

РАЗДЕЛ I. ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ

DOI 10.69540/2949-4079.2024.89.44.003

УДК 663.97

И.И. Татарченко, А.А. Славянский, Н.Н. Лебедева
I.I. Tatarchenko, A.A. Slavyanskiy, N.N. Lebedeva

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТАБАЧНОГО ЛИСТА ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ В РЫХЛОЙ МАССЕ **CHANGE IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF TOBACCO LEAF DURING FERMENTATION IN A LOOSE MASS**

Аннотация:

При ферментации в измельченной рыхлой массе табачного листа происходят соответствующие изменения его химического состава. О завершении процесса ферментации и сферментированности табачного сырья судят по величине кислородного показателя. Его основой является количественный учет молекулярного кислорода, поглощаемого из окружающего воздуха. В ходе исследований в производственных условиях обоснован процесс обработки табачного сырья умягчителем и антисептиком. Кроме того, учтена обработка табачной рыхлой массы добавками при ферментации в соответствующих установках. В первой фазе ферментации на табак наносят глицерин и бензоат натрия. Такая гигроскопическая обработка способствует лучшему проникновению умягчителя в ткань табачного листа. Это позволило сократить расход табачного сырья по сравнению с контролем и снизить его производственные потери.

Ключевые слова: ферментация табака, рыхлая масса, кислородный показатель, умягчитель, антисептик.

Abstract:

During fermentation in the crushed loose mass of tobacco leaf, changes in its chemical composition constantly occur. The completion of the fermentation process and fermentation of the tobacco solution is judged by the value of its oxygen index. Its substance is a quantitative account of molecular air observed from the surrounding air. In the course of research in production conditions, the process of treating tobacco raw materials with a softener and antiseptic was substantiated. In addition, the treatment of loose tobacco mass with additives during fermentation in appropriate installations is taken into account. In the first

phase of fermentation, glycerin and sodium benzoate are applied to the tobacco. This hygroscopic treatment promotes better penetration of the softener into the tissue of the tobacco leaf. This made it possible, compared to the control, to reduce the consumption of tobacco raw materials and reduce its production losses.

Keywords: fermentation of tobacco, loose mass, oxygen index, softener, antiseptic.

Процесс ферментации табака осуществляют как при его хранении на складе (длительный процесс), так и в ферментационной установке (ускоренный процесс). В ходе замедленной ферментации предусмотрена длительная выдержка табака для обеспечения необходимой эффективности такой обработки¹.

Поточная линия ферментации табака в рыхлой массе состоит из линейного смесителя табачного сырья, виброустановки для ферментации табака в рыхлой массе, ленточного транспортера для контроля качества табака после ферментации и табачного пресса. Принципиальное отличие ферментации табака в рыхлой массе заключается в том, что табачное сырье подвергают гигроскопической обработке не в традиционных условиях, а в разрыхленном состоянии^{2,3}.

При этом также выполняют операции по очистке табака от пыли и фарматуры, смешивание, кондиционирование по влажности.

В Таблице 1 приведена техническая характеристика установок для ферментации табачного сырья.

Табл. 1. Техническая характеристика установок для ферментации табачного сырья.

Показатель	Тип установки		
	фермкамера	в упаковке	в рыхлой массе
Производительность, т/год	1200	2500	1000

¹ Воробьева Л.Н., Татарченко И.И. Товароведение материалов пищевкусковых производств. Ростов-на-Дону: «Донской табак», 2005. 280 с.

² Кузнецов Н.В., Татарченко И.И., Славянский А.А., Шумкова К.А. Изучение способов ферментации табака в непрерывном потоке // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 5 (82). С. 67—73.

³ Татарченко И.И., Славянский А.А., Лебедева Н.Н. Исследование процесса ферментации табака в аэробных условиях // Вестник МГУТУ. Серия прикладных научных дисциплин. 2024. № 1. С. 3—14.

Пищевые системы и биотехнологии

Продолжительность ферментации, ч	168	144	48
Габаритные размеры, м:			
длина	22,2	116,90	27,7
ширина	11,8	10,90	4,1
высота	3,8	4,68	4,2
Занимаемая площадь, м²:			
фактическая	248,6	1274,2	113,6
на 1 т табака в год	0,21	0,51	0,11
Потребление энергоресурсов:			
электроэнергия, кВт/ч/т	35,5	38,0	28,0
пар, Гкал/т	0,70	0,61	0,36
вода, м³ /т	—	0,045	—

Предварительные эксперименты позволили уточнить технико-экономические преимущества установки для ферментации табака в рыхлой массе: уменьшение пара, расхода электроэнергии и воды, повышение производительности технологического оборудования. Причем получают табачное сырье лучшего качества, сохраняемое в течение длительного времени. В установке предусмотрена возможность переработки табака повышенной влажности (до 25 %). При этом длительность ферментации в такой установке не возрастает, а расход пара повышается несущественно, что обусловлено использованием для удаления влаги термодиффузии во второй фазе ферментации.

Потери табачного сырья за счет его измельчения в установке сведены к минимуму. Причем также сокращены неизбежные при ферментации потери сухого вещества табака^{4,5}. Установка оборудована приборами контроля и регулирования параметров кондиционированного воздуха по ее рабочим зонам в автоматическом режиме.

⁴ Квасенков О.И., Татарченко И.И., Бирюкова О.А. Способ производства курительного табачного изделия с пониженным содержанием смолы и никотина. Патент на изобретение RU 2290046 Cl, 27.12.2006. Заявка № 2005121877/12 от 12.07.2005.

⁵ Татарченко И.И., Воробьева Л.Н., Позняковский В.М. Экспертиза табака и табачных изделий. Качество и безопасность. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2009. 258 с.

В Таблице 2 приведены параметры кондиционированного воздуха для ферментации табачного сырья в рыхлой массе на установке бункерного типа.

Табл. 2. Параметры кондиционированного воздуха для ферментации табачного сырья.

Товарный сорт табака	Первая зона		Вторая зона		Третья зона	
	температура, °С	влажность, %	температура, °С	влажность, %	температура, °С	влажность, %
для табачного сырья повышенной влажности						
1 и 2	60	30—50	50	75	40	80
3 и 4	70-75	30—50	60	75	45	80
для табачного сырья нормальной влажности						
1 и 2	55	75	50	75	40	85
3 и 4	70	75	60	75	40	85

В Таблице 3 приведены сравнительные данные по удельному объему табачного листа после его ферментации в рыхлой массе и в камере.

Табл. 3. Влияние способа ферментации на технологические свойства табачного сырья.

Способ ферментации	Удельный объем, см ³ /г
Ферментационная камера	4,34
Рыхлая масса	5,42

В Таблице 4 отражены данные изменения химического состава табачного листа после ферментации в рыхлой массе и в камере.

Табл. 4. Влияние способа ферментации на химические свойства табачного сырья.

Способ ферментации	Химический состав, %			
	общередуцирующие вещества	водорастворимые углеводы	белки	кофеин

Ферментационная камера	4,0	2,1	14,79	1,42
Рыхлая масса	4,0	2,1	13,84	1,28

В результате этих исследований установлено, что способ ферментации не оказывает существенного влияния на технологические свойства табачного листа и уровень содержания в нем тех или иных химических компонентов. Оба вида ферментации можно считать равноценными. Однако, как ранее установлено, для оптимизации процесса подготовки табачной продукции технология ферментации табака в рыхлой массе дает больший эффект^{6,7}.

Энергозатраты на этот процесс в большой степени зависят от величины кислородного показателя, до которого доводят табачное сырье в процессе ферментации. О завершении процесса ферментации и требуемой сферментированности сырья судят по величине данного показателя. Его устанавливают по количеству молекулярного кислорода, поглощаемого из окружающего воздуха. Процесс считают законченным, а готовый продукт кондиционным при достижении величины 0,1 см³ кислорода воздуха на 1 г табака. Процесс ферментации в основном имеет биохимическую природу: его важнейшие реакции катализирует ферментный комплекс. Поскольку режим ферментации осуществляется при 40—50 °С, это исключает инактивацию оксидазы. По изменению кислородного показателя в процессе ферментации судят об интенсивности окислительно-восстановительных реакций. При внедрении высокотемпературных режимов ферментации общепринятый подход к оценке сферментированности табака остается прежним⁸.

Величина кислородного показателя, при которой процесс ферментации считают законченным, зависит от различных факторов. Причем он колеблется в достаточно широких пределах. Его значение, соответствующее готовому продукту, выбирают дифференцированно в зависимости от сорта табака, методов доферментационной обработки и режимов ферментации.

⁶ Татарченко И.И. Табак, табачные изделия: технология и контроль качества. Краснодар: «Просвещение-Юг», 2018. 627 с.

⁷ Татарченко И.И., Воробьева Л.Н., Дьячкин И.И. Технохимический контроль производства пищевкусовых продуктов. Ростов-на-Дону: «Донской табак», 2005. 272 с.

⁸ Кузнецов Н.В., Татарченко И.И., Славянский А.А., Ткачева Я.Н. Исследование процесса поглощения кислорода табаком при ферментации // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 6 (83). С. 38—44.

Основные изменения в содержании различных химических компонентов состава табака при ферментации с использованием различных режимов обработки происходят в длительном режиме при низких температурах или в течение первых 10—15 часов при высокотемпературных режимах. То есть еще до достижения величины кислородного показателя в диапазоне 0,1 см³ кислорода воздуха на 1 г табака.

Так, например, в режиме ферментации табака при 70 °С величина кислородного показателя через 5 часов от начала процесса изменялась на 50 % и достигала 0,28 см³ кислорода воздуха при исходном его значении 0,60 см³. За это же время в углеводной группе имели место все основные изменения. В итоге количество водорастворимых углеводов снижалось на 21 % при общей продолжительности этого процесса 34,5 часа.

Помимо этого, было исследовано качество табачного сырья после его ферментативной обработки до различных значений его кислородного показателя. С этой целью табачное сырье ферментировали, выдерживая при 50 °С, как в производственных условиях. Для этого были подготовлены пробы табака с различными значениями кислородного показателя: 0,4; 0,3; 0,2 и 0,1 см³, а также образец табака с показателем 0,1 см³ кислорода воздуха в качестве контрольного. При проведении органолептической оценки разницы в дегустационных показателях табака не было установлено.

Пробы табака с различными величинами кислородного показателя также подвергли технологической оценке. Удельный объем пробы табака с увеличением значения кислородного показателя также повышался.

Для уточнения степени сферментированности, проверки на стойкость табака к плесневению ряд его проб с разными значениями кислородного показателя заложили на хранение. При этом были использованы эксикаторы с относительной влажностью воздуха в их емкости 85 %, т. е. с условиями, способствующими процессу плесневения.

В Таблице 5 приведены данные о влиянии величины кислородного показателя и режимов ферментации на способность табака к плесневению.

Табл. 5. Влияние величины кислородного показателя и режимов ферментации на способность табака к плесневению.

Величина кислородного показателя, см ³ кислорода воздуха	Количество суток до появления плесени при режиме	
	50 °С	70 °С
0,4	5	13
0,3	14	19

0,2	14	21
0,1	14	20

О стойкости табака к плесневению судили по времени появления на нем плесени. Наименьшая стойкость табака к плесневению была установлена при величине конечного кислородного показателя 0,4 см³ кислорода воздуха. Плесень была зафиксирована по истечении 5 суток после ферментации табака при 50 °С и через 13 суток после проведения ферментации при 70 °С. У образцов табака с кислородным показателем 0,3; 0,2 и 0,1 см³ стойкость к плесневению оказалась практически одинаковой в пределах одного режима обработки. С увеличением температуры обработки была отмечена способность табака к усилению плесневения.

В результате этих исследований было установлено, что табачное сырье, имеющее конечную величину кислородного показателя в диапазоне 0,3—0,1 см³ кислорода воздуха, обладает одинаковыми параметрами качества. Поэтому при высокотемпературных режимах ферментации отмечено, что завершение ферментации осуществляется раньше, чем величина кислородного показателя достигает значения 0,1 см³ кислорода воздуха.

Был также исследован процесс обработки табачного сырья умягчителем и антисептиком в производственных условиях. С этой целью были подготовлены шесть партий: две из них контрольные, остальные четыре — опытные; по две опытные партии к каждой контрольной.

Подготовку контрольных и опытных партий осуществляли следующим образом. Каждая партия состояла из табака одного сорта, одного сбора с одного поля, массой 1 т зеленого табачного листа, что является грузочной емкостью одной фиксационно-завялочной камеры. После прохождения табака через камеру его выгружали и охлаждали до температуры окружающей среды. Табак контрольных партий (№ 1 и № 4) увлажняли обычным способом: воздушно-водяной смесью в течение 8—9 часов. В процессе увлажнения опытных партий (№ 2-3 и № 5-6) табачный лист обрабатывали глицерином и бензоатом натрия в количествах 1,5 % и 0,1 % к массе сухого табака соответственно. В момент увлажнения к воде, подаваемой из металлического бака, добавляли глицерин в необходимом количестве (1,5 % к массе сухого табака). Подачу раствора в сушильную камеру установки осуществляли с помощью насоса через вентилятор, снабженный специальной насадкой для разбивания капель воды. Использовали соотношение: умягчитель/вода — 1:3. При таком соотношении требуется наименьшее время для прямого поглощения смеси тканью табачного листа.

Известно, что на время и степень поглощения также оказывает влияние исходная влажность табака. Поэтому табак с низкой влажно-

стью необходимо значительно больше времени для поглощения умягчителя. В этой связи процесс обработки табака умягчителем выполняли дробным способом. Для этого первые 3-4 часа сухой остывший табак увлажняли, как обычно, воздушно-водяной смесью. При достижении влажности табака 13—15 % к воде, подаваемой насосом, добавляли глицерин в соотношении 1:5 к массе сухого табака. После увлажнения табак выгружали из установки и упаковывали в кипы.

Подготовленную таким образом партию неферментированного табачного сырья хранили на складе, а затем отправляли на последующую промышленную переработку. Из каждой опытной партии табачного сырья отбирали контрольные партии, в которых определяли влажность и ее массу для оценки потерь сухого вещества при ферментации.

После ферментации и трехдневной отлежки проводили сортировку ферментированного табачного сырья. В контрольных кипах определяли влажность. Собирали все отходы, образованные в ферментационной камере в месте нахождения опытной партии, и после сортировки взвешивали их.

Кроме того, после 25-дневной отлежки также определяли массу всех кип опытной партии табака. Влажность его замеряли в 10 % кип от их общего количества. Затем после сортировки находили массу всей опытной партии табачного сырья и отходов.

Влияние обработки табачного сырья до ферментации умягчителем и консервантом на потери и фактический расход сырья устанавливали методом сравнительных балансов. В ходе проведения сравнительных балансов контрольных и опытных партий определяли: исходную влажность и расчетную массу листового табачного сырья в контрольных и опытных мешках, влажность и расчетную массу готовой табачной массы, влажность и расчетную массу отходов табака.

В Таблице 6 приведены результаты экспериментов с табаком, высушенным и обработанным умягчителем и антисептиком: потери табачного сырья при переработке контрольных и опытных партий (1-я и 4-я партии являлись контрольными).

Табл. 6. Характеристика потерь табачного сырья.

Партии	Общие потери, %								
	конт-роль	опыт	раз-ница	конт-роль	опыт	раз-ница	конт-роль	опыт	раз-ница
1,2	1,64	1,44	0,20	1,30	1,25	0,05	0,34	0,19	0,15
1,3	1,64	1,35	0,29	1,30	1,24	0,06	0,34	0,11	0,23
4,5	1,69	1,46	0,23	1,38	1,35	0,03	0,31	0,11	0,20

Пищевые системы и биотехнологии

4,6	1,69	1,48	0,21	1,38	1,35	0,03	0,31	0,13	0,18
	Среднее значение		0,23	Среднее значение		0,04	Среднее значение		0,19

Из Таблицы 6 видно, что потери табачного сырья опытных партий, обработанных умягчителем и консервантом, по сравнению с потерями сырья контрольных партий уменьшены на 0,23 %. Потери же сухого вещества при ферментации контрольных и опытных партий практически одинаковы. Потери табачного сырья для сравниваемых партий сокращены в основном за счет уменьшения механических потерь опытных партий. Эти данные полностью подтверждают результаты лабораторных исследований технологических свойств обработанного и не обработанного умягчителем табачного сырья.

В Таблице 7 приведены данные величины расхода табачного сырья контрольных и опытных партий.

Табл. 7. Характеристика расхода табачного сырья.

Показатель	Партия табака 1		Партия табака 2	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Потери табачного сырья, %	4,20	3,91	4,67	3,44
Сокращение потерь табачного сырья, %	—	0,29	—	1,23
Фактический удельный расход табака, кг	875,35	868,62	892,07	887,65
Снижение фактического удельного расхода табака, %	—	0,77	—	0,50
Общее снижение расхода табачного сырья на фабрике, %	—	1,06	—	1,73

Из Таблицы 7 видно, что при переработке опытной партии табака 1 общее снижение расхода табачного сырья на фабрике составило 1,06 %, а при переработке опытной партии табака 2 — 1,73 %.

При этом в опытной партии массовая доля обработанного умягчителем и консервантом табачного сырья составила 40 %. Следовательно, в пересчете на 1 т обработанного табака производственные потери при его переработке на фабрике сократятся на 2 %.

Следует также отметить, что табак можно обрабатывать добавками и в процессе его ферментации, например, в установках для ферментации в рыхлой массе. В этом случае глицерин и бензоат натрия наносят на табак в первой фазе ферментации. Последующая гигроскопическая обработка способствует лучшему проникновению умягчителя в ткань табачного листа в теплом состоянии.

Производственную проверку обработки неферментированного табачного сырья умягчителем и консервантом проводили в поточной линии ферментации в рыхлой массе. В качестве умягчителя применяли глицерин, а в качестве антисептика — бензоат натрия в количествах 1,0 % и 0,1 % к массе табака соответственно. Затем обработанный табак опытных партий, так же как и необработанный табак контрольных партий, ферментировали. Для проведения исследований обработки неферментированного табачного сырья умягчителем и консервантом в поточной линии ферментации в рыхлой массе готовили четыре партии (№ 7—10): две контрольные (№ 7, 9) и две опытные (№ 8, 10). Каждая партия состояла из табачного сырья одной зоны выращивания, одного способа сушки и одной влажности.

Для нанесения умягчителя и консерванта на табак опытных партий установку для ферментации табака в рыхлой массе оборудовали дополнительным устройством, которое обеспечивало тонкое распыление и равномерное нанесение раствора на табак там, где он просыпался на ленту грузочного транспортера установки. Затем обработанный таким образом табак ферментировали в поточной линии ферментации в рыхлой массе.

Отферментированные контрольные и опытные партии выдерживали на складе в течение 2-3 дней до выравнивания температур табака и окружающей среды. Затем после этой операции проводили сортировку контрольных и опытных партий.

Для уточнения влияния обработки табачного сырья умягчителем и консервантом на потери и расход сырья при производстве готовой табачной продукции был проведен сравнительный баланс расхода сырья. Причем производственные испытания были осуществлены после ферментации табачного сырья в рыхлой массе. В Таблице 8 отражены данные о величине расхода табачного сырья контрольных и опытных партий.

Табл. 8. Характеристика расхода табачного сырья.

Показатель	Партия табака 1		Партия табака 2	
	контроль (7)	опыт (8)	контроль (9)	опыт (10)
Потери табачного сырья, %	4,10	3,50	4,58	4,00

Пищевые системы и биотехнологии

Сокращение потерь табачного сырья, %	—	0,60	—	0,58
Фактический удельный расход табака, кг	960,00	951,84	955,18	852,73
Снижение фактического удельного расхода табака, %	—	0,85	—	0,30
Общее снижение расхода табачного сырья на фабрике, %	—	1,45	—	0,88

Из Таблицы 8 видно, что при переработке опытной партии табака (8) по сравнению с контрольной (7) расход табачного сырья по фабрике сократился на 1,45 %. При переработке опытной партии табака (10) по сравнению с контрольной (9) расход табачного сырья по фабрике сократился на 0,88 %.

При этом в опытной партии массовая доля обработанного умягчителем и консервантом табачного сырья составила 75 % и 50 % соответственно. То есть в пересчете на 1 т обработанного таким образом табака производственные потери при его переработке на фабрике могут снизиться на 1,93 %.

Таким образом, в ходе проведенных исследований обоснована обработка табачного сырья умягчителем и антисептиком. Особое внимание уделено обработке рыхлой массы табака соответствующими добавками. В частности, в первой фазе ферментации на табак предложено наносить глицерин и бензоат натрия. Это сокращает расход сырья и уменьшает его потери в производстве.

Результаты опытной проверки обработки неферментированного табачного сырья умягчителем и консервантом в производственных условиях при ферментации в рыхлой массе подтвердили технологическую возможность и экономическую целесообразность данной технологии.

Список литературы

1. Воробьева Л.Н., Татарченко И.И. Товароведение материалов пищевкусовых производств. Ростов-на-Дону: «Донской табак», 2005. 280 с.
2. Квасенков О.И., Татарченко И.И., Бирюкова О.А. Способ производства курительного табачного изделия с пониженным содержанием

смолы и никотина. Патент на изобретение RU 2290046 Cl, 27.12.2006. Заявка № 2005121877/12 от 12.07.2005.

3. Кузнецов Н.В., Татарченко И.И., Славянский А.А., Ткачева Я.Н. Исследование процесса поглощения кислорода табаком при ферментации // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 6 (83). С. 38—44.

4. Кузнецов Н.В., Татарченко И.И., Славянский А.А., Шумкова К.А. Изучение способов ферментации табака в непрерывном потоке // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 5 (82). С. 67—73.

5. Татарченко И.И. Табак, табачные изделия: технология и контроль качества. Краснодар: «Просвещение-Юг», 2018. 627 с.

6. Татарченко И.И., Воробьева Л.Н., Дьячкин И.И. Технохимический контроль производства пищевкусовых продуктов. Ростов-на-Дону: «Донской табак», 2005. 272 с.

7. Татарченко И.И., Воробьева Л.Н., Позняковский В.М. Экспертиза табака и табачных изделий. Качество и безопасность. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2009. 258 с.

8. Татарченко И.И., Славянский А.А., Лебедева Н.Н. Исследование процесса ферментации табака в аэробных условиях // Вестник МГУТУ. Серия прикладных научных дисциплин. 2024. № 1. С. 3—14.

Сведения об авторах

Татарченко Ирина Игоревна, доктор технических наук, профессор кафедры пищевой инженерии Кубанского государственного технологического университета. E-mail: i.tatarchenko@mail.ru

Славянский Анатолий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инновационных технологий продуктов из растительного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: a.slavyanskiy@mgutm.ru

Лебедева Наталья Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: n.lebedeva@mgutm.ru

Information about the authors

Tatarchenko Irina Igorevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Food Engineering, Kuban State Technological University. E-mail: i.tatarchenko@mail.ru

Пищевые системы и биотехнологии

Slavyanskiy Anatoliy Anatolyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Innovative Technologies of Products from Vegetable Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. E-mail: *a.slavyanskiy@mgutm.ru*

Lebedeva Natalya Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Innovative Technologies of Products from Vegetable Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. E-mail: *n.lebedeva@mgutm.ru*