожжах не всегда гарантирует их лучшую пекарскую способность¹⁾.

Опыты с чистой культурой показали отрицательные результаты по отношению к увеличению выходов. Выхода во всех случаях оказались одинаковыми. По сравнению с заводскими дрожжами они оказались более безразличными к составу среды. Мейергофф²⁾ указывает, что дикие дрожжи обладают более высокой дыхательной способностью, чем культурные дрожжи. Можно предполагать, что это свойство диких дрожжей содержащихся в заводских, естественно, могло проявиться в данных опытах, направленных к усилению именно аэробной жизни. В связи с этим приходится ставить вопрос о выборе расы дрожжей для подобного рода опытов, имеющих целью получить возможно больше выхода. Очевидно, не все расы дрожжей обладают свойством изменять дыхательную мощь. Так и в вышеприведенных опытах Эффрона им употреблялись тонкинские дрожжи, с легко изменяющейся дыхательной функцией.

Данные опытов, проведенных с суслom 1,2 ВП с сильной аэрацией позволяют сделать для этих условий следующие выводы:

1. Прибавка азотистого питания в момент его исчезновения в бродящей среде понижает выхода дрожжей, но увеличивает в них содержание азота.
2. Постоянная начальная концентрация азота или понижает выхода (заводские дрожжи) или не оказывает никакого влияния.
3. Постоянная начальная концентрация фосфора или повышает выхода (заводские дрожжи) или не оказывает никакого влияния.

Из этих опытов следует также, что аэробная жизнь дрожжей может протекать только при ограниченном притоке сахара. В таком

¹⁾ Малков. Советское мукомолье и хлебопечение. 1929 г. 164 стр.

²⁾ Biochem-Zeitsch. 165, 43; 1925.

случае каждая клетка будет использовать его, не доводя брожения до конца, а в виде промежуточных продуктов брожения. Эффон в цитируемой выше работе считает таким веществом уксусный альдегид. Для выяснения этого обстоятельства необходимо провести опыты с сильно разбавленным сушлом при постоянной концентрации не только солей, но и сахара. Опыты в этом направлении ведутся.

Лаборатория питательных веществ
Сибирского Технологического Института
г. Томск.

