

УДК 629.114.2

ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОФЕ

*П.И. Осадчук, к.т.н., доцент, тел.: +380487845732,
petrosadchuk@ukr.net Одесский ГАУ*

*А.А. Павлушин, д.т.н., профессор, тел.: +79050359200,
andrejpavlu@yandex.ru;*

О.М. Каняева, к.т.н., доцент, тел.: +79278200522, kaniaeva@mail.ru;

*А.Ю. Ракова, студентка колледжа агротехнологий и бизнеса
УлГАУ, тел.: +79021274203, anna.rakova.2000@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

*Е.В. Софронов, к.т.н., тел.: +79278237371, sofronov173@yandex.ru
КФХ «Софронов Е.В.»*

Ключевые слова: экстрагирования, массообмен, кофейный шлам, коэффициент, диффузия.

В течение последних десятилетий, главным образом в последние годы, широкое развитие получило учение о процессах химической и пищевой технологии. Пожалуй, это можно объяснить тем, что данная отрасль знаний удачно сочетает в себе возможность широких научных обобщений с близостью к инженерной практике. С помощью чего можно получать полезные продукты питания из вторичного сырья при производстве кофе.

Введение. Технологические процессы производства почти всех продуктов питания во все времена сопровождались получением вторичного сырья, то есть отходов. Они подлежат дальнейшей утилизации, что приводит к дополнительным материальным затратам и загрязнению окружающей среды. Как правило, химический состав данных веществ несет в себе достаточно большое количество питательных веществ, которые можно использовать в различных областях. В статье рассмотрено решение проблемы использования вторичного сырья с учетом его состава. Такой подход к проблеме создает определенные условия изучению процессов производства продуктов питания при полной утилизации отходов производства.

Материалы и методы исследований. В производстве растительных масел, как и во всяком сложном производстве пищевой технологии, возникают разнообразные явления, отличающиеся физической природой и механизмом протекания. Явления механические, тепловые

[1], диффузионные, химические и другие в сложном переплетении с одновременным или последовательным возникновением и затуханием составляют основу технологических процессов производства растительных масел. Познание закономерностей и идентификация процессов невозможны без классификации явлений, которые лежат в их основе, и четкого определения явлений [2, 3].

В основе разделения типов на классы лежит различие в механизме явлений. Механизм явлений понимается здесь в общем плане, по основным его признакам. Выделение некоторых явлений в самостоятельные классы несколько условно. Например, конвективная диффузия в самостоятельный класс явлений, по сути, выделена быть не может, потому что внутри малых объемов раствора, переносимых конвекцией, и на изменяющихся поверхностях их соприкосновения всегда протекает и молекулярная диффузия. С другой стороны, чисто молекулярная диффузия в жидких и газовых растворах также практически никогда не происходит, из-за различного рода возмущений (сотрясений, изменений температуры и т. п.) возникает и конвективный перенос. Строго говоря, в жидкостях и газах наблюдается только смешанная диффузия, и поэтому к классу конвективной диффузии следует относить только те явления диффузии, в которых молекулярным переносом можно пренебречь и, наоборот, к классу молекулярной диффузии - те явления диффузии, в которых можно пренебречь конвективным переносом. Обычно молекулярная диффузия имеет место только в твердых телах.

В общем случае можно утверждать, что технологические процессы производства растительных масел - это совокупность явлений различных типов и классов или, говоря другими словами, типы и классы явлений есть отдельные, взаимосвязанные стороны технологического процесса.

Высказанные положения о процессе, как совокупности явлений, позволяют смотреть на технологические процессы производства растительных масел как на сочетание «простых» процессов. В каждом процессе при его изучении целесообразно выделять главные типы или даже классы явлений. Например, в процессе экстрагирования главным типом является диффузное явление (перенос массы). Отсюда становится понятным отнесения процесса экстрагирования к диффузным процессам.

Технологические схемы переработки масличных семян делятся на две группы по характеру окончательной технологической операции. В основной части этих схемы - завершаются прессованием или экстрагированием. Каждая из этих групп делится на подгруппы по отсутствию или наличию предварительного извлечения масла перед прессовани-

ем и перед экстрагированием. Отдельные подгруппы, в свою очередь, делятся на более мелкие подразделения по количеству применяемых предыдущих выдержек масла - с однократным и двукратным предварительным извлечением соответственно.

Процессы экстрагирования растворимых веществ из твердых тел относятся к числу наиболее распространенных в пищевой технологии. Из числа 20...25 основных процессов пищевых производств по своему распространению и значению в пищевой технологии экстрагирование следует сразу же после процессов нагрева, сушки, выпаривания и получения холода. Оно является основным процессом в маслэкстракционном производстве. В процессе экстрагирования из твердых или квазитвердых тел, которыми является большинство материалов растительного происхождения, с помощью жидкого растворителя вытягиваются компоненты, которые используются в основном производстве для получения конечного продукта или имеют вторичное значение, но обеспечивают замкнутый технологический цикл - безотходное производство. Сырье пищевой промышленности, которое подвергают экстрагированию, отличается огромным разнообразием форм, размеров, механических, теплофизических и физико-химических свойств, которые к тому же сильно меняются в процессе экстрагирования. Поэтому попытки использовать аппараты, которые зарекомендовали себя для одного вида производства, в другом, без достаточных научных обоснований не приводили к желаемым результатам.

Результаты исследований и их обсуждение. Основной операцией при производстве растворимого кофе на отечественных предприятиях является экстрагирования растворимых веществ кофейного порошка горячей водой. При этом оптимальным количеством экстрагированных веществ для получения высококачественного продукта считают 19...20 % от массы обжаренных кофейных зерен, а основное количество 70...75 % представляет отходы - кофейный шлам. Здесь 5...10 % массы сырых зерен приходится на воду. Отходы (вторичное сырье) производства растворимого кофе (кофейный шлам) требуют значительных затрат на вывоз и утилизацию. Путем термической обработки кофейного шлама из него получают углеродные адсорбенты [4 - 6]. В результате анализа различных способов использования кофейного шлама можно сделать вывод, что выбор пути утилизации его продиктован химическим составом. Установлено, что углеводный состав представлен в основном легкогидролизуемыми полисахаридами 8,3 % и восстанавливающими сахарами 0,8 %. В кофейном шламе с влажностью 13 % содержание изотеина находится

на уровне 13 %, клетчатки 15,7 %, жира 6,1 %, золы 4 %. Зольные элементы представлены в основном солями железа - 330 мг / кг и марганца 16 мг/кг. Состав кофейного шлама, полученный в результате исследований (в процентах на сухое вещество): водо- растворимые экстрактивные вещества - 3,5...4 %, редуцирующие сахара - 0,75...0,8 %, общий азот - 1,2...1,9 %, жир - 9,6...10,5 %, клетчатка - 60...64 %, зола - 4...4,5 %, калий - 1,16...1,22 %, фосфор - 0,022...0,03 %, кальций - 5,1...5,2 %, магний - 1,85 %, натрий - 0,11 %, кофеин - 0,12...0,15 %, органические кислоты - 24 %. Следующий химический состав кофейного шлама представлен исследованиями П. Подобеда: влага 12,1 %, сырой протеин 4,96 %, сырой жир 23 %, сырая клетчатка 49,2 %, сырые МЭО 15,66 %, зола 0,8 %.

Основываясь на полученном химическом составе кофейного шлама, было проведено экспериментальное изучение кинетики массоотдачи при экстрагировании масел кофе. На первом этапе исследовалось влияние природы экстрагента на кофейный шлам. С целью определения, такого вида экстрагента, который обладает лучшими способностями отделять целевой компонент. При исследовании применяли экстрагенты трех видов. Первый – этиловый спирт, второй – гексан, третий – нефрас. Вторым этапом исследования влияния режимных факторов было определение гидромодульных соотношений, т.е. отношение массы экстрагента к массе сырья (кофейный шлам). Диапазон исследований в данном направлении, т.е. изменение отношения масс «сырье – экстрагент» соответственно составлял от 1:1 до 1:4. Третьим этапом исследования являлось изучение влияния температурного режима проведения процесса, от которого зависит величина коэффициента диффузии D . Температурный режим экстрагирования изменялся с дискретностью 10 °C в диапазоне от 10 °C до 50 °C. Кроме того, были проведены опыты с различными комбинациями сырья и экстрагента, т.е. полученный в ходе экстрагирования экстракт подавался на свежий продукт, либо чистый экстрагент подавался на продукт, который предварительно уже был обезжирен. Результаты приведены в таблице 1.

В числителе последней колонки находятся значения концентрации при условии подачи экстракта на новый не обезжиренный продукт, в знаменателе находится концентрация при подаче чистого экстрагента, с нулевой концентрацией целевого компонента на предварительно обезжиренную твердую фазу. Четвертым этапом исследования кинетических закономерностей, является определение скоростных режимов проведения процесса. Для данных исследований проводили эксперимент, изменяя скорость прохождения экстрагента через неподвижный

Таблица 1 - Концентрация масла кофе при различной температуре экстрагирования

Показатели	Единицы измерения	Значения				
		10	20	30	40	50
Температура	°С	10	20	30	40	50
Скорость	м/с	5,2·10 ⁻⁴				
Гидромодуль	кг/кг	1:2				
Концентрация масла кофе в экстракте	%	<u>15,6</u>	<u>18,2</u>	<u>19,5</u>	<u>20,3</u>	<u>21,7</u>
		5,2	4,1	3,2	1,9	0,9

слой сырья в пределах от 0,052 10⁻⁴ м/с до 52·10⁻⁴ м/с. Также аналогично исследованиям температурных зависимостей проводился эксперимент с различными комбинациями сырья и экстрагента. Его результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Концентрация масла кофе при различной скорости прохождения экстрагента через слой продукта

Показатели	Единицы измерения	Значения			
		0,052 10 ⁻⁴	0,52 10 ⁻⁴	5,2 10 ⁻⁴	52 10 ⁻⁴
Температура	°С	50			
Скорость	м/с	0,052 10 ⁻⁴	0,52 10 ⁻⁴	5,2 10 ⁻⁴	52 10 ⁻⁴
Гидромодуль	кг/кг	1:2			
Концентрация масла кофе в экстракте	%	11,1/6,1	17,7/4,2	21,9/0,8	21,8/1

Последняя колонка имеет аналогичное значение таблицы 1. Из них видно, что скорость протекания экстрагента оказывает большее влияние на массообменные процессы в ходе экстрагирования. Наблюдается резкое увеличение концентрации целевого компонента с увеличением скорости протекания экстрагента. По этому, можно судить о прямой взаимосвязи между скоростным фактором и коэффициентом массоотдачи.

Заключение. Анализируя данные показатели можно сделать вывод об относительно большом содержании в кофейном шламе экстрактивных веществ и, в частности, жиров. Ненасыщенные растительные жиры (масло кофе), составляющие по разным данным 6 % - 20 % от массы шлама, возможно, могут частично заменить масло какао в пищевом производстве. С помощью проведенных экспериментов выявлено влияние различных технологических режимов на процесс получения масла кофе.

Библиографический список:

1. Курдюмов, В.И. Результаты контактной сушки зерна различных культур при тонкослойном перемещении высушиваемого материала / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, М.А. Карпенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2013. – № 10 (108). - С.106-110.
2. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена. Процессы переноса в движущейся среде – М.: ЛКИ, 2010. – 330 с.
3. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Юрайт, 2011. – 560 с.
4. Курдюмов, В.И. Теоретические аспекты распределения теплоты в установке контактного типа при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Инновации в сельском хозяйстве. - 2015. – № 2 (12). - С.159-161.
5. Курдюмов, В.И. Теоретические аспекты распределения теплоты в установке контактного типа при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. – № 3 (31). - С.125-130.
6. Курдюмов, В.И. Обоснование оптимальных режимов работы зерносушилок контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. – № 4 (28). - С.160-165.

PROCESSING OF SECONDARY RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF COFFEE

*Osadchuk P. I., Pavlushin A.A., Kanaeva O.M.,
Rakova A.Yu., Sofronov E.V.*

Key words: *extraction, mass transfer, coffee sludge, coefficient, diffusion.*

During the last decades, mainly in recent years, the teaching about the processes of chemical and food technology has been widely developed. Perhaps this can be explained by the fact that this branch of knowledge successfully combines the possibility of broad scientific generalizations with proximity to engineering practice. With what you can get useful food from secondary raw materials in the production of coffee.