

УДК 547.672. 633.511:631.8

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ТРАВЫ *HYPERICUM PERFORATUM* L. СУБСТАНЦИИ, ОБЛАДАЮЩЕЙ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ

© *Б.А. Абдурахманов**, *С.М. Тураева*, *Т.Ф. Ибрагимов*, *Р.М. Халилов*

*Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз,
ул. Мирзо Улугбека, 77, Ташкент, 100170 (Узбекистан), e-mail: bahti86.86@mail.ru*

Изучена стадия сушки маточного раствора после экстракции флавоноидов этилацетатом производства субстанции «Сухой экстракт зверобоя», на основе которого разработан препарат «Зверсин», обладающий ростостимулирующей активностью. Установлено, что сушка зверсина на распылительной сушилке является оптимальной. В результате изучения влияющих на процесс сушки параметров выбран следующий режим, обеспечивающий оптимальную работу сушилки с высоким выходом готового продукта: температура теплоносителя на входе 160–170 °С, выходе 60–70 °С, скорость подачи раствора 5.5 л/ч·м³, сухой остаток высушиваемого раствора 10–15%.

Изучено влияние зверсина на всхожесть семян, рост и развитие проростков растений. Установлено, что 0.01%-ный раствор зверсина положительно влияет на всхожесть семян, рост и развитие проростков растений.

На основе полученных результатов разработана технология комплексной переработки зверобоя, которая позволяет получить субстанции препарата для лечения депрессивных состояний и регулятора роста растения. При апробировании технологии установлено, что выход сухого экстракта (содержание гиперцицина 0.3%) составляет 2.0%, зверсина (содержание рутина 6%) – 7% к массе сырья.

Ключевые слова: зверобой продырявленный, *Hypericum perforatum* L., флавоноиды, гиперцин, технология, сушка, регулятор роста растений, сухой экстракт зверобоя, отходы.

Введение

Одной из актуальных проблем фармацевтической промышленности является утилизация отходов производства. Для этого необходимо разработать технологии, которые позволяют комплексно использовать растительное сырье, так как при производстве субстанций биологически активных веществ образуются различные отходы. Во многих случаях эти отходы содержат достаточно большое количество биологически активных веществ. Одним из флавоноидсодержащих растений является зверобой продырявленный – *Hypericum perforatum* L., сем. Зверобойных – *Hypericaceae*. Целебные свойства травы зверобоя определяются высоким содержанием в нем биологически активных соединений, таких как флавоноиды (рутин, гиперозид, бисапигенин), антраценпроизводные (гиперицин, псевдогиперицин), флороглюцины (гиперфорин), дубильные вещества, эфирные масла, аскорбиновая кислота и другие биологически активные соединения (БАС) [1–3].

Абдурахманов Бахтияр Алимжонович – младший научный сотрудник экспериментально-технологической лаборатории, e-mail: bahti86.86@mail.ru

Тураева Саида Муратова – младший научный сотрудник лаборатории органического синтеза и защиты растений, e-mail: saidaturaeva889@gmail.com

Ибрагимов Тимур Фархадович – старший научный сотрудник лаборатории химии гликозидов, кандидат химических наук, e-mail: tim_icps@yahoo.com

Халилов Равшанжон Муратджанович – старший научный сотрудник, доктор технических наук, e-mail: dr.khalilov@rambler.ru

Зверобой продырявленный входит в фармакопеи многих стран и по данным Европейского научного объединения фитотерапии является одним из самых популярных лекарственных растений в мире, что привело к значительному увеличению площадей его агроценозов [4–5]. В научной литературе показаны противовоспалительное [6], антибактериальное [7], противовирусное [8], анальгезирующее [9], диуретическое [10], седативное [11], кровоостанавливающее [12–14], антигельминтное

* Автор, с которым следует вести переписку.

[15], гипохолестеринэмическое [16], антидепрессивное [17] свойства зверобоя. В последние годы возрос интерес к антрахиноновым пигментам зверобоя продырявленного – гиперинам, так как у гиперинсодержащих препаратов установлена противомикробная, противовирусная и антиканцерогенная активность [18–19]. На сегодняшний день зверобой является лекарственным растительным сырьем, на основе которого фармацевтическая промышленность выпускает ряд лекарственных препаратов, применяемых для лечения депрессивных состояний – Негрустин, Деприм, Гелариум, Гиперикум [20–21].

В Институте химии растительных веществ (ИХРВ, Узбекистан) разработана технология производства сухого экстракта зверобоя, предназначенного для использования в качестве субстанции для производства антидепрессантных препаратов. Сухой экстракт зверобоя получают на основе технологической инструкции ТИ 03535440-022:2016 по следующей технологии: траву зверобоя пятикратно экстрагируют 80% этиловым спиртом при комнатной температуре, объединенные экстракты сгущают и разбавляют водой в объемном соотношении 1 : 1, затем водно-кубовый остаток обрабатывают экстракционным бензином, далее флавоноиды экстрагируют этилацетатом, этилацетатный раствор флавоноидов сгущают и сушат. Получают сухой экстракт, отвечающий требованиям ТУ 03535440-022:2016 (содержание гиперина не менее 0.3%). Выход готового продукта «Сухой экстракт зверобоя» составляет 2.0% к массе сырья.

Одним из перспективных направлений в физиологии растений является учение о направленном регулировании жизненно важных процессов растений при помощи физиологически активных веществ – росторегуляторов растений. Изыскание новых дешевых растительных средств повышения урожайности в настоящее время имеет большое практическое значение. Широким спектром активности обладают препараты, выделенные из растений. Примерами таких препаратов является оберег [22], циркон, эпин-экстра, иммуноцитифит, лариксин [23] и др.

В литературе также описаны ростостимулирующие свойства различных веществ или продуктов, полученных из травы зверобоя [24].

Исходя из вышеизложенного, нами было решено разработать новый ростостимулирующий препарат из отходов производства субстанции «Сухой экстракт зверобоя».

При производстве сухого экстракта зверобоя основным по количеству отходом является истощенное сырье после экстракции спиртом. Сухой шрот зверобоя содержит белковые, зольные вещества, клетчатку, которые можно вносить под вспашку полей в качестве удобрения.

Следующим основным отходом производства является маточный раствор (далее – исследуемый раствор) после жидкостно-жидкостной экстракции этилацетатом.

Цель данной работы – изучение процесса сушки исследуемого раствора и изучение его ростостимулирующей активности при обработке семян пшеницы и хлопчатника.

Разрабатываемый препарат ростостимулирующего действия на основе исследуемого раствора назвали «Зверсин».

Экспериментальная часть

Технологические исследования. Для получения зверсина из исследуемого раствора были использованы вакуумно-сушильный шкаф «ШСВ-45К» (Россия) и распылительная сушилка форсунчатого типа «Anhydro №2» (Дания).

Исследуемый раствор содержит 8% сухого остатка и 7% органических растворителей (экстракционный бензин, этилацетат).

Первую порцию исследуемого раствора в количестве 2.0 л сгущали в роторном испарителе до густой массы, который затем сушили в вакуум-сушильном шкафу при температуре 70–90 °С и вакууме – 0,6–0,8 кгс/см². Получали 180 г сухой массы.

Вторую порцию исследуемого раствора в количестве 2.0 л загружали в вакуум выпарной аппарат и отгоняли до полного удаления органических растворителей. Оставшиеся 1.7 л водного раствора сушили в распылительной сушилке при температуре теплоносителя при входе 180 °С, на выходе 85 °С, давление воздуха для распыления раствора 0.2 МПа. Получали 160 г сухой массы.

Экстракт из вакуум-сушильного шкафа имел смолообразную массу, которая трудно отделялась от поверхности сушилки и при измельчении прилипала к ножу мельницы. Экстракт из распылительной сушилки имел порошкообразный вид. Поэтому для сушки исследуемого раствора выбрали распылительную сушилку.

Далее для определения оптимальной скорости подачи исходного раствора провели опыты при разной скорости подачи 2,0 л исследуемого раствора в сушилку. Сушку раствора проводили при температуре теплоносителя при входе 180 °С, на выходе 85 °С (табл. 1).

Максимальная производительность сушилки «Anhydro №2» с объемом сушильной камеры 0,9 м³ и мощностью калорифера 9 кВт составляет 10 л/ч по испаренной влаге при сушке чистой воды.

Из таблицы 1 следует, что при скорости подачи более 5 л/ч раствор плохо высушивается и около 10% экстракта прилипает к стенкам камеры сушилки. При подаче раствора со скоростью менее 5 л/ч потери готового продукта и продолжительность сушки увеличиваются. Принимая во внимание вышеизложенное, для сушки зверсина выбрана скорость подачи раствора – 5 л/ч, т.е. в пересчете производительности на единицу объема во времени 5,5 л/ч·м³.

Эффективность эксплуатации сушилки во многом зависит от правильного выбора концентрации высушиваемого раствора, так как это влияет на производительность сушилки и энергопотребление на единицу высушенного продукта.

Для определения оптимальной концентрации раствора исследуемый раствор сгущали до содержания сухих остатков 5, 10, 15, 20%. Приготовленные растворы сушили при температуре теплоносителя при входе 180 °С, на выходе 85 °С, подавая со скоростью 5 л/ч (табл. 2).

Из таблицы 2 следует, что высушиваемый раствор, имеющий сухой остаток 10–15%, является оптимальным, так как 5% раствор не соответствует по количеству влаги, а 20% раствор – вязкий и насос не может стабильно и равномерно перекачивать его из емкости в сушилку. Кроме того, цвет получаемого продукта слишком темный и он имеет горелый запах.

С целью выявления оптимальной температуры теплоносителя при входе опыты проводили следующим образом: 30 л исследуемого раствора отгоняли до содержания сухого остатка 15% и по 2,0 л готового раствора сушили при различной температуре теплоносителя при входе, на выходе 85 °С, подавая со скоростью 5 л/ч (табл. 3).

Из таблицы 3 следует, что увеличение температуры на входе в сушильную камеру приводит к повышению выхода зверсина и снижению массовой доли влаги в готовом продукте. С другой стороны, увеличение температуры теплоносителя на входе выше 180 °С приводило к ухудшению органолептических показателей готового продукта: появлялся горелый запах, ухудшались вкус и цвет. Поэтому температуру теплоносителя при входе выбрали 160–170 °С.

С целью выявления температуры теплоносителя на выходе по 2,0 л готового раствора сушили при температуре теплоносителя при входе 160 °С, на выходе – при различной температуре, подавая раствор со скоростью 5 л/ч (табл. 4).

Таблица 1. Влияние скорости подачи раствора на процесс сушки

Скорость подачи раствора, л/ч	Выход зверсина, г	Массовая доля воды в зверсине, %
3	152.8	2.7
4	156.4	3.0
5	162.0	3.2
6	154.6	5.6
7	148.8	6.5

Таблица 2. Влияние концентрации раствора на процесс сушки

Сухой остаток в высушиваемом растворе, %	Выход зверсина, г	Массовая доля воды в зверсине, %	Цвет зверсина
5	153.4	6.1	Коричневый
10	160.6	3.0	Светло-коричневый
15	161.4	2.7	Желтовато-коричневый
20	151.8	1.8	Темно-коричневый

Таблица 3. Влияние температуры теплоносителя при входе на процесс сушки

Температура теплоносителя при входе, °С	Выход зверсина, г	Массовая доля воды в зверсине, %	Цвет зверсина
150	245.5	4.1	Коричневый
160	269.6	3.6	Светло-коричневый
170	270.0	3.2	Желтовато-коричневый
180	271.2	3.1	Желтовато-коричневый
190	271.8	2.9	Темно-коричневый

Таблица 4. Влияние температуры теплоносителя при выходе на процесс сушки

Температура теплоносителя при выходе, °С	Выход зверсина, г	Массовая доля воды в зверсине, %	Цвет зверсина
50	235.6	6.2	Коричневый
60	271.3	3.7	Светло-коричневый
70	273.2	3.1	Желтовато-коричневый
80	252.2	2.2	Желтовато-коричневый
90	248.8	1.5	Темно-коричневый

Из таблицы 4 следует, что при температуре на выходе 50 °С массовая доля воды в зверсине высокая, при 90 °С – потеря зверсина увеличивается. Это можно объяснить тем, что при понижении влажности снижается плотность продукта, за счет чего с воздухом выбрасывается большее его количество. Поэтому температуру теплоносителя при выходе выбрали 60–70 °С.

Степень распыления раствора форсункой в сушильной камере зависит от давления подаваемого воздуха. Оптимальное давление обеспечивает хорошее высушивание раствора в камере. Для этого выбраны следующие параметры давления воздуха: 0.05; 0.1; 0.15; 0.2; 0.25 МПа.

Оптимальное давление подаваемого воздуха на форсунку – 0.2 МПа. При давлениях 0.05, 0.1, 0.15 МПа раствор плохо распылялся внутри сушилки и получаемый продукт был влажным. При 0.25 МПа раствор прилипал к верхней стенке сушилки.

Биологические исследования. Опыты проводились в лабораторных условиях общепринятым методом замочки семян. Так как все растения неодинаково реагируют на исследуемые соединения, то в качестве тест-культуры были использованы семена пшеницы сорта Татьяна и хлопчатника сорта Султон.

При предпосевной обработке семян обоих тест-культур обрабатывались в растворах зверсина 0.1, 0.01 и 0.001 концентрации в течение 18 ч при 26 °С. Контролем служили семена, замоченные в воде. В качестве эталона использовали препарат Учкун в концентрации 0.001% [25]. Повторность опытов трехкратная. Результаты экспериментов обрабатывали методом вариационной статистики по Б.А. Доспехову [26].

Проводился опыт на ростстимулирующую активность зверсина предпосевной обработке семян пшеницы в стаканах объемом 250 мл, в почву. Почва легкосуглинистая, слабозасоленная, содержание гумуса 2.9% [27].

При выращивании в чашках Петри высокая всхожесть семян пшеницы – 100% – наблюдалась при обработке 0.01 и 0.001% растворами зверсина и была выше контроля на 25% и эталона – на 1.6 % (рис. 1). В опытах на хлопчатнике наибольшая всхожесть наблюдалась при обработке 0.01% раствором зверсина и составляла 70%, что выше контроля на 40%.

Эта же концентрация зверсина проявила стимулирующее действие на линейный рост побегов пшеницы. Длина корней составляла 6.2 см и превышала контрольные с показателем 2.96 см на 109% (рис. 2), длина стеблей у опытных растений – 4.4 см и была выше контрольных (2.31 см) и эталонных растений (3.84 см) соответственно на 90.4 и 12.3%. Значительно слабее по активности оказалась 0.001% концентрация зверсина. При воздействии зверсина в 0.01% концентрации длина корня и стебля была ниже – 3.17 см, стебля – 3.37 см, что выше контрольного варианта на 7 и 45.8% соответственно.

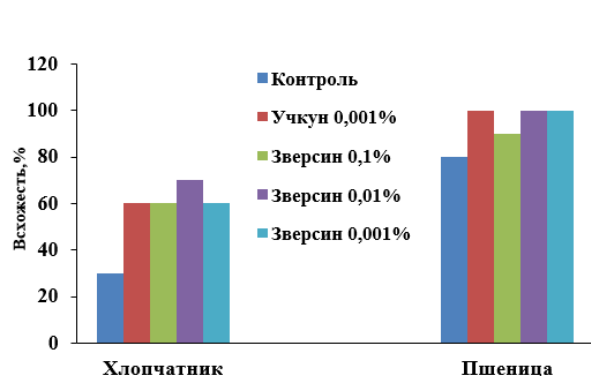


Рис. 1. Влияние зверсина на всхожесть семян пшеницы и хлопчатника

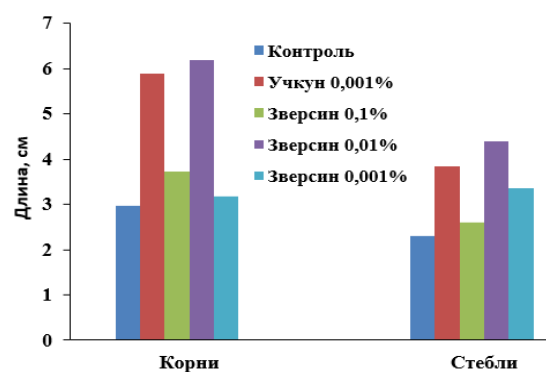


Рис. 2. Влияние зверсина на рост проростков пшеницы

Семена хлопчатника оказались менее чувствительны к действию зверсина. При обработке 0.01% раствором зверсина длина корней составляла 4.41 см и была на 26.0% выше контроля и практически на уровне эталона – 4.5 см. Все исследуемые концентрации не стимулировали рост стеблей. Их длина не превышала длины стеблей в контроле (рис. 3).

По результатам опытов по выращиванию семян пшеницы в почве наиболее эффективной концентрацией зверсина оказалась 0.01%. Энергия прорастания составила 70% и была выше, чем в контроле. Всхожесть семян в этом варианте также превышала всхожесть при всех других концентрациях зверсина. Длина проростков составила 5.72 см, тогда как в контрольном варианте она составила 1.1 см (табл. 5).

Таким образом, нами установлено, что зверсин, являющийся отходом при переработке травы *Hypericum perforatum*, положительно влияет на всхожесть семян, рост и развитие проростков растений.

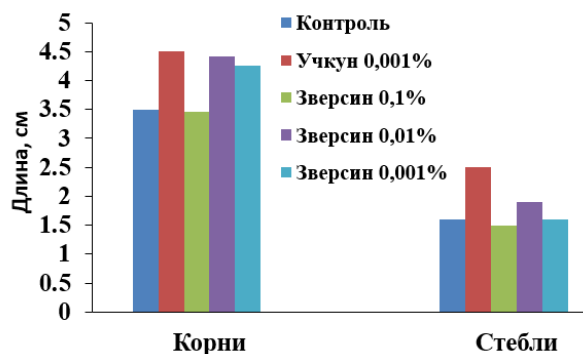


Рис. 3. Влияние зверсина на рост проростков хлопчатника

Таблица 5. Влияние зверсина на посевные качества семян и длину проростков пшеницы в почве

Варианты опыта	Энергия прорастания, %	Отклонение от контроля, %	Всхожесть, %	Отклонение от контроля, %	Длина 5-дневных проростков, см
Контроль	–	–	20.0±0.44	–	1.1±1.10
Учкун 0,0001%	73.3±1.15	+73.3	80.0±0.73	+60	3.5±0.91
Зверсин 0,1%	30.0±0.41	+30.0	50.0±1.05	+30	3.15±0.87
Зверсин 0,01%	70.0±0.85	+70.0	80.0±0.82	+60	5.72±0.52
Зверсин 0,001%	40.0±0.73	+40.0	40.0±0.92	+20	1.82±0.65

Обсуждение результатов

На основе полученных результатов разработана технология комплексной переработки зверобоя (рис. 4).

Выход зверсина составляет 7% к массе сырья. Препарат содержит 6% рутина. Исследования по стандартизации зверсина продолжаются.



Рис. 4. Блок-схема комплексной переработки *Hypericum perforatum*

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлен оптимальный режим сушки маточного раствора после жидкостно-жидкостной экстракции этилацетатом из травы зверобоя, включающий нижеследующие параметры:

- скорость подачи раствора – 5.5 л/ч·м³;
- сухой остаток высушиваемого раствора – 10–15%;
- температура теплоносителя при входе – 160–170 °С,
- температура теплоносителя на выходе – 60–70 °С,
- давление воздуха, подаваемого через форсунку – 0.2 МПа.

2. Доказано ростостимулирующее свойство препарата зверсин, получаемого из отходов переработки травы *Hypericum perforatum*.

3. На основе полученных результатов разработана технология комплексной переработки зверобоя, которая позволяет получить субстанции препарата-антидепрессанта, а также препарата ростостимулирующего действия.

Список литературы

1. Куркин В.А. Фармакогнозия. Самара, 2007. С. 794–799.
2. Рябина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И., Илюшина Т.Н. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. 2011. №3. С. 117–121.
3. Куркин В.А., Правдивцева О.Е. Зверобой: итоги и перспективы создания лекарственных средств. Самара, 2008. 127 с.
4. Ломаченко Н.В., Баширова Р.М. Фармакологические свойства гиперидина (обзор) // Итоги биологических исследований Башкирского университета за 1998 год. Уфа, 1999. Вып. 5. С. 105–108.
5. Baser K.H.C., Ozek T., Nuriddinov H.R., Demirci A.B. Essential Oils of Two *Hypericum* Species from Uzbekistan // Chemistry of Natural Compounds. 2002. Vol. 38. N1. Pp. 54–57.
6. Современная фитотерапия / под ред. В. Петрова. София, 1988. 504 с.
7. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск, 1991. 235 с.
8. Patent 4898891 (US). Antiviral compositions / Lavle D., Revel M., Rotman D., Velde V. 1990.
9. Васильченко В.А., Васильева Л.Н., Комиссаренко Н.Ф. и др. Анальгезирующее действие флавоноидов *Rhododendron luteum* L., *Lespedeza bicolor* Turcz., *Hypericum perforatum* L. // Растительные ресурсы. 1986. Т. 22, вып. 1. С. 12–21.
10. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Сем-ва *Raeoniaceae* – *Thymelaeaceae*. Л., 1991. Т. 2. С. 11.
11. Demisch L., Holzl J., Gollink B., Kaczmarzyk P. Identification of selective MAO – type A inhibitors in *Hypericum perforatum* L. (hyperforat) // Pharmacopsychiatry. 1989. Vol. 22. № 5. Pp. 194.
12. Абу Захер Кхалед. Антраценсодержащие растения – перспективные источники многих сборов и фитопрепаратов для народной и научной медицины // Провизор. 2003. №10. С. 23–27.
13. Кортиков В.Н., Кортиков А.В. Лекарственные растения. М., 1999. С. 213–216.
14. Кучеров Е.В., Лазарева Д.Н., Десяткин В.К. Лекарственные растения Башкирии: их использование и охрана. Уфа, 1989. С. 86–90.
15. Ловкова М.Л., Рабинович А.М., Бузук Т.Н. и др. Почему растения лечат. М., 1989. 252 с.
16. Халматов Х.Х., Харламов И.А., Алимов Х.И. и др. Поиски источников получения β-ситостерина из растений, произрастающих в Ташкентской области. // Тез. докл. 2 съезда фармацевтов Узбекистана. Ташкент, 1982. С. 105–106.
17. Вайс Р.Ф., Фантельманн Ф. Фитотерапия: руководство. М., 2004. 534 с.
18. Muller W.E., Singer A., Wonnemann M. Hyperforin-antidepressant activity by a novel mechanism of action // Pharmacopsychiatry. 2001. Vol. 34, no. 1. Pp. 98–102.
19. Беликов В.В., Точкова Т.В., Шатунова Л.В., Колесим Н.Т., Баяндина И.И. Количественное определение основных действующих веществ у видов *Hypericum* L. // Растительные ресурсы. 1990. Т. 26, вып. 4. С. 571–578.
20. Абу Захер Кхалед. Антраценсодержащие растения — перспективные источники многих сборов и фитопрепаратов для народной и научной медицины // Провизор. 2003. №10. С. 23–27.
21. Дроздов А.Л., Беленёва И.А., Лепёшкин Ф.Д., Крутикова А.Ф., Устинович К.Б., Покровский О.И., Паренего О.О., Влияние сверхкритического экстракта зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* и раствора гиперфорина на биологические объекты // Сверхкритические флюиды: Теория и Практика, 2012. Т. 7, №4. С. 59–71.
22. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения в сельском хозяйстве республики Узбекистан. Ташкент, 2013. 321 с.
23. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршуно А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. №6. С. 16–20.
24. Патент 2004129179/15 (РФ). Способ получения стимулятора роста озимой пшеницы / А.В. Брыкалов, Е.В. Плещ, А.Г. Храмов. 2006. БИ. №21.

25. Тураева С.М., Кучкарова Н.Н., Мухамедов Н.С., Маматкулова Н.М. Водобеспеченность коробочек хлопчатника и накопление целлюлозы в волокне под воздействием рострегуляторов роста Бионсульфон, Учкун и Реткил // Узбекский биологический журнал. 2014. №3. С. 3–7.
26. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. С. 160–164.
27. Ракитина Ю.В., Рудник В.Е. Первичная биологическая оценка химических соединений в качестве регулятора роста растений и гербицидов // Методы определения регуляторов роста и гербицидов. Л., 1966. С. 182–197.

Поступила в редакцию 15 июня 2018 г.

После переработки 29 марта 2019 г.

Принята к публикации 1 апреля 2019 г.

Для цитирования: Абдурахманов Б.А., Тураева С.М., Ибрагимов Т.Ф., Халилов Р.М. Технология получения из отходов переработки травы *Hypericum perforatum* L. субстанции, обладающей ростостимулирующей активностью // Химия растительного сырья. 2019. №1. С. 281–288. DOI: 10.14258/jcprm.2019014172.

Abdurakhmanov B.A., Turayeva S.M., Ibragimov T.F., Khalilov R.M. THE TECHNOLOGY OF OBTAINING OF A SUBSTANCE FROM THE WASTE OF PROCESSING OF THE HYPERICUM PERFORATUM GRASS, WHICH POCESS OF GROWTH-STIMULATING ACTIVITY*

Institute of Plant Chemistry Acad. S.Y. Yunusov AS RUz, st. Mirzo Ulugbek, 77, Tashkent, 100170 (Uzbekistan), e-mail: bahti86.86@mail.ru

The stage of drying of the mother liquor after extraction of flavonoids by ethyl acetate of the substance "Dry extract of *Hypericum perforatum*" was developed, on the basis of this the preparation "Zversin" with growth-stimulating activity was developed. It was found that drying of the "Zversin" using a spray dryer is optimal. As a result of the study of the influencing parameters on the drying process, the following mode was selected, which ensures the optimum operation of the dryer with a high yield of the final product: the temperature of the heat-transfer at the inlet of 160–170 °C, the outlet of 60–70 °C, the feed rate of the solution is 5.5 l / h·m³, the dry residue of the solution is 10-15%.

The influence of the "Zversin" to the germination of seeds, the growth and development of plant seedlings has been studied. On the basis of the obtained results, the technology for the complex processing of St. John's wort has been developed, which allows to obtain substances for the treatment of depressive conditions and plant growth regulator. At the test technology, it was found that the yield of dry extract (content of total hypericins is 0.3%) yielded to 2.0%, "Zversin" (rutoside content is 6%) – yielded to 7% to the weight mass of raw material.

Keywords: St. John's wort, *Hypericum perforatum* L., flavonoids, gypericin, technology, biology, drying, plant growth regulator, St. John's Wort dry extract, waste.

* Corresponding author.

References

1. Kurkin V.A. *Farmakognoziya*. [Pharmacognosy]. Samara, 2007, pp. 794–799. (in Russ.).
2. Ryabinina Ye.I., Zotova Ye.Ye., Vetrova Ye.N., Ponomareva N.I., Ilyushina T.N. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 3, pp. 117–121. (in Russ.).
3. Kurkin V.A., Pravdivtseva O.Ye. *Zveroboy: itogi i perspektivy sozdaniya lekarstvennykh sredstv*. [John's wort: results and prospects of creating medicines]. Samara, 2008, 127 p. (in Russ.).
4. Lomachenko N.V., Bashirova R.M. *Itogi biologicheskikh issledovaniy Bashkirskogo universiteta za 1998 god*. [Results of biological research of the Bashkir University in 1998]. Ufa, 1999, issue 5, pp. 105–108. (in Russ.).
5. Baser K.H.C., Ozek T., Nuriddinov H.R., Demirci A.B. *Chemistry of Natural Compounds*, 2002, vol. 38, no. 1, pp. 54–57.
6. *Sovremennaya fitoterapiya*. [Modern herbal medicine]. Ed. V. Petrov. Sofia, 1988, 504 p. (in Russ.).
7. Minayeva V.G. *Lekarstvennyye rasteniya Sibiri*. [Medicinal plants of Siberia]. Novosibirsk, 1991, 235 p. (in Russ.).
8. Patent 4898891 (US). 1990.
9. Vasil'chenko V.A., Vasil'yeva L.N., Komissarenko N.F. et al. *Rastitel'nyye resursy*, 1986, vol. 22, issue 1, pp. 12–21. (in Russ.).
10. *Rastitel'nyye resursy SSSR: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovaniye; Semeystva Paeoniaceae – Thymelaeaceae*. [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use; Family Paeoniaceae – Thymelaeaceae]. Leningrad, 1991, vol. 2, pp. 11. (in Russ.).
11. Demisch L., Holz J., Gollink B., Kaczmarzyk P. *Pharmacopsychiatry*, 1989, vol. 22, no. 5, pp. 194.
12. Abu Zakher Kkhaled. *Provizor*, 2003, no. 10, pp. 23–27. (in Russ.).
13. Kortikov V.N., Kortikov A.V. *Lekarstvennyye rasteniya*. [Medicinal plants]. Moscow, 1999, pp. 213–216. (in Russ.).
14. Kucherov Ye.V., Lazareva D.N., Desyatkin V.K. *Lekarstvennyye rasteniya Bashkirii: ikh ispol'zovaniye i okhrana*. [Medicinal plants of Bashkiria: their use and protection]. Ufa, 1989, pp. 86–90. (in Russ.).
15. Lovkova M.L., Rabinovich A.M., Buzuk T.N. et al. *Pochemu rasteniya lechat*. [Why do plants heal]. Moscow, 1989, 252 p. (in Russ.).
16. Khalmatov Kh.Kh., Kharlamov I.A., Alimov K.H.I. et al. *Tezisy dokladov 2 s"yezda farmatsevtov Uzbekistana*. [Theses of reports 2 congress of pharmacists of Uzbekistan]. Tashkent, 1982, pp. 105–106. (in Russ.).
17. Vays R.F., Fantel'mann F. *Fitoterapiya: Rukovodstvo*. [Herbal Medicine: A Guide]. Moscow, 2004, 534 p. (in Russ.).
18. Muller W.E., Singer A., Wonnemann M. *Pharmacopsychiatry*, 2001, vol. 34, no. 1, pp. 98–102.
19. Belikov V.V., Tochkova T.V., Shatunova L.V., Kolesim N.T., Bayandina I.I. *Rastitel'nyye resursy*, 1990, vol. 26, issue 4, pp. 571–578. (in Russ.).
20. Abu Zakher Kkhaled. *Provizor*, 2003, no. 10, pp. 23–27. (in Russ.).
21. Drozdov A.L., Belenova I.A., Leposhkin F.D., Krutikova A.F., Ustinovich K.B., Pokrovskiy O.I., Parenago O.O., *Sverkhkriticheskiye flyuidy: Teoriya i Praktika*, 2012, vol. 7, no. 4, pp. 59–71. (in Russ.).
22. *Spisok pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh dlya primeneniya v sel'skom khozyaystve respubliky Uzbekistan*. [List of pesticides and agrochemicals permitted for use in agriculture of the Republic of Uzbekistan]. Tashkent, 2013, 321 p. (in Russ.).
23. Shapoval O.A., Mozharova I.P., Korshuno A.A. *Zashchita i karantin rasteniy*, 2014, no. 6, pp. 16–20. (in Russ.).
24. Patent 2004129179/15 (RU). 2006. (in Russ.).
25. Turayeva S.M., Kuchkarova N.N., Mukhamedov N.S., Mamatkulova N.M. *Uzbekskiy biologicheskiy zhurna*, 2014, no. 3, pp. 3–7. (in Russ.).
26. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Methods of field experience]. Moscow, 1985, pp. 160–164. (in Russ.).
27. Rakitina YU.V., Rudnik V.Ye. *Metody opredeleniya regulyatorov rosta i gerbitsidov*. [Methods for determining growth regulators and herbicides]. Leningrad, 1966, pp. 182–197. (in Russ.).

Received June 15, 2018

Revised March 29, 2019

Accepted April 1, 2019

For citing: Abdurakhmanov B.A., Turayeva S.M., Ibragimov T.F., Khalilov R.M. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 1, pp. 281–288. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019014172.