

Распространение в мире: Вид встречается в различных регионах, включая Афротропический регион, Северную Африку, Ближний Восток и Восточную Палеарктику. В Европе встречается на всей территории южной части региона (VI-GNATAGLIANTI, 2005) и Венгрии, Австрии (Horvatovich, 1974), Словакии.

Список использованной литературы

1. Forsythe, T.G., 1987, Common ground beetles. Richmond Publishing Co. Ltd., London, 57 pp.

2. Geigenmüller, K. & J. Trautner, 1987. Tiger beetles and Ground beetles, Illustrated key to the Cicindellinae and Carabidae of Europe. Josef Margraf Publisher, Germany, 488 pp.

3. Gueorguiev, V.B. & B.V. Gueorguiev, 1995. Catalogue of the ground-beetles of Bulgaria (Coleoptera: Carabidae). Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 279 pp.

4. Hurka, K., 1996. Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek Publishing, Zlin, 565 pp.

5. Kryzanovsky, O.L., B.V. Belousov, I.I. Kabak, B.M. Katayev, K.V. Makarov & V. G. Shilenkov, 1995. A checklist of the Ground-Beetles of Russia and Adjacent Lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae). Pensoft Publishers, Sofia-Moscow: 271 pp.

6. Lodos, N., 1983. Türkiye faunasına ait Ekin Kambur Böcekleri, Zabrus Clairv. (Coleoptera: Carabidae) cinsinin yeniden gözden geçirilmesi. Türk. Bit. Kor. Derg., 7: 51-63. Lodos, N., 1989. Türkiye Entomolojisi IV. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 493: 1-50.

7. Lindroth, C. H., 1974. Handbooks for the identification of British insects, Vol IV, Part 2. Royal Entomological Society of London, 149 pp.

8. Schweiger, H., 1962. Küçük Asya'nın yeni ve az tanınmış Carabusneveleri. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, 27 (1-2): 137-157.

9. Türktaş, H., 1998. Eskişehir Çevresi Carabidae (Insecta: Coleoptera) Üzerine Faunistik Araştırmalar (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34 s.

УДК 635.21.077: 621.365

И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент,

П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент,

В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент,

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск*

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ключевые слова: белки, электрокоагуляция, рН среды, электрокинетический потенциал, количество электричества, температура.

Key words: proteins, electrocoagulation, pH of environment, electrocinetic potential, quantity of electricity, temperature.

Аннотация: Предлагаемый способ коагуляции белков основан на химическом действии электрического тока, позволяющий снизить энергоемкость процесса и увеличить выделение белков.

Abstract: The proposed method for coagulation of proteins is based on the chemical action of an electric current, which makes it possible to reduce the energy consumption of the process and increase the release of proteins.

Длительное время развитие способов защиты окружающей среды от загрязнений вредными отходами шло по пути строительства очистных сооружений. Однако в последнее время становится все более очевидным, что наиболее рациональным решением проблемы является внедрение малоотходных и безотходных технологий.

Применяемые на сегодняшний день методы и технологии очистки стоков являются несовершенными, и в ряде случаев не обеспечивают необходимую степень очистки и утилизацию всех побочных продуктов, образующихся в этом процессе. Кроме того, применяемые решения не всегда являются экономически обоснованными и энергетически эффективными.

Во всех случаях очистки стоков первой стадией является механическая очистка, предназначенная для удаления взвесей и дисперсно-коллоидных частиц. Последующая очистка от загрязняющих веществ осуществляется различными методами:

- физико-химическими (флотация, абсорбция, ионный обмен, дистилляция, обратный осмос, ультрафильтрация и др.);
- химическими (реагентная очистка);
- электрохимическими;
- биологическими;
- прочими.

В настоящее время наиболее эффективным является электрохимический метод, к которому относят электрокоагуляцию.

Достоинства электрокоагуляции состоят:

- компактности установки, простоте управления;
- отсутствие химических реагентов;
- невысокое потребление электроэнергии;
- малая чувствительность к изменению условий проведения очистки (рН среды, температура и т.д.);
- высокая степень очистки, получение осадка с хорошими структурно-механическими свойствами;

– возможность получение белков для производства корма для животных.

Предлагаемый способ коагуляции белков основан на химическом действии электрического тока, позволяющий снизить энергоемкость процесса и увеличить выделение белков.

Коагуляция белковосодержащих сред под действием внешнего электрического поля зависит от баланса трех энергий – межмолекулярного притяжения W_m , электростатического отталкивания W_s , диполь-дипольного взаимодействия частиц W_d [1...4]:

$$W = W_m + W_s + W_d = 16 \varepsilon_0 \varepsilon_c \left(\frac{RT}{F} \right)^2 \psi_0^2 \left(\frac{\psi_0 z_i e}{4kT} \right) \cdot a \frac{e^{-\chi \cdot a(S-2)}}{S} -$$

$$- \frac{A}{6} \left(\frac{2}{S^2 - 4} + \frac{2}{S^2} + \ln \frac{S^2 - 4}{S^2} \right) - 4 \varepsilon_0 \varepsilon_c \left(0,5 - 3 \frac{ch \left(\frac{\psi_0 z_i e}{2kT} \right) - 1}{4ch \left(\frac{\psi_0 z_i e}{2kT} \right) + \chi a} \right)^2 \left(\frac{a}{S} \right)^3 E^2,$$

где ε_0 , ε_c – электрическая постоянная, Ф/м, и относительная диэлектрическая проницаемость среды; R – газовая постоянная, Дж/(моль·К); T – температура, К; F – число Фарадея, Кл/моль; ψ_0 – полный потенциал (потенциал диффузной части двойного слоя), В; z_i – валентность иона; e – заряд электрона, Кл; k – постоянная Больцмана, Дж/К; a – размер частицы, М; $S = h/a + 2$ – относительное расстояние между частицами; h – расстояние

между частицами, м; $\chi = \sqrt{\frac{8\pi e \sum n_i z_i}{\varepsilon_0 \varepsilon_c kT}}$ – параметр Дебая-Гюккеля, м⁻²; A

– постоянная Гамакера, Дж; E – напряженность электрического поля, В/м.

Коагуляция происходит в случае, когда энергия молекулярного притяжения и дипольного взаимодействия превосходят энергию электростатического отталкивания, т.е. при отрицательном знаке суммарной энергии. Анализ уравнения, проведенный на ЭВМ, показал, что суммарная энергия взаимодействия коллоидных частиц в наибольшей мере зависит от температуры T и потенциала диффузной части двойного слоя ψ_0 . Напряженность электрического поля не оказывает заметное влияние на суммарную энергию взаимодействия частиц. Следовательно, возможна тепловая и химическая коагуляция белковосодержащих сред.

Тепловая коагуляция происходит при температуре выше 60⁰С. Химическая коагуляция возможна при $\psi_0 = (30...40) \cdot 10^{-3}$ В. Так как ψ_0 -потенциал не поддается экспериментальному определению, его заменяют на электрокинетический потенциал ζ (дзета-потенциал), близкий по значению. На

величину электрокинетического потенциала, особенно растворов белков, влияет рН среды, так как водородные и гидроксильные ионы обладают высокой способностью адсорбироваться; первые – благодаря малому радиусу, что позволяет им близко подходить к поверхности частицы, вторые – из-за большого дипольного момента. В кислой среде ζ – потенциал имеет положительный знак, а в щелочной – отрицательный. Значение ζ – потенциала равное нулю соответствует изоэлектрической точке (ИЭТ). В этой точке белки наименее устойчивы, так как число взаимодействующих ионизированных щелочных и кислотных групп в белковой молекуле будет одинаково и приведет к сворачиванию ее в клубок, плотность которого вследствие сил притяжения между разноименно заряженными группами максимальна. ИЭТ различна для разных растворов белков и колеблется от рН = 2 до рН = 11. Например, для картофелекрахмальных предприятий ИЭТ соответствует рН \approx 4,8. Следовательно, изменяя рН можно воздействовать на значение ζ – потенциала, а значит на суммарную энергию взаимодействия молекул белков и, в конечном счете, на процесс коагуляции.

Изменить рН среды можно воздействием внешнего электрического тока, регулируя вводимое количество электричества Q , при определенном значении которого белок переходит в изоэлектрическое состояние, наиболее благоприятное для его коагуляции, то есть варьируя величину Q , можно воздействовать на значение электрокинетического потенциала и тем самым контролировать коагуляционные процессы. Кроме того, способ коагуляции белковых молекул снижением ζ – потенциала предпочтительнее способу, основанному на изменении температуры, так как требует меньших затрат энергии.

На основании данных положений получена следующая математическая зависимость процесса электрокоагуляции белков сока картофеля:

$$W = 16\varepsilon_o\varepsilon_c \left(\frac{RT}{F} \right)^2 th^2 \left(\frac{(6,9 \cdot 10^{-2} - 10^{-5} Q) z_i e}{4kT} \right) \times a \frac{e^{-\chi a(s-2)}}{S} -$$

$$- \frac{A}{6} \left[\frac{2}{S^2 - 4} + \frac{2}{S^2} + \ln \frac{S^2 - 4}{S^2} \right] - 4\varepsilon_o\varepsilon_c \left(0,5 - 3 \frac{ch \left(\frac{(6,9 \cdot 10^{-2} - 10^{-5} Q) z_i e}{2kT} \right) - 1}{4ch \left(\frac{(6,9 \cdot 10^{-2} - 10^{-5} Q) z_i e}{2kT} \right) + \chi a} \right)$$

$$\left(\frac{a}{S} \right)^3 E^2.$$

Оптимальные параметры электрокоагуляции белков сока определены методом Монте-Карло. Критерием оптимизации служил минимум энергии взаимодействия белковых частиц. В результате получены следующие значения факторов, степень коагуляции при которых максимальна:

- количество электричества – $(6,5 \dots 7,5) \cdot 10^{-3}$ Кл/кг;
- рН среды – 4,6...5,0;
- температура обработки – 30...40⁰С.

Выход белков составил 93...95 %. Таким образом, электрохимический способ увеличивает выход белков на 10...40 %. Эффективность способа обработки белковосодержащих сред подтверждена лабораторией транспорта и регуляции обмена веществ растений института экспериментальной ботаники АН РБ.

Максимально полный сбор и переработка белковосодержащих продуктов, переход на безотходные энергоэкономичные технологии позволят решить проблему охраны окружающей среды и получить ощутимый экономический эффект.

Список использованной литературы

1. Эстрелла-Льонис В.Р., Духин С.С. Поляризационные взаимодействия и электрокоагуляция // Коллоидный журнал – 1981, вып. 5 т. 43.
2. Дерягин Б.В. Теория гетерокоагуляции, взаимодействие и влияние разнородных частиц в растворах электролитов // Коллоидный журнал – 1954, вып. 16. Т. 6.
3. Эстрелла-Льонис В.Р. и др. Об энергии взаимодействия двух физических коллоидных частиц во внешнем электрическом поле // Коллоидный журнал 1974, вып. 6. т. 36.
4. Дерягин Б.В. Устойчивость коллоидных систем // Успехи химии – 1979, № 4. Т. 48.

УДК 631.331:633.32

В.Л. Сельманович, канд. с.-х. наук, доцент,

Н.Н. Быков, канд. техн. наук,

А.Э. Шибeko, канд. экон. наук, доцент,

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск*

ПОДСЕВ КЛЕВЕРА В ДЕРНИНУ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛУГОВ

Ключевые слова: клевер, продуктивность, подсев, урожайность, ботанический состав, агроэнергетическая оценка.