

ЭКОЛОГИЯ

УДК 634.38.581

С.С. Богданов, А.В. Лазарев

НАКОПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕГЕТАТИВНЫМИ ОРГАНАМИ ШЕЛКОВИЦЫ (*MORUS ALBA L.*)^{*}

Экспериментально установлено различие в накоплении химических веществ вегетативными органами и семенами шелковицы. Доминируют С, О, Al, Ca, Mg, Si. В листе отсутствует Cu.

Ключевые слова: шелковица белая, стебель, лист, химические вещества.

S.S. Bogdanov, A.V. Lazarev

CHEMICAL ELEMENT ACCUMULATION BY THE VEGETATIVE ORGANS OF A MULBERRY (*MORUS ALBA L.*)

The difference in the chemical substance accumulation by the vegetative organs and seeds of a mulberry is experimentally determined C, O, Al, Ca, Mg, Si dominate. There is no Cu in a leaf.

Key words: white mulberry, stalk, leaf, chemical substances.

Шелковица белая (*Morus alba L.*) – многолетнее древесное растение, широко культивируемое в России. Листья очередные, простые. Цветки раздельнополые, мужские и женские, расположены на различных деревьях. У шелковицы белой соплодия белого, кремового, красного, темно-фиолетового или же практически черного цвета. У шелковицы черной они постоянно черные.

Шелковица культивируется на всех континентах земного шара. Ее выращивают в Средней Азии, на Кавказе и в целом на юге СНГ, в Белгородской [1] и Воронежской областях, на побережье Средиземного моря, во Франции, Болгарии, Сербии, Румынии, в Индии, Персии, Аравии, в Германии, на Филиппинских островах, в Австралии, Японии, Корее. Китай, Япония и Корея вместе образуют один крупнейший восточно-азиатский центр происхождения большинства форм шелковицы [2].

Все части растения используют в народной медицине [3]. В лечебных целях в народной медицине используются соплодия, листья, корни. Экстракт обладает антибактериальной активностью по отношению к грамположительным бактериям [4]. В китайской медицине отвары, настойки, сок соплодий применяют при гипертонической болезни (для снижения кровяного давления), как ранозаживляющее, при заболеваниях сердечно-сосудистой системы [5].

Свежие плоды и сок – при раке. В Японии используют отвар с рисовой водкой при утомлении [6]. В Азербайджане используют почки при сахарном диабете [7,8].

Из встречающихся в природе элементов 81 обнаружен в организме человека. Из них 15 признаны жизненно необходимыми. Макро- и микроэлементы находятся в наиболее доступной и усвояемой форме, поэтому оказывают несомненный терапевтический эффект в лечении человека [9,10]. Следовательно, определение элементного состава вегетативных органов шелковицы является весьма актуальным.

Растения, являясь специфическими индикаторами изменений, происходящих в окружающей среде, фиксируют эти перемены изменением химического состава разных органов, биологических и анатомо-морфологических признаков. Зафиксирована зависимость накопления веществ от климатических условий [11,12]. Причем показатели содержания этих веществ в различных органах существенно различаются. Содержание витаминов в различных частях *Morus alba* зависит также от фенологических фаз. Накопление различных химических элементов в листьях, семенах, стеблях в зависимости от антропогенного фактора является менее изученным. В связи с этим целью настоящего исследования является выявление уровня накопления химических элементов в побегах шелковицы в условиях Белгородской области.

^{*} Работа выполнена при поддержке внутривузовского гранта ВКГ 089-10 (БелГУ)

Материал и методы

Morus alba L. была собрана в августе 2009 года в с. Мухоудеровка Алексеевского района Белгородской области [13], наиболее благополучном в экологическом отношении. Проведена полевая диагностика частей растения путем внешнего осмотра. Исследование содержания химических элементов проводилось на растровом электронном ионном микроскопе Quanta 2003-D с использованием метода рентгеноспектрального микроанализа.

Осуществлялся анализ энергодисперсионного спектра вегетативных частей растения при помощи методики EDAX

Результаты и их обсуждение

Используемый рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) позволил определить элементный состав исследуемого материала по возбуждаемому в них характеристическому рентгеновскому излучению. Анализ распределения элементов был выполнен в качественном и количественном виде. Качественный анализ определил тип элементов, входящих в состав исследуемого участка образца. После качественного анализа провели количественный анализ в отдельно выбранных точках.

В результате проведенных исследований были получены спектры различных частей шелковицы (табл., рис 1–4).

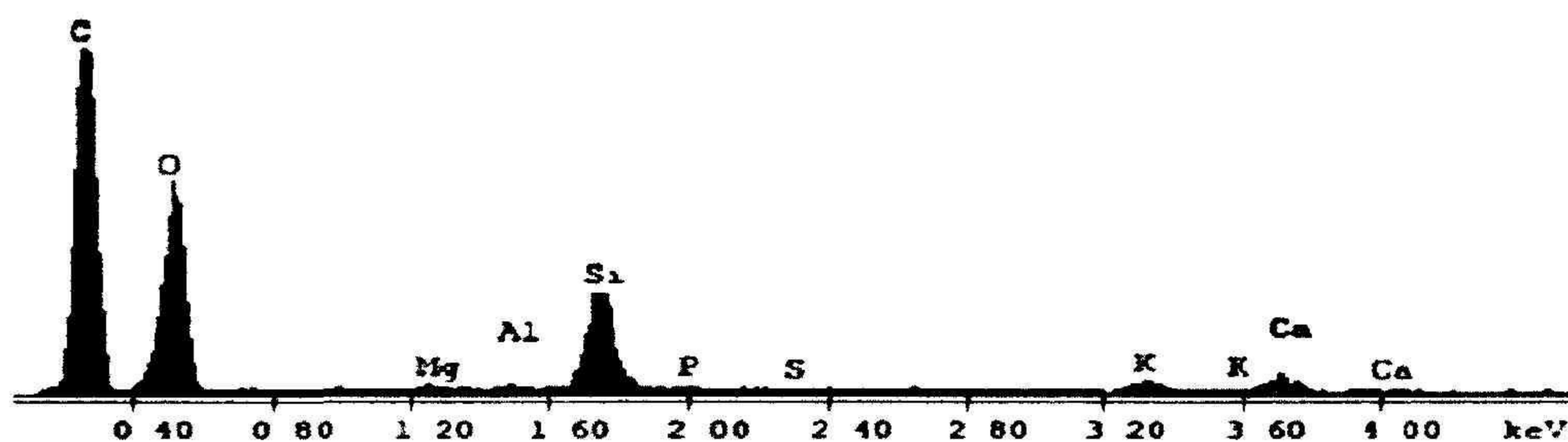


Рис. 1. Спектральный качественный состав верхнего листа шелковицы

На спектрах по горизонтальной оси показано распределение элементов по энергии, по вертикальной – распределение элементов по интенсивности. Буквы К, L (написанные после названия элемента) обозначают энергетические уровни, на которых расположены электроны элемента. Wt – массовая доля элемента, %, At – атомная доля элемента, %.

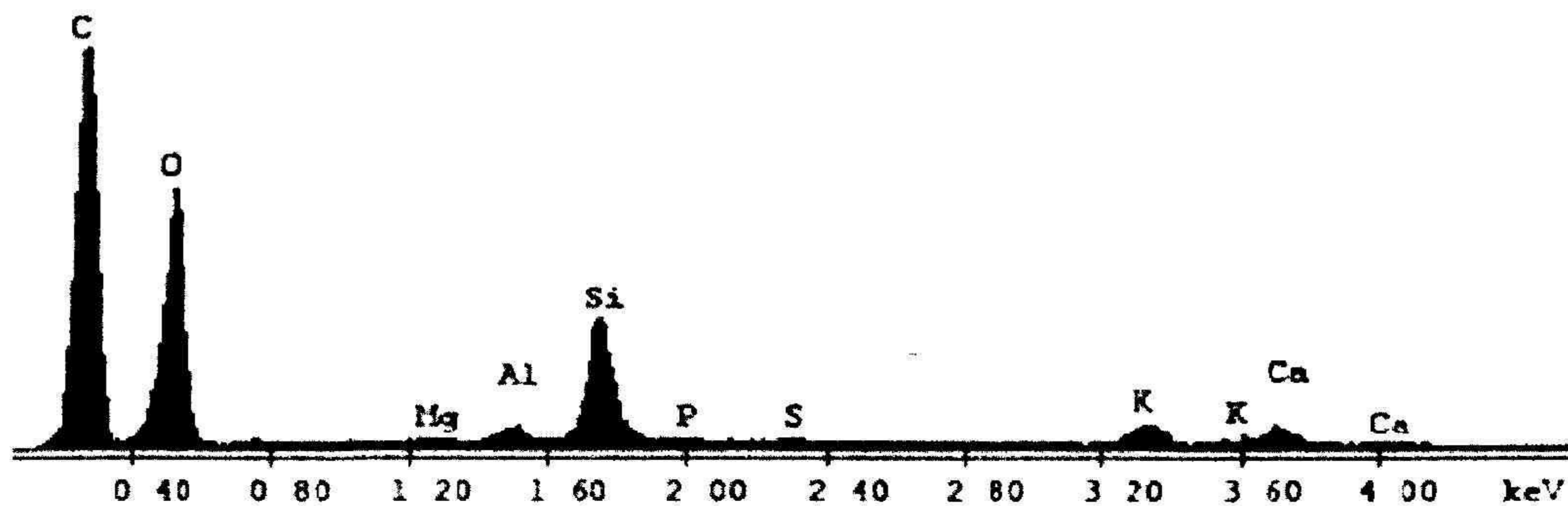


Рис. 2. Спектральный качественный состав нижнего листа шелковицы

Анализ содержания химических элементов стебля позволил сделать вывод образующего всего элементов 10 (C, O, Mg, Al, Si, Ca, P, S, K, Cu) Ведущее значение занимают C, O, Al, Ca (рис 3, табл)

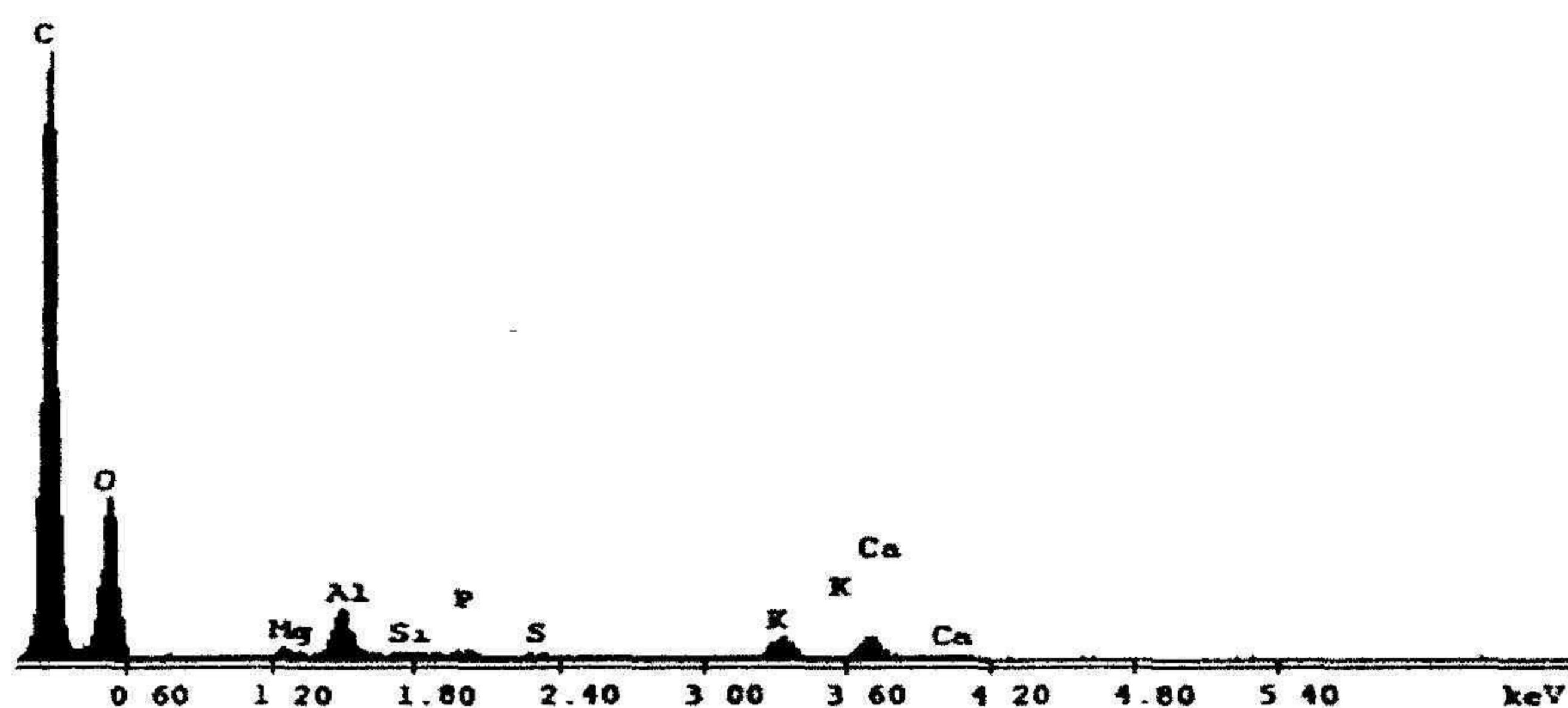


Рис. 3. Спектральный качественный состав стебля шелковицы

В черешке листа больше всего накапливаются С, О, К. Медь отсутствует (рис. 4, табл.).

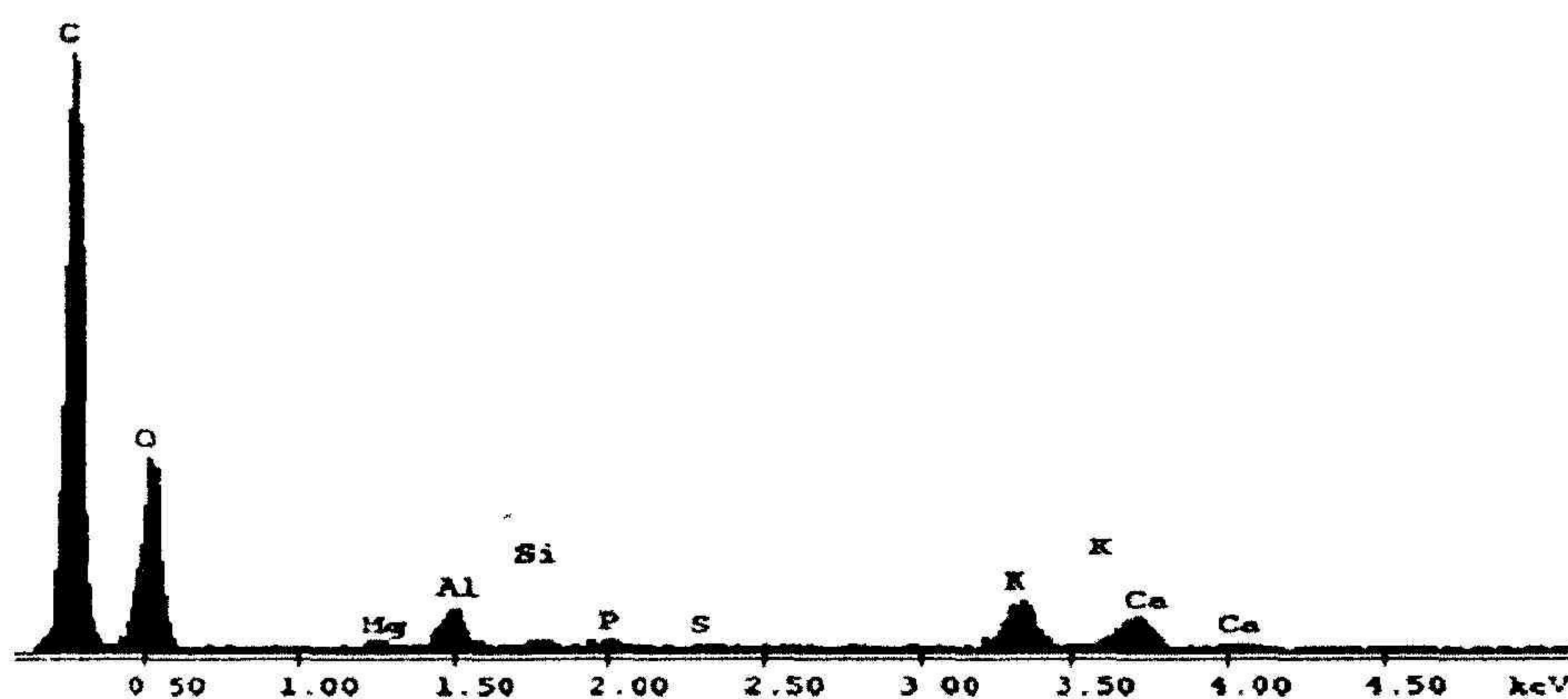


Рис. 4. Спектральный качественный состав черешка верхнего листа

Данные, полученные в результате анализа энерго-дисперсионного спектра побегов при помощи методики EDAX, позволяют сделать вывод, что лист, стебель отличаются по процентному содержанию всех входящих в них элементов. Химические элементы, входящие в состав шелковицы, оказались преимущественно идентичными химическим элементам, встречающимся в окружающей среде: С, О, Mg, Al, Si, Ca, P, S, K, Cu. Причем эти элементы в разных частях растения присутствуют в различной концентрации (см. табл. 1).

Сводная таблица по химическому составу отдельных частей шелковицы, %

Химический элемент	Стебель		Черешок		Лист		Семя	
	Wt	At	Wt	At	Wt	At	Wt	At
C	68,97	76,31	64,41	72,59	58,36	66,73	78,28	83,70
O	26,34	21,88	29,67	25,10	35,59	30,55	18,93	15,20
Mg	0,27	0,14	0,21	0,12	0,09	0,05	0,26	0,14
Al	1,43	0,71	1,20	0,60	0,13	0,07	0,67	0,32
Si	0,07	0,03	0,16	0,08	3,95	1,93	0,04	0,02
P	0,18	0,08	0,16	0,07	0,12	0,05	0,65	0,27
S	0,09	0,04	0,11	0,04	0,08	0,03	0,22	0,09
K	0,94	0,32	2,35	0,81	0,62	0,22	0,40	0,06
Ca	1,13	0,38	1,74	0,59	1,05	0,36	0,18	0,03
Cu	0,58	0,12	-	-	-	-	0,26	0,05

Аналогичные анализы химического состава листа и черешка показали наличие 9 химических элементов: причем в наибольших концентрациях, кроме вышеуказанных, накапливаются еще Mg, Si (см. рис. 3,4; табл.).

В результате сравнительного анализа можно сделать вывод, что на одном растении концентрация различных химических веществ в разных частях далеко не одинакова. Так, в семени и стебле доминирует по сравнению с другими частями растения только С: в стебле в весовых процентах – 68,97%, а атомных процентах – 76,31%; в семени – 78,28 и 83,70 % соответственно. Лист по наличию Si превзошел стебель на 3,88 весовых %, на 1,9 – атомных %. Это объясняется тем, что листья крапивоцветных, в том числе и шелковицы, покрыты волосками, которые пропитаны соединениями кремния. В основании волоска располагается цистолит, содержащий кальций [13, 14] (рис. 5).

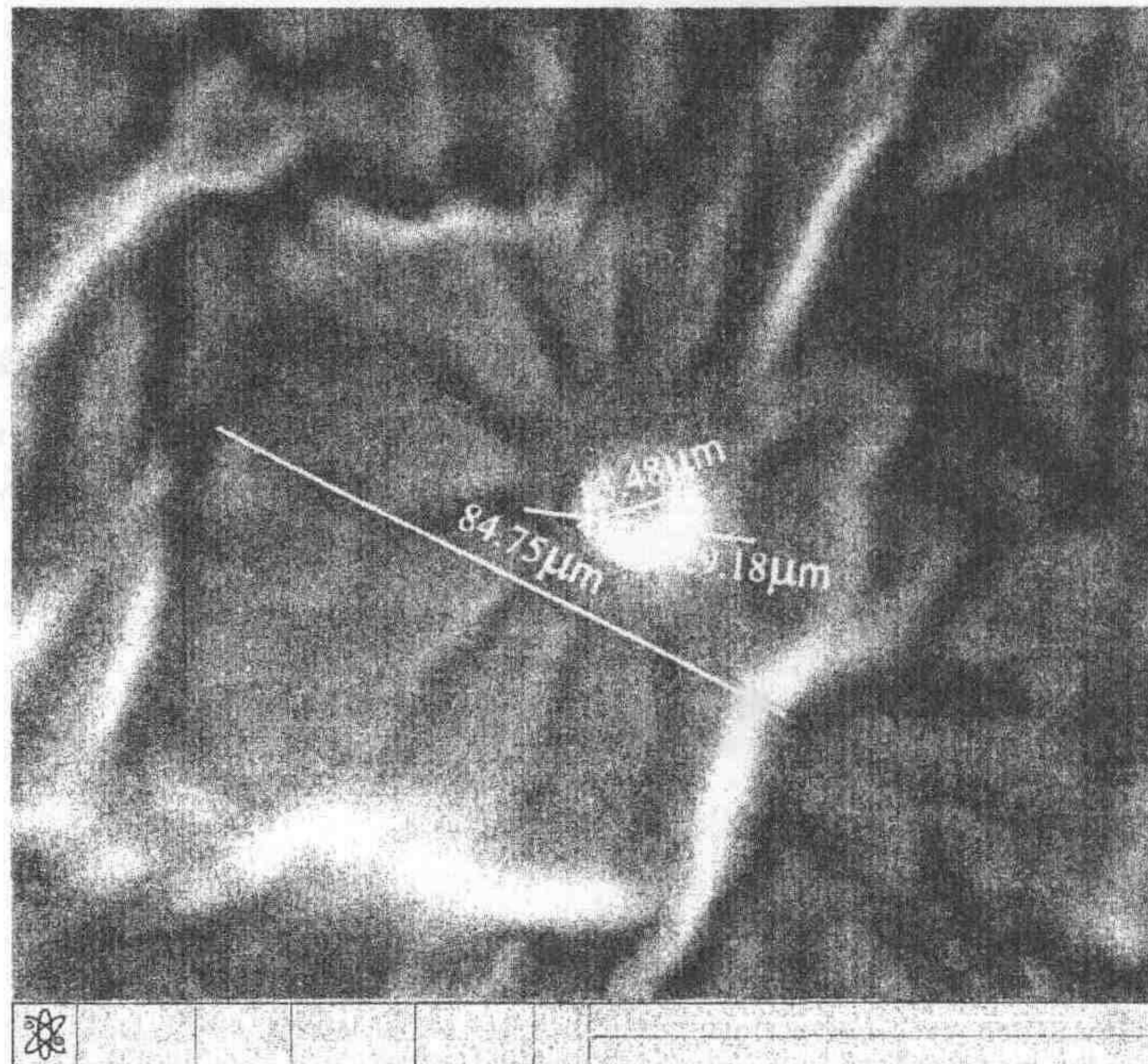


Рис. 5. Простой волосок шелковицы с цистолитом

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что шелковица достаточно хорошо адаптирована к антропогенным условиям произрастания. Известно, что все органы шелковицы подвержены воздействию изменения среды, особенно температуры. Однако установлено, что в условиях Белгородской области сохранились в различных районах высокорослые деревья шелковицы. Следовательно, она может размножаться как плодовая культура и с медицинским значением. Поэтому необходимо выяснить наличие микроэлементов, особенно тяжелых металлов. Данные, полученные в результате анализа энергодисперсионного спектра растения при помощи методики EDAX, позволяют утверждать, что лист, стебель, семя *Morus alba* L. отличаются по процентному содержанию всех входящих в них элементов. Анализ содержания химических элементов стебля позволил сделать вывод, что химические элементы, входящие в состав шелковицы, оказались преимущественно идентичными химическим элементам, встречающимся в окружающей среде. Всего обнаружено 10 элементов (С, О, Mg, Al, Si, Ca, P, S, K, Cu). Ведущее значение занимают С, О, Al, Ca (см. рис. 3, табл.). Следует отметить, что в семенах обнаружены все вышеуказанные элементы. Наибольшее количество характерно для углерода, кислорода, алюминия и фосфора.

Аналогичные анализы химического состава листа и черешка показали наличие 9 химических элементов, причем в наибольших концентрациях кроме вышеуказанных обнаруживаются еще Mg, Si. В побегах шелковицы не обнаружено тяжелых металлов, таких, как свинец, ртуть и др. Следовательно, шелковицу можно отнести к растениям-индикаторам экологической обстановки.

Благодарим за помощь в проведении анализов Центр коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».

Литература

- 1 Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – 10-е изд. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
- 2 Федоров А.И. Тутоводство. – М.: Гос. изд. сельхозлитературы, 1954. – 408 с.
- 3 Мазнев Н.И. Энциклопедия лекарственных растений – М.: Мартин, 2004. – 496 с.
- 4 Nickell L.G Antimicrobial activity of vascular plants // Econ Bot – 1959. – Vol. 13. – № 4. – P 281–318.
- 5 Ибрагимов Ф.И. Ибрагимова В.С. Основные лекарственные средства китайской медицины. – М., 1860. – 411 с.
- 6 Слюнин Н.В. Туземные лекарства в народной медицине на Дальнем Востоке // Медицинские прибавления к морским сборникам. – 1889. – №1. – С. 37–82
- 7 Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. – Л.: Наука, 1984. – С. 131–138
- 8 Алексеенко В.А. Химические элементы в окружающей среде и развитии организмов // Геохимия биосферы: мат-лы 2-го Междунар. совещ. – Новороссийск, 1999. – С.106–111.
- 9 Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М., 1989. – С.57–59.
- 10 Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / П.М. Авраменко, П.Г. Акулов, Ю.Г. Атанов [и др.]; под ред. С.В. Лукина. – Белгород, 2007. – 556 с.
- 11 Природные ресурсы и состояние Белгородской области: атлас / отв. ред. Ф.Н. Лисецкий; ред. В.А. Хасанов, Е.Г. Глазунов. – Белгород: БелГУ, 2005. – 170 с.
- 12 Растительное сырье СССР / под ред. М.М. Ильина. – М.-Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1949. – Т.1. – 574 с.
- 13 Лазарев А.В. Изучение плодовой шелковицы в условиях Белгородской области // Нетрадиционное растениеводство Экология и здоровье: мат-лы XVII Междунар. симп. – Симферополь, 2008. – С. 260–262.
- 14 Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: учеб. для вузов / Т.И. Серебрякова, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский [и др.]. – М.: Академкнига, 2006. – 543 с.
- 15 Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений: учеб. – Изд. 3-е, испр. – М.: Ком-Книга, 2007. – 512 с.



УДК 630* 907.1

С.А. Чжан

Зонирование лесных экосистем, подверженных длительному техногену

Проведены исследования состояния хвойных древостоев под воздействием длительного аэротехногенного загрязнения. Предложена наиболее оптимальная схема зонирования для лесных экосистем, подверженных длительному воздействию загрязнителей, в районе г. Братска.

Ключевые слова: лесные экосистемы, загрязнители, зонирование, аэротехногенное загрязнение, картографический метод.

S.A. Chzhan

ZONING OF THE FOREST ECOSYSTEMS EXPOSED TO THE LONG-TERM TECHNOGENESIS

The research of the coniferous forest stand condition under the influence of long-term aerotechnogenic pollution are conducted. The most optimal scheme of zoning for the forest ecosystems being exposed to the long-term pollutant effect in the Bratsk Town area is offered.

Key words: forest ecosystem, pollutants, zoning, aerotechnogenic pollution, cartographic method.

Введение

В настоящее время не существует единого подхода к зонированию лесов, подверженных длительному аэротехногенному загрязнению. На основании обзора технической и научной литературы по данному вопросу следует отметить некоторые общие тенденции в подходе к зонированию воздействия промвыбросов на древостой. В основу положено сочетание содержания промвыбросов в атмосфере и состояния насаждений. В остальном расхождения довольно значительны.