

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
МИКРОФЛОРЫ ПОЛУПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА
ИЗ ЗДОРОВОГО И ПОРАЖЕННОГО СУХОЙ
ИЛИ МОКРОЙ ГНИЛЬЮ КАРТОФЕЛЯ**

А. М. Куц, Л. Р. Решетняк, В. Ф. Суходол, В. Н. Исаенко

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Установлено, что сусло, полученное из пораженного сухой или мокрой гнилью картофеля, имело более высокий рН по сравнению с суслем из здорового картофеля. Это обусловлено повышенным содержанием в пораженном картофеле спорных, бесспорных и гнилостных форм микроорганизмов, имеющих рН-оптимум в нейтральной и слабощелочной среде. Количество же кислотообразующих микроорганизмов составляло 5,0—6,45 %.

Спиртовое сбраживание картофельного сусла сопровождалось резким возрастанием содержания инфицирующей микрофлоры, среди которой преобладали молочнокислые бактерии. На протяжении всего периода брожения опытные образцы значительно превосходили контрольные как по общему количеству микроорганизмов, так и по содержанию молочнокислых бактерий. Степень потребления углеводов и выход спирта при сбраживании сусла, полученного из пораженного картофеля, были ниже, чем при сбраживании сусла из здорового картофеля.

Картофель является одним из основных видов сырья при получении спирта для пищевых целей. Поражение картофеля различными болезнями приводит к значительным потерям сырья и затрудняет его переработку в спирт.

Целью работы было выделение и количественное определение микроорганизмов, контаминирующих сусло и бражку при переработке в спирт здорового картофеля и картофеля, пораженного сухой или мокрой гнилью. Кроме того, изучали накопление этилового спирта и его примесей при сбраживании сусла, полученного из здорового и пораженного картофеля.

Материал и методы. Исследования проводили со здоровым непораженным картофелем (контроль) и картофелем, содержащим по массе 50 % гнили. В работе использовали среднепозднеспелый картофель сорта Столовый 19, который отбирали в хозяйстве Киевской опытной картофельно-овощной станции южного отделения ВАСХНИЛ, так как спиртовым заводам часто приходится перерабатывать картофель, пораженный сухой или мокрой гнилью, здоровый картофель предварительно, заражали возбудителями этих болезней. Возбудителями сухой гнили, как известно, являются несовершенные грибы рода *Fusarium*, а мокрой — бактерии *Bacillus megatherium*, *Erwinia phytophthora*, *Pseudomonas xanthochlora* и др. [7, 8].

Производство спирта включает такие технологические стадии, как мойка и измельчение картофеля, разваривание картофельной кашицы, разжижение, охлаждение и осахаривание разваренной массы, сбраживание сусла и получение зрелой бражки. Поэтому вымытый здоровый картофель (контроль) измельчали на терке, а из пораженных болезнями клубней вначале вырезали гнилую часть. Раздельно измельчали пораженную и непораженную части клубней и для получения кашицы их смешивали в соотношении 1:1 по массе. В контрольные и опытные пробы добавляли 25 % воды по массе пробы.

После клейстеризации крахмала в течение 40 мин в кипящей водяной бане кашицу варили на протяжении 60 мин при температуре 130—140 °С. Разваренную массу охлаждали до температуры 80 °С, разжижали смесью ячменного (70%) и просяного (30%) солодов. из расчета 0,3 ед. амилолитической способности (АС) на 1 г крахмала сусла, а затем осахаривали при температуре 60—62 °С смесью указанных выше солодов (1 ед. АС на 1 г крахмала). Окончание процесса осахаривания устанавливали по пробе на йод. Для уравнивания крахмалистости контрольного и опытного сусла первое разбавляли водой, количество которой определяли по содержанию сахара в опытном сусле. Полученное сусло сбраживали дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* расы XII при 30 °С в течение 72 ч. Процесс сбраживания контролировали весовым методом по убыли диоксида углерода [4].

Выделение и определение общего содержания микрофлоры вели по методу Е. И. Квасникова [4]. Кислотообразующие бактерии выявляли на специфической агаризованной среде МРС [2] с мелом. Чистые культуры молочнокислых бактерий выделяли из колоний с типичными зонами растворения мела, образующимися на 2—3-и сутки роста при температуре 28—30 °С. Для подавления развития дрожжевых клеток в пробах бражки применяли антибиотик нистатин [1]. Выросшие колонии учитывали методом прямого счета на чашках Петри.

Определение химического состава картофеля проводили по методикам, приведенным ранее [5, 9].

В зрелой бражке содержание несброженного сахара и нерастворенного крахмала определяли антроновым методом, кислотность и рН — с помощью рН-метра марки рН-340. В дистиллятах зрелой бражки концентрацию спирта устанавливали пикнометрически, а суммарное содержание кислот, сложных эфиров, альдегидов и высших спиртов — по методикам, принятым в спиртовой промышленности [9].

Для идентификации и количественного определения альдегидов, сложных эфиров и высших спиртов использовали газовый хроматограф марки «Цвет-101», оборудованный пламенно-ионизационным детектором. Спектры поглощения бражных дистиллятов по отношению к бидистилляту снимали в ультрафиолетовой части спектра в кюветах с длиной рабочей грани, равной 5 мм, на автоматическом спектрофотометре марки Specord UWVIS (ВНР).

Результаты и их обсуждение. Поражение картофеля сухой и мокрой гнилью оказывает существенное влияние на его химический состав, хотя содержание сухих веществ в контрольных и опытных пробах практически не изменяется. Наибольшие изменения отмечены в содержании крахмала, сахара, общего и аминного азота, витамина С. Так, в опытных образцах содержание крахмала уменьшается на 35—40 %, а содержание сахара увеличивается на 40—50 % по сравнению с контролем. Сахара в контрольных пробах

представлены сахарозой, глюкозой и фруктозой, а в опытных — только моносахарами.

В пораженных клубнях картофеля по сравнению с контролем незначительно снизилось содержание общего азота и в большей мере — аминного азота (на 30 %) и витамина С (на 64 %).

В сусле, полученном из здорового картофеля, найдено 6,3—6,4 млн./мл контаминирующих микроорганизмов, что подтверждает результаты ранее выполненной нами работы [6].

Сусло из пораженного картофеля характеризовалось более высоким рН (рН 6,35—6,70) и более низкой кислотностью (0,18—0,26 град.) по сравнению с контрольным. Это объясняется повышенным содержанием микроорганизмов в сусле, полученном из пораженного картофеля, среди которых только 5,0—6,45 % приходилось на долю кислотообразующих (табл. 1). Остальные микроорганизмы имеют рН-оптимум жизнедеятельности в нейтральной и слабощелочной областях [3]. Суммарно в сусле, полученном из пораженного картофеля, обнаружено в 38 раз больше микроорганизмов, чем в сусле из здорового картофеля. Количество же молочнокислых бактерий опытного сусла превышает контроль в 80 раз.

Т а б л и ц а 1. Содержание контаминирующих микроорганизмов (млн./мл) в сусле и бражках, полученных из здорового и пораженного картофеля

Наименование пробы	Продолжительность брожения, ч	Мокрая гниль				Сухая гниль			
		Контроль		Опыт		Контроль		Опыт	
		Всего	Молочнокислые бактерии	Всего	Молочнокислые бактерии	Всего	Молочнокислые бактерии	Всего	Молочнокислые бактерии
Сусло	0	6,4	0,2	248,0	16,0	6,3	0,1	240,5	12,0
Бражка	24	343,0	290,0	7500,0	5940,0	405,0	327,0	330000,0	314000,0
Бражка	48	2150,0	1880,0	12210,0	10000,0	2100,0	1900,0	98500,0	91275,0
Зрелая бражка	72	5800	5000,0	12000,0	8560,0	6200,0	6000,0	90000,0	85000,0

На стадии главного брожения шло интенсивное развитие контаминирующей микрофлоры. Через 24 ч от начала брожения сусла в бражке (контроль) число инфицирующих микроорганизмов увеличилось от 6,3 — 6,4

млн./мл до 343—405 млн./мл (главным образом за счет молочнокислых бактерий — 79,2 — 91,5 %). В опытных бражках их количество возросло от 240—248 до 7500—330000 млн./мл. Следовательно, сусло, полученное из пораженного картофеля, являлось более благоприятной средой для развития посторонней микрофлоры при спиртовом брожении по сравнению с суслон из здорового картофеля.

В бражках из картофеля, пораженного сухой гнилью, находилось примерно в 1000 раз больше инфицирующих микроорганизмов, чем в контроле (см. табл. 1); при поражении картофеля мокрой гнилью соотношение количества контаминирующих микроорганизмов в опыте и контроле было значительно меньшим. Характерно, что колонии бактерий — возбудителей сухой гнили — тянулись за петлей. При росте молочнокислых бактерий на среде МРС появился неприятный запах гнили.

При увеличении продолжительности брожения до 48 и 72 ч бражки из пораженного картофеля также значительно превосходили контрольные по содержанию контаминирующих микроорганизмов. На протяжении всего времени брожения наибольшее количество микроорганизмов обнаружено в бражках, полученных из картофеля, пораженного сухой гнилью. Обращает на себя внимание тот факт, что после 72 ч брожения в опытных бражках выявлено несколько меньшее количество микроорганизмов, в том числе и молочнокислых, по сравнению с 48-часовым брожением (см. табл. 1). Это объясняется ингибирующим действием на микроорганизмы этилового спирта.

Поражение картофеля сухой и мокрой гнилью существенно сказалось на технологических показателях зрелых бражек (табл. 2). Прежде всего, содержание этилового спирта в зрелых бражках из пораженного картофеля уменьшилось на 0,78—0,86 об. % по сравнению со зрелыми бражками из здорового картофеля. Это обусловлено главным образом неполным сбраживанием сахаров сусла из пораженного картофеля. По содержанию несброженных углеводов опытные образцы бражек — почти в 2,5 раза превосходили контрольные. Кислотность опытных образцов бражек была

выше, а рН — ниже по сравнению с контролем. Это обусловлено повышенным содержанием молочнокислых бактерий по (см. табл. 1) в зрелых бражках из пораженного картофеля по сравнению с контролем.

Таблица 2. Влияние контаминирующих микроорганизмов на технологические показатели зрелых бражек, полученных из здорового и пораженного картофеля

Показатели	Мокрая гниль		Сухая гниль	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Общие углеводы, г/100 мл	0,32	0,78	0,29	0,69
Растворимые углеводы, г/100 мл	0,18	0,56	0,14	0,41
Нерастворимый крахмал, г/100 мл	0,12	0,19	0,12	0,24
Кислотность, град.	0,55	1,50	0,70	1,41
рН	5,30	4,58	4,64	4,13
Этиловый спирт, об. %	6,02	5,24	5,32	4,46
Альдегиды, мг/л	41,40	32,80	42,20	29,00
Сернистый эфир, мг/л	0,20	0,20	0,05	0,06
Сложные эфиры, мг/л				
Этилацетат	36,42	20,18	28,47	16,41
Метилпропионат	0,31	Следы	Следы	0,26
Этилпропионат	0,51	Следы	0,26	Следы
Метиловый спирт	58,99	38,13	41,04	26,91
Высшие спирты, мг/л				
н-пропиловый спирт C ₃	16,42	36,77	12,31	32,14
Изобутиловый спирт C ₄	26,42	16,93	21,03	12,83
Изоамиловый и оптически активный амиловый спирт C ₅	30,90	17,19	28,22	18,47
Кислоты, мг/л	546,00	801,00	620,0	863,00
Общее содержание летучих примесей этилового спирта, мг/л	758,62	963,00	784,14	999,68

В зрелых бражках из здорового картофеля содержится альдегидов в 1,26— 1,45 и сложных эфиров — в 1,72— 1,83 раза больше, чем в бражках из больного картофеля. Обращает на себя внимание пониженное (в 1,5 раза) содержание метилового спирта в опытных образцах. По суммарному количеству высших спиртов зрелые бражки из здорового и пораженного картофеля практически не отличались одна от другой, однако их качественный состав был различным. В бражках из пораженного картофеля н-пропилового спирта было в 2,33—2,60 раза больше, а изобутилового и изоамилового+оптически активного амилового спиртов— соответственно в 1,56— 1,63 и 1,52—1,79 раза меньше по сравнению с бражками из здорового картофеля. По общему содержанию летучих примесей этилового спирта бражки, полученные из пораженного картофеля, почти в 1,3 раза превосходили контрольные.

Эти выводы подтверждены также изменением оптических свойств бражных дистиллятов из пораженного картофеля по сравнению с контролем.

Спектры поглощения в ультрафиолетовой области опытных образцов располагались выше, чем таковые контрольных. Эта разница была наибольшей при длинах волн 200—215 и 245—290 мμ.

На основании изложенных данных можно заключить, что сдвиг рН сусле, приготовленного из пораженного сухой или мокрой гнилью картофеля, в щелочную сторону является одной из причин снижения технико-экономических показателей спиртового брожения. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости строгого микробиологического контроля при приемке, хранении картофеля, а также при переработке его в спирт.

SUMMARY

The wort obtained from dry or wet rot affected potato had a higher pH as compared to the wort from healthy potato. It results from an elevated content in the affected potato of spore, sporeless and putrefactive forms of microorganisms having pH-optimum in the neutral and weakly alkaline medium. The amount of acid-forming microorganisms was 5,0-6,45 %. Alcohol fermentation of the potato wort was accompanied by a sharp rise in the content of infectious microflora, among which lactic acid bacteria prevailed. During the whole period of fermentation the test samples exceeded considerably the control ones in both the total amount of microorganisms and the content of lactic acid bacteria. The degree of carbohydrate consumption and alcohol yield in fermentation of the wort obtained from the affected potato were lower than in fermentation of the wort from healthy potato.

1. Бочаров Н. Н., Кобрина Ю. П., Розманова Н. В. Микрофлора дрожжевого производства.— М. : Пищ. пром-сть, 1972.— 152 с.
2. Квасников Е. И., Нестеренко О. А. Молочнокислые бактерии и пути их использования.— М. : Наука, 1976.—388 с.
3. Красильников Н. А. Определитель бактерий и актиномицетов. — М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1949,—829 с.

4. Куц А. М., Суходол В. Ф., Решетняк Л. Р. и др. Влияние вида и степени поражения картофеля на показатели спиртового брожения. — Фермент, и спирт, пром-сть, 1982, № 2, с. 6—9.
5. Петров К. П. Методы биохимии растительных продуктов. — Киев : Вища школа, 1978. —224 с.
6. Решетняк Л. Р., Слюсаренко Т. П., Мартыненко Е. И., Заказная З. П. Характеристика микроорганизмов, инфицирующих производство спирта из крахмалсодержащего сырья. — Изв. высш. учеб. заведений СССР. Пищ. технология, 1979, № 5, с. 74—79.
7. Справочник картофелевода / Под ред. Б. А. Писарева. — М. : Колос, 1975.— 288 с.
8. Техническая микробиология пищевых продуктов / Под ред. А. Я. Панкратова. — М. : Пищ. пром-сть, 1983.—744 с.
9. Фертман Г. И., Шойхет М. И. Химико-технологический контроль спиртового и ликеро-водочного производства.— М. : Пищ. пром-сть, 1975.— 440 с