

**Влияние вида и степени поражения картофеля на
показатели спиртового брожения**

Канд. техн. наук **А. М. КУЦ**, канд. техн. наук **В. Ф. СУХОДОЛ**,

Л. Р. РЕШЕТНЯК, В. Н. ИСАЕНКО

КТИПП

Канд. с.-х. наук **А. В. ГОРКУЦЕНКО**

Южное отделение ВАСХНИЛ

В КТИПП исследовали влияние поражения картофеля болезнями фитофторой, черной ножкой, сухой и мокрой гнилью на изменение его химического состава и показатели спиртового брожения.

Для проведения исследований использовали элитный картофель сортов Смачный, Столовый 19, Гатчинский, Бородинский, Приекульский, который отбирали в хозяйстве Киевской опытной картофельно-овощной станции южного отделения ВАСХНИЛ. Указанные сорта картофеля относятся к средне и позднеспелым и широко используются при производстве спирта.

С целью постановки «острых» опытов для брожения предварительно готовили образцы здорового, I, II и III степени поражения картофеля. С этой целью из вымытого в холодной водопроводной воде картофеля вырезали пораженные места, а затем отдельно на терке измельчали здоровый картофель и гниль. Смешивая картофельную кашку здорового картофеля и гнили в соотношении 3 : 1, 1 : 1 и 1 : 3, получали картофель с содержанием гнили 25% (I степень поражения), 50% (II степень поражения) и 75% (III степень поражения).

Из данных табл. 1, в которой представлен химический состав здорового и пораженного мокрой гнилью картофеля, следует, что поражение картофеля болезнями (на примере мокрой гнили) приводило к существенным изменениям в его химическом составе. По содержанию сухих веществ опытные и контрольные образцы практически не отличались. Однако в пораженном картофеле найдено меньше крахмала при I степени поражения на 5—9,6%, II

степени поражения — на 14—44% , III степени поражения — на 22—71% и больше сахаров в 1,34— 2,79 раза в зависимости от степени поражения.

Таблица 1

Сорт картофеля	Степень поражения	Старе влажность, %	Пектиность, %	Крахмал, %	Сахара, %	Витамины С, мг/г	Органический азот, %	Аминовый азот, мг/100 г	Зола, %	Микроэлементы, мг/100 г			Сахара, определенные тонкоплойной хроматографией
										K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	
Сладкий	0	24,41	75,59	16,25	0,32	10,16	0,96	36,4	0,84	265	100	185	Сахароза, глюкоза, фруктоза
	I	24,52	75,48	14,83	0,48	8,23	0,94	29,3	1,00	210	70	165	Глюкоза, фруктоза
	II	24,91	75,09	13,55	0,57	6,45	0,85	23,8	1,13	193	65	141	То же
Столовый 19	III	25,02	74,98	10,40	0,86	5,12	0,81	19,9	1,32	168	61	123	*
	0	23,52	76,48	17,32	0,46	6,64	0,84	29,1	0,91	280	115	193	Сахароза, глюкоза, фруктоза
	I	23,69	76,31	15,35	0,62	4,82	0,82	26,0	1,10	251	93	171	Глюкоза, фруктоза
Гатчинский	II	23,84	76,16	11,95	0,86	3,94	0,79	20,0	1,20	237	81	142	То же
	III	24,05	75,95	10,10	1,16	3,05	0,76	17,6	1,41	209	72	137	*
	0	23,94	76,06	16,95	0,54	7,26	0,83	25,2	0,98	270	95	160	Сахароза, глюкоза, фруктоза
	I	24,15	75,85	16,05	0,79	5,99	0,79	22,8	1,05	251	83	190	Глюкоза, фруктоза
	II	24,31	75,69	14,43	0,87	4,21	0,76	19,3	1,17	229	71	98	То же
	III	24,72	75,28	13,79	1,08	3,87	0,72	17,4	1,35	185	48	73	*

Сахара в контрольных образцах представлены сахарозой, глюкозой и фруктозой, а в опытных — только глюкозой и фруктозой. Последнее объясняется полным гидролизом сахарозы ферментами микроорганизмов, поразивших картофель. Кроме этого, в здоровом картофеле найдено общего азота больше на 7— 18%, витамина С —на 37— 116%, аминного азота — на 10— 82% , ионов K⁺ — на 7— 57% , ионов Na⁺ — на 14— 97% , ионов Ca²⁺ — на 12— 119%, а золы на 11— 68% меньше. Обращает на себя внимание ухудшение химического состава картофеля с увеличением степени его поражения. Так, начиная со II степени поражения, все сорта картофеля не соответствовали стандарту по содержанию крахмала. Наиболее устойчивым к изменениям химического состава при поражении оказался картофель сорта Гатчинский.

Для опытного брожения 500 г измельченной картофельной массы вносили в широкогорлую коническую колбу объемом 1 л, затем добавляли 25% воды по массе картофельной каши и перемешивали содержимое колбы стеклянной палочкой до получения однородной массы. Для клейстеризации крахмала колбы помещали в кипящую водяную ванну на 40 мин, тщательно размешивая содержимое колбы в течение первых 10 мин.

По истечении 40 мин колбы вынимали из ванны, закрывали сверху стеклянными вкладышами во избежание попадания внутрь колбы

конденсационной воды, и помещали в автоклав для стерилизации и разваривания. Разваривание вели при 130—140°C в течение 60 мин. После охлаждения разваренной массы до 80° С ее разжижали 0,3 ед. АС смеси ячменного (70%) и просяного (30%) солодов. Далее разваренную массу осахаривали при 61—62° С 1 ед. АС смеси солодов, контролируя окончание процесса пробой на йод; рН суслу было естественным, обусловленным кислотностью каши.

Для получения сопоставимых результатов в сусле, приготовленном из здорового и пораженного картофеля, устанавливали одинаковую крахмалистость путем разбавления водой суслу из здорового картофеля. С этой целью в исходной картофельной кашке определяли антроновым методом содержание крахмала и рассчитывали количество воды, необходимой для разбавления суслу.

Суслу сбраживали дрожжами расы XII в течение 72 ч при температуре 30 ± 1С°. Процесс брожения контролировали весовым методом по выделению диоксида углерода.

Таблица 2

Сорт картофеля	Болезнь	Степень поражения	Исходная кашка				Суслу				Эреда бражка					Дистилат бражка					
			сухое вещество, %	крахмал, %	рН	теплотворная способность, град.	сухое вещество, %	крахмал, %	рН	теплотворная способность, град.	всбраженный сахар, г/100 мл			теплотворная способность, град.	спирт, об. %	сброженное вещество, об. %	азотистый азот, мг/л	кислоты, мг/л	сахароза, мг/л		
											С _{глю}	С _{мальт.}	С _{св.}								
Столовый Ш	Мокрая гниль	0	17,05	15,86	—	—	15,86	12,20	6,22	0,23	0,51	0,64	0,02	5,37	0,23	6,50	0,0085	45,4	472,2	50,4	
		I	17,17	14,60	—	—	14,55	12,20	6,16	0,19	0,57	0,64	0,06	5,15	1,47	6,25	0,0079	23,2	598,8	50,8	
		II	16,51	13,00	—	—	14,64	12,20	6,03	0,02	1,25	1,30	0,07	4,58	0,93	5,39	0,0083	21,4	587,4	41,6	
Столовый Ш	Сухая гниль	III	13,53	12,20	—	—	13,53	12,20	7,25	—	1,28	1,48	0,13	4,41	0,86	5,14	0,0124	25,4	624,6	35,4	
		0	—	5,78	6,26	0,20	—	4,19	5,25	0,26	—	0,58	0,59	0,19	4,64	0,79	4,80	0,0112	25,3	323,2	56,3
		I	—	7,78	6,86	0,13	—	4,16	5,46	0,13	—	0,77	0,57	0,18	4,49	0,97	4,93	0,0103	37,5	321,8	54,4
Преклусский	Омжефтора	II	—	7,70	6,76	0,18	—	6,16	6,76	0,08	—	0,86	1,35	0,16	4,13	1,16	4,48	0,0108	22,9	681,3	44,8
		III	—	7,63	6,88	0,05	—	6,16	6,68	0,05	—	1,10	1,28	0,17	4,64	1,25	4,22	0,0074	19,3	871,2	39,2
		0	17,05	14,60	—	—	16,41	9,12	5,22	0,34	0,34	0,43	0,04	4,86	0,24	5,70	0,0041	32,5	423,8	58,7	
Белоднянский	Черная ножка	I	16,99	16,80	—	—	12,32	9,12	5,51	0,28	0,39	0,48	0,04	4,72	0,25	5,45	0,0113	46,9	440,1	73,4	
		II	15,39	15,60	—	—	12,21	9,12	6,03	0,28	0,41	0,50	0,18	4,66	0,36	5,37	0,0107	46,7	458,4	55,2	
		III	15,60	5,12	—	—	13,00	9,12	6,49	0,12	0,54	0,73	0,17	4,48	0,54	4,89	0,0089	20,6	560,4	53,8	
Белоднянский	Черная ножка	0	15,00	12,60	—	—	13,72	11,80	6,28	0,21	0,68	0,70	0,20	4,60	0,33	6,38	0,0125	60,7	405,2	74,2	
		I	14,18	11,50	—	—	13,99	11,80	5,48	0,16	0,59	0,62	0,21	4,60	0,24	6,40	0,0121	63,8	504,8	62,9	
		II	14,05	11,80	—	—	14,00	11,80	6,65	0,05	0,68	1,09	0,24	4,50	0,29	5,17	0,0106	44,4	1015,4	59,9	

Примечание. (—) — показателю не определялся.

Обращает на себя внимание (табл. 2) повышенное рН суслу, полученного из пораженного картофеля. Характерно, что чем выше степень поражения картофеля, тем выше рН картофельной каши и суслу, приготовленных из нее. Последнее объясняется повышенным содержанием микроорганизмов в кашке и сусле из пораженного картофеля, среди которых только 5—6,5% приходилось на долю кислотообразующих. Остальное количество составляли споровые, бесспорные и гнилостные формы микроорганизмов. Последние же имеют рН-

оптимум в области нейтральной и слабощелочной среды. По степени подщелачивания среды изученные болезни можно расположить в такой ряд: мокрая гниль>сухая гниль>фитофтора> черная ножка.

Как правило, сусло, полученное из пораженного картофеля, имело более темный цвет по сравнению с суслом из здорового картофеля. Последнее, по-видимому, обусловлено повышенным образованием меланоидинов и карамелей в сусле в процессе водно-тепловой обработки сырья из сахаров и азотистых веществ.

В табл. 2 приведены основные показатели сусла и зрелых бражек, полученных из здорового и пораженного картофеля. Из нее следует, что независимо от вида болезни и степени поражения картофеля опытные зрелые бражки характеризовались пониженным содержанием спирта по сравнению с контрольными. Крепость бражек снижалась с повышением степени поражения картофеля. Соответственно этому возрастало содержание несброженного сахара.

Обращает на себя внимание повышенное содержание несброженных сахаров в зрелых бражках, полученных при сбраживании здорового и пораженного картофеля. Вместе с этим данные по динамике брожения показали, что к концу вторых суток выделение диоксида углерода практически прекращалось. Это свидетельствует о том, что несмотря на относительно большое содержание сахаров в бражке, дрожжи практически их не потребляли. Последнее может быть связано со значительным уменьшением содержания питательных веществ (азотистых и фосфорных соединений), необходимых для жизнедеятельности дрожжей. По-видимому, для достижения полного сбраживания сахаров при переработке картофеля в сусло необходимо вводить дополнительное азотистое и фосфорное питание.

Необходимо также отметить, что сбраживание пораженного картофеля сопровождалось значительным пенением бражек. По всей видимости, переработка пораженного картофеля должна проводиться с обязательным

применением пеногасителей для обеспечения нормального протекания технологического процесса.

Несмотря на то что опытное сусло характеризовалось более высоким значением рН, по этому показателю опытные зрелые бражки значительно уступали (табл. 2). Это свидетельствует о том, что сусло, полученное из пораженного картофеля, явилось более благоприятной средой для развития посторонней микрофлоры при спиртовом брожении по сравнению с суслом здорового картофеля. По общему содержанию микроорганизмов опытные бражки более чем в 38 раз превосходили контрольные. При этом независимо от условий брожения 80—95% микроорганизмов приходилось на долю кислотообразующих бактерий. Эти данные согласуются с повышенным содержанием летучих кислот в дистиллятах зрелых бражек, полученных из пораженного картофеля.

По концентрации высших спиртов контрольные и опытные образцы, за исключением бражек, полученных из картофеля III степени поражения, практически не различались. В опытных бражках обнаружено меньше альдегидов и сложных эфиров по сравнению с контрольными. Характерно, что их содержание снижалось с увеличением степени поражения картофеля. Вместе с этим благодаря повышенному содержанию кислот опытные бражные дистилляты суммарно содержали больше летучих примесей по сравнению с контролем.

Следует отметить, что качество бражных дистиллятов как сырья для получения ректификованного спирта также зависело от вида болезни. Более отрицательное влияние оказывал: мокрая и сухая гниль по сравнению с черной ножкой и фитофторой.

Это заключение подтвердили результаты газохроматографического и спектрофотометрического анализов. Независимо от качества исходного сырья в дистиллятах зрелых бражек обнаружены уксусный и пропионовый альдегиды, диэтиловый, уксусноэтиловый, метилпропиловый, этилпропиловый эфиры, метиловый, этиловый, н-пропиловый, изобутиловый, изоамиловый +оптически

активный амиловый спирты. При этом среди альдегидов и сложных эфиров более 90% приходилось на долю уксусного альдегида и уксусноэтилового эфира.

В бражках, полученных из пораженного картофеля, найдено в 1,5 раза меньше метилового спирта по сравнению с контролем. Если по суммарному количеству высших спиртов исследуемые бражки практически не отличались, то их количественный состав был различным. Для опытных бражек соотношение μ -пропанол : изобутанол : изоамилол составляло в среднем 51 : 22 : 27 %, тогда как для контроля оно было равно 21:34:45 %.

В связи с высокой растворимостью μ -пропилового спирта в водно-спиртовых растворах это может привести к существенному снижению выхода сивушного масла при переработке пораженного картофеля.

Дистилляты опытных бражек имели более низкие оптические показатели по сравнению с дистиллятами контрольных бражек. Их спектры поглощения находились выше по всей длине спектра ультрафиолетовой области по сравнению с контрольными спектрами. Наибольшая разница наблюдалась при длинах волн 200—215 и 245—290 нм.