

Условия и степень возможного использования пивоваренных солодовых ростков в дрожжевом производстве.

С целью повышения выхода дрожжей в дрожжевом производстве, уже давно стали применять различные подсобные азотистые материалы, в том числе солодовые пивоваренные ростки, являющиеся отбросом пивоваренных заводов и заключающие в себе достаточное количество азота в усвояемой для дрожжей форме.

По Кельнеру¹⁾ 23—34,9% содержащегося в солодовых ростках азота находятся в форме амидов, в высокой степени пригодных для питания дрожжей. А так как амиды легко растворимы в воде, то поэтому в дрожжевом производстве, при затирании солодовых ростков, их амиды перейдут в сусло и при сбраживании могут быть использованы дрожжами. Помимо этого, дрожжи, вероятно, смогут также в некоторой мере использовать азот, находящийся в ростках, и в других формах.

Исследования Kühn'a Hagemann'e и Figerling'a²⁾ для воздушно-сухих солодовых ростков дают такой состав, приводимый ниже в таблице I.

Таблица I.

А В Т О Р	Сухое вещество %	Зола %	Органич. вещества %	Протеин		Сырой жир %	Сырая клетчатка %	Безазотистые экстрактивные вещества %
				Сырой протеин	Истинный белок			
Kühn	90,00	7,11	82,98	26,13	—	2,00	9,62	45,21
Hagemann	83,05	6,72	76,33	24,02	16,52	1,04	10,84	40,14
О н - ж е	87,57	5,98	81,59	24,51	—	1,10	12,21	45,82
Figerling	90,94	5,98	84,94	25,64	16,78	1,58	15,03	42,71
О н - ж е	90,24	6,25	83,99	24,95	16,43	1,43	13,40	44,21
О н - ж е	90,93	7,44	83,49	23,82	16,38	1,51	16,42	41,74

¹⁾ Меркер.—Руководство по винокурению. Стр. 362 год 1907.

²⁾ Wochenschrift für Brauerei. 1913 г. стр. 242. Pechtner.—über die Verwendung von Malzkeimen als Futtermittel und zu Heilzwecken.

Дитрих и Кёниг¹⁾ приводят такие данные, средние для 10 анализов:

Таблица II.

Состав солодовых ростков	Minimum	Maximum	Среднее
Влага	3,74	15,16	10,09
Азотистые вещества	20,21	28,94	24,18
Жир	1,43	3,00	2,10
Безазотистые экстракт. в.	37,06	46,00	42,11
Клетчатка	10,61	18,50	14,33
Зола	5,10	9,70	7,19

По исследованиям Лермера²⁾ в 100 в. ч. солодовых ростков заключается:

Таблица III.

Состав солодовых ростков	Сорт ячменя	Венгер- ский ячмень	Бавар- ский ячмень
Влага		10,72	10,00
Азотистые вещества		32,90	18,10
Безазот. экстракт. в.		49,97	65,71
Минеральные вещества		6,91	6,91
В золе Лермер нашел:			
Калий		22,53	35,02
Фосфорная кислота		29,21	30,64

Кроме того, по исследованиям того-же автора, солодовые ростки содержат: различные органические кислоты, смолу, воск, жирные масла, холестерин, гуммиобразные, горькие, красящие вещества, сахар и аспарагин.

Азотистые вещества солодовых пивоваренных ростков по исследованию Кьюсчиса Иосчимура³⁾ распределяется по отдельным группам таким образом:

¹⁾ Die Malz und Bierbereitung. E. Leiser. стр. 364, 1900 г.

²⁾ Chemie und Physiologie des Malzes und des Bieres—E. Prior. стр. 190—191, 1896 г.

³⁾ Biochemische Zeitschrift. 1911 г. 3 Heft. стр. 222.

Таблица IV.

Формы азота	В 100 в. ч. су- хого вещ-ва ростков в. ч. азота	В % от об- щего коли- чества азота
Общий азот	3,824	—
Белковый азот	2,100	54,93
Аммиачный азот	следы	следы
Небелковый азот	1,724	45,07
В нем:		
Осажд. фосфорно-вольфр. к. . .	0,367	9,60
В другой форме	1,357	35,47

Все эти исследования велись, главным образом, с той целью, чтобы выяснить значение солодовых пивоваренных ростков, как кормового средства, но эти данные говорят также и за то, насколько ценны солодовые ростки и для питания дрожжей.

Вопрос о возможности использования солодовых пивоваренных ростков для дрожжевого производства был впервые поднят еще в 1883 году, когда Уллик ¹⁾ указал, что солодовые ростки, в виду высокого содержания в них амидного азота, являются пригодными для применения их в качестве азотистого сырья при получении дрожжей.

Это мнение было подтверждено М. Гайдуком ²⁾ в его статье: «Употребление солодовых ростков при приготовлении прессованных дрожжей». В поставленных этим исследователем опытах ображивания водного экстракта солодовых ростков, с добавлением чистого сахара, в количестве 100% по весу ростков, при температуре 14°R, было усвоено дрожжами перешедшего в экстракт азота до 50%, при выходе дрожжей в 29,7% по расчету на вес ростков, не принимая во внимание количества прибавленного сахара.

Из приведенного видно, что применение солодовых ростков для получения дрожжей целесообразно, однако условия исследования М. Гайдука, как видно из его опытов, совершенно не соответствуют современным условиям и требованиям дрожжевого производства.

В литературе имеются и некоторые другие краткие данные относительно ценности солодовых пивоваренных ростков, в смысле усвоения их азота дрожжами; заводская практика дрожжевого производства показала, что с прибавлением солодовых ростков к другим зерновым материалам затора повышается выход дрожжей, однако в производствах, которые имеют возможность пользоваться солодовыми ростками, прибавка ростков к затору совершается без определенного установленного расчета, часто просто исходя из наличия имеющихся солодовых ростков на соседнем пивоваренном заводе. Нет также данных о том, каков эквивалент солодовых ростков относительно идущих в дрожжевой затор обычных зерновых материалов.

В связи с указанным, целью приводимой ниже работы является:

1) выяснить наиболее благоприятные условия перехода азота солодовых ростков в экстракт сусла затора дрожжевого производства;

¹⁾ Über die Bedeutung des Eiweises im Hefenleben.—F. Hayduk. стр. 29 1926 год.

²⁾ См. там же.

2) установить возможную степень использования дрожжами азота солодовых пивоваренных ростков при сбраживании их водного экстракта.

Для исследования были взяты солодовые ростки пивоваренного завода Томсельпрома из производства 1927 г., при чем все зерна ячменя и прочие загрязнения из ростков были удалены. Для анализа ростки были превращены в тонкий помол. Полученный состав ростков приведен в таблице V.

Таблица V.

Воды %	Сухое вещество солод. ростков %	Зола %	Органических веществ	Протеин		Сырой жир %	Сырая клетчатка %	Безазотн. экстрактн. вещества %	Примечание
				Сырой протеин	Истинный белок				
6,82	93,18	7,10	86,08	24,69	17,50	2,16	13,19	46,04	Безазотистые экстрактивные вещества вычислялись по разности

Анализ муки солодовых ростков дал следующее: воды—6,91%, золы—7,34%, С—41,88%, Н—5,78%, N—3,94%, P—0,53%, O—33,62%, теплотворная способность—4205 кал. Анализ золы солодовых ростков таков: S:O₂—31,24%, Fe₂O₃—2,72%, Al₂O₃—3,83%, CaO—5,36%, MgO—4,18%, SO₃—2,93%, P₂O₅—18,28%, Na₂O—0,85%, K₂O—2,42%, MnO—следы, Li₂O—следы, всего—93,81% + воды и остатки углерода—6,19%.

После определения химического состава были взяты нами солодовые ростки, были поставлены опыты затиранья их для выяснения условий, отвечающих максимальному переходу азота солодовых ростков в раствор.

Условия, в которые были поставлены опыты затиранья солодовых ростков, были такие: солодовые ростки были измельчены на грубой терке, и затиранье производилось в обычном лабораторном аппарате для определения выхода экстракта в пивоваренном солоде, при чем заторные стаканы были снабжены мешалками и термометрами, термометр также имелся в водяной бане, в которую ставились заторные стаканы.

Одним из неудобств затиранья солодовых ростков является то, что солодовые ростки, обладая большой влагеаемкостью, при затираньи с небольшим количеством воды, жадно впитывая ее в себя, сильно разбухают,—это затрудняет работу мешалки, а также последующую фильтрацию затора. Неудобство это было устранено уменьшением концентрации затора из солодовых ростков, при чем наибольшая концентрация, при которой было возможно удовлетворительно проводить как само затиранье, так и фильтрацию затора, определена отношением веса ростков к воде, как 1 : 8.

Опыты затиранья солодовых ростков проводились при двух концентрациях, при чем для одной концентрации было взято на 1 в. ч. ростков 8 в. ч. воды, для другой на 1 в. ч. 20 в. ч. воды. В тех случаях, когда, кроме ростков, в затор входил сухой светлый пивоваренный солод, ростки и солод затирались одновременно. В связи с этим, при выборе условий температуры и времени затиранья солодовых ростков, было стремление приблизиться к соответствующим температурным условиям приготовления обычного дрожжевого затора и, кроме того, по возможности, уменьшить длительность затиранья.

Первые опыты затирания солодовых ростков, поставленные при отношении веса затираемого материала к весу воды 1 : 20, т. е. с концентрацией затора $\frac{1}{20}$, были приведены в условиях, приводимых ниже.

№ 1 опыт. Взято 20 гр. солодовых ростков и 400 гр. воды. Затирание начиналось при температуре 40°C и при этой температуре затирание шло 1 час, затем в течение 10 минут температура поднималась до 100°C и эта температура оставалась в течение 3 минут.

№ 2 опыт. Те же условия, что и в 1 опыте, только начальная температура была взята 50°C.

№ 3 опыт. Начальная температура 60°C держалась в течение 1 часа и затем доводилась в 5 минут до 75°C и эта температура держалась 3 минуты.

По окончании затирания производилась фильтрация заторов через сухой пласеный фильтр и в фильтрате обычным методом определялось содержание перешедшего в раствор азота, количество которого выражалось в процентах от первоначального содержания азота в солодовых ростках.

Результаты этих опытов помещены в таблице VI.

Таблица VI

№№ опытов	Температура и время отдельных периодов затирания солодовых ростков	Колич. азота, перешедшего в раствор в ‰ от его содерж. в ростках
1	При 45°C—1 ч., до 100°C—10 м., при 100°C—3 м.	52,17
2	При 50°C—1 ч., до 100°C—10 м., при 100°C—3 м.	52,92
3	При 60°C—1 ч., до 75°C—10 м., при 75°C—3 м.	52,18

Отсюда видим, что повышение температуры до 100°C в первом опыте не имеет значения, так как в опыте № 3 при конечной температуре в 75°C азота в раствор переходит больше.

Начальные же температуры затирания влияют таким образом, что наиболее благоприятной температурой оказывается 50°C, взятая в опыте № 2.

Отсюда возникает вопрос, каков будет переход азота в раствор, если начальную температуру затирания взять такую же, как в опыте № 2, именно, около 50°C, а конечную приблизить к условиям опыта № 3.

Исходя из этого, в следующих опытах условия затирания были взяты такие: начальная температура затирания в 45°C держалась в течение 30 минут, затем в 20 минут она поднималась до 65°C и при этой температуре затирание шло 30 минут.

Данные этих опытов можно видеть в таблице VII.

Таблица VI.

№№ опытов	Температура и время отдельных периодов затирания солодовых ростков	Колич. азота, перешедшего в раствор в ‰ от его содержания в ростках
4	При 45°C—30 м. до 65°C—20 м. при 65°C—30 м.	53,41
5	Те же условия	53,74

Результаты этих опытов показывают, что при последних условиях содержания азота в растворе увеличилось сравнительно с опытами, помещенными в таблице VI.

С целью выяснить, как влияет на переход азота в раствор уменьшение первого периода затирания, был поставлен опыт, где начальная температура была взята в 45°C , сразу же поднимающаяся в течение 20 минут до 65°C , после чего последняя температура держалась в течение 30 минут.

Таблица VIII.

№№ опы- тов	Температура и время отдельных периодов зати- рания солодовых ростков	Колич. азота, перешед- шего в раствор в ‰ от его содержания в ростках
6	С 45°C до 65°C —20 м. при 65°C —30 мин.	49,23

Из результатов этого опыта, помещенных в таблице VIII, видно, что, с уменьшением времени затирания, количество перешедшего азота в раствор уменьшилось, а времени 50 минут на затирание для максимального перехода азота в раствор недостаточно, поэтому в последующих опытах были приняты те условия затирания, которые указаны в таблице VII.

В дрожжевом производстве затирание обычно происходит при относительно больших концентрациях затора, примерно 1:4, а так как концентрация затора влияет на переход растворимых веществ в экстракт, то для того, чтобы выяснить, в какой именно мере повышение концентрации затора будет влиять на переход азота в раствор при затирании солодовых ростков, следующие опыты затора были поставлены с концентрацией 1:8. Кроме того, подлежало выяснению, каким образом, влияет изменение длительности последнего периода затирания на переход азота ростков в раствор. В связи с этим был поставлен ряд опытов, сопоставление результатов которых дано в таблице IX.

Таблица IX.

№№ опы- тов	Температура и время отдельных периодов зати- рания солодовых ростков	Колич. азота, перешед- шего в раствор в ‰ от его содержания в ростках
7	При 45°C —39 м. до 65°C —20 м. При 65°C —45 м.	43,74
8	„ „ „ При 65°C —30 м.	43,82
9	„ „ „ При 65°C —15 м.	40,70
10	„ „ „ При 65°C —5 м.	39,24

Из результатов, помещенных в таблице IX, можно видеть, что увеличение времени последнего периода затирания с 30 до 45 минут не увеличивает количества переходящего в раствор азота, с уменьшением же этого периода количество растворяющегося азота понижается.

Из поставленных опытов видно, что количество перешедшего в раствор азота колеблется в довольно широких пределах, а именно: от 39,24‰ при 5 м. до 43,82‰ при 30 мин. Если же принять во внимание концентрацию затора при большем разбавлении 1:20, то пределы оказываются еще шире, именно: от 39,24 до 53,74‰.

На основании произведенных опытов можно прийти к таким выводам: для максимального перехода азота в раствор при затирании солодовых ростков концентрация затора не должна быть большой, а условия температуры и времени затирания, благоприятствующие переходу азота в раствор, должны быть такие: начальная температура затирания 45°C, затем повышение температуры в течение 20 мин. до 65°C и при этой температуре—30 м., таким образом, общая продолжительность затирания отвечает 80 минутам.

Известно, что белковые вещества под влиянием некоторых факторов из нерастворимых форм могут перейти в растворимые. Благодаря этому, возможно при затирании ростков увеличить количество переходящего азота в раствор. Этими факторами могут быть или протеолитические энзимы солода, или кислоты.

Опыты с применением кислот при различных условиях как при нормальном, так и повышенном давлении, дали при условиях, удобных для дрожжевого производства, очень немного, поэтому, не касаясь этого вопроса, как подлежащего особому рассмотрению и последующей разработке, перейдем к опытам затирания солодовых ростков совместно с пивоваренным сухим солодом. В следующем опыте затирания солодовых ростков к их затору было прибавлено 20% дробленого пивоваренного солода для выяснения действия протеолитических энзим солода на переход азота в раствор.

Концентрация затора была взята 1:8. Параллельно были приведены затирания одних солодовых ростков, одного солода и ростков вместе с солодом, при чем условия затирания были взяты те, которые соответствуют условиям наилучшего перехода азота в раствор, выясненными предыдущими опытами.

При учете азота, перешедшего в раствор при совместном затирании ростков и солода, количество растворенного азота за счет только одного солода исключалось.

Результаты этих опытов даны таблицей X.

Таблица X.

№№ опытов	Колич. прибавл. солода по весу ростков в %	Температура и время отдельных периодов затирания солодовых ростков	Колич. азота, перешедшего в раствор в % от его содерж. в ростках
11	—	При 45°C—30 м до 65°C—20 м. при 65°C—30 м.	44,48
12	20	Те же условия	46,75

Из таблицы X видно, что переход азота в раствор с прибавлением солода увеличился на 2% от общего количества азота, переходящего в раствор при затирании одних солодовых ростков.

Выяснив на основании произведенных опытов, какое количество азота может перейти в раствор при различных условиях затирания солодовых ростков, в дальнейшем необходимо было разрешить вопрос, в каких именно формах фигурирует этот азот в растворе, так как в данном случае для нас интересными являются только те формы азота, которые при сбраживании сусла из солодовых ростков могут быть усвоены дрожжами.

С этой целью были поставлены опыты затирания солодовых ростков при различных концентрациях, а именно: $\frac{1}{8}$ и $\frac{1}{20}$, и после окончания затирания в фильтрате определялся общий азот, белковый азот и азот, осаждаемый фосфорно-вольфрамовой кислотой. Определив азот, осаждаемый фосфорно-

вольфрамовой кислотой и вычтя из этого количества белковый азот, найденный по обычному методу, находим, таким образом, количество азота, приходящееся на альбумозы и пептоны.

Вычитая же из общего количества всего азота, перешедшего в раствор, весь азот, осаждаемый фосфорно-вольфрамовой кислотой, считаем оставшийся азот за сумму амидного и аминного.

Данные, помещенные в таблице XI, показывают количества всего азота, перешедшего в раствор при затирании солодовых ростков. Количества эти, выраженные в граммах и в процентах от содержания азота в воздушно сухих ростках, даны таблицей XI.

Таблица XI.

№№ опытов	Концентрация затора	Количество азота в воздушно-сухих ростках в 100 в. ч. с влажностью 6,82%		Количество азота, перешедшего при затирании солодовых ростков в раствор из 100 в. ч.	
		В грм.	В %	В грм.	В %
13	$\frac{1}{8}$	3,95	100	1,76	44,60
14	$\frac{1}{20}$	3,95	100	2,09	52,91

Распределение же этого азота в сусле по отдельным группам, выраженное в граммах и процентах от всего азота, перешедшего в раствор при затирании солодовых ростков, показано в таблице XII.

Таблица XII.

№№ опытов	Формы азота Концентрация затора	Белковый азот от всего азота, перешедшего в раствор		Азот пептонов и альбумоз от всего, перешедшего в раствор азота		Азот амидный и аминный от всего азота, перешедшего в раствор	
		I		II		III	
		В грм.	В %	В грм.	В %	В грм.	В %
13	$\frac{1}{8}$	0,442	25,11	0,345	12,55	0,973	62,34
14	$\frac{1}{20}$	0,506	24,23	0,399	19,32	1,185	56,45

Из результатов этих опытов, помещенных в таблице XII, видно, что абсолютно увеличивается количество азота по отдельным группам, только для

затора меньшей концентрации, относительное же процентное увеличение азота по отдельным группам, сравнительно с большой концентрацией, замечается лишь для азота альбумоз и пептонов.

Количество же азота, которое может быть усвоено дрожжами, т. е. азот амидный и аминный, колеблется от 56,45 до 62,34% при различных концентрациях.

Для выяснения, в какой мере переходящие в раствор при затирании солодовых ростков формы азота используются дрожжами при сбраживании, были поставлены опыты сбраживания сусла из солодовых ростков, а так как неизвестно в достаточном ли количестве присутствуют в сусле из солодовых ростков другие вещества, необходимые для питания дрожжей, кроме сбраживания одного росткового сусла, были поставлены опыты сбраживания одного солодового сусла и затем к солодовому суслу было прибавлено сусло из солодовых ростков по расчету 27,4%, считая на ростки,—и таким образом был учтен баланс азота при сбраживании дрожжами сусла из солодовых ростков.

Сусло из ростков приготавливалось внесением 625 гр. солодовых ростков в 5 литров воды, предварительно нагретой до 45°C, и при этой температуре ростки оставались 30 мин., затем температура поднималась в течение 20 м. до 65°C и эта температура держалась в течение 30 м.; после этого, с целью стерилизации, температура повышалась до 100°C, затем затор фильтровался через холст, после чего сусло стерилизовалось в течение 3 дней по 1 часу. Перед сбраживанием сусло фильтровалось через вату.

Для сбраживания бралось 2 литра сусла с концентрацией в 5,5° Ball, причем кислотность, выраженная в градусах Дельбрюка, отвечает 0,42°D. В качестве маточных дрожжей для опыта были взяты заводские маточные безкрахмальные дрожжи XII расы, проверенные микроскопически на чистоту, с содержанием в них азота 2,24%, и залавались они в количестве 10%, считая на сухое вещество сусла, т. е. на его экстракт. Сбраживание продолжалось в течение 8 часов, при температуре 25°C с продуванием воздуха в количестве (в переводе на заводские условия), 5 кубических метров воздуха на 100 литров жидкости.

Процент выхода дрожжей вычислялся из расчета на сухое вещество взятых в затор ростков; количество их, необходимое для получения 2 литров сусла, подвергавшегося в нашем опыте сбраживанию, равнялось 234,2 грм.

Количество и распределение азота по отдельным группам в этих двух литрах сусла из ростков, сбраживаемого в нашем опыте, а также количество использованного азота дрожжами представлены таблицей XIII.

Таблица XIII.

№ опытов	Азот до сбраживания			Азот после сбраживания			Азот, использованный дрожжами					
	Общ. азот в грм.	Не белков азот грм.	Белковый азот в грм.	Общ. азот в грм.	Не белков. азот грм.	Белковый азот в грм.	Общий азот		Не белковый азот		Белковый азот	
							В грм.	В %	В грм.	В %	В грм.	В %
15	4,604	3,443	1,161	2,996	2,234	0,762	1,608	34,8	1,219	26,2	0,399	8,6

Полученные в результате сбраживания дрожжи были исследованы на содержание в них азота, а также была определена их подъемная сила прибором Куссерова.

Данные эти приведены в таблице XIV.

Таблица XIV.

№ опытов	Задано дрожжей грамм	Содерж. азота в маточных дрожжах ‰	Получено дрожжей грамм	Выход дрожжей без маточных		Содерж. азота в получ. дрож. ‰	Подъемная сила в см. в 3-й получ	Цвет дрожжей
				В грм.	В ‰ от веса ростков			
15	10	2,24	76,5	66,5	28,4	2,36	247	Сероватый

Во втором опыте сбраживалось одно солодовое сусло, которое приготавлилось следующим образом: было взято 1250 гр. сухого пивоваренного дробленого солода, который вносился в 5 литров нагретой до 45 С воды, и при этой температуре солод затирался 30 м., после чего температура в течение 30 м. поднималась до 70°C, и при этой температуре затираание шло 1 час. После этого затор фильтровался через холст и сусло стерилизовалось. Концентрация полученного сусла была 17,4 Ball.

Для сбраживания сусло было разбавлено до 5,5 Ball, и условия сбраживания солодового сусла были такие же, как и для росткового, т. е. для опыта было взято 2 литра сусла, брожение продолжалось 8 часов при температуре 25°C, с продуванием воздуха 5 куб. метров на 100 литров жидкости, при чем кислотность сусла была 0,31D.

Баланс азота в настоящем опыте сбраживания солодового сусла показан в нижеприведенной таблице XV.

Таблица XV.

№ опытов	Азот до сбраживания			Азот после сбраживания			Азот, использованный дрожжами					
	Общ. азот в грм.	Не белков. азот грм.	Белковый азот в грм.	Общ. азот в грм.	Не белков. азот грм.	Белковый азот в грм.	Общий азот		Не белковый азот		Белковый азот	
							В грм.	В ‰	В грм.	В ‰	В грм.	В ‰
16	1,142	0,711	0,431	0,482	0,130	0,252	0,661	57,8	0,482	42,1	0,179	15,7

Полученные в этом опыте сбраживания дрожжи были исследованы как на азот, так и на подъемную силу, что видно из таблицы XVI.

Таблица XVI.

№№ опытов	Задано дрожжей грамм	Содерж. азота в маточных дрож- жах %	Получено дрож- жей грамм	Выход дрож- жей без маточ- ных		Содерж. азота в получ. дрож. %	Подъемная сила в см. в 3-й получ.	Цвет дрожжей
				В грм.	В % от веса ро- стков			
16	10	2,24	57	47	31,1	1,38	105	Нормальн.

Третий опыт был поставлен с прибавлением к солодовому суслу росткового суслу, считая на ростки 27,4%, при чем прибавление росткового суслу к солодовому производилось в таком количестве, чтобы общая сумма смеси росткового и солодового суслу получилась в 2 литра с концентрацией 5,5°Ball, как и в предыдущих опытах, при этом кислотность суслу получилась 0,33D, и сбраживание было проведено в точно таких же условиях, как и в первых двух опытах.

Результаты, полученные в этом опыте, помещены в таблице XVII.

Таблица XVII.

Азот до сбраживания				Азот после сбра- живания			Азот, использованный дрожжами					
№№ опытов	Общий азот в гр.	Небелковый азот в гр.	Белковый азот в гр.	Общий азот в грм.	Небелковый азот в гр.	Белковый азот в гр.	Общий азот		Небелковый азот		Белковый азот	
							В грм.	В %	В грм.	В %	В грм.	В %
17	1,638	1,197	0,441	0,605	0,308	0,297	1,024	62,4	0,870	53,7	0,144	8,7

Исследование полученных в этом опыте дрожжей дало такие результаты (см. табл. XVIII).

Таблица XVIII.

№№ опытов	Задано дрожж. грамм.	Содержа- ние азота в маточн. дрожж. %	Получено дрожжей в грм.	Выход дрожжей без маточн.		Содержа- ние азота в полу- ченных дрожжах %	Подъем- ная сила в см. ³ в 3-й полу- час	Цвет дрожжей
				В грм.	В % по весу солода и ростков			
17	10	2,24	69	59	36,1	1,79	175	Желто- ватый

Для удобства сравнения результатов всех этих опытов, они сопоставлены в таблице XIX.

Таблица XIX.

№№ опытов	Материал сусла	Использов. азот дрожж. в ‰ от раст-вор. азота	Выход дрожжей в ‰ от веса материала	Содержание азота в дрожжах ‰	Подъемная сила дрожж. в см. ³ в 3-й получас
15	Солодовые ростки	34,8	28,4	2,36	257
16	Солод	57,8	31,1	1,38	105
17	Солод и ростки	62,4	36,1	1,79	175

Из данных, помещенных в таблице XIX видим, что при сбраживании сусла из одних солодовых ростков, дрожжи размножаются сравнительно слабо, так как среда эта, повидимому, неполне благоприятствует сильному размножению дрожжей, но сами дрожжи сказываются богатыми азотом. И сравнивая теперь результаты этого опыта с опытом сбраживания одного солодового сусла, которое более благоприятно для размножения дрожжей, видим, что хотя относительное количество использованного азота из солодового сусла больше, чем из росткового, но абсолютное количество этого азота в данном случае много менее, чем использовано его из росткового сусла, вследствие чего, дрожжи, размножаясь в солодовом сусле в большей степени, чем в ростковом, дали большой выход, именно на 2,7‰, но в то же время содержание азота в них очень мало (всего 1,38‰), по сравнению с содержанием азота в дрожжах только из росткового сусла, где оно равно 2,36‰. Рассматривая теперь данные опыта, с прибавлением к солодовому суслу росткового сусла, помещенные в той же таблице XIX, видим, что, с прибавлением к бедному содержанием азота солодовому суслу росткового сусла, заметно увеличивается выход дрожжей, именно: на 5‰, и в то же время сами дрожжи значительно обогатились содержанием в них азота, соответственно с чем увеличилась и их подъемная сила.

Если считать, что при сбраживании солодового сусла, весь могущий быть усвоенным дрожжами азот уже использован нацело, то в условиях поставленного опыта, с прибавлением к солодовому суслу еще росткового сусла, можно допустить, что увеличение степени использования азота произошло только за счет прибавленных ростков. При этих условиях баланс азота может быть представлен в связи с приводимым ниже подсчетом.

В ростковом сусле в 300 куб. сант. прибавленных к солодовому суслу содержится всего азота 0,691 гр., должно же из этого количества усвоиться дрожжами, на основании опыта № 15—0,241 гр.,—34,8‰. В солодовом же сусле в 1700 куб. сант. заключается всего азота—0,907 гр., из этого количества должно быть усвоено дрожжами, согласно опыта № 16,—0,561 гр.—57,8‰. Всего же усвоено азота дрожжами по данным опыта № 17, с прибавлением сусла солодовых ростков к солодовому суслу—1,024 гр., т. е. 62,4‰.

Вычитая отсюда тот азот, который может быть использован дрожжами из солодового сусла, т. е. $-0,561$ гр., получим $1,024 - 0,561 = 0,463$ гр. Считая этот азот, $-0,463$ гр., использованным дрожжами из 300 куб. сант. росткового сусла, находим, что из росткового сусла, в условиях опыта № 15, может быть использовано азота 67,2% от количества его, переходящего в раствор при затирании солодовых ростков, или считая в процентах от общего содержания азота в воздушно-сухих ростках — 30%.

Таким образом, на основании всего сделанного выше, можно прийти к таким выводам:

1. Для максимального перехода в раствор азота, при затирании солодовых ростков, необходимо по возможности уменьшать концентрацию затора.

2. Находящийся в ростках азот по отдельным группам при меньшей концентрации, переходит в абсолютно большем количестве, чем при большей концентрации затора; относительное же процентное увеличение можно отнести только в азоту альбумоз и пептонов.

3. При прибавлении сусла из ростков к солодовому суслу, использование азота солодовых ростков дрожжами увеличивается и достигает 67,2% от количества азота, перешедшего при затирании в раствор.

4. При сбраживании сусла из одних солодовых ростков, количество используемого дрожжами азота сравнительно падает, снижаясь до 34,8%, от количества азота, перешедшего в сусло.

5. В условиях заводской обстановки, количество переходящего в раствор азота солодовых ростков под влиянием некоторых благоприятствующих факторов, как то зеленый солод, заквашивание затора, отсутствие многократной стерилизации сусла, что имело место в данных опытах, несомненно должно увеличиться, а вместе с тем увеличится и использование азота дрожжами.