

УДК 665.347.8:66.061.3
ББК 35.782
О-93

Шорсткий Иван Александрович, аспирант кафедры факультета машиностроения и автосервиса Кубанского государственного технологического университета; тел.: 8(861) 275-22-79;

Кошевой Евгений Пантелеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологического оборудования и систем жизнеобеспечения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, тел.: 8(861)275-22-79;

Косачев Вячеслав Степанович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, тел.: 8(861)275-22-79;

Меретуков Заур Айдамирович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой строительных и общепрофессиональных дисциплин ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет», 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, тел.: 8(8772)52-55-34.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВИДА РАСТВОРИТЕЛЯ И ПОДГОТОВКИ
МАСЛИЧНОГО ПОДСОЛНЕЧНОГО МАТЕРИАЛА
НА КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ**
(рецензирована)

Целью работы является оценка влияния вида растворителя и подготовки масличного материала из подсолнечника на кинетические зависимости процесса экстракции подсолнечного масла.

Ключевые слова: масличное растительное сырье, растворитель, экстракция, подготовка сырья.

Shorstky Ivan Alexandrovich, post graduate student of the Faculty of Engineering and Service of FSBEI HPE «Kuban State Technological University»; tel.: 8 (861) 275-22-79;

Koshevoy Eugenii Panteleevich, Doctor of Technical Sciences, professor, head of the Department of Technological Equipment and Life Support Systems of FSBEI HPE «Kuban State Technological University», 350072, Krasnodar, 2 Moscow Str., tel.: 8 (861) 275-22-79;

Kosachev Vyacheslav Stepanovich, Doctor of Technical Sciences, professor, professor of the Department of Technological Equipment and Life Support Systems of FSBEI HPE «Kuban State Technological University», 350072, Krasnodar, 2 Moscow Str., tel.: 8 (861) 275-22-79;

Meretukov Zaur Aydamirovich, Doctor of Technical Sciences, associate professor, head of the Department of Construction and General Professional Disciplines of FSBEI HPE «Maikop State Technological University», 385000, the Republic of Adyghea, Maikop, 191 Pervomayskaya str., tel.: 8 (8772) 52-55-34.

**EVALUATION OF THE INFLUENCE OF SOLVENT TYPE
AND PREPARATION OF OIL SUNFLOWER MATERIAL
ON THE KINETIC DEPENDENCE OF THE EXTRACTION PROCESS**
(Reviewed)

The aim of the research has been evaluation of the effect of solvent type and preparation of oilseed sunflower material on the kinetic process of extraction of sunflower oil.

Keywords: vegetable oilseed raw material, solvent, extraction, preparation of raw materials.

Кинетические зависимости необходимы для расчета и моделирования работы экстракторов [1, 2]. Теоретические основы кинетики экстрагирования представлены в монографии [2].

В данной работе дана оценка влияния вида растворителя и подготовки масличного материала из подсолнечника на кинетические зависимости процесса экстракции подсолнечного масла по экспериментальным данным работы [3].

Использованы результаты лабораторных сравнительных исследований экстракции жмыхов подсолнечника абсолютизированным этанолом, диэтиловым эфиром и петролейным эфиром.

Материал для экстракции представлял собой три образца:

1-й образец – жмых подсолнечный промышленный «ракушка» (был подроблён до состояния крупки на дисковой дробилке и фракционирован на ситах с круглыми отверстиями). Использовалась фракция с условным диаметром 3-4 мм;

2-й образец – жмых подсолнечный промышленный (экструдат). Форма цилиндрическая $D=6$ мм и $L=20-50$ мм;

3-й образец – лепесток безлузгового ядра подсолнечника, толщина 0,2 мм.

В общем виде кинетика экстракции в системе твердое тело – жидкость аналитически описана уравнением [2]:

$$E = \frac{c_0 - c}{c_0 - c_m} = \frac{1}{1 + \beta} - \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp -\mu_n^2 D t / R^2 \quad (1)$$

где E – концентрационный симплекс; c_0 и c – соответственно начальная и текущая концентрация экстрактивных веществ в поровом объеме, кг/м^3 ; $c_m=c_{1н}$ – концентрация экстрактивных веществ в объеме фазы растворителя, кг/м^3 ; β – соотношения порового объема и внешнего объема растворителя; D – коэффициент внутренней диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$; t – текущее время, с; R – характерный размер частиц твердой фазы (для пластины – половина толщины пластины; для цилиндра – радиус; для шара – радиус), м; μ_n – корни характеристического уравнения.

Задачей данной работы определить для различных растворителей и видов частиц подсолнечного материала параметры кинетического уравнения: β , μ_1 и D .

Для регулярной стадии процесса экстрагирования корни характеристических уравнений можно определить для каждой формы частиц по уравнениям:

$$\text{Пластина } \mu_1^2 = \frac{2 - B\beta}{B} \quad (2)$$

$$\text{Цилиндр } \mu_1^2 = \frac{4 - 4B\beta}{B} \quad (3)$$

$$\text{Шар } \mu_1^2 = \frac{6 - 9B\beta}{B} \quad (4)$$

Определение коэффициента диффузии возможно по соотношению:

$$D = C \frac{R^2}{\mu_1^2} \quad (5)$$

Получено две сравнительные картины экстракции: тремя различными растворителями одного материала (крупки) (рисунок 1) и одним стандартным растворителем (диэтиловым эфиром) – трёх видов материала (рисунок 2).

Экспериментальные данные обработаны для регулярной стадии в виде:

$$K = A - B \exp(-Ct) \dots \dots \dots (6)$$

где K – выход экстрактивных веществ; t – текущее время, с; A , B и C – коэффициенты кинетического уравнения.

Значения коэффициентов А, В и С по данным на рисунке 1 представлены в таблице 1 и по данным на рисунке 2 представлены в таблице 2.

Между концентрационным симплексом E и извлечением K можно представить связь:

$$E = 1 - K \quad (7)$$

Так как во всех случаях различной формы экстрагируемого материала $A \neq B$, то значения критерия Био (Bi_m), представляющего собой отношение интенсивности внешней и внутренней массоотдачи, согласно [3] $Bi_m \rightarrow \infty$ и это определяет выбор соответствующих зависимостей для расчета параметров кинетического уравнения.

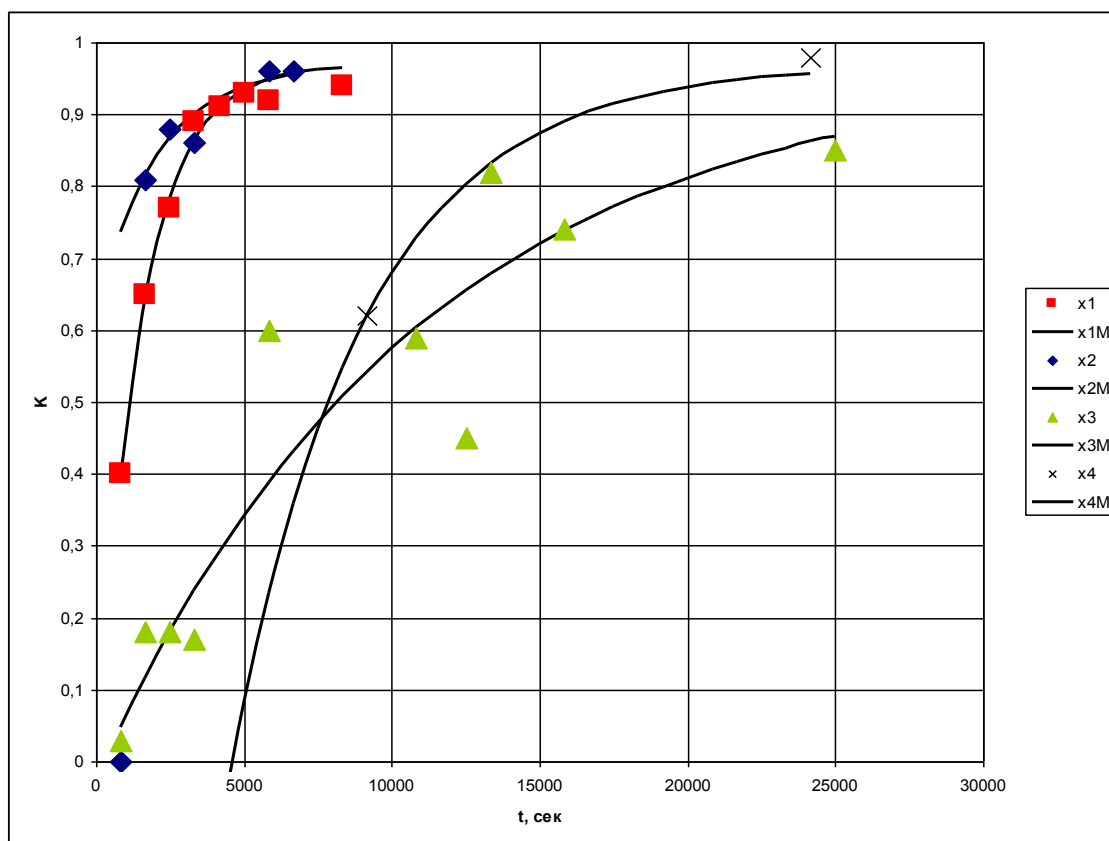


Рисунок 1. Результаты экстракции крупки тремя различными растворителями (x1 (x1M- расчетная кривая) – диэтиловый эфир; x2 (x2M-расчетная кривая) – петролейный эфир; x4 (x4M-расчетная кривая) – этанол по веществам растворимым в диэтиловом эфире)

Таблица 1 - Значения коэффициентов по экспериментальным данным на рисунке 1 и расчетные параметры кинетических зависимостей

Диэтиловый эфир		Петролейный эфир		Этанол		Этанол ДЭФ	
A	0,969216	A	0,969216	A	0,969216	A	0,969216
B	1,00002	B	0,347834	B	0,99426	B	2,692243
C	0,000671	C	0,000487	C	9,22E-05	C	0,000223
Диэтиловый эфир		Петролейный эфир		Этанол		Этанол ДЭФ	
β	0,031762	β	0,031762	β	0,031762	β	0,031762
μ	5,704947232	μ	16,95467	μ	5,739704	μ	1,933691
D	3,59953E-10	D	8,8E-11	D	4,92E-11	D	3,53E-10

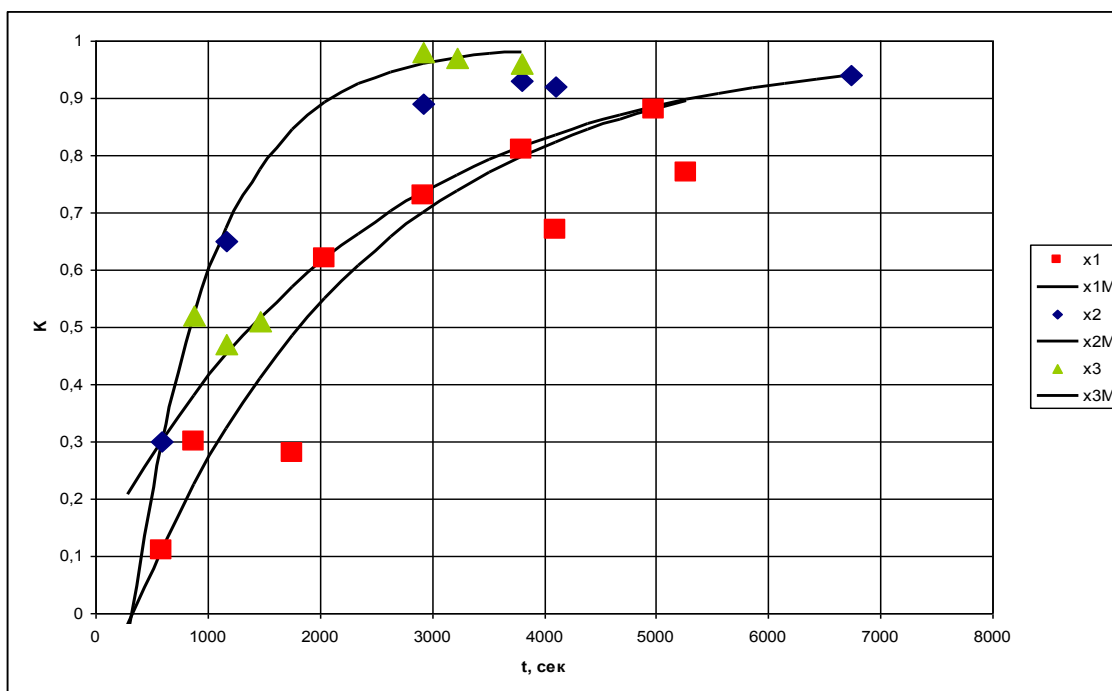


Рисунок 2. Результаты экстракции диэтиловым эфиром трех различных материалов (x1(x1M-расчетная кривая) – экструдат; x2(x2M-расчетная кривая) – крупка; x3(x3M-расчетная кривая) – лепесток ядра)

Таблица 2 - Значения коэффициентов по экспериментальным данным на рисунке 2 и расчетные параметры кинетических зависимостей

Экструдат		Крупка		Лепесток	
A	0,990443	A	0,990443	A	0,990443
B	1,161207	B	0,885828	B	1,524907
C	0,000473	C	0,000426	C	0,001339
Экструдат		Крупка		Лепесток	
β	0,009649	β	0,009649	β	0,009649
μ	3,405722015	μ	6,685642	μ	1,301813151
D	1,24956E-09	D	1,95E-10	D	1,02883E-11

Представленные на рисунках 1 и 2 экспериментальные данные (точки) и расчетные зависимости (линии) показывают хорошее согласие.

На рисунке 1 представлены сравнительные кинетические зависимости экстракции различными растворителями одинаковой формы подсолнечного материала (крупка) и в таблице 1 расчетные параметры кинетических зависимостей. Отмечаем, что коэффициент диффузии уменьшается в ряду диэтиловый эфир>петролейный эфир>этанол. В случае расчета для этанола по веществам, растворенным в диэтиловом эфире коэффициент диффузии близок коэффициенту диффузии в диэтиловом эфире.

На рисунке 2 представлены сравнительные кинетические зависимости экстракции диэтиловым эфиром различных подсолнечных материалов в виде экструдата, крупки и лепестка. Отмечаем, что коэффициент диффузии уменьшается в ряду экструдат>крупка>лепесток.

Вывод

С помощью определения параметров кинетических зависимостей экстракции подсолнечного материала различными растворителями и различных форм материала установлено, что коэффициент диффузии уменьшается в ряду растворителей диэтиловый эфир>петролейный эфир>этанол и в ряду форм материалов экструдат>крупка>лепесток.

Установленные параметры кинетических зависимостей могут быть использованы в расчетах процесса экстракции.

Подтверждение

Данная работа выполнена по федеральной целевой программе «Исследование и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы». Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проект) RFMEF157714X0046.

Литература:

1. Аксельруд Г.А., Альтшулер М.А. Введение в капиллярно-химическую технологию. М: Химия, 1983. 264 с.
2. Кошевой Е.П. Процесс экстрагирования пищевых сред // В.А. Панфилов Теоретические основы пищевых технологий. Кн. 2. М.: КолосС, 2009. С. 894-913.
3. Матюхов Д.В. Влияние природы растворителя на процесс экстракции жмыхов подсолнечника // Сборник научных трудов SWorld. Scientific research and their practical application. Modern state and ways of development. Одесса, 2013.

References:

1. *Axcelrud G. A., Altshuler M. A. Introduction into the capillary-chemical technology. M.: Chemistry, 1983. 264 p.*
2. *Koshevoy E. P. The process of extracting of food environments// V.A. Panfilov Theoretical foundations of food technology. B. 2. M.: Colossus, 2009. P. 894-913.*
3. *Matyukhov D.V. The effect of the solvent nature on the extraction process of sunflower oil cake // Collection of scientific works SWorld. Scientific research and their practical application. Modern state and ways of development. 2013. Odessa, 2013.*