

«Зеленые» технологии с применением двуокиси углерода в пищевой промышленности

Евгений П. Кошевой¹ Ep-koshevoi@mail.ru
Александр В. Гукасян¹ Aleksandr_Gukasyan@mail
Вячеслав С. Косачев¹ vs.kosachev@gmail.com

¹Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия

Реферат. Опыт развития социальных государств свидетельствует о наличии прямой зависимости между экономическим, социальным и экологическим развитием и инновационной направленностью проводимой промышленной политики. Иными словами, главной целью промышленной политики должно стать обеспечение высокого уровня качества жизни, социальных гарантий и экологической безопасности, достигаемое путем инновационного развития определенного комплекса отраслей. Одной из таких отраслей является пищевая промышленность. Ее главная цель на современном этапе – обеспечение эколого-социального типа экономического роста. Инновации в пищевой промышленности, приносящие экономический, экологический и социальный эффекты должны стать приоритетными при формировании инновационно-промышленной политики. Таких инноваций в пищевой промышленности России разработано достаточно много, однако инструментов для стимулирования их внедрения явно не хватает. Рассматривая вопросы инновации в пищевой промышленности необходимо учитывать, что в настоящее время главное не только цена-качество, но экологическое и социальное воздействия на потребителей. Всем вопросам инноваций в пищевой промышленности необходимо больше внимания уделять развитию «Зеленых» технологий. Перспективными считаются растворители из числа сверхкритических жидкостей. В большинстве случаев применяется двуокись углерода из-за присущих ей преимуществ в CO₂. Применение в комплексе с отжимом мембранной экстракционной очистки получаемого масла с использованием двуокиси углерода позволяет представить эффективный комплекс «зеленую» технологию с использованием двуокиси углерода.

Ключевые слова: инновации, двуокись углерода, зеленые технологии, экстракция

"Green" technologies with use of carbon dioxide in the food industry

Evgenii P. Koshevoi¹ Ep-koshevoi@mail.ru
Aleksandr V. Gukasyan¹ Aleksandr_Gukasyan@mail
Vyacheslav S. Kosachev¹ vs.kosachev@gmail.com

¹Kuban state technological university, Moskovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia

Summary. The experience of the development of social States shows that there is a direct relationship between economic, social and environmental development and the innovative orientation of industrial policy. In other words, the main goal of industrial policy should be to ensure a high level of quality of life, social guarantees and environmental safety, achieved through the innovative development of a certain set of industries. One of these industries is the food industry. Its main goal at the present stage is to ensure ecological and social type of economic growth. Innovation in the food industry, bringing economic, environmental and social effects should be a priority in the formation of innovation and industrial policy. Such innovations in the food industry in Russia developed a lot, but the tools to stimulate their implementation is clearly not enough. When considering the issues of innovation in the food industry, it is necessary to take into account that at the present time the main thing is not only the price-quality, but environmental and social impact on consumers. All issues of innovation in the food industry need to pay more attention to the development of "Green" technologies. Solvents from among supercritical liquids are considered to be promising. Most carbon dioxide is used because of its inherent advantages in CO₂. Application in a complex with extraction of the membrane extraction purification of the received oil with use of carbon dioxide allows to present an effective complex "green" technology with use of carbon dioxide.

Keywords: innovation, carbon dioxide, green technology, extraction

Рассматривая вопросы развития производства продовольствия необходимо учитывать, что в настоящее время главное не только цена-качество, но экологические и медицинские воздействия [1, 2]. Практически это означает уделение большего внимания развитию «Зеленых» технологий [3, 4]. Главная цель развития на современном этапе – обеспечение эколого-социального типа экономического роста. Инновации в пищевой промышленности, приносящие экономический, экологический и социальный эффекты должны

стать приоритетными при формировании инновационно-промышленной политики [5].

Одним из важных направлений создания «Зеленой» технологии является использование сверхкритической и почти критической обработки с двуокисью углерода (CO₂) [6].

Учитывая большие перспективы использования CO₂ в КубГТУ развернуты исследования в этом направлении, результаты которых представлены в диссертационных работах докторских и кандидатских [7].

Для цитирования

Кошевой Е.П., Гукасян А.В., Косачев В.С. «Зеленые» технологии с применением двуокиси углерода в пищевой промышленности // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 225–228. doi:10.20914/2310-1202-2018-2-225-228

For citation

Koshevoi E.P., Gukasyan A.V., Kosachev V.S. "Green" technologies with use of carbon dioxide in the food industry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 225–228. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-2-225-228

Двуокись углерода при относительно низкой температуре 31,1 °С приобретает состояние близкое к критической точке (T_c , P_c), при которой фазы жидкости и пара принимают равные удельные веса и сливаясь формируют единственную фазу, физические свойства которой промежуточные к тем из соответствующих жидкостей и газов. При простой разгерметизации происходит разделение растворов, что важно для операции экстракции. Хотя есть несколько веществ, критические температуры которых достаточно умеренные (<100 °С), двуокись углерода имеет наибольшую практическую приемлемость из-за своих свойств – доступна, невоспламеняющаяся, обладает относительно низкой токсичностью. К сожалению, CO_2 – слабый растворитель, что мешает использовать его для процессов, где требуется существенная растворимость высокой молекулярной массы и / или полярных компонентов. Также необходимость в высоких давлениях, что делает экстракционное оборудование дорогим. Эффект экстракции сильно зависит от режимных параметров и, следовательно, сохраняются «зеленые» преимущества использования CO_2 .

Число предприятий, работающих во всем мире, которые используют сверхкритический CO_2 , в настоящее время выше 100 и устойчиво растет. Большинство действующих заводов использует CO_2 , чтобы обработать пищевые материалы в некотором роде (извлечение или разделение). Несмотря на этот устойчивый рост, есть общее мнение в пределах проектировщиков в пределах индустриальных сообществ, что есть элементы, связанные с проектированием и строительством основанных на CO_2 заводов, которые эффективно блокируют большее использование этой технологии [8].

В то время как использование CO_2 как растворитель, часто считается "зеленой" операцией любого процесса при высоком давлении, что приводит к более высокой стоимости, чем аналогичный процесс, которым управляют при одной атмосфере. Если такой процесс будут считать "зеленым", но не смогут создавать и управлять экономно, то процесс будет иметь академический интерес только и его потенциальная «зеленая» технология неосуществленная выгода. Есть некоторые простые "эмпирические правила", которые можно использовать, чтобы сделать стоимость основанного на CO_2 процесса максимально низкой [9].

Один путь, которым можно минимизировать стоимость основанного на CO_2 процесса, состоит в том, чтобы минимизировать размер оборудования. Учитывая, что CO_2 как правило, предлагается как растворитель, самое очевидное средство, которым можно минимизировать

размер оборудования, состоит в том, чтобы минимизировать количество растворителя (CO_2), текущий посредством процесса. Следовательно, нужно попытаться выбрать или проектировать вещества, таким образом, что они показывают высокую растворимость в CO_2 .

Анализ фазовых состояний систем твердое–жидкость и жидкость–жидкость с CO_2 показал, что в системе жидкость – жидкость позволяет использовать меньше CO_2 [10].

Операция процесса при высоком давлении более дорогая, чем процесс при атмосферном давлении. Эти затраты идут на проектирование и строительство оборудования, а также на дополнительное оборудования системы безопасности, которое необходимо. Отметим, что капитальные затраты процесса с высоким давлением не линейны с давлением, потому что оценки давления определенного вспомогательного оборудования доступны в дискретных шагах (60, 100 бар, например). Кроме того, число компаний с опытом в проектировании процесса с высоким давлением понижается резко, когда рабочее давление повышается выше 200 бар. В сложившейся обстановке действует рекомендация работать при самом низком возможном давлении.

Учитывая, что углекислый газ –относительно слабый растворитель, известный способ понизить рабочее давление (или поднять операционную концентрацию) использовать соразтворители и наиболее применяемым является этанол.

Было упомянуто в литературе, что использование CO_2 как растворителя выгодно, потому что сокращение давления на 1 атмосферу приводит к полному осаждению любого растворенного материала, осуществляя легкое извлечение продукта. Это может быть верно, но использование такого маршрута для извлечения продукта поднимает затраты, так как необходимо также повторно сжимать CO_2 . Поскольку газовое сжатие энергоемкое и дорогое, более «зеленый» путь к извлечению продукта желателен.

Работа в непрерывном режиме может позволить использовать оборудование меньших размеров, поддерживая высокую производительность. В то время как это обычно применимо для жидких веществ, это может быть намного более трудно для обработки твердых частиц в высоком давлении. Действительно, в настоящее время не существует жизнеспособное средство для подачи и удаления твердых частиц непрерывно из процесса под высоким давлением (100 бар и более). Те коммерческие, основанные на CO_2 , процессы, которые используют твердые частицы, применяют или периодический или полупериодический способы. Это не означает, что такие процессы незначительны – напротив, несколько были коммерциализированы, включая

извлечение кофеина из кофейных зерен, α -кислот из хмеля и различных компонентов из растительных пряностей.

Существует множество областей (в том числе и пищевая промышленность), где непрерывный ввод и удаление твердых частиц очень увеличили бы экономическую жизнеспособность CO_2 -базируемого процесса, но нехватка механических средств, которыми можно этого достигнуть, сводит процесс полунепрерывному и периодическому.

В итоге внимание должно всегда обращаться на экономическую жизнеспособность процессов, использующих CO_2 как реагент и/или растворитель – в то время как основанные на CO_2 процессы, как вообще думают, "зеленые", их выгода никогда не будет пониматься, если стоимость таких процессов превзойдет обычные аналоги.

Экстрагирование и отжим – основные способы извлечения компонентов веществ из растительного сырья.

Экстрагирование – процесс извлечения компонентов с применением растворителя, а при отжиме извлечение жидких компонентов происходит при прессовании структуры растительного сырья. Главные недостатки экстрагирования органическими растворителями – их пожароопасность и опасность в отношении здоровья обслуживающего персонала при контакте с парами растворителя, а также высокие

энергетические затраты для полного удаления растворителя из продуктов (масла и шрота), что необходимо для защиты потребителей продуктов.

Механизмом основной стадии процесса экстрагирования является диффузия, которой происходит перенос растворимых веществ из внутреннего объема к поверхности и далее во внешний объем растворителя [11].

Механизм отжима отличается от механизма экстрагирования, но методы подготовки исходного материала практически те же. Процесс отжима с применением экструдеров дает 80%-ый выход масла с хорошим качеством. Имеются возможности дополнительно увеличить выход масла при экструдировании до 90%, добавляя растворитель во время экструдирования. Перспективными считаются растворители из числа сверхкритических жидкостей. В большинстве случаев применяется двуокись углерода из-за присущих ей преимуществ в CO_2 . Главную задачу, которую необходимо решить – снизить давление в рабочей зоне экструдера и при этом увеличить эффективность отжима, что делает отжим конкурентоспособным с экстракционным извлечением масла. Применение в комплексе с отжимом мембранной экстракционной очистки получаемого масла с использованием двуокиси углерода позволяет представить эффективный комплекс «зеленую» технологию с использованием двуокиси углерода.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Boye J.I., Arcand Y. Editors Green Technologies in Food Production and Processing. Springer, 2012
- 2 FAO. 2009d. Declaration of the world summit on food security. URL: <http://www.fao.org/>.
- 3 FAO. 2009e. Report of the twenty-first session of the Committee on Agriculture (COAG). URL: <ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/016/k4952e01.pdf>
- 4 Toledo Á., Burlingame B. Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development // Journal of Food Composition and Analysis. 2006. № 19(6–7). P. 477–483.
- 5 Антипов С.Т., Журавлев А.В., Казарцев Д.А., Мордасов А.Г. и др. Инновационное развитие техники пищевых технологий. СПб., М., Краснодар, 2016.
- 6 Кошевой Е.П., Блягоз Х.Р. Экстракция двуокисью углерода в пищевой технологии. Майкоп, 2000. 495 с.
- 7 Гукасян А.В. Совершенствование и обоснование эффективного мембранного массообменника для экстракционного разделения жидких смесей: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Краснодар: КубГУ, 2004
- 8 Гукасян А.В. Перспективы развития инновационных пищевых технологий с применением обработки двуокисью углерода // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 14. С. 245–250

9 Меретуков З.А., Заславец А.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С. Методы решения дифференциальных уравнений гидродинамики // Новые технологии. 2012. № 1. С. 36–41.

10 Заславец А.А., Схалыхов А.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С. и др. Гидравлика реверсивного течения внутри мембраны контактора // Новые технологии. 2013. № 2. С. 91–94.

11 Gukasyan A.V. Identification of rheological dependencies of oil material processed in a screw press // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. V. 8. № 10. P. 708–718.

REFERENCES

- 1 Boye J.I., Arcand Y. Editors Green Technologies in Food Production and Processing. Springer, 2012
- 2 FAO. 2009d. Declaration of the world summit on food security. Available at: <http://www.fao.org/>.
- 3 FAO. 2009e. Report of the twenty-first session of the Committee on Agriculture (COAG). Available: <ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/016/k4952e01.pdf>
- 4 Toledo Á., Burlingame B. Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development. Journal of Food Composition and Analysis. 2006. no. 19(6–7). pp. 477–483
- 5 Antipov S.T., Zhuravlev A.V., Kazartsev D.A., Mordasov A.G. et al. Innovacionnoe razvitie tekhniki pishchevyh tekhnologij [Innovative development of food technology technology] Saint-Petersburg, Moscow, Krasnodar, 2016. (in Russian)

6 Koshevoj E.P., Blyagoz H.R. Ekstrakciya dnuokis'yu ugleroda v pishchevoj tekhnologii. [Extraction of carbon dioxide in food technology] *Majkop*, 2000. 495 p. (in Russian)

7 Gukasyan A.V. Sovershenstvovanie I obosnovanie ehffektivnogo membrannogo massoobmennika dlya ehkstrakcionnogo razdeleniya zhidkih smesey. [Perfection and justification of an effective membrane mass exchanger for extraction separation of liquid mixtures] Krasnodar, 2004 (in Russian)

8 Gukasyan A.V. Prospects for the development of innovative food technologies with the application of carbon dioxide treatment.. *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений П. Кошевой д.т.н., профессор, кафедра технологического оборудования и систем жизнеобеспечения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия, Ep-koshevoi@mail.ru.ru

Александр В. Гукасян к.т.н., зав. кафедрой, кафедра технологического оборудования и систем жизнеобеспечения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия, Aleksandr_Gukasyan@mail

Вячеслав С. Косачев д.т.н., профессор, кафедра технологического оборудования и систем жизнеобеспечения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия, vs.kosachev@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.03.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.05.2018

[Scientific works of the Kuban State Technological University] 2016. no. 14. pp. 245–250 (in Russian)

9 Meretukov Z.A., Zaslavec A.A., Koshevoj E.P., Kosachev V.S. Methods for solving differential equations of hydrodynamics. *Novye tekhnologii* [New technologies] 2012. no. 1. pp. 36-41. (in Russian)

10 Zaslavec A.A., Skhalyahov A.A., Koshevoj E.P., Kosachev V.S. et al. Reverse-flow hydraulics inside the contactor membrane. *Novye tekhnologii*. [New technologies] 2013. no. 2. pp. 91-94. (in Russian)

11 Gukasyan A.V. Identification of rheological dependencies of oil material processed in a screw press.. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2017. vol. 8. no. 10. pp. 708–718.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii P. Koshevoi Dr. Sci. (Engin.), professor, Technological Equipment and Life Support Systems Department, Kuban state technological university, Krasnodar, Moskovskaya str., 2, 350072, Russia, Ep-koshevoi@mail.ru.ru

Aleksandr V. Gukasyan Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Technological Equipment and Life Support Systems Department, Kuban state technological university, Krasnodar, Moskovskaya 2, 350072, Russia, Aleksandr_Gukasyan@mail

Vyacheslav S. Kosachev Dr. Si. (Engin.), professor, Department of Technological Equipment and Life Support Systems, Kuban state technological university, Krasnodar, Moskovskaya str., 2, 350072, Russia, vs.kosachev@gmail.com

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.15.2018

ACCEPTED 5.14.2018