

Геоботанично и биогеохимично изследване на ореоли върху прожилково-впръснати пирит-халкопиритови минерализации в Плана планина

Г. Попов

Институт по физиология на растенията, 1113 София

G. Popov — Geobotanical and biogeochemical study of aureoles upon vein-impregnated pyrite-chalcopyrite mineralizations in Plana Mountain. The geobotanical and biogeochemical studies in the area of mineralization near Zeleznica in Plana Mountain, Southwest Bulgaria, show that in a number of plants—white pine, beech, juniper, etc. occur changes as a result of toxic influence of higher concentrations of heavy metals. Increased content of Cu, Pb, Mo, Zn, Ag, Co and other elements was established in pine, beech, juniper, dog rose, moss, lichen, which grow directly on ore veins.

Увод

В настоящото съобщение се излагат резултатите от биогеохимични и геоботанични изследвания в Плана планина. Целта на работата е да се проследи възможността за откриване на повишени съдържания на определени елементи в скалите (евентуално на рудни минерализации) чрез геоботанично и биогеохимично изследване на растителността в определен район.

Този метод за търсене на полезни изкопаеми се използва отдавна в много страни. Установени са вече редица индикаторни растения, които избирателно могат да извличат от почвата или скалите, върху които растат, а до известна степен и да концентрират някои химични елементи. Така например цинковата теменужка (*Viola salaminaria*) и лишенте (*Alsine verna* и *Artemia halleri*) натрупват цинк, царевичката (*Les maus*) концентрира злато (Б о г д а н о в, 1963) и т. н.

Като критерии за повишено съдържание на някои елементи в скалите и почвата на дадено място могат да се използват и патологичните изменения на различни части на някои растения: бор, бук, шипка и др. (И в а ш о в, 1976). Един от най-често наблюдаваните белези, в редица случаи пряк резултат от повишената концентрация на тежки метали в почвата, е пожълтяването на листата — т. нар. хлороза. Така например високото съдържание на желязо (Т к а л и ч, 1970), както и на Co, Ni, Cu и Zn (А л е к с е е н к о, В о й т к е в и ч, 1981) предизвиква пожълтяване на листата на редица растения. Наблюдават се и други патологични промени, например развитие на растения джуджета вследствие забавяне на растежа им (И в а ш о в, 1976) и др. Тези промени в растенията се предизвикват от токсичното действие на разтвори с висока концентрация на тежки метали.

В изследвания район хлороза беше наблюдавана при редица растения — бор, бук, хвойна, ежова главичка и др. Особено добре е изразена тя през есента при бял бор (П о п о в и др., 1983) и бук.

При хвойната и ежовата главичка, растящи над кварцови монцодиорити със сулфидна минерализация, се наблюдава забавяне в растежа на някои техни части. Така при ежовата главичка настъпва силно скъсяване на стъблото, докато при хвойната прирастът от последната година (филизите) е около 3 пъти по-малък в сравнение с прираста при растенията, растящи над скали с ниско съдържание на тежки метали (А н д о н о в а, П о п о в, 1983).

В резултат на токсичното действие на тежките метали често настъпват промени във водния режим на някои растения. Такива нарушения бяха наблюдавани през есента при бял бор и хвойна (А н д о н о в а, П о п о в, 1983а).

Геоложка обстановка

Изследваният район се намира североизточно от с. Железница. Той включва част от контактната зона на Планския плутон по долините на Селска река и р. Ведена. Скалните разновидности, които се разкриват по тези места, са представени от габро, монцогабро, кварц-монцонити, кварц-монцодиорит-порфири, както и от скали от диабаз-филитоидния комплекс, изграждащи мантията на плутона.

В околностите на с. Железница, предимно сред монцодиорити се наблюдават прожилково впръснат тип медни и пиритни минерализации. Освен пирит и халкопирит в орудените участъци се установяват пиротин, галенит и сфалерит. В приповерхностните части на хидротермално променените зони се наблюдават епидот, хлорит, зоолити, както и някои вторични медни минерали — азурит и малахит.

Дървесната растителност в района е представена главно от бял и чер бор, акация, бук, габър, елша, леска, шипка, хвойна и глог.

Методика на изследването

Изследвани са 66 растителни проби от бор (клони, филизи, игли), шипка (клони), хвойна (клони), елша (клони), бук (клони), мъх и лишей, отбрани по профилни линии. По същите места са взети 22 скални проби.

На растителните проби след опепеляване в муфелна пещ при 500°C, както и на скалните проби е направен полуколичествен спектрален анализ за 20 елемента в Лабораторията на спектрален анализ на ДСО „Редки метали“.

Резултати и обсъждане

Извършените геоботанични изследвания в района не показаха наличието на индикаторни растения. Бяха установени патологични изменения при бял и чер бор, хвойна, бук и някои тревисти растения — лопен, ежова главичка, бял равнец, лазаркиня и др., главно над хидротермално променени и орудени кварцови монцодиорити на левия бряг на р. Ведина.

Спектралните анализи на изследваните проби показват натрупването на някои елементи — Pb, Zn, Cu, Mo, Co, Ni и др., в отделни части на изследваните растения.

О л о в о. В редица растения се наблюдава повишено съдържание на олово. Във филизи от бор, растящ над рудни зони, съдържанието му е до 100 пъти по-високо, отколкото фоновото съдържание, в клони от бор съответно до 10 пъти, а в клони от хвойна до 20 пъти по-високо (табл. 1).

Таблица 1

Съдържание на елементи-примеси в растения (пепел), g/t

Вид растение	Елементи	Фоново съдържание над неорудени участъци	Максимално съдържание над орудени участъци
Бор (клони)	Pb	60	600
Бор (филизи)	"	3	300
Хвойна (клони)	"	10	200
Мъх	Mo	3	10
Бор (игли)	"	1	30
Бор (клони)	"	1	10
Бор (клони)	Cu	60	600
Бор (филизи)	"	30	200
Хвойна (клони)	"	60	200
Бор (клони)	Zn	1000	3000
Бор (филизи)	"	600	3000
Шипка (клони)	"	300	1000
Бор (клони)	Ag	2	6
Бор (филизи)	"	0,6	3
Шипка (клони)	"	0,1	1
Бор (игли)	Co	10	30
Бор (клони)	"	10	30
Хвойна (клони)	"	< 1	100
Бор (клони)	Ni	6	30
Бор (игли)	"	10	100
Шипка (клони)	"	10	100
Бор (клони)	V	10	60
Бор (филизи)	"	10	100
Хвойна (клони)	"	10	30
Бор (клони)	Bi	2	6
Шипка (клони)	"	2	10
Бор (клони)	Ga	3	10
Бук (клони)	"	< 1	60
Лишай	"	60	100
Мъх	Ge	< 1	30
Бор (клони)	Cd	< 1	20

Съдържанието (g/t) на някои елементи-примеси в изследваните скални проби от района е: Pb — 3—20; Mo — < 1—2; Cu — 20—200; Zn — 30—100; Ag — < 0,1—0,1; Co — 10—60; Ni — 30—60; V — 100—200; Bi — < 1; Cd — < 1.

Високо съдържание на олово се наблюдава и в растенията, растящи над кварцмонцодиорити, кварц монцогабро и габроидни пегматити, съдържащи различни сулфидни минерали, а също така в растения над контактно метаморфоризирани пясъчници. Съдържанието на олово в растенията е обикновено по-високо, отколкото в скалите, над които растат, т. е. биогеохимичните ореоли са значително по-контрастни, отколкото металометричните (табл. 1). Металометричните и биогенните ореоли на оловото обикновено съвпадат. Биогеохимичните ореоли на елемента са

тесни и контрастни поради малката му подвижност в окислителната зона (К о в а л е в с к и й, 1974; И в а ш о в, 1976).

Ц и н к. Най-високи концентрации на елемента се откриват в растенията, растящи над метаморфоризирани алевролити, контактно променени диабази и огнай-сени гранодиорити. Във филизи от бор съдържанието му е до 5 пъти по-високо от фоновото. В посочените скали е установено наличието на различни сулфидни минерали.

Високото съдържание на цинк се наблюдава и в растенията над микромонцогабро, монцодиорити и хорнфелзи. Съдържанието му в растенията обикновено е по-високо, отколкото в скалите. Биогеохимичните ореоли на цинка най-често са широки и не са контрастни поради изнасянето му от окислителната зона и разпределянето му в околните скали и почви (И в а ш о в, 1976) (табл. 1). Биогеохимичните и металометричните му ореоли обикновено не съвпадат.

М е д. В повечето растения се наблюдава повишено съдържание на мед. В клони от бор съдържанието му е до 10 пъти по-високо от фоновото съдържание (табл. 1). Най-високо съдържание на мед се наблюдава в растенията, растящи над кварц-монцодиорити, кварц монцогабро, габроидни пегматити и контактно променени диабази, съдържащи сулфидна минерализация. Повишено съдържание на мед се наблюдава и в растенията, растящи в някои от закритите терени. Биогеохимичните ореоли обикновено са широки и не са контрастни поради голямата подвижност на елемента в окислителната зона. Съществена част от медта се изнася и се натрупва в околните скали и почви. Затова и растенията, растящи встрани от окислителната зона, често концентрират значително количество мед. Контрастен биогеохимичен ореол се наблюдава само над някои разломи, пресичащи кварц монцогаброви скали, съдържащи сулфидна минерализация.

М о л и б д е н. В някои растения е установено високо съдържание на молибден. В игли от бор съдържанието на молибдена е до 30 пъти по-високо от фоновото съдържание (табл. 1). Най-много молибден се натрупва в растенията над контактно променени диабази и кварц-монцодиорити, съдържащи сулфидни минерали. Високи съдържания се наблюдават и в растения, растящи над кварц диоритов порфирит и при минералния извор североизточно от с. Железница. Водите на извора се характеризират с високо съдържание на молибден.

Биогеохимичните ореоли на молибдена са тесни и контрастни и не съвпадат с металометричните.

К о б а л т. Повишени съдържания са открити само над орудени участъци в кварц-монцодиорит, монцодиорит и контактно променени диабази.

В клони и игли от бор съдържанието му е до 3 пъти по-високо от фоновото (табл. 1). Съдържанието му в скалите обикновено е по-високо, отколкото в растенията поради това, че повечето растения са нискобарьерни по отношение на кобалта (К о в а л е в с к и й, 1974). Биогеохимичните му ореоли са тесни и контрастни и често съвпадат с металометричните ореоли.

С р е б р о. В редица растения се наблюдава повишено съдържание на сребро. Съдържанието му в клони от шипка е до 10 пъти по-високо от фоновото, а в борови игли — до 5 пъти (табл. 1). Максимално високи съдържания на сребро са установени в растенията над кварц монцогабро и контактно променени диабази, в които се наблюдава впръсната сулфидна минерализация. Поради малката миграционна способност на среброто в окислителната зона (И в а ш о в, 1976) биогеохимичните му ореоли са тесни и контрастни. Биогенните и металометричните ореоли на среброто обикновено не съвпадат.

В редица от изследваните растителни проби се наблюдават повишени съдържания на Ni, Ga, Ge, Cd, Bi и V.

Никелът се натрупва предимно в растенията, растящи над скали, съдържащи сулфидна минерализация, като съдържанието му в скалите и растенията е приблизително еднакво. Високи съдържания на ванадии обаче се откриват често и в расте-

ния, растящи над скали, в които няма сулфидна минерализация. Вероятно източник на ванадия в тези случаи е магнетитът. Характерно за галия е, че дава повишени концентрации както в растения, растящи над минерализирани зони, така и над нерудени скали.

Повишени концентрации на Ge, Cd и Bi са установени в единични растителни проби и при това само в растения, растящи над хидротермално променени скали, съдържащи сулфидна минерализация.

Изводи

1) В резултат на токсичното действие на високите концентрации на някои тежки метали се наблюдават патологични изменения в редица растения — бор, хвойна, бук, ежова главичка, мента, бял равнец и др., растящи над орудени зони. Тези изменения могат успешно да бъдат използвани при търсенето на рудни минерализации в района на с. Железница, Плана планина.

2) Най-добри концентратори на метали в изследвания район се явяват следните растения: бор (клони, филизи) и лишеи — на олово; елша (клони) и бор (игли) — на молибден; бор (клони), мъхове и лишеи — на мед; бор (клони, филизи), мъхове и лишеи — на цинк; бор (клони), шипка (клони) и лишеи — на сребро; хвойна (клони), бор (клони), лишеи и мъхове — на кобалт; шипка (клони), бор (игли), мъх и лишеи — на никел; бор (клони, филизи), мъхове и лишеи — на ванадий; бор (клони, игли), бук (клони), мъхове и лишеи — на галий.

3) Биогеохимичните ореоли на оловото, молибдена, кобалта, никела, среброто и галия са тесни и контрастни поради малката им миграционна способност в окислителната зона, докато медта и цинкът образуват широки ореоли, обусловени от голямата им подвижност.

4) Високо съдържание на метали обикновено се наблюдава в растенията, растящи над скали със сулфидна минерализация.

5) Съдържанието на метали в растенията-концентратори обикновено е високо в сравнение със скалите. Изключение правят ванадият, кобалтът и никелът.

6) Някои растения са особено чувствителни по отношение на метали като Bi и Cd и ги натрупват съществено даже при ниски концентрации в скалите.

Л и т е р а т у р а

- Алексеенко, В., Г. Войткевич. 1981. *Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых*. М., Недра. 304 с.
- Андонова, П., Г. Попов. 1983. Някои особености във водния режим и поглъщането на минерални елементи от хвойна в зависимост от условията на местообитание. — В: *Юбилейна ботаническа конференция*. Пловдив, сб., 495—502.
- Андонова, П., Г. Попов. 1983. Воден режим и поглъщане на някои елементи при бял бор. — В: *Взаимоотношенията човек—планински екосистеми*. Враца, сб., 176—183.
- Богданов, Б. 1963. *Методи за търсене и проучване на твърди полезни изкопаеми*. С., Техника. 230 с.
- Ганженко, Г. 1979. Распределение некоторых химических элементов в зоне окисления медно-колчеданного месторождения в Центральном Казахстане. — *Геохимия*, 9, 1404—1411.
- Ивашов, П. 1976. *Теоретические основы биогеохимического метода поисков рудных месторождений*. М., Наука. 269 с.
- Ковалевский, А. 1974. *Биогеохимические поиски рудных месторождений*. М., Недра. 205 с.
- Ткалич, С. 1970. *Фитогеохимический метод поисков месторождений полезных ископаемых*. Л., Недра. 175 с.
- Роров, G., L. Apostolova, M. Suss, S. Kamenova. 1983. Effect of some heavy metals on respiration, photosynthesis and pigment content of *Pinus silvestris*. — In: *The IIIrd youth symp. on Plant Metabolism Regulation*. Varna, 291—295.

(Постъпила на 3. IV. 1986 г.)