

УДК 547.587.11

## СУШКА НОВОГО ВОДОРАСТВОРИМОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА АЛЬБЕНДАЗОЛА С ПЕКТИНОМ

© *А.Ш. Абдуразаков*

*Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова  
Академии наук Республики Узбекистан, ул. Мирзо Улугбека, 77, Ташкент,  
100170 (Узбекистан), e-mail: asqar2606@mail.ru*

Изучен процесс сушки водного раствора комплекса Альбендазола с пектином (далее по тексту – препарат) в вакуумно-сушильном шкафу и методом распылительной сушки. Установлено, что сушка в распылительной сушилке форсунчатого типа является предпочтительной по выходу и по последующей растворимости готового продукта. В результате изучения влияющих на процесс сушки параметров установлен оптимальный режим сушки, обеспечивающий высокий выход сухого продукта: температура теплоносителя на входе – 130–140 °С, на выходе – 60–65 °С, скорость подачи раствора – 2.2 л/ч·м<sup>2</sup>. Выход сухого продукта – 85%.

Сравнительные ИК-спектры порошка препарата после распылительной сушки, после высушивания на воздухе исходного Альбендазола и пектина однозначно свидетельствуют об идентичности структуры комплекса препарата после различного вида сушки.

Изучена биологическая активность сухой субстанции препарата после распылительной сушки в сравнении с Альбендазолом. Установлена повышенная биологическая активность препарата по сравнению с Альбендазолом, что, вероятно, можно объяснить хорошей водорастворимостью препарата в отличие от Альбендазола и, как следствие, увеличение биодоступности препарата. Установлено, что средняя смертельная доза препарата (ЛД<sub>50</sub>) составляет 680 (601.8–768.4) мг/кг (ЛД<sub>50</sub> Альбендазола – 400.2–450.4 мг/кг), т.е. препарат по параметрам острой токсичности при внутрижелудочном применении относится к разряду умеренно опасных веществ.

На основе полученных результатов разработана технология получения субстанции антигельминтного препарата в виде водорастворимого сухого порошка.

*Ключевые слова:* Альбендазол, пектин, комплекс, субстанция, технология, препарат, медицина.

### *Введение*

Использование природных полимеров в фармацевтической и биотехнологической промышленности растёт день ото дня, потому что они экономичны, нетоксичны, способны к химическим модификациям, потенциально биоразлагаемы и биосовместимы. Пектин, гетерополисахарид, является углеводным полимером, полученным из растительной клеточной стенки [1–3].

Процессы комплексообразования биополимеров, в частности пектиновых веществ, с различными лекарственными препаратами на протяжении долгого времени привлекают внимание многих исследователей [4–6]. Пектиновые вещества способны сорбировать и прочно удерживать различные соединения, это может послужить основанием для применения пектина в качестве основы для лекарственных форм с пролонгированным действием, поскольку введение пектина может усилить терапевтический эффект или снизить побочное негативное действие лекарственных препаратов [7–12].

Процесс сушки занимает важное место в производстве лекарственных препаратов, который является весьма сложным комплексом тепловых, диффузионных, биологических и химических явлений. Часто лекарственные вещества чувствительны к высокой температуре, что важно при выборе метода сушки [13]. Высушиваемый продукт в твердой или жидкой форме может быть высушен как в контактных, так и в воздушных сушильках [14].

---

*Абдуразаков Аскар Шералиевич* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии синтетических препаратов, e-mail: asqar2606@mail.ru

В институте химии растительных веществ АН РУз разработана технология производства сухих экстрактов различного растительного сырья [15].

Выбор типа аппарата и режимов сушки следует проводить исходя из комплексных свойств материалов как объектов сушки.

При рассмотрении аспектов сушки следует помнить, что сушка как стадия, входящая в технологическую схему, имеет свои особенности в силу специфических требований к производству, соответствующих требованиям Фармакопеи и ОСТ на промышленный регламент производства лекарственных препаратов [16].

В производстве лекарственных препаратов применяются следующие сушилки: сушилки полочные (атмосферные), вакуумные шкафы и сушилки вакуумные барабанные, которые применяются для материалов, требующих сушки при пониженном давлении, а также когда удаляются органические растворители.

Для сушки лекарственных препаратов применяются ленточные сушилки, сушилки с ИК-излучателями, токами высокой частоты, ультразвуковыми источниками. Вальцовые вакуум-сушилки применяются для сушки пастообразных масс. Распылительная сушилка отличается тем, что высушиваемый материал сушится за короткое время, мало меняет свои исходные качества и работает непрерывно. При использовании сублимационной сушки высушенный продукт полностью сохраняет свои качества, но себестоимость продукта получается дороже, чем при получении другими способами сушки [17].

Ранее нами была разработана технология получения полимерного комплекса Альбендазола с пектином в виде гелевой формы [18]. Наряду с известными преимуществами (удобство применения, особенно для детей и животных) гелевая лекарственная форма имеет недостатки – это относительно небольшой срок хранения и сложность транспортировки.

Задачей данного исследования является определение оптимального режима сушки водного раствора полимерного комплекса Альбендазола с пектином с целью получения субстанции препарата в виде сухого порошка.

### **Экспериментальная часть**

*Технологические исследования.* ИК-спектры образцов исходных компонентов пектина, Альбендазола и препарата снимали в ИК-Фурье-спектрометре System-2000 фирмы PerkinElmer (США) в виде таблеток с КВг [19].

Рентгенофазовый анализ порошков исходных компонентов пектина, Альбендазола и полимерного комплекса препарата проводился на порошковом дифрактометре Shimadzu XRD-6100 (Япония). На дифрактограмме комплекса пектина с альбендазолом можно увидеть новые дифракционные пики при  $4.84^\circ$ ,  $9.73^\circ$ ,  $10.48^\circ$ ,  $11.60^\circ$ ,  $12.42^\circ$  и других  $2-\theta$  углах, при которых дифракционные пики чистого Альбендазола и пектина не наблюдаются, что свидетельствует об образовании кристаллической решетки комплекса, отличающейся от кристаллических решеток Альбендазола и пектина. Образцы измерялись в режиме Bragg-Brentano [20, 21].

В работе использован цитрусовый пектин (GENU PECTIN TYPE DZ Производитель CP Kelco, Lille Skensved, Denmark.) Степень этерификации – 58–62%, pH (1% раствор) – 2.9–3.4. Студнеобразующая способность – 145–155%. Влажность – не более 12%.

Процесс получения полимерного комплекса пектин+Альбендазол проведен растворением Альбендазола в этиловом спирте, подкисленном соляной кислотой. Растворение пектина проводили в дистиллированной воде. Затем при перемешивании к раствору пектина добавляли раствор Альбендазола при  $35\text{--}40^\circ\text{C}$ , далее фильтровали через сито 0.5 мм [22]. Для получения субстанции препарата из полученного раствора комплекса были использованы вакуумно-сушильный шкаф «ШСВ-45К» (Россия) и распылительная сушилка форсунчатого типа «Anhydro № 2» (Дания).

Для каждого сушильного аппарата выбраны параметры сушки раствора.

*1. Вакуумно-сушильный шкаф:* температура сушильной камеры –  $50\text{--}60^\circ\text{C}$ , вакуум – 0.06–0.08 МПа.

Исследуемый раствор полимерного комплекса Альбендазола в количестве 2.0 л с содержанием 33.36 г пектина и 66.72 г Альбендазола сгущали на роторном испарителе до порошкообразной массы, которую затем сушили в вакуумно-сушильном шкафу при температуре  $50\text{--}60^\circ\text{C}$  и вакууме 0.06–0.08 МПа в течение 3–4 ч. Получали 98 г сухой массы в виде порошка коричневого цвета (выход 98%) содержанием влаги 2.5%.

*2. Распылительная сушилка форсунчатого типа:* Сушка раствора полимерного комплекса Альбендазола можно рассматривать как сушка 5%-ного водного раствора пектина. Эффективность тепловых режимов сушки разрабатываемого полимерного комплекса можно рассматривать как сушку 5%-ного водного раствора пектина. На первоначальной стадии прогрева температура по диаметру частиц ( $d=20\text{--}30$  мкм) повышается, а в период интенсивного удаления свободной влаги в области максимальных значений скорости сушки материал практически не нагревается, следовательно, все тепло от сушильного агента, сообщаемое

материалу, полезно расходуется на испарение влаги. В литературе рекомендован для термолабильных продуктов, таких как пектин, температура входа – не более 150 °С [23, 24], поэтому выбрали: температура теплоносителя при входе – 140 °С, на выходе – 65 °С, скорость подачи раствора – 2.0 л/ч, давление подачи раствора – 0.2 МПа.

Исследуемый раствор полимерного комплекса Альбендазола в количестве 2.0 л сушили в распылительной сушилке при температуре теплоносителя при входе 140 °С и выходе 65 °С, давление воздуха для распыления раствора – 0.2 МПа, продолжительность сушки – 1 ч. Получили 85 г продукта сушки.

Раствор полимерного комплекса Альбендазола из вакуумно-сушильного шкафа выходил в виде комкообразной массы коричневого цвета, которая трудно отделялась от поверхности сушилки и при измельчении прилипала к ножу мельницы, плохо растворялась в воде. Полимерный комплекс Альбендазола из распылительной сушилки имел порошкообразный вид желтоватого оттенка и хорошо растворим в воде. Поэтому для сушки исследуемого раствора комплекса Альбендазола 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 140 °С, на выходе – 65 °С. Температуру теплоносителя на входе и выходе контролировали термоконтным термометром, установленным в распылительной сушилке «Anhydro №2».

Максимальная производительность сушилки «Anhydro №2» с объемом сушильной камеры 0.9 м<sup>3</sup> и мощностью калорифера 9 кВт составляет 10 л/ч по испаренной влаге при испарении чистой воды.

Из таблицы 1 следует, что при скорости подачи более 2.0 л/ч раствор плохо высушивается и около 10% водорастворимого комплекса прилипает к стенкам камеры сушилки. При подаче раствора со скоростью менее 2.0 л/ч за счет уноса и прилипания продукта к стенкам аппарата потеря готового продукта уменьшается, а продолжительность сушки ухудшает качества продукта. Принимая во внимание вышеизложенное, для сушки препарата выбрана скорость подачи раствора 2.0 л/ч, т.е. в пересчете производительности на единицу объема сушильной камеры (0.9 м<sup>3</sup>) во времени – 2.2 л/ч·м<sup>3</sup>.

С целью выявления оптимальной температуры теплоносителя при входе опыты проводили следующим образом: по 2.0 л готового раствора сушили при различной температуре теплоносителя при входе, подавая со скоростью 2.0 л/ч (табл. 2).

Из таблицы 2 следует, что увеличение температуры на входе в сушильную камеру приводит к повышению выхода препарата и снижению массовой доли влаги в готовом продукте. С другой стороны, увеличение температуры теплоносителя на входе выше 150 °С приводило к ухудшению органолептических показателей готового продукта: появлялся горелый запах, ухудшались вкус и цвет. Поэтому температуру теплоносителя при входе выбрали 130–140 °С.

Таблица 1. Влияние скорости подачи раствора на процесс сушки

Скорость подачи раствора, л/ч	Выход препарата*, г	Массовая доля воды в препарате*, %
0.5	65.8±0.83	2.5±0.39
1.0	72.5±1.05	2.7±0.47
1.5	75.8±1.69	3.0±0.45
2.0	85.0±1.91	3.3±0.32
2.5	76.0±1.62	5.5±0.53

\* В таблице указаны предельные отклонения величин для доверительной вероятности 0.95 распределения Стьюдента [25]. Количество опытов – 4.

Таблица 2. Влияние температуры теплоносителя при входе на процесс сушки

Температура теплоносителя при входе, °С	Выход препарата*, г	Массовая доля воды в препарате*, %	Цвет препарата
120	80.5±1.53	4.3±0.38	желтый
130	84.7±1.11	3.5±0.30	светло-желтый
140	85.0±1.91	3.3±0.32	светло-желтый
150	75.0±1.02	2.5±0.43	коричневый
160	60.5±0.79	2.0±0.32	темно-коричневый

\* В таблице указаны предельные отклонения величин для доверительной вероятности 0.95 распределения Стьюдента [25]. Количество опытов – 4.

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 избыточного 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 0.1 МПа раствор прилипал к верхней стенке сушилки.

*Химическое исследование.* Взаимодействие пектина с Альбендазолом изучали методом ИК-спектроскопии. Обнаружены значительные изменения полос поглощения в области двойных связей и гидроксильных групп ( $\nu_{\max}$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3200–3500) препарата. Наблюдается низкочастотное смещение полос поглощения ОН-групп пектина ( $\nu_{\max}$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3424) в препарате на  $24 \text{ см}^{-1}$ . Также обнаруживается высокочастотное смещение С=О полос пектина ( $\nu_{\max}$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 1739) в препарате ( $\nu_{\max}$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 1752) на  $13 \text{ см}^{-1}$ . Кроме того, полоса поглощения Альбендазола при  $\nu_{\max}$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 1268, обусловленная колебаниями С-N связи, смещается в препарате на  $20 \text{ см}^{-1}$  и обнаруживается при ( $\nu_{\max}$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 1248). Полученные результаты однозначно свидетельствуют об образовании полимерного комплекса. Также образование полимерного комплекса в результате взаимодействия Альбендазола с пектином подтверждено методом рентгенофазового анализа.

Сравнение ИК-спектров препарата после распылительной сушки и после сушки на воздухе при комнатной температуре однозначно свидетельствует об идентичности полимерного комплекса Альбендазола с пектином после распылительной сушки и после сушки на воздухе при комнатной температуре.

*Биологические исследования.* Опыты в лабораторных условиях свидетельствуют о том, что препарат обладает выраженным противонематодозным действием в отношении половозрелой стадии развития *A. tetraoptera* уже в дозе, в 2 раза меньшей, чем сам Альбендазол. Повышенную биологическую активность, вероятно, можно объяснить хорошей водорастворимостью препарата в отличие от Альбендазола, что, как следствие, ведет к увеличению биодоступности препарата [26–28].

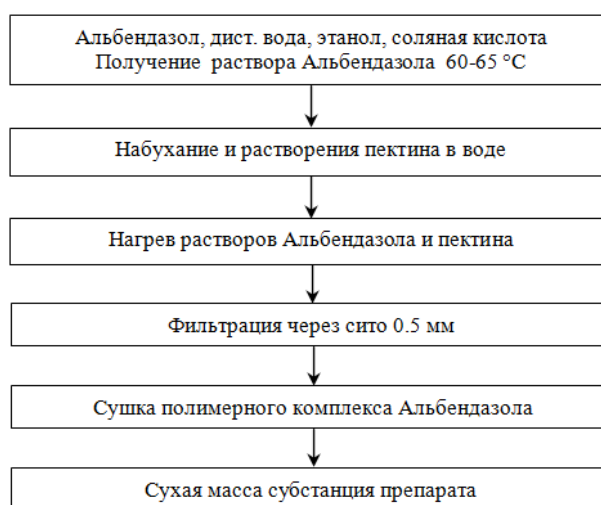
Исследование острой токсичности препарата проводили в опытах на белых беспородных крысах массой 210–250 г. Определена средняя смертельная доза препарата ( $\text{ЛД}_{50}$ ), которая составляет 680 (601.8–768.4) мг/кг ( $\text{ЛД}_{50}$  Альбендазола – 400.2–450.4 мг/кг), т.е. препарат по параметрам острой токсичности при внутрижелудочном применении относится к разряду умеренно опасных веществ.

### Обсуждение результатов

Выход субстанции препарата составляет 5% к массе раствора полимерного комплекса Альбендазола с пектином.

Исследования по стандартизации препарата продолжаются.

Разработана технология получения субстанции препарата с использованием распылительной сушки. Технологическая схема получения препарата представлена на рисунке.



Блок-схема получения субстанции препарата

### Выводы

Таким образом, нами определены оптимальные параметры и режим сушки раствора полимерного комплекса Альбендазола на сушильной установке «Anhydro №2», которые заключаются в следующем: температура теплоносителя на входе – 130–140 °С, на выходе – 60–65 °С; скорость подачи раствора – 2.0 л/ч; давление подачи раствора – 0.2 МПа.

Анализ качественных показателей сухого порошка полимерного комплекса Альбендазола позволил рекомендовать верхний предел температуры сушильного агента – 140 °С и использовать полученных данных для сушки опытно-промышленном масштабе производства.

При этом выход полимерного комплекса Альбендазола составил 85% от массы Альбендазола и пектина в растворе полимерного комплекса.

На основе полученных результатов разработана технология получения субстанции антигельминтного препарата в виде водорастворимого сухого порошка.

### Список литературы

1. Ganguly M. Formulation and evaluation of a pectin based controlled drug delivery system containing metronidazole // Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences. 2017. Vol. 3. N4. Pp. 16–25.
2. Sriamornsak P. Chemistry of Pectin and its Pharmaceutical Uses // Int. J. Pharm. 2002. Vol. 44. Pp. 207–228.
3. Modi K., Modi M., Mishra D., Panchal M., Sorathiya U., Shelat P. Oral Controlled Release Drug Delivery System // Int. Res. J. Pharm. 2013. Vol. 4(3). Pp. 70–76.
4. Sarma B.R., Naresh L., Dhuldhoya N.C., Merchant S.U., Merchant U.C. An Overview on Pectins // Times Food Process. J. 2006. Pp. 44–51.
5. Mishra R.K., Banthia A.K., Majeed A.B.A. Pectin Based Formulations for Biomedical Applications // Asian J. Pharm. Clin. Res. 2012. Vol. 5(4). Pp. 1–7.
6. Aggarwal S., Pahuja S. Pharmaceutical Relevance of Crosslinked Chitosan in Microparticulate Drug Delivery // Int. Res. J. Pharm. 2013. Vol. 4(2). Pp. 45–51.
7. Farris S., Schaich K.M., Liu L.S., Cooke P.H., Piergiovanni L., Yam K.L. Gelatin-Pectin Composite Films from Polyion-Complex Hydrogels // Food Hydrocoll. 2011. Vol. 25. Pp. 61–70.
8. Костин В.И., Михеева Л.А., Офицеров Е.Н. Химическая модификация пектиновых веществ из *amaranthus scuentus* // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. №1 (21). С. 49–54.
9. Хайруллина Р.Р., Тимербаева Г.Р., Шуршина А.С. Изучение взаимодействия пектина с цефазолином методом ИК-спектроскопии // Вестник Башкирского университета. 2017. Т. 22. №1. С. 69–71.
10. Григорьева М.В. Полимерные системы с контролируемым высвобождением биологически активных соединений // Biotechnologia Acta. 2011. Т. 4. №2. С. 9–23.
11. Лапин А.А., Соснина Н.А., Морозов В.И. и др. Лечебно-профилактические продукты питания с растительными полисахаридами – пектинами // Химия и компьютерное моделирование. Бултеровские сообщения. 2001–2002. Т. 2. №5–8. С. 21–24.
12. Берикетов А.С., Атова Р.А., Ойтов Х.З. Межмолекулярные взаимодействия ацетилсалициловой кислоты с пектином // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Естеств. науки. 2004. №2. С. 63–64.
13. Любошиц И.Л., Слободкин Л.С., Пикус И.Ф. Сушка дисперсных термочувствительных материалов. Минск, 1969. 97 с.
14. Голубев Л.Г., Сажин Б.С., Валашек Е.Р. Сушка в химико-фармацевтической промышленности. М., 1978. 272 с.
15. Абдурахманов Б.А., Тураева С.М., Ибрагимов Т.Ф., Халилов Р.М. Технология получения из отходов переработки травы *Nuregicum perforatum*к-субстанции, обладающей ростостимулирующей активностью // Химия растительного сырья. 2019. №1. С. 170–177.
16. ОСТ 91500.05.001-00. Стандарты качества лекарственных средств. Основные положения. М., 2000
17. Сушильные аппараты и установки. Каталог. Изд. 4-е, испр. и доп. М., 1983. 56 с.
18. Zuhurova G.V., Sadikov T., Makhmudova B.Sh., Eshimbetov A.G., Abdurazakov A.Sh., Sagdullaev Sh.Sh. Quantitative determination of the major substance In the preparation alpek // 11<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds 1-4 October. Antalya, 2015. P. 157.
19. Mirzaeva M.R., Rakhmanberdyeva R.K., Kristallovich E.L., Rakhimov D.A., Shtonda N.I. Water-soluble polysaccharides of seeds of the genus *Gleditsia* // Chemistry of Natural Compounds. 1998. Vol. 34. Pp. 653–655.
20. Klug H., Alexander L. X-ray diffraction Procedures (2nd ed.). Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1954. 122 p.
21. Abdurazakov A., Khvan A., Zuhurova G., Islamova J., Mirzakhidov Kh. Complex formation of albendazole with pectin and biological activity of the product // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2020. №3–4. Pp. 23–31.
22. Зухурова Г.В., Садиков Т., Саидов С.С., Каримов Р.К., Абдуразаков А.Ш. Разработка технологии получения противохинококкового средства из группы карбаматбензимидазола // Фармацевтический журнал. 2018. №3. С. 64–69.
23. Петровичев О.А., Алексанян И.Ю. Исследование кинетики распылительной сушки пектинового экстракта // Вестник АГТУ. 2006. №6 (35). С. 154–158.

24. Губа О.Е., Абуова Г.Б., Дербасова Е.М. Расчет температурных полей в высушиваемой частице при распылительной сушке термолabileльных материалов путем реализации математической модели теплопереноса // Вестник ЧГУ. Технические науки. 2016. №4. С. 7–12.
25. ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. М., 2006. 8 с.
26. Лыкова Н.И. Медико-биологическое обоснование использования моделей *Aspiculuris tetraptera* и *Syphacia obvelata* для поиска и создания новых препаратов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1994. 23 с.
27. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. М.: Медицина, 2005. 593 с.
28. Ириков О.А., Коваленко Ф.П. Экспериментальная модель активированной инфекции *Lambliа (Giardia) muris* белых мышей // Мед. паразитол. и паразитарные болезни. 2007. №3. С. 7–11.

*Поступила в редакцию 18 декабря 2019 г.*

*После переработки 20 декабря 2020 г.*

*Принята к публикации 27 января 2021 г.*

**Для цитирования:** Абдуразаков А.Ш. Сушка нового водорастворимого полимерного комплекса Альбендазола с пектином // Химия растительного сырья. 2021. №2. С. 319–325. DOI: 10.14258/jcprtm.2021027028.

*Abdurazakov A.Sh.* DRYING OF THE NEW WATER-SOLUBLE POLYMER COMPLEX OF ALBENDAZOL WITH PECTIN

*Institute of Chemistry of Plant Substances named after acad. S.Yu. Yunusov Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. ul. Mirzo Ulugbeka, 77, Tashkent, 100170 (Uzbekistan), e-mail: asqar2606@mail.ru*

The drying process of the aqueous solution of the complex of Albendazole with pectin (Alpec) in a vacuum oven and by spray drying was studied. It was found that the drying in a nozzle-type spray dryer is preferable in yield and subsequent solubility of the final product. As a result of the studying of the parameters affecting to the drying process, the optimal mode of the dryer was established, which provides the high yield of the dry product: the temperature of the coolant at the inlet is 130–140 °C, the output is 60–70 °C, the solution flow rate is 2.5 l/h·min. The yield of the dry product is 85%.

The comparative IR spectra of Alpec powder after spray drying, after drying in air, the starting Albendazole and pectin unambiguously indicate that the structure of the complex of Albendazole with pectin (Alpec) is identical after different types of drying.

The biological activity of Alpec dry substance after spray drying compared with Albendazole was studied. The increased biological activity of Alpec compared with Albendazole was established, which can, probably, be explained by the good water solubility of Alpec in contrast to Albendazole and, as a consequence, the increase of bioavailability of the drug. It was found that the average lethal dose of Alpec (LD<sub>50</sub>) is 680 (601.8–768.4) mg·kg<sup>-1</sup> (LD<sub>50</sub> Albendazole - 400.2–450.4 mg·kg<sup>-1</sup>), i.e. the drug "Alpec" in terms of acute toxicity during intragastric use is classified as moderately hazardous substances.

On the base of the results obtained, the technology of the obtaining of the anthelmintic drug alpec substance in the form of a water-soluble dry powder has been developed.

*Keywords:* Albendazole, pectin, complex, substance, technology, alpec, medicine.

## References

1. Ganguly M. *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 2017, vol. 3, no. 4, pp. 16–25.
2. Sriamornsak P. *Int. J. Pharm.*, 2002, vol. 44, pp. 207–228.
3. Modi K., Modi M., Mishra D., Panchal M., Sorathiya U., Shelat P. *Int. Res. J. Pharm.*, 2013, vol. 4(3), pp. 70–76.
4. Sarma B.R., Naresh L., Dhuldhoya N.C., Merchant S.U., Merchant U.C. *Times Food Process. J.*, 2006, pp. 44–51.
5. Mishra R.K., Banthia A.K., Majeed A.B.A. *Asian J. Pharm. Clin. Res.*, 2012, vol. 5(4), pp. 1–7.
6. Aggarwal S., Pahuja S. *Int. Res. J. Pharm.*, 2013, vol. 4(2), pp. 45–51.
7. Farris S., Schaich K.M., Liu L.S., Cooke P.H., Piergiovanni L., Yam K.L. *Food Hydrocoll.*, 2011, vol. 25, pp. 61–70.
8. Kostin V.I., Mikheyeva L.A., Ofitserov Ye.N. *Vestnik ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2013, no. 1 (21), pp. 49–54. (in Russ.).
9. Khayrullina R.R., Timerbayeva G.R., Shurshina A.S. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*, 2017, vol. 22, no. 1, pp. 69–71. (in Russ.).
10. Grigor'yeva M.V. *Biotechnologia Acta*, 2011, vol. 4, no. 2, pp. 9–23. (in Russ.).
11. Lapin A.A., Sosnina N.A., Morozov V.I. i dr. *Khimiya i komp'yuternoye modelirovaniye. Butlerovskiye soobshcheniya*, 2001–2002, vol. 2, no. 5–8, pp. 21–24. (in Russ.).
12. Beriketov A.S., Atova R.A., Oytov Kh.Z. *Izv. Vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Yestestv. nauki*, 2004, no. 2, pp. 63–64. (in Russ.).
13. Lyuboshits I.L., Slobodkin L.S., Pikus I.F. *Sushka dispersnykh termochuvstvitel'nykh materialov*. [Drying of dispersed heat-sensitive materials]. Minsk, 1969, 97 p. (in Russ.).
14. Golubev L.G., Sazhin B.S., Valashek Ye.R. *Sushka v khimiko-farmatsevticheskoy promyshlennosti*. [Drying in the chemical and pharmaceutical industry]. Moscow, 1978, 272 p. (in Russ.).
15. Abdurakhmanov B.A., Turayeva S.M., Ibragimov T.F., Khalilov R.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 1, pp. 170–177. (in Russ.).
16. *OST 91500.05.001-00. Standarty kachestva lekarstvennykh sredstv. Osnovnyye polozeniya*. [OST 91500.05.001-00. Medicines quality standards. Basic provisions]. Moscow, 2000. (in Russ.).
17. *Sushil'nyye apparaty i ustanovki. Katalog. Izd. 4-ye ispravlennoye i dopolneniye*. [Dryers and installations. Catalog. Ed. 4th corrected and addition]. Moscow, 1983, 56 p. (in Russ.).
18. Zukhurova G.V., Sadikov T., Makhmudova B.Sh., Eshimbetov A.G., Abdurazakov A.Sh., Sagdullaev Sh.Sh. *11<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds 1-4 October*. Antalya, 2015, p. 157.
19. Mirzaeva M.R., Rakhmanberdiyeva R.K., Kristallovich E.L., Rakhimov D.A., Shtonda N.I. *Chemistry of Natural Compounds*, 1998, vol. 34, pp. 653–655.
20. Klug H., Alexander L. *X-ray diffraction Procedures (2nd ed.)*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1954, 122 p.
21. Abdurazakov A., Khvan A., Zukhurova G., Islamova J., Mirzakhidov Kh. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 2020, no. 3–4, pp. 23–31.
22. Zukhurova G.V., Sadikov T., Saidov S.S., Karimov R.K., Abdurazakov A.Sh. *Farmatsevticheskij zhurnal*, 2018, no. 3, pp. 64–69. (in Russ.).
23. Petrovichev O.A., Aleksanyan I.Yu. *Vestnik AGTU*, 2006, no. 6 (35), pp. 154–158. (in Russ.).
24. Guba O.Ye., Abuova G.B., Derbasova Ye.M. *Vestnik ChGU, Tekhnicheskije nauki*, 2016, no. 4, pp. 7–12. (in Russ.).
25. *GOST 8.207-76. Pryamyie izmereniya s mnogokratnymi nablyudenyami. Metody obrabotki rezul'tatov nablyu-deniy. Osnovnyye polozeniya*. [GOST 8.207-76. Direct measurements with multiple observations. Methods for processing the results of observations. Basic provisions]. Moscow, 2006, 8 p. (in Russ.).
26. Lykova N.I. *Mediko-biologicheskoye obosnovaniye ispol'zovaniya modeley Aspicularis tetraptera i Syphacia obvelata dlya poiska i sozdaniya novykh preparatov: aftoref. dis. ... kand. biol. nauk*. [Biomedical substantiation of the use of Aspicularis tetraptera and Syphacia obvelata models for the search and creation of new drugs: aftoref. dis. ... Cand. biol. sciences]. Moscow, 1994, 23 p. (in Russ.).
27. Khabriyev R.U. *Rukovodstvo po eksperimental'nomu (doklinicheskomu) izucheniyu novykh farmakologicheskikh veshchestv*. [Guidelines for experimental (preclinical) study of new pharmacological substances]. Moscow, 2005, 593 p. (in Russ.).
28. Irikov O.A., Kovalenko F.P. *Med. parazitol. i parazitarnyye bolezni*, 2007, no. 3, pp. 7–11. (in Russ.).

Received December 18, 2019

Revised December 20, 2020

Accepted January 27, 2021

**For citing:** Abdurazakov A.Sh. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 319–325. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021027028.

