

11. Состояние здоровья, условия жизни и медицинское обеспечение детей в России / Т.М. Максимова [и др.]. – Москва: ПЕР СЭ, 2008. – 367с.

Health status, living conditions and medical care for children in Russia / T.M. Maximova [et al.]. – M.: PER SE, 2008. – 367 p.

12. Ткачук М.Г. Особенности физического развития детей, проживающих в условиях Крайнего Севера / М.Г. Ткачук, С.В. Вадюхина // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. – 2011. – Т.18, № 2. – С. 145-6.

Tkachuk M.G. Features of the physical development of children living in the Far North / M.G. Tkachuk, S.V. Vadyuhina // Scientific notes of Acad. I.P. Pavlov SPbGMU. – 2011. – V.18, №2. – P. 145-6.

13. Тутельян В.А. Распространенность ожирения и избыточной массы тела среди детского населения РФ: мультицентровое исследование / В.А. Тутельян, А.К. Батурин, И.Я. Конь // Педиатрия. – 2014. – Т.93, № 5. – С. 28-31.

Tutelyan V.A. The prevalence of obesity and overweight among the children of the Russian Federation: a multicenter study / V.A. Tutelyan, A.K. Baturin, I.Ya. Kon' // Pediatrics. – 2014. – Vol.93, № 5. – P. 28-31.

14. Физическое воспитание детей в организованных коллективах / Е.В. Крукович, Л.В. Транковская, А.Я. Осин [и др.] // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2015. – Т. 63, № 5. – С. 43-50.

Physical education of children in organized

groups / E.V. Krukovich, L.V. Trankovskaya, A.Ya. Osin [et al.] // Health. Medical ecology. Science. – 2015. – V. 63, № 5. – P. 43-50.

15. Belisheva N.K. Age-dependent heart rate variability in preschool children living under the conditions of the European Arctic region / N.K. Belisheva, A.A. Martynova, S.V. Pryanichnikov [et al.] // Human Physiology. – 2016. – V.42. – № 2. – С. 156-168. DOI: 10.1134/S0362119716020031

16. Shephard R.J. The health consequences of "modernization": Evidence from circumpolar peoples / R.J. Shephard, A. Rode. – Cambridge University Press, Cambridge, 1996. – 306 p.

17. Sullivan K.M. ANTHRO software for calculating anthropometry. Version 1.02, Y2K Compliant / K.M. Sullivan, J. Gorstein. – WHO, Centres for Disease Control and Prevention, 1999. – 6 p.

А.И. Яковлева, Е.Д. Охлопкова, Л.Д. Олесова,
З.Н. Кривошапкина, Л.И. Константинова, А.А. Григорьева,
Е.И. Семенова, А.В. Ефремова, Г.Е. Миронова

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА НА ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

DOI 10.25789/YMJ.2019.66.11

УДК 502/504 (045)

Работа посвящена изучению влияния цементной пыли на лекарственные свойства растений, а именно, содержанию флавоноидов в растениях Центральной Якутии. Вблизи цементного завода территория подвержена техногенному воздействию, что влияет на плотность проективного покрытия растительности.

В ходе исследования установлено, что растения каждого вида, собранные в различных экологических условиях, отличаются уровнем флавоноидов. В зоне сильного загрязнения цементной пылью (на расстоянии 500 м от завода) отмечено наиболее выраженное снижение содержания флавоноидов в растениях, чем в других исследуемых зонах. Данный факт является следствием ответной реакции на стресс-факторы организмов растений.

Ключевые слова: флавоноиды, биологически активные вещества, цементная пыль.

The work is devoted to studying the effect of cement dust on the medicinal properties of plants, namely, the content of flavonoids in plants of Central Yakutia. Near the cement plant, the territory is subject to anthropogenic impact, which affects the density of the projective cover of vegetation.

The study found that plants of each species, collected in different environmental conditions, differ in the level of flavonoids. In the zone of severe contamination with cement dust (at a distance of 500 m from the plant), the most pronounced decrease in the content of flavonoids in plants was observed than in the other zones studied. This fact is a consequence of the response to the stress factors of plant organisms.

Keywords: flavonoids, biologically active substances, cement dust.

Введение. Одним из направлений развития фармацевтической отрасли является увеличение ассортимента новых лекарственных средств, к числу которых относится лекарственное растительное сырье и препараты на его основе. В настоящее время из

сотни тысяч лекарственных средств, применяемых в мировой медицинской практике, лечебные препараты из растений составляют свыше 30%.

Установлено, что с увеличением экстремальности климатических условий произрастания в тканях ряда видов растений синтезируется большее количество биологически активных веществ (БАВ) [5, 7].

Интенсивное промышленное освоение природных ресурсов негативно воздействует на природные экосистемы. При выбросах в атмосферный воздух твердых частиц, особенно золы, сажи, цементной пыли, происходит образование пылевых слоев, которые замедляют процессы фотосинтеза. Цементная пыль, проникая через устьица при газообмене листьев в растения, поражает не только поверхность, но и

клетки внутри растения. Чем больше расходуется доступного запаса влаги из почвы, тем раньше растения испытывают водный дефицит [3]. С увеличением температуры листьев и наступлением водного дефицита снижается фотосинтетическая активность [6].

В Якутии крупнейшим цементным заводом республиканского значения является ОАО ПО «Якутцемент», расположенный в пос. Мохсоголлох Хангаласского района (МЦЗ). В аэральных выбросах этого завода, наряду с оксидами и диоксидами азота, диоксидами серы, углерода и органическими продуктами горения топлива, содержится значительное количество цементной, шламовой и клинкерной пыли, обладающей способностью подщелачивать окружающую среду [8].

Нами проведено исследование

ФГБНУ ЯНЦ КМП: **ЯКОВЛЕВА Александра Ивановна** – н.с., sashyak@mail.ru, **ОХЛОПКОВА Елена Дмитриевна** – к.б.н., в.н.с.–руковод. лаб., **ОЛЕСОВА Любовь Дыгиновна** – к.б.н., в.н.с.–руковод. лаб., **КРИВОШАПКИНА Зоя Николаевна** – к.б.н., с.н.с., **КОНСТАНТИНОВА Лена Ивановна** – н.с., **ГРИГОРЬЕВА Анастасия Анатольевна** – н.с., **СЕМЕНОВА Евгения Ивановна** – к.б.н., с.н.с.; **ЕФРЕМОВА Аграфена Владимировна** – к.б.н., с.н.с.; **МИРОНОВА Галина Егоровна** – д.б.н., проф. ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова.

растений в зонах влияния цементной пыли и выхлопных газов автотранспорта на накопление в них флавоноидов. Флавоноиды, будучи эволюционно адекватными организму человека, обуславливают антиоксидантные, ангиопротекторные, гепатопротекторные, желчегонные, диуретические, нейротропные, противоонкологические и другие важнейшие фармакологические свойства. Сравнительный фитохимический анализ растительности, произрастающей на техногенно загрязненных участках, имеет большое значение в плане изучения механизмов адаптации растений к негативному воздействию загрязненной среды. Поэтому фитохимические исследования – необходимая составная часть исследований биологических ресурсов Якутии.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования нами были выбраны 8 растений: пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare* L. (листья, цветы), иван-чай узколистный *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub. (листья, цветы), льянка остролопастная *Linaria acutiloba* Fisch. ex Reichenb. (листья), полынь монгольская *Artemisia mongolica* (Bess.) Fisch. ex Nakai. (листья), полынь якутская *Artemisia jacutica* Drob. (листья), девясил британский *Inula Britannica* L. (листья), одуванчик рогатый *Taraxacum ceratophorum* (Ledeb.) DC. (листья), тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L. (листья), произрастающие в Центральной Якутии.

Пробы растений были собраны из сообществ в окрестностях Мохсоголхского завода «Якутцемент» (МЦЗ) на расстоянии: 500 м, 1000 м и 2000 м в линейном северо-восточном направлении. Всего для сбора растений были выбраны 4 площадки.

Участок № 1 расположен на искусственном песчаном отвале в 500 м от МЦЗ. В сообществе присутствуют 14 видов, из них доминируют *Tanacetum vulgare* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub., *Artemisia mongolica* (Bess.) Fisch. ex Nakai., *Linaria acutiloba* Fisch. ex Reichenb., *Taraxacum ceratophorum* (Ledeb.) DC. Общее проективное покрытие (ОПП) травостоя составляет 30%.

Участок № 2 расположен в 1000 м от МЦЗ, рядом пролегает автомобильное шоссе. Объекты исследования расположены в листовеннично-разнотравно-брусничном лесу с участием березы и ивы. В лесном массиве отмечены пеньки от вырубки деревьев и наблюдается подрост листовенницы.

В древесном ярусе отмечены *Larix dahurica* Turcz. ex. Trautv., *Betula pendula* Roth., *Salix bebbiana* Sarg. Сомкнутость крон деревьев составляет 5%. В кустарниковом ярусе встречаются *Rosa acicularis* Lindl., *Vaccinium vitis-idaea* L., *V. uliginosum* L. В травянистом ярусе отмечены 16 видов растений, доминируют *Tanacetum vulgare* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub., *Linaria acutiloba* Fisch. ex. Reichenb., *Vicia amoena* Fisch., *Inula Britannica* (L.). ОПП травостоя – 40%.

Участок № 3 находится в 2000 м от МЦЗ и в 50 м от автомобильной дороги. На остепненно-злаково-разнотравном лугу отмечено 15 видов растений, из них доминируют *Poa angustifolia* L., *Taraxacum ceratophorum*, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub., *Tanacetum vulgare* L., *Hordeum jubatum* L., *Linaria acutiloba* Fisch. ex. Reichenb., *Artemisia mongolica*. ОПП травостоя – 40%.

Участок № 4 контрольный, расположен в 67 км от МЦЗ, в окрестностях с. Табага. Остепненно-злаково-разнотравный луг, периодически выпасывается и поедается крупным рогатым скотом. В сообществе представлено 12 видов растений, доминируют *Geranium pratense* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Acetosa thysiflora* (Fingerth.) A. Love et D. Love, *Tanacetum vulgare* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub., *Potentilla bifurca* L., *Linaria acutiloba* Fisch. ex. Reichenb. ОПП травостоя – 90%.

Методы исследования. Геоботанические описания сообществ выполнены по общепринятой методике [4].

Количественное определение флавоноидов было произведено с помощью стандартной методики Шелюто [9], основанной на способности флавоноидов к комплексообразованию с хлоридом алюминия, с измерением оптической плотности комплексов в видимой области при синем светофильтре, при длине волны 410 нм. При этом использовали кюветы толщиной слоя 0,75 мм. Исследование проводилось с использованием спектрофотометра Specord-40. Измерения проводили трехкратно, в качестве экстрагента применяли 70%-ный этиловый спирт. Расчет количества флавоноидов проводили по калибровочному графику, построенному по рутину.

Растительный материал был собран в сухую погоду, в период цветения, во время наибольшего накопления биологически активных веществ, а именно в первой декаде июля. Заготовка сырья осуществлялась в темном, проветриваемом помещении. По-

теря массы сырья при высушивании составила около 90%.

Статистический анализ данных проводили с применением программы Statistica 19. Применяли стандартные методы вариационной статистики: вычисление средних величин, стандартных ошибок, 95% доверительного интервала. Данные в таблицах представлены в виде $M \pm m$, где M – средняя, m – ошибка средней. Для оценки статистически значимых различий полученных данных использовали непараметрические методы, критерий Стьюдента, корреляционный анализ по Спирмену. Вероятность справедливости нулевой гипотезы принимали при $p < 0,05$.

Обсуждение результатов. Вблизи завода территория подвержена техногенному воздействию, что влияет на плотность проективного покрытия растительности. Растительные сообщества встречаются на сухих нарушенных местообитаниях, покрытых грязью и цементной пылью. В настоящее время на территории поселка и его окрестностях растительность представлена в основном антропогенными рудеральными сообществами. Березняки нарушенные, выделены по присутствию и доминированию в сообществе таких синантропных видов, как: пижма обыкновенная, полынь якутская, иван-чай узколистный, пырей ползучий, льянка остролопастная, одуванчик рогоносный, донник лекарственный и др.

По данным Покровской ГМС Республики Саха (Якутия), в районе исследования преобладают ветра северо-восточного направления [8]. Именно ветра с речной стороны (юго-западные), как правило, переносят воздушные массы в северо-восточном направлении. Поэтому для сбора растений нами было выбрано именно северо-восточное направление от цементного завода.

В ходе исследования установлено, что растения каждого вида, собранные в различных экологических условиях, отличаются содержанием флавоноидов.

Так, на первом участке исследования (на расстоянии от завода 500 м) в листьях и цветках (таблица) растений наблюдалось значительное статистически достоверное снижение содержания флавоноидов. Наиболее выраженное снижение в 2,5 раза в листьях и 2,2 раза в цветках отмечалось у *Tanacetum vulgare* L., а наименьшее – в цветках *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub. (в 1,13 раза).

Содержание флавоноидов в листьях (верхние цифры) и в цветках (нижние цифры) растений, произрастающих в различной отдаленности от цементного завода «Якутцемент»

Вид растения	500 м	1000 м	2000 м	Контрольный участок
Пижма обыкновенная <i>Tanacetum vulgare</i> L.	0,2821±0,0006* 0,2254±0,0006*	0,5397±0,0001*+ 0,4356±0,0001*+	0,4779±0,0001*++ 0,3947±0,0004*++	0,7105±0,0073 0,4001±0,0001
Иван-чай узколистый <i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Holub.	0,5258±0,0003* 0,2417±0,0003*	0,788±0,0009*+ 0,3568±0,0001*+	0,6340±0,0006*++ 0,3223±0,0211*++	1,0614±0,0006 0,2754±0,0001
Льнянка остролопастная <i>Linaria acutiloba</i> Fisch. ex. Reichenb.	0,2974±0,0001* 0,3425±0,0003*	0,3786±0,0004*+ 0,4125±0,0003*+	0,3389±0,0006*++ 0,2138±0,0006*++	0,4878±0,0028 0,5628±0,0009

* - достоверность различий $p < 0,05$, в сравнении с контрольным участком;

*+ - достоверность различий $p < 0,05$, в сравнении с 1-м участком;

*++ - достоверность различий $p < 0,05$, в сравнении со 2-м участком.

На втором участке наблюдалось значительное увеличение уровня флавоноидов по сравнению с первым участком исследования, но оставшееся при этом ниже, чем на контрольном участке. Наибольшее накопление флавоноидов (в 1,9 раза) наблюдалось у *Tanacetum vulgare* L. Следует отметить, что увеличение содержания их в листьях и цветках на этом участке происходит идентично.

На третьем исследуемом участке отмечалось снижение содержания флавоноидов по сравнению со вторым участком. Возможно, такое снижение обусловлено тем, что на расстоянии 2000 м от цементного завода «Якутцемент» растения менее подвержены воздействию цементной пыли, о чем свидетельствует более высокое содержание флавоноидов, чем на первом участке. При этом третий участок находится в непосредственной близости от автомобильного шоссе (50 м) и, вероятнее всего, такому накоплению способствуют еще и выбросы выхлопных газов автотранспорта.

Из приведенных данных видно, что спектр содержания веществ вторичного синтеза меняется у растений, произрастающих в условиях атмосферного загрязнения, в зависимости от зоны влияния выбросов цементной пыли. Все исследуемые нами виды, собранные в техногенной зоне, вырабатывают меньше флавоноидов, чем растения, собранные на контрольном участке, что связано, по всей вероятности, с необходимостью выработки адаптационных систем к изменению цементной среды. Следовательно, можно предположить, что содержание и накопление флавоноидов зависит от наличия и концентрации техногенных примесей в атмосфере. Пониженные выработка и накопление флавоноидов являются следствием ответной реак-

ции организмов растений на наличие в атмосфере выбросов МЦЗ.

В процессе техногенного воздействия на почвенный покров в районе цементного завода происходят существенные изменения в химическом составе грунтов, повышается их щелочность и увеличивается накопление тяжелых металлов, которые впоследствии влияют на рост и развитие растений [2].

Следует отметить, что почвенный покров является одним из депонов веществ-загрязнителей. Уровень техногенного накопления химических элементов в почвах объясняется их концентрацией, объемами и продолжительностью поступлений выбросов в атмосферу [2]. Изучение химического состава цементной пыли и его сравнение с количественным химическим составом в контрольной дерново-карбонатной почве в зоне воздействия выбросов Мохсогolloхского завода проводились М.М. Шашуриным. В результате исследований было установлено превышение содержания цементной пыли (мг/кг) по сравнению с почвой: Sr – 700 мг/кг в цементной пыли (в контрольной почве 200), Ti – 2000 против 1250, Pb – 30 против 20, Zn – 400 против 100, Cu – 50 против 8,5 мг/кг в контрольной почве [8, 11].

Высокая концентрация этих элементов в почве проявляется в угнетении роста, увеличении пероксидного окисления липидов и проницаемости мембран растений [3, 6]. При визуальной оценке главные симптомы отравления растений вышеперечисленными веществами следующие: желтые верхушки листьев, некроз растительных тканей (начинается с краев листьев) [6, 15].

Любой биотический или абиотический стресс (воздействие патогенных грибов, бактерий, вирусов, темпе-

ратурные перепады, механические повреждения, яркий свет, ультрафиолетовое облучение, дисбаланс минеральных компонентов в почве, засуха, засоленность, воздействие озона, гербицидов, солей тяжелых металлов) может привести к интенсификации биосинтеза флавоноидов в различных анатомических частях растения [9, 13].

В реализации стресс-протекторного эффекта лежат антиоксидантные свойства этих соединений. Любой абиотический стресс вызывает гиперпродукцию перекиси водорода в хлоропластах, митохондриях и пероксисомах растительной клетки наряду с высвобождением указанными органеллами пероксидазы и каталазы [10]. Значительные количества H_2O_2 диффундируют в вакуоли – основное место локализации флавоноидов [12], которые способны эффективно обезвреживать H_2O_2 и другие активные формы кислорода [14]. Их защитная функция осуществляется также путем образования барьеров на пути инфекции или механических повреждений (дубильные вещества, лигнины) и присущей многим из них антибиотической активности.

Ряд авторов выдвигает предположения, что флавоновые соединения повышают толерантность растений к неблагоприятным условиям среды [1, 9]. Известно, что в нетипичных для вида местообитаниях его флавоноидный комплекс, отражая специфический тип вторичного обмена, существенно меняется и не совпадает с аналогичными профилями, характерными для вида в данном регионе [1, 13]. Кроме того, в задачи исследования входило изучение флавоноидного комплекса для анализа эколого-ценотического ряда сообществ, произрастающих на территории Мохсогolloхского цементного завода. Все вышеуказанные

факторы произрастания растений в Якутии, несомненно, отражаются на накоплении БАВ.

Заключение. Лечебные свойства исследованных нами лекарственных, фармакопейных растений Центральной Якутии сильно снижаются в зонах сильного и среднего загрязнения цементной пылью, о чем свидетельствует малое накопление в растениях флавоноидов на данных участках, чем на контрольном участке. При этом на обеих участках индикатором загрязнения может служить пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare* L., т.к. содержание флавоноидов в ней снижается наиболее выражено, чем в других растениях.

Техногенные нагрузки на природную среду вокруг промышленных предприятий зависят от многих факторов. При этом должны учитываться, прежде всего, объемы выбросов в атмосферный воздух и сбросов в поверхностные и подземные воды веществ, загрязняющих окружающую среду, площадь непосредственного механического разрушения почвенно-растительного покрова в районе действия промышленных предприятий, местных производств, продолжительность техногенной нагрузки, природные условия.

По мере удаления от цементного завода на расстояние до 2 км общее жизненное состояние растительности улучшается, органы растений не имеют внешних признаков поражения или ослабления. Можно предположить, что содержание и накопление флавоноидов зависят от наличия и концентрации техногенных примесей в атмосфере. Пониженная выработка и накопление их являются следствием ответной реакции организмов растений на наличие в атмосфере выбросов МЦЗ. Сбор лекарственных растений вблизи цементных заводов не рекомендуется, так как не только снижаются лечебные свойства растений, но и происходит накопление канцерогенных веществ

карбонатов, которые могут нанести вред здоровью человека.

Литература

1. Влияние условий обитания на накопление флавоноидов некоторыми видами рода вероника и брусника региона Урала / Г.И. Олешко, М.В. Зеленина, Т.И. Вотинова [и др.] // Мат-лы юбилейной науч.-практич. конф. посв. 60-летию Пермской гос. фармацевтич. академии. – Пермь: ПГФА, 1997. – С. 15-16.
2. Influence of habitat conditions on the accumulation of flavonoids by some species of the genus *Veronica* and *lingonberry* in the Ural region / G.I. Oleshko, M.V. Zelenina, T.I. Votinova [et al.] // Materials of the anniversary scientific-practical conference dedicated to the 60th anniversary of the Perm State Pharmaceutical Academy. – Perm: PSFA, 1997. – P. 15-16.
3. Ковальский В.В. Геохимическая экология / В.В. Ковальский. – М.: Наука, 1974. – 298 с.
4. Kovalsky V.V. Geochemical ecology / V.V. Kovalsky. – M.: Science, 1974. – 298 p.
5. Краева Е.В. Влияние промышленных выбросов предприятия «Мальцевский портландцемент» на устойчивость сосны / Е.В. Краева // Биол. разнообразие лесных экосистем: мат-лы Всерос. совещ. – М., 1995. – 269-271 с.
6. Kraeva E.V. Influence of industrial emissions of the Maltsevsky Portlandcement enterprise on the stability of pine / E.V. Kraeva // Biological diversity of forest ecosystems: materials of the All-Russian meeting. – M., 1995. – 269-271 p.
7. Лавренко М.Е. Полевая геоботаника / М.Е. Лавренко, А.А. Корчагина. – М.; Л.: Наука, 1964 – Т. 3. – 530 с.
8. Lavrenko M.E. Field geobotanics / M.E. Lavrenko, A.A. Korchagin. – M.; L.: Science, 1964 – T. 3. – 530 p.
9. Макаров А.А. Лекарственные растения Якутии и перспективы их освоения / А.А. Макаров. – Новосибирск: СО РАН, 2002. – 264 с.
10. Makarov A.A. Medicinal plants of Yakutia and the prospects for their development / A.A. Makarov. – Novosibirsk: SB RAS, 2002. – 264 p.
11. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнения: учеб. пособие / М.Г. Опекунова. – СПб.: СПб. ун-т, 2016. – 300 с.
12. Opekunova M.G. Bioindication of pollution: manual / M.G. Guardian. – SPb.: S.-Petersburg University Publishing House, 2016. – 300 p.
13. Стогний В.В. Эколого-климатические особенности функционирования защитных антиоксидантных систем в тканях дикорастущих растений / В.В. Стогний, А.Н. Журавская, Б.М. Кершенгольц // Радиозэкология. – 1999. – Т. 39, № 1. – С. 79-83.
14. Stogny V.V. Ecological and climatic features of the functioning of protective antioxidant systems in the tissues of wild plants / V.V. Stogny, A.N. Zhuravskaya, B.M. Kershengolts // Radioecology. – 1999. – V. 39, № 1. – p. 79-83.
15. Писаренко И.А. Отчет о геоэкологических исследованиях на территории Покровского промышленного узла (Немюгюны – Покровск – Мохсоглох – Верхний Бестях) / Писаренко И.А. – Верхнебестяхское ЛГРЭ, 1995. – 45 с.
16. Pisarenko I.A. Report on geoecological studies on the territory of the Pokrovsky industrial hub (Nemyugunts - Pokrovsk - Mokhsogolokh - VerkhniyBestyakh) / I.A. Pisarenko - Verkhnebestyakhskoe LGRE, 1995. – 45 p.
17. Физико-химические и аналитические характеристики флавоноидных соединений / В.П. Георгиевский, А.И. Рыбаченко [и др.] – Р/на Д.: Ростовск. ун-т, 1988. – 143 с.
18. Physico-chemical and analytical characteristics of flavonoid compounds / V.P. Georgievsky, A.I. Rybachenko [et al.] - Rostov on - D.: Rostov. Un-ty, 1988. – 143 p.
19. Флавоноиды *Achillea glabella* Kar. Et Kir. / С.Т. Кенжебаева, Э.А. Кульмагамбетова, Л.Н. Прибыткова [и др.] // Физиолого-биохимич. аспекты изучения лекарственных растений: мат-лы междунар. совещ., посв. памяти Минаевой В.Г. – Новосибирск, 1998. – С. 56.
20. Flavonoids *Achillea glabella* Kar. Et Kir. / S.T. Kenzhebaeva, E.A. Kulmagambetova, L.N. Pribytkova [et al.] // Materials of the international meeting devoted to the memory of V.G. Minayeva. "Physiological and biochemical aspects of the study of medicinal plants." - Novosibirsk, 1998. – p. 56.
21. Шашурин М.М. Влияние хронического действия экотоксикатов на физиолого-биохимические свойства и стрессоустойчивость растений, ферментный потенциал почв Центральной и Южной Якутии: автореф. дис... канд. биол. наук / М.М. Шашурин – Якутск, 2006. – 18 с.
22. Shashurin M.M. The influence of the chronic action of ecotoxicates on the physiological and biochemical properties and resistance of plants, the enzymatic potential of the soils of Central and South Yakutia: author. dis ... cand. biol. sciences / M.M. Shashurin - Yakutsk, 2006. – 18 p.
23. Andersen Q.M. Flavonoids: Chemistry, biochemistry and applications / Q.M. Andersen, K.K. Markham. – CRC press Taylor & Group, 2006. – 1197 p.
24. Bould C. Diagnosis of mineral disorders in plants: principles / C. Bould, E.J. Hewitt, P. Needham. – Vol. I. London: Her Majesty's Stationery Office, 1983. – 174 p.
25. Ooman B.D. Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat / B.D. Ooman, G. Marra // Food Chemistry. – 1996. – Vol. 44. – p. 1746-175.
26. Marschner H. Mineral plant nutrition of higher plants / H. Marschner. – London: Acad. Press, 1997. – 889 p.