

7. Zholobova I.S., Borisenko V.V. Bentonites in veterinary medicine: a brief overview of the current state and prospects of development // Young scientist. 2016. №13. P. 929–935.
  8. Patent of Russia, № 2085254. Feed supplement for cattle / V.P. Ermolenko, A.F. Kaydalov, V.K. Davydenko, A.A. Mrykhin. 1997. Bul. № 17.
  9. Galochkin V.A., Galochkina V.P. Organic and mineral salts of selenium, their metabolism, biological availability and role in the body // Agricultural biology. 2011. № 4. P. 3–15.
  10. Chugai B.L., Krasnoslobodtseva A.S. etc. Selenoorganic drugs DAPs-25 and sleepin in livestock production // Bulletin of the TSU. Vol. 14. Vol. 1. 2009. P. 156–157.
  11. Patent of Russia, № 2295254. Method for processing HR evesnoy green / O.Y. Krasilnikov. 2007. Bul. № 18.
- 

УДК 66.081

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ ДЛЯ СОРБЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВ И ПОЛИФЕНОЛОВ

Е.В. ЕВДОКИМОВА – аспирантка,

тел. 8 (343) 2629772, e-mail: yevdokimovaekaterina@gmail.com \*

Ю.Л. ЮРЬЕВ – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,

e-mail: charekat@mail.ru \*

\* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,  
кафедра химической технологии древесины, биотехнологии и наноматериалов,

**Ключевые слова:** сорбция, осиновый уголь, белки, полифенолы.

При длительном хранении пива образуется коллоидное помутнение, которое зависит от различных факторов. В ходе работы для решения данной проблемы предлагается использование адсорбента, такого как древесный активный уголь.

Цель работы – показать возможность применения активных углей на основе осинового угля для сорбции растительных белков и полифенолов.

В настоящее время применяют различные адсорбенты, которые участвуют в технологическом процессе, но не присутствуют в готовом продукте, поэтому они относятся к вспомогательным материалам. Существуют определенные требования, предъявляемые к адсорбентам в пивоварении. По нашему мнению, этим требованиям вполне соответствуют древесные активные угли, которые имеют высокое значение удельной поверхности, широкое распределение пор по размерам и достаточно хорошо развитую мезопористость.

Осина встречается почти во всех регионах России, но при этом весьма слабо используется. Мы предполагаем, что активный уголь, полученный на основе древесины осины, будет иметь хорошие перспективы использования в народном хозяйстве, в частности в пивоваренном производстве.

Предпринятые нами исследования показали, что активный осиновый уголь имеет достаточно высокие сорбционные характеристики. Для исследования использовали образцы промышленного осинового угля, соответствующие ГОСТ 7657. Далее нами проведена активация этого угля.

Получены уравнения регрессии, адекватно описывающие влияние действующих факторов на процесс активации осинового угля.

Показана принципиальная возможность использования осинового активного угля для извлечения растительных белков и полифенолов из пивного сула.

## ABOUT THE POSSIBILITY OF ACTIVE CHARCOAL APPLYING FOR SORPTION OF VEGETABLE PROTEINS AND POLYPHENOLS

E.V. EVDOKIMOVA – postgraduate student, tel: 8 (343) 2629772,  
e-mail: yevdokimovaekaterina@gmail.com

Y.L. YURIEV – doctor, of technical Sciences, Professor, Head,  
phone: 8 (343) 2629772, e-mail: charekat@mail.ru

\* Ural state forestry engineering university,  
620100, Ykaterinburg, Sibirskiy trakt, 37,  
of Department of chemical technology  
of wood, biotechnology and nanomaterials

**Keywords:** sorption, aspen charcoal, proteins, polyphenols

During long-term storage of beer colloidal turbidity is formed, which depends on various factors. In the course of work, to solve this problem, it is proposed to use an adsorbent such as charcoal.

The aim of the work is to show the possibility of using active charcoals based on aspen wood for the sorption of plant proteins and polyphenols.

Currently, various adsorbents are used, which are involved in the process, but are not present in the finished product, so they are auxiliary materials. There are certain requirements for adsorbents in brewing. In our opinion, wood active coals suit these requirements as such coals have a high value of specific surface area, wide pore size distribution and well-developed mesoporous.

Aspen is found in almost all regions of Russia, but it is very poorly used. We assume that the active coal obtained on the basis of aspen wood will have good prospects for use in the national economy, in particular, in the brewing industry.

Our studies have shown that the active aspen charcoal has a fairly high sorption characteristics. For studies samples of industrial oenoforos corresponding to GOST 7657 were used. Then this charcoal has been activated.

The resulting regression equation adequately describes the effect of operating factors on the aspen charcoal activation process.

The principal possibility of using aspen active coal for extraction of vegetable proteins and polyphenols from beer wort is shown.

### Введение

Пиво представляет собой коллоидную систему. При длительном хранении, особенно при низкой температуре, в результате нарушения физико-химического равновесия коллоидных компонентов образуется коллоидное помутнение. Коллоидная стабильность пива зависит от множества факторов, таких как состав пива, технологические режимы получения сусле и пива, а также от технологии фильтра-

ция и стабилизации. Существуют несколько направлений в повышении коллоидной стойкости пива. Наиболее перспективным, по нашему мнению, является применение адсорбентов, удаляющих из пива нестойкие высокомолекулярные соединения белковой и фенольной природы, а также их комплексы.

### Цели и методы исследования

Цель работы – показать возможность применения активных

углей на основе осинового древесины для сорбции растительных белков и полифенолов. По нашему мнению, это позволит существенно повысить коллоидную стойкость пива.

В настоящее время применяют различные адсорбенты, которые участвуют в технологическом процессе, но не содержатся в готовом продукте, поэтому относятся к вспомогательным материалам.

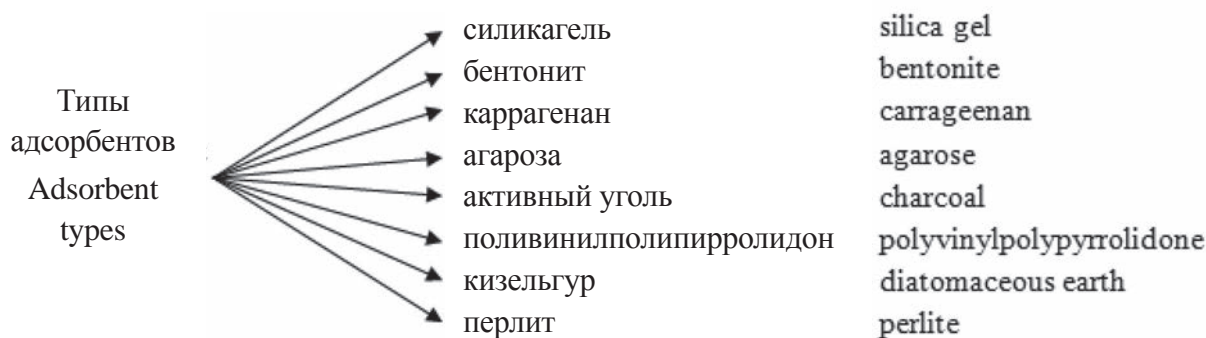
Требования, предъявляемые к адсорбентам в пивоварении [1, 2]:

- высокая степень адсорбции веществ, вызывающих помутнение пива;

- инертность по отношению к пиву (должны не изменять вкуса, запаха, цвета, пеностойкости);

- нерастворимость в пиве;
- возможность регенерации.

По нашему мнению, этим требованиям вполне соответствуют древесные активные угли, которые имеют высокое значение удельной поверхности, широкое распределение пор по размерам и достаточно хорошо развитую мезопористость.



Типы адсорбентов, применяемых в пивоварении  
Adsorbent types used in brewing

### Результаты исследований и их обсуждение

Ранее нами было изучено влияние обработки пивного сусла активным углем, полученным на основе березового угля, на степень извлечения полифенолов. Исследования показали более высокую сорбционную активность активного угля по извлечению полифенольных веществ по сравнению с таковой у кизельгура. Выявлено, что при использовании осветляющего угля для извлечения полифенолов достаточно продолжительность обработки в пределах 10 мин [3].

На основании проведенных ранее исследований, в ходе которых проводилось сравнение сорбционных характеристик активного угля (АУ) и кизельгура относительно извлечения высокомолекулярных белков и поли-

фенолов с применением (использованием) модельных растворов, было установлено, что АУ марки ОУ-А проявляет высокие сорбционные свойства по извлечению как высокомолекулярных белков, так и полифенолов из водных растворов, в то время как кизельгур обладает хорошими сорбционными характеристиками по извлечению белков и крайне слабой способностью к извлечению полифенолов [4].

Осина часто встречается почти во всех регионах России, при этом весьма слабо используется. Мы предполагаем, что активный уголь, полученный на основе древесины осины, будет иметь хорошие перспективы использования в пивоваренном производстве.

Предпринятые нами исследования показали, что активный осинный уголь имеет достаточ-

но высокие сорбционные характеристики. Для исследования использовали образцы промышленного древесного угля, соответствующие ГОСТ 7657.

Осинный ДУ был получен путем пиролиза при температуре 800 °С и продолжительности 60 мин. Осинный уголь имел влажность 2,47%, содержание нелетучего углерода 85%, зольность 2,11%, кажущуюся плотность 240 г/л. Далее нами проводилась активация древесного угля.

Из множества факторов, влияющих на процесс активации, нами были выбраны три основных: температура  $X_1$ , удельный расход водяного пара  $X_2$  и продолжительность процесса активации  $X_3$ .

Температура процесса активации изменялась в диапазоне

820–880 °С, удельный расход водяного пара составлял 1,8–2,3 кг/кг древесного угля (ДУ), продолжительность активации менялась от 120 до 150 мин. Для определения оптимальных условий активации необходимо изучить влияние действующих факторов процесса активации на  $Y_1$  – выход активного угля, %;  $Y_2$  – адсорбционную активность по йоду, %, которые были приняты в качестве функций отклика.

В результате проведения исследований по активации осинового угля получены данные, которые показаны в таблице.

Низкий выход АУ обусловлен созданием жестких условий активации, что благоприятно сказалось на высокой адсорбционной активности угля по йоду. Это

объясняется тем, что структура исходного осинового угля менее термоустойчива, чем у березового, полученного при тех же условиях. Мы связываем это с разным анатомическим строением осиновой и березовой древесины.

Полученные уравнения регрессии адекватно описывают влияние действующих факторов на процесс активации угля на основе осиновой древесины.

Влияние температуры, удельного расхода пара и продолжительности активации на выход активных углей описывается следующим уравнением:

$$Y_1 = 37,41 - 9,76X_3 + 4X_1X_2 + 4,11X_2X_3 - 5,4X_1X_2X_3.$$

Как видно из уравнения, при созданных нами условиях на выход активных углей наибольшее

влияние оказывает продолжительность процесса активации, находящаяся в обратной зависимости от совместного влияния как температуры и удельного расхода пара, так и удельного расхода пара и продолжительности процесса активации.

Влияние выбранных факторов на адсорбционную активность углей по йоду описывается уравнением

$$Y_2 = 137,15 + 3,43X_1 + 8,76X_3 - 3,48X_1X_2 - 5,37X_1X_3.$$

Адсорбционная активность угля по йоду напрямую зависит от температуры и продолжительности процесса активации, при этом находится в обратной зависимости от совместного влияния температуры и удельного расхода пара, температуры и продолжительности процесса активации. Наибольшее влияние оказывает продолжительность процесса активации [5].

### Выводы

Показана принципиальная возможность использования осинового активного угля для извлечения растительных белков и полифенолов из пивного суслу.

Исследования в области получения осинового активного угля для пивоваренного производства необходимо продолжить.

Значения независимых переменных в натуральном виде  
The values of independent variables in natural response

Факторы Factors			Функции отклика Response function	
$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_1$	$Y_2$
820	1,8	120	64,3	117
820	1,8	150	23	136
820	2,3	150	32	144
820	2,3	120	37,5	135
880	2,3	150	33,1	151
880	2,3	120	46,9	133
880	1,8	150	28,4	150
880	1,8	120	38,4	139

### Библиографический список

1. Меледина Т.В., Дедегкаев А.Т. Коллоидная стойкость пива: учеб. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 90 с.
2. Технология броидильных производств: учеб. пособие / О.А. Котик, Н.В. Королькова, А.А. Колобаева, Е.В. Панина. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. 139 с.
3. Евдокимова Е.В., Панова Т.М., Юрьев Ю.Л. Влияние активного угля на степень извлечения полифенолов из пивного суслу // Вестник технол. ун-та. 2017. Т. 20. № 6. С. 124–126.

4. Некоторые характеристики процесса сорбции белков и полифенолов на активном угле / Е.В. Евдокимова, Э.З. Хаснуллин, Т.М. Панова, Ю.Л. Юрьев // Леса России и хоз-во в них. 2016. № 3 (58). С. 64–67.
5. Евдокимова Е.В. Некоторые особенности получения активного осинового угля // Леса России и хоз-во в них. 2017. № 4 (63). С. 67–72.

#### *Bibliography*

1. Meledina T. V., Dedegkaev A. T. Colloidal stability of beer: Study guide. SPb.: ITMO; Iibt, 2014. 90 p.
  2. Technology of fermentation: Study guide / O.A. Kotik, N.V. Korolkova, A.A. Kolobaeva, E.V. Panina. Voronezh: Voronezh state agricultural university, 2017. 139 p.
  3. Evdokimova E.V., Panova T.M., Yuriev Y.L. The influence of active carbon on the degree of extraction of polyphenols from beer wort // Bulletin of Technological University. 2017. Vol. 20. № 6. P. 124–126.
  4. Some characteristics of the adsorption process of proteins and polyphenols on activated carbon / E.V. Evdokimova, E.Z. Hasnulin, T.M. Panova, Y.L. Yuriev // Russian Forests and economy in them. 2016. № 3 (58). P. 64–67.
  5. Evdokimova E. V. Some features of active aspen coal obtaining // Russian Forests and economy in them. 2017. № 4 (63). P. 67–72.
- 
-