

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОГО КОАГУЛЯТА ИЗ ЗЕЛЕННОГО СОКА ЛЮЦЕРНЫ

I.A. Chaplygina, V.V. Matyushev

### THE TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF RECEIVING PROTEINACEOUS AND VITAMIN COAGULATE FROM GREEN ALFALFA JUICE

**Чаплыгина И.А.** – канд. биол. наук, доц. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: ledum\_palustre@mail.ru

**Матюшев В.В.** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: matyushe@yandex.ru

**Chaplygina I.A.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: ledum\_palustre@mail.ru

**Matyushev V.V.** – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: matyushe@yandex.ru

Цель исследований – разработка технологии и оборудования, позволяющих получать белково-витаминный коагулят из зеленого сока при щадящих температурных режимах. Задача исследований – получение белково-витаминного коагулята на экспериментальной установке. Объектом исследований являлись зеленая масса люцерны, коагулятор и белково-витаминный коагулят. Анализ качества исходного сырья и белково-витаминного коагулята проводился в НИИЦ ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, ФГБУ ГЦАС «Красноярский» и ФГБУ «Красноярский референтный центр Россельхознадзора». Полученный в результате механического обезвоживания листостебельной массы люцерны зеленый сок смешивали с аскорбиновой кислотой, предварительно подогрели до 39–43 °С и подвергали повторному нагреву на трубчатом нагревательном элементе коагулятора. Исследовали зависимость температуры белково-витаминного коагулята после прохождения по нагревательным элементам в зависимости от температуры теплоносителя, температуры поступающего на нагревательный элемент сока, а также скорости его подачи на нагревательный элемент. Для указанных параметров рассчитано уравнение регрессии.

Установлено, что при оптимальных значениях исследуемых факторов коагуляция белка сока осуществляется при 60–62 °С, а выход белково-витаминного коагулята составляет 20,3 % от объема поступившего на переработку зеленого сока. Щадящий температурный режим и использование двухстадийного нагрева позволили получить белково-витаминный коагулят с высокой питательной ценностью, содержанием белка (42,44 %), незаменимых аминокислот (валина, лизина, треонина, триптофана) и каротина (15 мг/кг сухого вещества). Представленная технология получения белково-витаминного коагулята из сока люцерны и разработанное оборудование дают возможность повысить качество и расширить ассортимент выпускаемой кормовой и пищевой продукции за счет обогащения белком и витаминами.

**Ключевые слова:** технология, оборудование, люцерна, белково-витаминный коагулят, белок, температурный режим, корма, пищевая продукция.

The research objective was the development of technology and the equipment allowing receiving proteinaceous and vitamin coagulate from green juice at sparing temperature conditions. The re-

*search problem was receiving proteinaceous and vitamins coagulate on experimental installation. The objects of the research were alfalfa green material, coagulator and proteinaceous and vitamin coagulate. The analysis of the quality of initial raw materials and proteinaceous and vitamin coagulate was carried out at RDEC FSBEI HE Krasnoyarsk SAU, FSBI SCAS "Krasnoyarsky" and FSBI Krasnoyarsk Reference Center of Rosselkhoz nadzor." Green juice received as a result of mechanical dehydration of alfalfa leaf-stem mass was mixed with ascorbic acid, previously warmed up to 39–43 °C and subjected to repeated heating on tubular heating element of a coagulator. The dependence of the temperature of proteinaceous and vitamin coagulate after passing on heating elements due to the temperature of the heat carrier, the temperature of the juice arriving on heating element, and also the speed of its giving on heating element were investigated. For specified parameters the regression equation was calculated. It was established that at optimum values of studied factors the coagulation of juice protein was carried out at 60–62 °C, and the exit of proteinaceous and vitamin coagulate made 20.3 % of the volume of green juice which arrived for processing. Sparing temperature condition and using two-phase heating allowed receiving proteinaceous and vitamin coagulate with high nutritional value, protein content (42.44 %), irreplaceable amino acids (valin, lysine, treonin, tryptophane) and carotene (15 mg/kg of dry matter). Presented technology of receiving proteinaceous and vitamin coagulate from alfalfa juice and the equipment developed for this purpose give the chance to increase the quality and to expand the range of let-out fodder and food products due to their enrichment with protein and vitamins.*

*Keywords: technology, equipment, alfalfa, proteinaceous and vitamin coagulate, protein, temperature condition, feed, food production.*

**Введение.** Одной из ключевых проблем современного мира является недостаток пищевого белка. Решение данной проблемы только за счет традиционного увеличения производительности растениеводства, животноводства и рыболовства невозможно в следствие наличия ряда ограничивающих факторов, таких как недостаточность посевных площадей и кормовой базы, исчерпаемость биологических ресурсов.

Перспективными направлениями для решения проблемы дефицита белка является разработка комплексных, безотходных технологий и нетрадиционных способов переработки сельскохозяйственного сырья.

Используемые рядом стран технологии получения кормового белка из водных растений и синезеленых водорослей, особенно в закрытых системах, весьма затратны [1]. В последние десятилетия значительное количество исследований направлено на использование в кормопроизводстве и пищевой продукции протеиновых добавок, полученных из сока зеленых растений. Например, протеиновую пасту люцерны рекомендуют для использования при производстве кормов и продуктов питания, не только как богатую белком, но и витаминами, и минеральными веществами [2, 3].

Важным аспектом изучения данной проблемы является разработка технологии получения белково-витаминного коагулята (БВК), позволяющая обеспечить максимальный выход белка и сохранить полезные свойства извлекаемых веществ.

Существующие способы [4–7] и устройство [8] для получения белково-витаминных паст из листостебельной массы зеленых растений обладают рядом недостатков: большое количество технологических операций, сложность выполнения, низкий выход паст и др.

**Цель исследований:** разработка технологии и оборудования, позволяющего получать белково-витаминный коагулят из зеленого сока при щадящих температурных режимах.

**Задача исследований:** провести исследования по получению белково-витаминного коагулята на экспериментальной установке.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследований являлись зеленая масса люцерны, коагулятор и белково-витаминный коагулят. Анализ качества исходного сырья и белково-витаминного коагулята проводился в НИИЦ ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, ФГБУ ГЦАС «Красноярский» и ФГБУ «Красноярский референтный центр Россельхознадзора».

**Результаты исследований и их обсуждение.** Исследования проводились в Инжиниринговом центре Красноярского ГАУ (при участии к. т. н., доцента А.В. Семенова, соискателя И.В. Шуранова). Технология получения белково-

витаминого коагулята (БВК) заключается в следующем. Скошенная и измельченная масса люцерны механически обезвоживалась на гидравлическом прессе. Полученный в результате зеленый сок поступал на запатентованную экспериментальную установку [9], схема которой представлена на рисунке 1.

Зеленый сок, предварительно смешанный с аскорбиновой кислотой (1 г/л сока люцерны) и

нагретый в емкости 1 до температуры 39 °С через душирующее устройство растекается тонкой пленкой и коагулируется на трубчатом нагревательном элементе 6, в котором циркулирует горячий теплоноситель. Коагуляция белка на трубчатом нагревательном элементе происходит при температуре теплоносителя 82,7–96,9 °С.

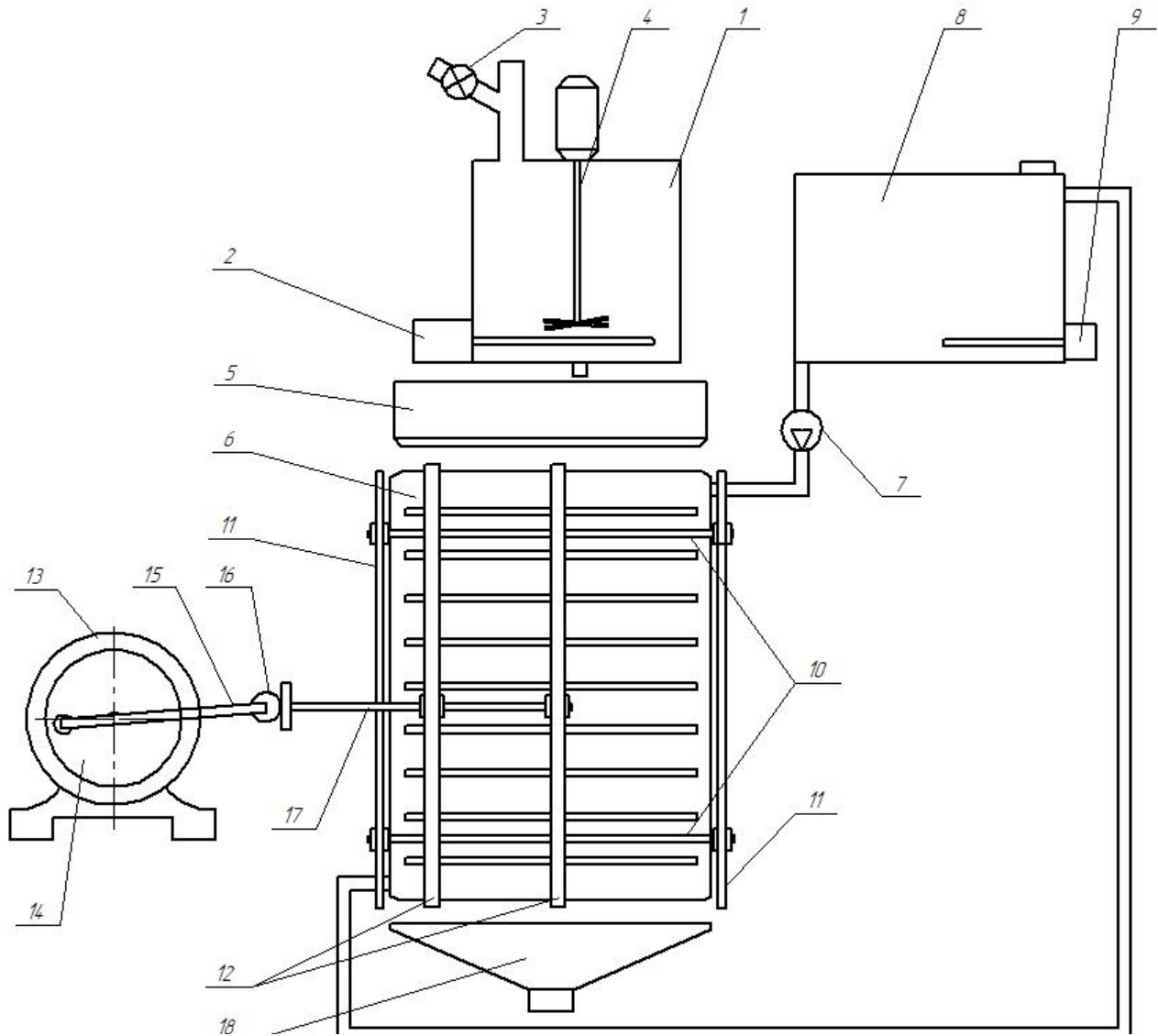


Рис. 1. Лабораторная установка для получения белково-витаминого коагулята: 1 – емкость; 2 – терморегулятор; 3 – дозирующее устройство; 4 – мешалка; 5 – душирующее устройство; 6 – трубчатые нагревательные элементы; 7 – насос для подачи горячей воды; 8 – емкость для нагрева воды; 9 – блок нагрева с терморегулятором; 10 – направляющие штанги; 11 – стойка; 12 – скребки; 13 – электродвигатель; 14 – кривошип; 15 – шатун; 16 – головка; 17 – приводная штанга; 18 – сборник коагулята с коричневым соком

Для предотвращения пригорания коагулята и качественного его удаления с трубчатого нагревательного элемента в установке предусмотрено возвратно-поступательное движение скребков 12 с шарнирно расположенными на них чистиками.

После коагуляции белков зеленого сока люцерны белково-витаминный коагулят отделялся от коричневого сока.

Выход сока после механического обезвоживания на гидравлическом прессе составил 29,83 % от используемой листостебельной массы люцерны, белково-витаминного коагулята – 20,3 % от объема полученного зеленого сока.

При проведении исследований определялась температура теплоносителя ( $x_1$ ), температура сока, поступающего на нагревательный элемент ( $x_2$ ), скорость подачи зеленого сока на нагревательный элемент ( $x_3$ ) и температура БВК после прохождения по нагревательным элементам.

Температура варьировала: теплоносителя – от 82,7 до 96,9 °С; сока, поступающего на нагревательный элемент, – от 39 до 43 °С, температура БВК после прохождения по нагревательным элементам – от 58,5 до 69,9 °С. Скорость подачи варьировала в пределах от 14,1 до 163,3 л/ч.

Наиболее важным фактором для обеспечения сохранности полезных свойств извлекаемых веществ является щадящий температурный режим обработки зеленого сока. В связи с этим в качестве параметра оптимизации работы установки выбрана температура БВК после прохождения по нагревательным элементам ( $y$ ) в зависимости от температуры ( $x_1$ ,  $x_2$ ) и скорости подачи сока на нагревательный элемент ( $x_3$ ) и определяется выражением

$$y = 65,086 + 1,198 x_1 + 0,007 x_2 - 2,818 x_3.$$

При оптимальных значениях факторов  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  температура получения БВК соответствует 60–62 °С. За счет двухстадийной обработки зеленого сока (предварительный нагрев в емкости, перемешивание с аскорбиновой кислотой и окончательная коагуляция белка в тонком слое при кратковременном нагреве) полученный БВК содержит 42,44 % белка с высоким содержанием незаменимых аминокислот. В 100 г полученного белка содержится соответственно 5,2 г ва-

лина; 5,2 – лизина; 6,1 – треонина; 1,7 г триптофана. Массовая доля каротина в БВК составляет 15 мг/кг сухого вещества.

Разработанная технология и оборудование позволяют получить белково-витаминный коагулят кормового и пищевого назначения, что дает возможность расширения ассортимента выпускаемой продукции, повышения ее качества за счет обогащения белком, витаминами и минеральными веществами.

**Выводы.** Установлено, что двухстадийная обработка зеленого сока при щадящем температурном режиме (60–62 °С) позволяет обеспечить выход БВК в количестве 20,3 % от объема перерабатываемого сока и содержание белка в коагуляте – 42,44 %. Использование разработанной и запатентованной установки позволяет получать белково-витаминный коагулят высокого качества для использования в кормовых и пищевых целях.

### Литература

1. *Шевелуха Е.А., Калашникова С.В., Дегтярев С.В., Кочиева Е.З.* Сельскохозяйственная биотехнология. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.
2. *Пройдак Н.И., Бондарь А.А., Свотин В.П., Салокхе В.М.* Ресурсосберегающая технология комплексной переработки листостебельной биомассы сеяных трав // Растительный белок: новые перспективы / под ред. *Е.Е. Браудо*. – М., 2000. – С. 112–166.
3. *Кудряшов В.Л.* Листостебельная масса трав – новое растительное сырье // Пищевая промышленность. – 2013. – № 10. – С. 64–66.
4. Способ получения белково-витаминной добавки: пат. России № 2197096 / *Коцаев А.Г., Бадякина А.О., Плутахин Г.А.* и др. – Заявл. 28.03.2000; опубл. 27.03.2003.
5. Способ получения пастообразного белково-витаминного травяного корма: пат. России № 2108731 / *Черногубов В.А., Долгов И.А., Пройдак Н.И., Попов С.И.* – Заявл. 31.01.1996; опубл. 20.04.1998.
6. Способ комплексной переработки протеинсодержащих зеленых растений: пат. России № 2528027 / *Шевцов А.А., Дранников А.В., Дерканосова А.А., Ключников А.И., Коротаева А.А.* – Заявл. 16.04.2013; опубл. 10.09.2014.

7. Способ получения концентратов хлоропластных и цитоплазматических белков из зеленых растений: пат. России № 2140746 / Киреева В.В., Долгов И.А., Пройдак Н.И., Черногубов В.А. – Заявл. 30.01.1996; опубл. 10.11.1999.
8. Установка для получения протеинового зеленого концентрата из сока зеленых растений: пат. России № 940733 / Коваль Н.П., Порк Р.П., Гришко А.А., Хайт М.Л., Паламарчук Г.П., Рябов В.П., Речаник И.Е., Парлакян А.С. – Заявл. 09.01.1981; опубл. 07.07.1982.
9. Установка для получения белка из зеленого сока: пат. России № 173690 / Чаплыгина И.А., Матюшев В.В., Семенов А.В., Шуранов И.В. – Заявл. 10.01.2017; опубл. 06.09.2017.
4. Sposob polucheniya belkovo-vitaminnoj dobavki: pat. Rossii № 2197096 / Koshchayev A.G., Badyakina A.O., Plutahin G.A. i dr. – Zayavl. 28.03.2000; opubl. 27.03.2003.
5. Sposob polucheniya pastoobraznogo belkovo-vitaminного travyanogo korma: pat. Rossii № 2108731 / Chernogubov V.A., Dolgov I.A., Projdak N.I., Popov S.I. – Zayavl. 31.01.1996; opubl. 20.04.1998.
6. Sposob kompleksnoj pererabotki proteinsoderzhashchih zelenyh rastenij: pat. Rossii № 2528027 / Shevcov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Klyuchnikov A.I., Korotaeva A.A. – Zayavl. 16.04.2013; opubl. 10.09.2014.
7. Sposob polucheniya koncentratov hloroplastnyh i citoplazmaticheskikh belkov iz zelenyh rastenij: pat. Rossii № 2140746 / Kireeva V.V., Dolgov I.A., Projdak N.I., Chernogubov V.A. – Zayavl. 30.01.1996; opubl. 10.11.1999.

#### Literatura

1. Sheveluha E.A., Kalashnikova S.V., Degtyarev S.V., Kochieva E.Z. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya. – M.: Vyssh. shk., 1998. – 416 с.
2. Projdak N.I., Bondar' A.A., Svotin V.P., Salokkhe V.M. Resursosberegayushchaya tekhnologiya kompleksnoj pererabotki listostebel'noj biomassy seyanyh trav // Rastitel'nyj belok: novye perspektivy / pod red. E.E. Braudo. – M., 2000. – S. 112–166.
3. Kudryashov V.L. Listostebel'naya massa trav – novoe rastitel'noe syr'e // Pishchevaya promyshlennost'. – 2013. – № 10. – S. 64–66.
8. Ustanovka dlya polucheniya proteinovogo zelenogo koncentrata iz soka zelenyh rastenij: pat. Rossii № 940733 / Koval' N.P., Pork R.P., Grishko A.A., Hajt M.L., Palamarchuk G.P., Ryabov V.P., Rechanik I.E., Parlakyan A.S. – Zayavl. 09.01.1981; opubl. 07.07.1982.
9. Ustanovka dlya polucheniya belka iz zelenogo soka: pat. Rossii № 173690 / Chaplygina I.A., Matyushev V.V., Semenov A.V., Shuranov I.V. – Zayavl. 10.01.2017; opubl. 06.09.2017.

