ИЗУЧЕНИЕ ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА (НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.Ю. Турышев, А.Е. Рябинин**
**ГБОУ ВПО ПГФА Минздрава России*
Пермь, Россия, aleksej2@mail.ru

THE STUDY OF WILD MEDICINAL PLANTS USING GEOSPATIAL ANALYSIS (FOR EXAMPLE, SVERDLOVSK REGION)

A.Y. Turyshev, A.E. Ryabinin**
**Perm state pharmaceutical academy*
Perm, Russia, aleksej2@mail.ru

Abstract. This document is a summary of the study a comprehensive assessment of wild populations of medicinal plants of South-Western and South-Eastern administrative districts of the Sverdlovsk region with the use of geospatial analysis. The influence of physico-geographical zone of growing plants on the density of the stock of raw materials and the accumulation of major groups of biologically active substances in medicinal plant material. The regularities between the density value of the stock of raw materials, the content of the main groups of biologically active substances in medicinal plant material and the exposure of the slope of the growth of plants.

Keywords: Sverdlovsk region, climate, medicinal plants, pharmacognosy, resources investigation, biologically active substances.

Введение. Геоинформационные технологии нашли применение во многих сферах деятельности человека, и в последние годы наблюдается устойчивая тенденция к увеличению интереса к ним и расширению области их применения [2]. Это объясняется тем, что геоинформационные технологии позволяют находить эффективные решения многих, при ином подходе трудно решаемых, проблем. Геоинформационные технологий обладают широкими возможностями по анализу и моделированию географических объектов [3, 4, 6], что дает возможность прогнозирования и анализа того или иного пространственного события или явления. Рельеф не является фактором, необходимым для жизни растений, но оказывает большое влияние на другие экологические факторы, прямо воздействующие на растения и растительность, – климатические и эдафические. В частности, экспозиция склона, наряду с крутизной и формой склона, определяет перераспределение солнечной радиации и осадков [1]. Огромный интерес в данном аспекте представляют лекарственные растения, которые имеют территориальную привязку к определенным ландшафтам.

Информация о количественной оценке сырьевой базы лекарственных растений Свердловской области, содержании биологически активных веществ (БАВ) в растительном сырье носит фрагментарный характер и, по большей части, устарела, что определяет необходимость их системного ресурсоведческого и химико-фармакогностического изучения. Анализ распределения лекарственных растений на конкретной территории и накопления в них БАВ в зависимости от экспозиции склона произрастания и физико-географической зоны произрастания, полученных по массиву фармакогностических данных, на примере Свердловской области является актуальным для современной фармации.

Целью данной работы являлась комплексная оценка популяций дикорастущих лекарственных растений (ДЛР) юго-западных и юго-восточных административных районов Свердловской области с использованием геопространственного анализа для рационального использования местных растительных ресурсов.

Для Свердловской области характерно сложное ботанико-географическое деление, обусловленное большим разнообразием форм рельефа и климата, заметное по распределению растительности на западном и восточном склонах хребта и пояском изменение растительного покрова по мере подъема в горы. «Европейская часть» по тектоническому строению относится к предуральскому краевому прогибу уральской равнинно-горной физико-географической страны и уфимскому плато восточно-европейской равнинной страны. «Азиатская» – к западно-сибирской равнинной стране.

В пределах области по восточной подошве горной полосы Урала проходит граница переходного (умеренно-континентального) и континентального секторов Евразии. Таким образом, территория Свердловской области делится на две неравные части: восточную, большую часть, которая характеризуется нарастанием континентальности климата, и западную, меньшую, которая имеет сходство с климатом Европейской части России. По сравнению с «европейской частью», где количество осадков достигает 500–600 мм в год, в «азиатской части» количество осадков – менее 450 мм. Распределение осадков по сезонам года на всей территории неравномерное. Повсеместно 60–70% осадков приходится на теплый период года (май–сентябрь).

Учитывая условную приуроченность административных районов Свердловской области к физико-географическим районам и их экологическое состояние, исследование проводили (рис 1.):

- в Артинском, Ачитском и Красноуфимском районах с характерными умеренно-континентальными климатическими условиями («европейская часть») (подзона северной лесостепи и подзона широколиственно-хвойнотаежных лесов);

Рис. 2. Сопоставление слоев «экспозиция склонов» и «лекарственные растения»

В результате была получена сводная таблица базы данных (табл. 1), содержащая кроме ресурсоведческих характеристик популяции экспозицию склона.

Таблица 1

Фрагмент сводная таблица базы данных

Долгота	Широта	Район	Растение	S, га	ПЗС, кг/га	ЭЗС, кг	ВОЕЗ, кг	Экспозиция склона
63.773	56.673	Талицкий	Душица	0,01	7,46	0,03	0,01	Север
63.812	56.718	Талицкий	Душица	0,01	12,34	0,02	0,01	Север
64.802	56.851	Тугулымский	Душица	0,01	25,55	0,16	0,04	Юго-запад
64.894	56.850	Тугулымский	Душица	0,01	18,84	0,09	0,02	Юго-запад
64.597	56.948	Тугулымский	Душица	0,01	25,57	0,16	0,04	Северо-восток
64.949	57.197	Тугулымский	Душица	0,01	60,09	0,36	0,09	Восток
58.396	56.123	Артинский	Зверобой	2,0	19,92	200,64	33,44	Юго-запад
58.400	56.143	Артинский	Зверобой	1,0	139,0	75,6	12,6	Северо-восток
58.339	56.209	Артинский	Зверобой	0,5	162,97	57,79	9,63	Запад
58.435	56.422	Артинский	Зверобой	0,5	120,67	44,34	7,39	Восток
58.070	56.417	Ачитский	Зверобой	0,3	115,04	27,19	4,53	Юг
58.094	56.415	Ачитский	Зверобой	1,0	109,74	87,74	14,62	Север
58.196	56.719	Ачитский	Зверобой	0,5	120,67	4,34	7,39	Восток
57.842	56.744	Ачитский	Зверобой	1,5	106,76	119,64	19,94	Север

Для визуализации данных на основании данной «результатирующей таблицы» была получена карта приуроченности лекарственных растений к различным типам склонам (рис. 3.).

На основании полученных вновь данных нами был проведен анализ приуроченности ПЗС и содержания БАВ в ЛРС к экспозиции склона произрастания растений.

Учитывая наибольшее количество контрольных точек, в качестве модели для проведения анализа приуроченности ПЗС и содержания основных групп БАВ к рельефу местности были выбраны популяции зверобоя.

Для этого сравнивали значения ПЗС и содержание БАВ в лекарственных растениях, произрастающих на различных типах склонов между собой. Влияние экспозиции склона произрастания растений на ПЗС и содержание БАВ в ЛРС устанавливали методом однофакторного дисперсионного анализа по Фишеру с учетом соответствующего критерия (F).

Рис. 3. Карта юго-востока Свердловской области приуроченности лекарственных растений к различным экспозициям склонов. Масштаб 1:300 000

В обследованных районах «европейской части» Свердловской области наиболее часто зверобой продырявленный и зверобой пятнистый произрастал на северных, восточных и юго-западных склонах – по 18,0 %, в то время как на склонах западной экспозиции было найдено только 6,0 % от общего числа обнаруженных популяций. В «азиатской части» популяции зверобоя наиболее часто встречались на склонах южной экспозиции – 25,4 %, в то время как на западных и юго-западных склонах произрастало только по 3,2 % от обнаруженных популяций (рис. 4).

Рис. 4. Частота встречаемости популяций зверобоя, %

ПЗС травы зверобоя в «европейской части» Свердловской области достоверно выше аналогичного показателя в «азиатской части» на всех типах склонов, кроме юго-западных.

Наименьшая ПЗС травы зверобоя в обнаружена на склонах северо-западной экспозиции как в «европейской» так и «азиатской» частях Свердловской области. Наибольшая – на восточных склонах в «европейской части» и на юго-западных в «азиатской части» (табл. 2).

Сравнительная оценка ПЗС зверобоя в районах исследования

№ п/п	Экспозиция склона	Средняя ПЗС, кг/га		
		Европейская часть*	Азиатская часть*	t
1.	Север	127,69±6,65	83,70±10,99	4,32
2.	Северо-восток	119,71±9,96	93,31±9,83	2,28
3.	Восток	164,16±27,48	58,79±9,29	9,42
4.	Юго-восток	114,91±21,20	77,73±12,11	3,79
5.	Юг	101,32±24,24	61,73±8,81	5,05
6.	Юго-запад	102,31±11,35	96,20±2,01	0,37
7.	Запад	133,49±57,65	62,46±9,86	3,75
8.	Северо-запад	89,48±9,91	39,93±11,19	5,95

Примечание: *–Европейская часть – Артинский, Ачитский, Красноуфимский районы; Азиатская часть – Байкаловский, Белоярский, Богдановичский, Каменский, Камышловский, Пышминский, Сухоложский, Талицкий и Тугулымский районы.

ПЗС травы зверобоя достоверно отличается на отдельных типах склонов, как в «европейской», так и в «азиатской» частях Свердловской области. А именно, на восточных склонах «европейской части» она достоверно выше, а и северо-западных – ниже. В «азиатской части» – на юго-западных и северо-западных склонах соответственно (рис. 5). При этом влияние экспозиции на ПЗС не обнаружено.

Рис. 5. ПЗС травы зверобоя, %

Установлено, что содержание флавоноидов в образцах травы зверобоя, заготовленных в «европейской части» достоверно больше, чем в образцах «азиатской части», для всех типов экспозиции склонов (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная оценка содержания суммы флавоноидов в образцах зверобоя

№ п/п	Экспозиция склона	Содержание флавоноидов, %		
		Европейская часть*	Азиатская часть*	T
1.	Север	7,06±0,38	5,21±0,22	38,03
2.	Северо-восток	6,87±0,24	5,54±0,13	22,34
3.	Восток	7,12±0,42	5,27±0,21	30,89
4.	Юго-восток	7,22±0,52	5,10±0,18	36,50
5.	Юг	7,10±0,20	5,30±0,13	32,73
6.	Юго-запад	7,10±0,22	5,39±0,26	20,69
7.	Запад	7,19±1,06	5,59±0,11	13,74
8.	Северо-запад	6,94±0,42	5,23±0,04	19,71

Примечание: *– Европейская часть – Артинский, Ачитский, Красноуфимский районы; Азиатская часть – Байкаловский, Белоярский, Богдановичский, Каменский, Камышловский, Пышминский, Сухоложский, Талицкий и Тугулымский районы.

За исключением отдельных экспозиций, содержание флавоноидов в ЛРС достоверно отличается в зависимости от склона заготовки сырья, как в «европейской» так и в «азиатской» частях Свердловской области (рис. 6). Влияния экспозиции склона произрастания растения на накопление флавоноидов также не обнаружено.

Рис. 6. Содержание суммы флавоноидов (в пересчете на рутин) в траве зверобоя, %

Оценка популяций ДЛР с учетом приуроченности к определенным экспозициям склонов. Для сравнения отдельных популяций, произрастающих на склонах различной экспозиции, рассчитывали «показатель сырьевой ценности популяции», а также нами был введен условный коэффициент, названный «Показатель сырьевой ценности склона» (ПСЦС), который представляет собой произведение среднего значения ПЗС, среднего содержания действующих веществ и частоты встречаемости популяций на склонах конкретной экспозиции, разделенное на 100 %, и рассчитывается по формуле:

$$\text{ПСЦС} = \frac{\text{ПЗС} \times \text{СДВ} \times \text{ЧВ}}{100}, \quad (1)$$

где: ПСЦС – Показатель сырьевой ценности склона, усл. ед.;
ПЗС – Средняя плотность запаса сырья на склонах конкретной экспозиции, кг/га;
СДВ – Среднее содержание действующего вещества на склонах конкретной экспозиции, %;
ЧВ – Частота встречаемости популяций на склонах конкретной экспозиции, %.

Данный показатель позволяет оценивать популяции, произрастающие на склонах с различной экспозицией, между собой по результатам комплексной оценки состояния зарослей ДЛР, учитывающей не только запас сырья и содержания в нем биологически активных веществ, но и частоту встречаемости популяций на склонах конкретной экспозиции.

Популяции зверобоя пятнистого и продырявленного, произрастающие на восточных склонах «европейской части» Свердловской области являются наиболее «ценными» (рис. 7). Эти же склоны являются наиболее предпочтительными для произрастания зверобоев обоих видов (рис. 8).

Рис. 7. ПСЦП зверобоя продырявленного и пятнистого по содержанию флавоноидов

Рис. 8. ПСЦС для зверобоя продырявленного и пятнистого по содержанию флавоноидов

Выводы. Таким образом, ПСЦС позволяет получать данные с учетом особенностей произрастания растений на конкретной территории. Что, в свою очередь, дает возможность вести более качественное планирование и проведение как ресурсоведческих исследований, так и непосредственную заготовку сырья.

Доказана возможность использования в лекарственном ресурсоведении геопространственного анализа для установления пространственных отношений между местом произрастания популяции ДЛР и экспозицией склона.

Предложенный алгоритм работы с геопространственным анализом, выполненный для слоев «экспозиция склонов» и «лекарственные растения», может быть использован для нахождения пространственных отношений между любыми практически значимыми слоями.

При наличии достаточного информационного обеспечения (электронные слои) комбинируя слои данных, открывается возможность поиска областей на местности, наиболее пригодных для произрастания интересующих растений, в том числе и требующих охраны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. Бурлакова Л.М., Ананьева Ю.С. Влияние экспозиции склона на ферментативную активность агрогенных черноземов алтайского приобья // Вестник алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – №11 (73). – С. 16–20.

Burlakova L.M., Anan'eva Ju.S. Vlijanie jekspozicii sklona na fermentativnuju aktivnost' agrogennyh chernozemov altajskogo priob'ja [The effect of slope exposure on enzymatic activity agrogenic chernozems of the Ob river area] // Vestnik altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – №11 (73). – pp. 16–20. (in Russian).

2. Бычков И.В., Гаченко А.С., Попова А.К. Применение ГИС- и ВЕБ-технологий для создания интегрированных информационно-аналитических систем // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12, Специальный выпуск 3. – С. 5–19.

Bychkov I.V., Gachenko A.S., Popova A.K. Primenenie GIS- i VEB-tehnologij dlja sozdanija integrirovannyh informacionno-analiticheskikh sistem [The use of GIS and WEB technologies to create an integrated information-analytical systems] // Vychislitel'nye tehnologii. – 2007. – Т. 12, Special'nyj vypusk 3. – pp. 5–19. (in Russian).

3. Турышев А.Ю. Применение ГИС-технологий при кадастрировании популяций дикорастущих лекарственных растений / А.Ю. Турышев, А.Б. Яковлев, С.В. Пьянков // ИнтерКарто-ИнтерГИС-16: Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт: Материалы Международной конференции, Ростов-на-Дону, Зальцбург 3–4 июля 2010. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, – 2010. – С. 300–305.

Turyshhev A.Ju. Primenenie GIS-tehnologij pri kadastrirovanii populjacij dikorastushhih lekarstvennyh rastenij [The application of GIS technology in landsurvey in gwild populations of medicinal plants] / A.Ju. Turyshhev, A.B. Jakovlev, S.V. P'jankov // InterKarto/InterGIS-16: Ustojchivoe razvitie territorij: Teorija GIS i prakticheskij opyt: Materialy Mezhdunarodnoj konferencii, Rostov-na-Donu, Zal'cбург 3–4 ijulja 2010. – Rostov-na-Donu: Izd-vo JuNCRAN, – 2010. – pp. 300–305. (in Russian).

4. Турышев А.Ю. Методологические аспекты создания ГИС «Лекарственные растения» / А.Ю. Турышев // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр. Пермского гос. ун-та. – Пермь, – 2009. – вып.2. – С. 59–65

Turyshhev A.Ju. Metodologicheskie aspekty sozdanija GIS 'Lekarstvennye rastenija' [Methodological aspects in GIS 'Medicinal plants'] / A.Ju. Turyshhev // Geoinformacionnoe obespechenie prostranstvennogo razvitija Permskogokraja: sb. nauch. tr. Permskogogos. un-ta. – Perm', – 2009. – вып.2. – pp. 59–65. (in Russian).

5. Турышев А.Ю., Согрина А.Н., Рябинин А.Е., Яковлев А.Б. Применение элементов пространственного анализа при изучении лекарственной флоры региона на примере Среднего Урала // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 12). – С. 2715–2719. (in Russian).

Turyshhev A.Ju., Sogrina A.N., Rjabinin A.E., Jakovlev A.B. Primeneniej elementov prostranstvennogo analiza pri izuchenii lekarstvennoj flory regiona na primere Srednego Urala [Use of spatial analysis in the study of medicinal flora of the region on the example of the Middle Urals] // Fundamental'nye issledovaniya. – 2013. – № 10 (chast' 12). – pp. 2715–2719. (in Russian).

6. Турышев, А.Ю. Анализ некоторых особенностей произрастания лекарственных растений Пермского края с помощью геоинформационных систем / А.Ю. Турышев, И.Б. Некрасов // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр. – Пермь, – 2010. – вып.3. – С. 119–123.

Turyshhev A.Ju. Analiz nekotoryh osobennostej proizrastaniya lekarstvennyh rastenij Permskogo kraja s pomoshh'ju geoinformacionnyh sistem [The analysis of the characteristics of growing medicinal plants in the Perm region using geographic information systems] / A.Ju. Turyshhev, I.B. Nekrasov // Geoinformacionnoe obespechenie prostranstvennogo razvitija Permskogo kraja: sb. nauch. tr. – Perm', 2010. – вып.3. – pp. 119–123. (in Russian).