

УДК 581.5(470.324)

# ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

**ДЬЯКОВА** Нина Алексеевна,

кандидат биологических наук, ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии,

**КУКУЕВА** Лариса Львовна,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фармации последипломного образования

**ГАПОНОВ** Сергей Петрович,

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии и паразитологии

**СЛИВКИН** Алексей Иванович,

доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии

Воронежский государственный университет

**АННОТАЦИЯ.** Изучены особенности накопления биологически активных веществ в траве горца птичьего и листьях подорожника большого, собранных в различных с экологической точки зрения территориях города Воронежа и его окрестностей.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** горец птичий, подорожник большой, флавоноиды, водорастворимые полисахариды, тяжелые металлы.

**DIKOVA** N. A.,

Cand. Biolog. Sci., Assistant, Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology

**KUKUEVA** L. L.,

Cand. Phys.-Math. Sci., Docent, Department of Pharmacy of Postgraduate Education

**GAPONOV** S. P. ,

Dr. Biolog. Sci., Prof., Head of the Department of Zoology and Parasitology

**SLIVKIN** Al. Y.,

Dr. Pharm. Sci., Prof, Head of department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology

Voronezh State University

**INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC LOAD ON THE BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS CONTENT IN MEDICINAL VEGETABLE RAW MATERIALS OF THE VORONEZH CITY AND ITS SUBURBS**

**ABSTRACT.** Accumulation peculiarities of biologically active compounds in the grass of *Polygonum aviculare* and leaves of *Plantago major*, collected in various environments of the Voronezh city and its surroundings, are investigated.

**KEY WORDS:** *Polygonum aviculare*, *Plantago major*, flavonoids, water-soluble polysaccharides, heavy metal.

В медицинской практике России используется свыше 6,5 тысяч лекарственных средств, производимых из лекарственного растительного сырья. Все возрастающий интерес к фитопрепаратам обусловлен тем, что в случае рационального применения они сочетают в себе хороший терапевтический эффект с относительной безвредностью. Вследствие роста города Воронежа, резкого увеличения количества автотранспорта, расширения производственных площадей, вероятность сбора лекарственного растительного сырья населением вблизи источников выброса поллютантов существенно возрастает [1]. В связи с этим с практической точки зрения необходимо выяснить влияние антропогенного загрязнения на химический состав лекарственных растений в городе Воронеже и его окрестностях.

В качестве объектов исследования было удобно и целесообразно в практическом смысле использовать такие лекарственные растения, как *Polygonum aviculare* L. (горец птичий) и *Plantago major* L. (подорожник большой). Оба вида в ботаническом, фитохимическом, фармакологическом, экологическом планах изучены весьма полно. Это характерные представители естественных растительных сообществ, так и урбанофлоры. Сбор листьев подорожника большого и травы горца птичьего осуществляется преимущественно от дикорастущих растений, которые испытывают на себе влияние всего многообразия экологических факторов, в том числе и техногенного загрязнения.

Для отбора образцов верхних слоев почв и лекарственного растительного сырья были выбраны десять территорий в городе Воронеже и его окрестностях. Выбор исследуемых районов обусловлен характером специфического антропогенного воздействия на него: химическое предприятие ОАО «Воронежсинтезкаучук», теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) «ВОГРЭС», Нововоронежская атомная электростанция (АЭС), железнодорожные пути сообщения, аэропорт «Чертовицкое», трасса М4, улица города (ул. Димитрова), высоковольтные линии электропередач (ВЛЭ), водохранилище города и в качестве сравнения – заповедная зона (Воронежский биосферный заповедник).

Для изучения динамики накопления поллютантов и биологически активных веществ были также отобраны образцы лекарственного растительного сырья в различные фенологические фазы исследуемых растений. Сбор материала проводили с середины мая до середины августа (с интервалом в один месяц) на трех анализируемых территориях, различных с экологической точки зрения: заповедная зона (экологически чистая территория, выбранная в качестве контроля), улица города (территория, подвергающаяся умеренному антропогенному воздействию), трасса М4 (территория, подвергающаяся сильному антропогенному воздействию). Для изучения изменений содержания поллютантов и биологически активных веществ были рассмотрены результаты анализов для образцов, заготавливаемых в течение трех лет.

Валовое содержание тяжелых металлов в верхних горизонтах почв и в лекарственных растениях определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «ААС Квант-2А» по стандартным методикам [2]. Определение количественного содержания флавоноидов в пересчете на авикулярин проводили методом спектрофотометрии на спектрофотометре Hitachi U-1900 при длине волны  $410 \pm 2$  нм по методике Государственной Фармакопеи XI издания (ГФХI). Определение содержания водорастворимых полисахаридов (ВРПС) в листьях подорожника большого проводили по модифицированной гравиметрической методике [3].

Полученные результаты количественного анализа травы горца птичьего из разных мест заготовки показывают, что в отобранных образцах содержание суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин колеблется в диапазоне от 0,54 % до 1,81 % (рис. 1). Ввиду того, что для лекарственного растительного сырья горца птичьего, собранного в экологически чистых районах и даже в районах, подвергшихся антропогенному воздействию, показатель количественного содержания действующих веществ значительно превышает установленный нормативной документацией, целесообразно изменить числовой показатель «суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин не менее 0,5 %» на «суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин и абсолютно сухое сырье не менее 1,0 %». Это позволит повысить эффективность и безопасность на стадии контроля качества поступившего лекарственного растительного сырья и избежать реализации населению растений, собранных в экологически неблагоприятных районах.

Анализ зависимости содержания суммы флавоноидов от загрязнения лекарственных растений тяжелыми металлами с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена показал ингибирующее влияние всех рассматриваемых элементов на биосинтетические процессы (табл. 1).

Наиболее тесная корреляционная зависимость продукции флавоноидов в траве горца птичьего наблюдалась с такими металлами, как медь, кадмий и цинк: чем выше их концентрация в растении, тем меньше обнаружено авикулярина.

Изучение динамики накопления суммы флавоноидов в траве горца птичьего показало, что сырье, собранное в заповедной зоне и на улице города, соответствует существующим требованиям нормативной документации по количественному содержанию действующих веществ в течение всего изучаемого периода произрастания, а сырье, собранное вдоль автомобильной трассы, становится неудовлетворительным по данному параметру лишь к фазе плодоношения (рис. 2).

В горце птичьем, собранном в заповедной зоне, наблюдается постепенное увеличение содержания суммы флавоноидов от периода бутонизации до цветения, а максимальное содержание действующих веществ отмечается в период цветения (что полностью соответствует рекомендациям заготовки травы горца птичьего),

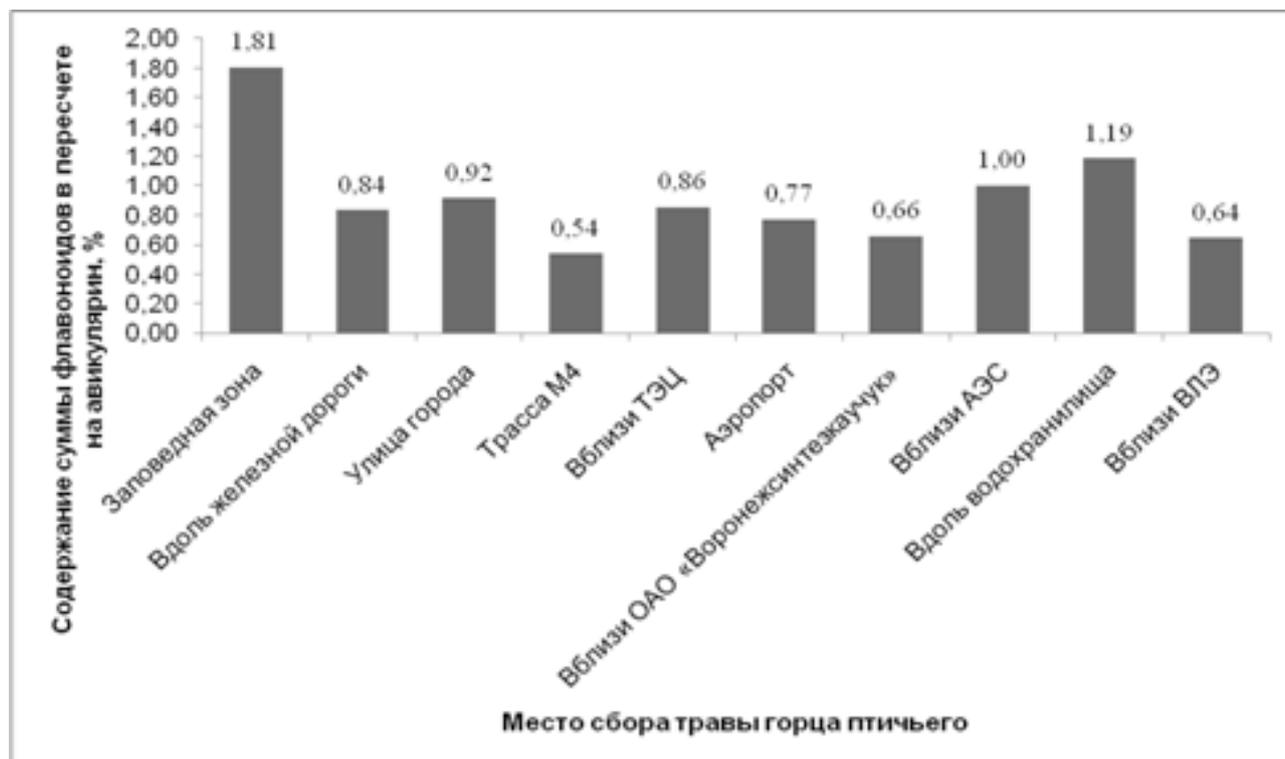


Рис. 1. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин в отобранных образцах травы горца птичьего

после чего происходит уменьшение содержания суммы флавоноидов. В сырье, отбираемом с территорий, испытывающих антропогенную нагрузку, максимальное количество биологически активных веществ отмечено в период начала цветения, после чего регистрировалось снижение содержания суммы флавоноидов. Наиболее интенсивное снижение темпов прироста суммы флавоноидов в изучаемых образцах наблюдается в сырье, собранном вдоль автомобильной трассы, о чем свидетельствуют рассчитанные отрицательные значения среднего прироста их содержания.

Колебания содержания суммы флавоноидов в траве горца птичьего, заготавливаемого в разные годы, в среднем не превышают  $\pm 5\%$ , что позволяет судить об устойчивости изучаемых биотопов. Выделяются лишь образцы, собранные вдоль автомобильной трассы, изменения содержания флавоноидов которых четко отрицательны, что строго коррелирует с изменением содержания токсичных элементов.

Полученные результаты количественного анализа биологически активных веществ в листьях подорожника большого показывают, что в отобранных образцах содержание ВРПС колеблется

в диапазоне от 12,34 % до 24,05 %, т. е. все образцы листьев подорожника большого удовлетворяют требованиям ГФ XI (рис. 3).

Максимальное количество действующих веществ накопилось в лекарственном растительном сырье, собранном в заповедной зоне, вдоль правого берега Воронежского водохранилища (более 20 %). Минимальное количество ВРПС в листьях подорожника большого обнаружено в образцах, произрастающих вдоль автомобильной трассы, вблизи аэропорта (менее 14 %), а также вдоль высоковольтных линий электропередач, на улице города, вдоль железнодорожных путей (менее 18 %), то есть на территориях, подверженных сильному антропогенному воздействию. Поэтому рациональным является рассмотрение вопроса об изменении установленного ранее числового показателя листьев подорожника большого «полисахаридов не менее 12 %» на «полисахаридов не менее 20 % в пересчете на абсолютно сухое сырье».

Рассчитанные коэффициенты корреляции между содержанием тяжелых металлов и ВРПС в листьях подорожника большого для восьми из девяти элементов отрицательны, что говорит об угнетении тяжелыми металлами синтеза ВРПС

Таблица 1.

Коэффициенты ранговой корреляции содержания тяжелых металлов и флавоноидов в пересчете на авикулярин в траве горца птичьего

Металл	Pb	Hg	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Co	As
Коэффициент Спирмена	-0,44	-0,34	-0,53	-0,64	-0,42	-0,19	-0,59	-0,31	-0,20

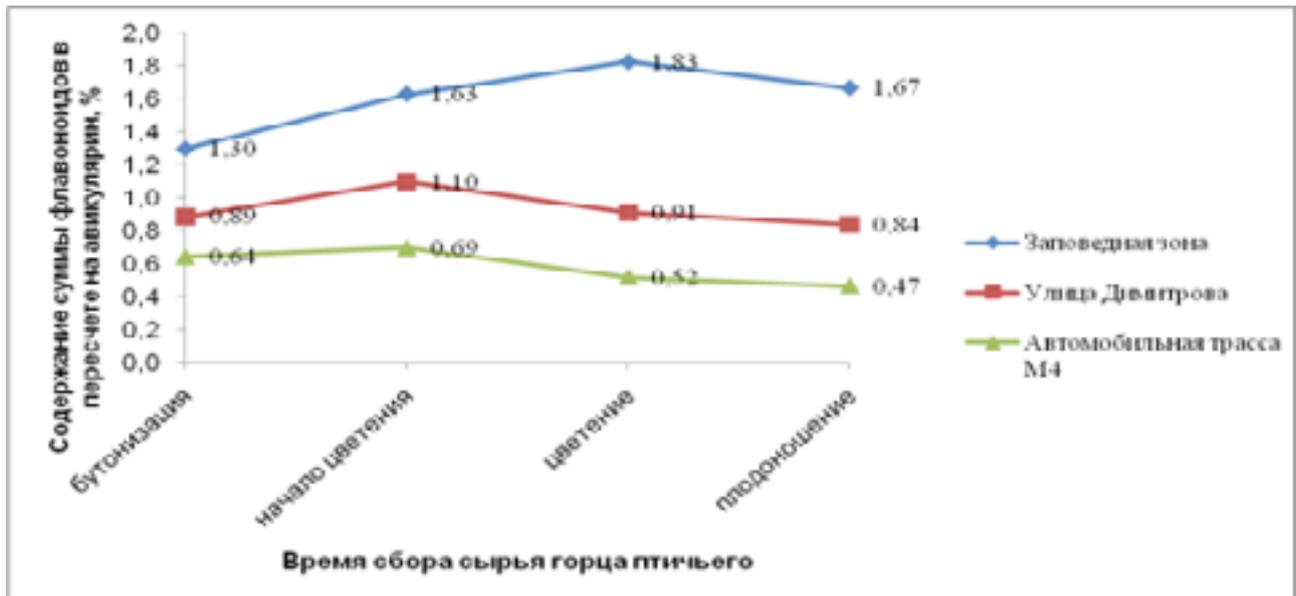


Рис. 2. Динамика изменения содержания суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин в траве горца птичьего в различные фенологические фазы

(табл. 2). Наиболее сильное угнетающее действие на биосинтез полисахаридов отмечено для хрома, никеля и мышьяка.

Изучение динамики накопления действующих веществ в листьях подорожника большого дало результаты, аналогичные полученным для травы горца птичьего: для сырья, собранного в заповедной зоне, наблюдается постепенное увеличение содержания ВРПС от периода бутонизации до цветения, максимальное содержание наблюдается в период цветения, после чего происходит уменьшение содержания ВРПС, а для сырья, отбираемого с территорий, испытывающих антропогенную нагрузку, максимальное количество ВРПС содержится в листьях в период начала цветения, после чего отмечается некоторое снижение концентрации действующего вещества (рис. 4). Наиболее интенсивное снижение темпов прироста содержания ВРПС

в изучаемых образцах наблюдается для сырья, собранного вдоль автомобильной трассы, о чем свидетельствуют отрицательные значения среднего прироста их содержания. Кроме того, в фазе плодоношения эти листья перестают удовлетворять требованиям нормативной документации по численному содержанию действующих веществ. Объяснить это можно двумя причинами. Во-первых, в процессе произрастания происходит постепенное накопление тяжелых металлов, тормозящих биосинтетические процессы в растительном организме, а накопленные к тому моменту органические вещества используются растением на обеспечение собственных физиологических потребностей. Во-вторых, для растений, испытывающих антропогенную нагрузку, раньше, чем для сырья из заповедной зоны, наблюдаются процессы увядания, также стимулируемые поллютантами.

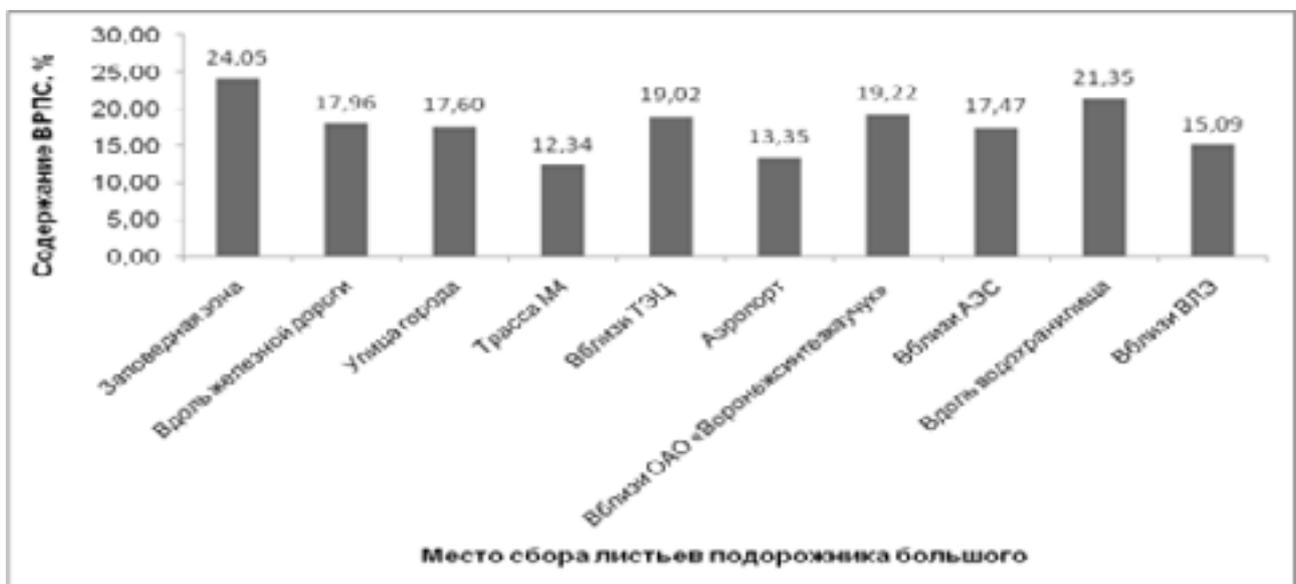


Рис. 3. Содержание ВРПС в образцах листьев подорожника большого

Таблица 2.

Коэффициенты ранговой корреляции содержания тяжелых металлов и ВРПС в листьях подорожника большого

Металл	Pb	Hg	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Co	As
Коэффициент Спирмена	-0,38	-0,08	0,03	-0,18	-0,62	-0,55	-0,32	-0,43	-0,55

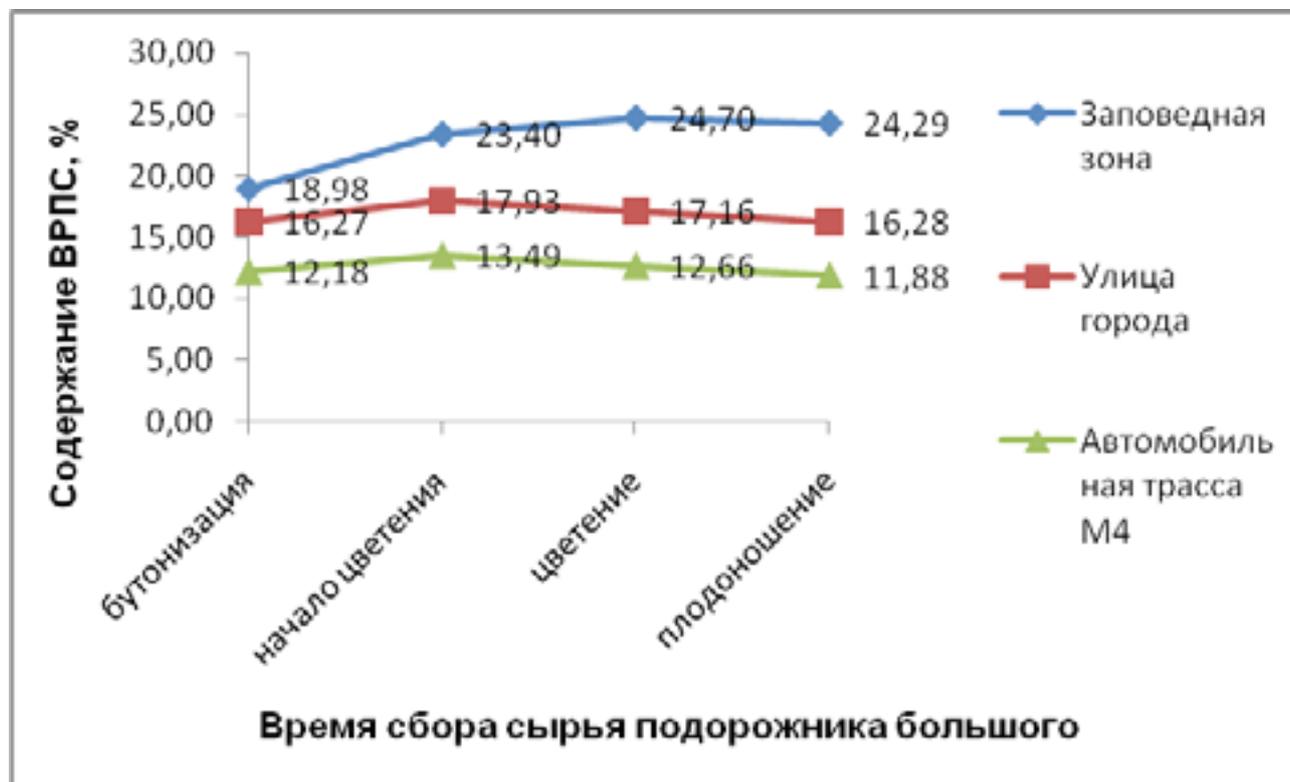


Рис. 4. Динамика изменения содержания ВРПС в листьях подорожника большого в различные фенологические фазы

При изучении изменений содержания ВРПС в листьях подорожника большого, заготавливаемого в разные годы, получены результаты, укладываемые в диапазон  $\pm 2\%$ , хотя соответствующие расчеты изменений содержания тяжелых металлов показывали более значительные при-

росты концентраций в лекарственном растительном сырье токсичных элементов, особенно растений такого места сбора, как автомобильная трасса. Это указывает на экологическую приспособленность подорожника большого к антропогенному воздействию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Великанова, Н.А. Экологическая оценка состояния лекарственного растительного сырья (на примере *Polygonumtaiculare* L. и *Plantagomajor* L.) в урбоусловиях города Воронежа и его окрестностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Великанова. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2013. – 21 с.
2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. - Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Изд-во ЦИНАО, 1992. – 62 с.
3. Великанова Н.А. Усовершенствование методики количественного определения водорастворимых полисахаридов в листьях подорожника большого / Н.А. Великанова [и др.] // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: Материалы 5-й Международной научно-методической конференции «Фармобразование-2013», Воронеж, 16-18 апреля 2013 г. – Воронеж, 2013. - С. 216-220.