

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕБЛЕЙ ПОДСОЛНЧНИКА В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Подсолнечник является распространенной сельскохозяйственной культурой, отходы переработки которого являются перспективным сырьем для производства сорбционного материала. В ходе исследований было установлено, что отход (стебли) от производства подсолнечника эффективно очищают модельные растворы от красителя «метиленовый голубой».

Создание эффективных и недорогих сорбентов широкого профиля.

Ключевые слова: сорбенты, тяжелые металлы, отход подсолнечника, эффективность очистки.

Подсолнечник однолётный, или Подсолнечник масли́чный (лат. *Helianthus ánnuus*) — вид травянистых растений из рода Подсолнечник семейства Астровые.

Подсолнечник однолетний — наиболее известный и распространённый вид подсолнечника.

Общая потребность подсолнечника в тепле в зависимости от продолжительности вегетации различна, для короткоспелых сортов и гибридов сумма активных температур равна 1850, для раннеспелых — 2000, для среднеспелых — 2150. Средняя урожайность семян подсолнечника однолетнего составляет 10 ц/га (1 т/га или 100 т/км²). Максимальная урожайность 45 ц/га (4,5 т/га или 450 т/км²) [1].

Подсолнечник однолетний выращивается практически во всём мире. В первую очередь — для производства из семян подсолнечного масла, которое затем употребляется для приготовления пищи и для технических нужд. Гидрогенизацией подсолнечного масла получают саломас, который в дальнейшем используется при производстве маргарина или мыла. Масло также используется в лакокрасочной промышленности [1].

В России, ещё до изобретения производства подсолнечного масла, семена подсолнечника использовались как народное лакомство — семечки, употребляемые в сыром и поджаренном виде. Кроме того, их добавляют в кондитерские изделия, салаты, изготавливают подсолнечниковые козинаки. Молотые семена подсолнечника являются основным компонентом подсолнечной халвы [2].

Подсолнечник масличный используется и как лекарственное растение: из сухих листьев и краевых цветков готовят настойку для повышения аппетита. В народной медицине настой из краевых язычков цветков используется в качестве жаропонижающего. Подсолнечное масло не только ценный продукт питания, но и важное лечебное средство. Его употребляют наружно для растираний больных суставов, а внутрь принимают как лёгкое и мягкое слабительное. В прошлом свежие семена подсолнечника масличного рекомендовали применять при аллергии, бронхите и малярии.

Отходы производства подсолнечного масла (жмых и шрот) используются как высокобелковый корм для скота. Жмых используется также для изготовления халвы. Богатая белком зелёная масса высокорослых сортов идёт на силос и сенаж. Скот охотно поедает обмолоченные корзинки, полосу и силос из растений, убранных во время цветения.

Стебель у подсолнечника до 5 м (у масличных сортов 0,6—2,5 метров), прямостоячий, преимущественно неветвящийся, покрыт жёсткими волосками. Внутри стебля находится мягкая, упругая сердцевина.

Стебли подсолнечника служат сырьём для получения клетчатки и бумаги. В безлесных районах их употребляют также на топливо. Лузга подсолнечника используется для производства биотоплива — топливные брикеты. Из золы от сжигания стеблей извлекают поташ, применяемый в мыловарении, производстве тугоплавкого и хрустального стекла, при крашении и как калийное удобрение. Подсолнечник высевают как кулисное растение для задержания на полях снега. [2]

В 2018 году, по данным Росстата, посевные площади подсолнечника в России составили 8 158,2 тыс. га, что на 2,1% (на 164,2 тыс. га) больше, чем годом ранее.

По отношению к 2013 году (за 5 лет) площади выросли на 12,1% (на 879,8 тыс. га), к 2008 году (за 10 лет) - на 31,6% (на 1 957,3 тыс. га), к 2001 году - на 113,2% (на 4 331,0 тыс. га).

Рейтинг регионов по размеру площадей подсолнечника

1. Саратовская область. Площади занимали 1 220,4 тыс. га (15,0% в общих размерах). За год они выросли на 6,3% (на 72,4 тыс. га).

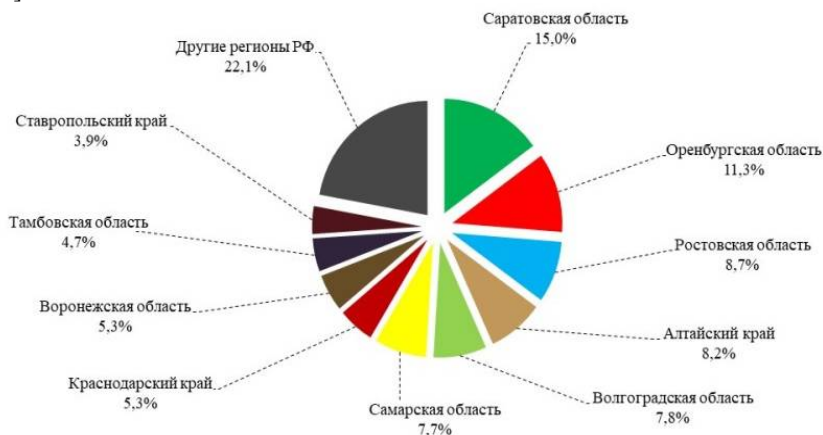
2. Оренбургская область (размер площадей в 2018 году - 920,2 тыс. га, доля в общих площадях - 11,3%).

3. Ростовская область (712,8 тыс. га, 8,7%).

4. Алтайский край (669,4 тыс. га, 8,2%).

5. Волгоградская область (636,8 тыс. га, 7,8%).

Также в 10 лучших регионах по посевным площадям подсолнечника в 2018 году вошли Самарская область, Краснодарский край, Воронежская область, Тамбовская область, Ставропольский край [3].



Источник: Росстат

Рис. 1 - ТОП-10 регионов по размеру посевных площадей подсолнечника в России

Валовые сборы семян подсолнечника в 2018 году, по данным Росстата, в первоначальном весе находились на уровне 13 380,4 тыс. тонн (12 601,3 тыс. тонн в весе после доработки). За год сборы выросли на 19,0% (на 2 132,2 тыс. тонн), за 5 лет - на 26,7% (на 2 816,5 тыс. тонн), за 10 лет - на 82,0% (на 6 028,6 тыс. тонн). По отношению к 2001 году, производство увеличилось на 398,9% (на 10 698,2 тыс. тонн) [4].

Во многих регионах страны стебли подсолнечника после сбора семян нигде не используются.

Нами была предпринята попытка исследования возможности использования стеблей подсолнечника для адсорбционной очистки водных сред.

Адсорбция - это процесс поглощения вещества из раствора поверхностью твердого тела (адсорбента). Адсорбция может быть физической и химическая (хемосорбция). При физической адсорбции взаимодействие между адсорбентом и сорбируемым веществом осуществляется за счет сил межмолекулярного взаимодействия (сил Ван-дер-Ваальса). При физической адсорбции возможен обратный

процесс - десорбции. При хемосорбции происходит химическое взаимодействие между сорбентом и сорбируемым веществом [5].

Процесс адсорбции складывается из трех стадий: перенос вещества из раствора к поверхности зерен адсорбента (внешне- диффузионная область), перенос вещества внутри зерен адсорбента (внутри диффузионная область).

Адсорбционная очистка вод может быть регенеративной, то есть с извлечением вещества из адсорбента и его утилизацией, и деструктивной, при которой извлеченные из сточных вод вещества уничтожаются вместе с адсорбентом. Эффективность адсорбционной очистки достигает 80-95% и зависит от химической природы адсорбента, величины адсорбционной поверхности и ее доступности, от химического строения вещества и его состояния в растворе.

Адсорбцию используют для обезвреживания сточных вод от фенолов, гербицидов, пестицидов, ароматических нитро соединений, ПАВ, красителей, тяжелых металлов и др. Достоинством метода является высокая эффективность, возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ, а также рекуперации этих веществ [6].

Были изучены физико-сорбционные свойства стебля подсолнечника.

Для исследования был взят отход подсолнечника (стебли подсолнечника), собранный после уборки семян на полях вблизи г. Белгорода. Отход был измельчен с помощью мясорубки и просеян через сита. Для дальнейшего исследования была взята фракция 1.5-2 мм.

Физико-химические свойства измельченных стеблей подсолнечника указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические свойства измельченных стеблей подсолнечника

Показатели	Обозначения	Размерность	Значение
Размер частиц	ϕ	мм	1,5-2
Насыпная плотность	$\rho_{\text{нас}}$	г/см ³	0,14
рН водной вытяжки	рН	-	5,8
Потери при прокаливании	п.п.п	%	1,72
Влажность	W	%	0,148

Далее была произведена подготовка образцов с помощью обработки их щелочью NaOH разных концентраций (5,10,15%). Для обработки брали 5г подсолнечника, заливали 100 мл щелочи нужной концентрации, настаивали 1,5 часа, отфильтровали через бумажный фильтр и высушивали.

После обработки щелочью брали 1г высушенного отхода подсолнечника и добавляли в коническую колбу с 100мл метиленового голубого исходной концентрации $C_{исх}=10$ мг/л. Оставляли на ротаторе на 30 минут, затем фильтровали через бумажный фильтр и измеряли оптическую плотность на Фотоэлектроколориметре. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица2 – Влияния обработки сорбционного материала щелочью на эффективность очистки

Обработка щелочью, %	Оптическая плотность	Концентрация мг/л метиленового голубого, $C_{кон}$	Эффективность очистки (Ξ), %
0	0,051	1,5	85
5	0,03	1	90
10	0,0125	0,4	96
15	0,035	1,15	88,5

Эффективность очистки находили по формуле:

$$\Xi, \% = \frac{C_{исх} - C_{кон}}{C_{исх}} * 100\%$$

$C_{исх}$ - Исходная концентрация метиленового голубого = 10 мг/л

$C_{кон}$ – Конечная концентрация метиленового голубого после очистки его подсолнечником.

Результаты исследований представлены на рисунке 2.

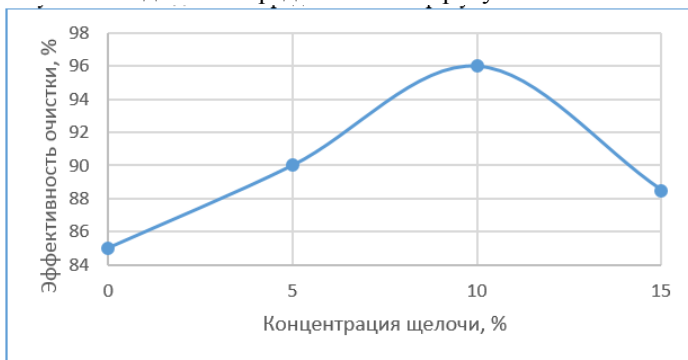


Рис. 2 - Зависимость эффективности очистки от концентрации щелочи

После расчета эффективности было определено, что самая высокая эффективность очистки наблюдалась у образцов, обработанных 10% щелочью.

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что отход (стебли) от производства подсолнечника достаточно эффективен для очистки сточных вод. Максимальная эффективность очистки составила 96%, что является показателем выше средней нормы в адсорбционном методе очистки. Следовательно, данный отход подсолнечника имеет высокий потенциал в дальнейшем исследовании, для определения больших возможностей очистки вод с помощью него.

Библиографический список

1. Подсолнечник [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F.html> (дата обращения 03.10.19)
2. Подсолнечник однолетний [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://agronomy.ru/podsolnechnik.html> (дата обращения 03.10.19)
3. Производство подсолнечника [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/proizvodstvo-semyan-podsolnechnika-v-rossii-v-2016-godu.html> (дата обращения 03.10.19)
4. Выращивание подсолнечника [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/posevnye-ploshchadi-valovye-sborny-i-urozhajnost-semyan-podsolnechnika-v-rossii-itogi-2018-goda.html> (дата обращения 03.10.19)
5. Адсорбция [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lektsii.org/5-1835.html> (дата обращения 03.10.19)
6. Сакалова Г. В. Эффективность очистки сточных вод гальванического производства адсорбционным методом / Г. В. Сакалова, С. В. Свергузова, М. С. Мальованый // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2014. - №4. - С. 153-156.
7. Свергузова, С.В. Эффективная очистка сточных вод как фактор экологической безопасности жизнедеятельности / С.В. Свергузова, Ж.А. Свергузова, Г.И. Тарасова // Безопасность жизнедеятельности.– 2010.– №8.– С.36-38.
8. Свергузова Ж.А. Очистка сточных вод от красителей "оранжевый г" и "метиленовый голубой" отходом сахарного производства / Свергузова Ж.А., Ельников Д.А., Свергузова С.В. // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 3. – С. 34–37.