

УДК 631.5 (479)

М.А. Тайсумов, Р.С. Магомадова, А.С. Абдурзакова,
М.А. Астамирова, Б.А. Хасуева, Ф.С. Омархаджиева, Л.Л. Сатуева

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ФЛОРЫ КСЕРОФИТОВ ПОЛУПУСТЫННЫХ РАЙОНОВ РОССИЙСКОГО КАВКАЗА

В статье приводятся сведения о географическом распространении видов, а также данные о географических и связующих геоэлементах флоры ксерофитов полупустынных районов Российского Кавказа.

По преобладающим группам геоэлементов ксерофитная флора полупустынных районов Российского Кавказа является boreально-средиземноморской. Среди boreальных видов значительную часть составляют pontические и pontическо-южносибирские виды, а среди древнесредиземноморских – туранские и общедревнесредиземноморские. Наибольшим числом геоэлементов представлены pontические, pontическо-южносибирские и субтуранские виды.

Ключевые слова: флора, хорологический анализ, геоэлементы, фитохорионы, Российский Кавказ.

М.А. Taysumov, R.S. Magomadova, A.S. Abdurzakova,
М.А. Astamirova, Б.А. Hasuyeva, F.S. Omarkhadzhiyeva, L.L. Satueva

PRELIMINARY ANALYSIS OF XEROPHYTE FLORA GEOGRAPHICAL ELEMENTS OF THE RUSSIAN CAUCASUS SEMIDESERT REGIONS

The article gives information on the geographic distribution of species, as well as the data on the geographical and linking xerophytic flora geoelements of the Russian Caucasus semidesert regions.

The xerophytic flora of the Russian Caucasus semidesert areas is the boreal-mediterranean according to the geoelement dominant groups. The significant part of boreal species are Pontian and Pontian-South-Siberian species, and among ancient mediterranean these are Turan and general ancient Mediterranean species. The Pontian, Pontian-South-Siberian and Subturan species are represented by the highest number of geoelements.

Key words: flora, chorological analysis, geoelements, phyto-chorions, the Russian Caucasus.

Российский Кавказ – это территория, в состав которой входят Северный Кавказ и Северо-Западное Закавказье. В орографическом плане она включает в себя Предкавказье, северный макросклон и западную оконечность Большого Кавказа.

Северная граница исследуемой территории проходит от г. Ростов-на-Дону по Кумо-Манычской впадине, восточная – по побережью Каспийского моря. Южная граница проходит от Каспийского моря по р. Самур – административной границе с Азербайджаном – до горы Базар-Дюзи, далее по водоразделу Главного Кавказского хребта и административной границе с Абхазией до Черного моря. На западе территория ограничена побережьем Черного и Азовского морей.

Территория Предкавказья площадью около 210 тыс. км² представляет собой равнины и предгорья северной части Российского Кавказа. Северная граница Предкавказья проходит по Кумо-Манычской впадине от Азова до низовий Кумы, на западе ограничена побережьем Азовского моря, Керченского пролива и северной частью Черного моря, на востоке – побережьем Каспийского моря, на юге – подножием северного склона Большого Кавказа, проходит по передовым крутым откосам меловых куэст по линии Анапа – Абинск – Майкоп – Черкесск – Ессентуки – Нальчик – Владикавказ – Гудермес – Махачкала (Магомадова и др., 2012).

Центральное Предкавказье включает в себя такие орографические единицы, как Ставропольская воззвышенность, Терско-Сунженская возвышенность и горы района Кавминвод. К западу от Ставропольского плато расположена Кубано-Приазовская низменность (Западное Предкавказье). Восточное Предкавказье представлено Терско-Кумской низменностью, которая является южной частью обширной Прикаспийской низменности (Магомадова и др., 2012).

Одним из важных моментов географического анализа является составление спектра географических элементов исследуемой флоры. Анализ закономерностей распространения видов за пределами данного региона дает богатый материал для решения некоторых вопросов флорогенеза и осуществления ботанико-географического районирования.

У ботанико-географов нет единого подхода в вопросе классификации географических элементов. Часть исследователей рассматривают географические элементы как группы видов со сходным типом ареала, другие же основываются на концепции фитохорионов. Подход, основанный на концепции соответствия ареалов видов границам определенных фитохорионов, был разработан и усовершенствован А.Л. Тахтаджяном (1970, 1974, 1978), Р.В. Камелиным (1973) и др.

Географический анализ базируется на спектре географических элементов флоры. В классификации географических элементов мнения исследователей расходятся в значительной степени. Одни из них (Вульф, 1933, 1941; Walter, Straka, 1970; Толмачев, 1958а, 1958б, 1960, 1974, 1986 и др.) исходят из того, географический элемент – это группа видов со сходным типом ареала. Другие же (Braun-Blauquet, 1919, 1923; Eig, 1931; Попов, 1950, 1970; Davis, 1965; Guest, 1966; Zohary, 1973 и др.) основываются на концепции фитохорионов.

Ни один вид никогда не занимает площади своего ареала сплошь. Это связано с тем, что даже в небольшом, относительно однородном географическом районе не наблюдается полной выравненности экологических условий (влажность и химизм почвы, микроклимат). Но ареалы растений, как правило, охватывают значительные части суши со сложной топографией и массой разнообразных местообитаний (большие равнины, горные системы). В то же время каждый вид (по своей экологической природе) нуждается в строго определенном местообитании. Поэтому пестрота физико-географических условий на территории ареала неизбежно порождает прерывистое распределение особей и популяций вида и, следовательно, можно говорить о топологии вида на площади его ареала (Шумилова, 1979).

В основу системы географических элементов флоры полупустынных районов Российского Кавказа положена схема, предложенная А.Л. Ивановым (1998, 2001). Понятие географический элемент связывается с фитохорионами различных рангов – провинциями, областями, подцарствами и царствами, т.е. собственно географические элементы того или иного фитохориона – виды флористического ядра данного хориона. Ареалы ряда видов или даже центры обилия часто не совпадают с ботанико-географическими областями. В данном случае, такие виды не могут быть отнесены к какому-либо элементу, вследствие чего возникает необходимость введения понятия групп связывающих видов. Согласно Eig (1931), виды этих групп более или менее распространены в двух или более соседних регионах (исключая виды, ареалы которых выступают за пределы своего основного фитохориона в виде иррадиации).

Для фитогеографического анализа флоры ксерофитов полупустынных районов Российского Кавказа нами выделено 24 географических элемента, их спектры приведены в таблице 1.

Спектр геоэлементов флоры ксерофитов полупустынных районов Российского Кавказа

Номер	Геоэлемент	Количество видов	Процент участия, %
1	2	3	4
<i>Плюрирегиональные</i>			
1	Плюрирегиональный	4	0,8
<i>Общеголарктический</i>			
2	Голарктический	4	0,8
3	Палеарктический	36	7,4
<i>Бореальные элементы</i>			
4	Евро-Сибирский	14	2,9
5	Евро-Кавказский	7	1,4
6	Европейский	14	2,9
7	Кавказский	20	4,3
8	Эукавказский	10	2,1
10	Эвксинский	7	1,4
11	Понтально-Южносибирский	54	11,1
12	Понтический	69	14,2

Окончание табл.

1	2	3	4
Древнесредиземноморские элементы			
13	Общедревнесредиземноморский	29	6
14	Западнодревнесредиземноморский	11	2,3
15	Средиземноморский	5	1
16	Крымско-Новороссийский	13	2,7
17	Восточнодревнесредиземноморский	11	2,3
18	Ирано-Туранский	23	4,7
19	Арmeno-Иранский	14	2,9
20	Туранский	32	6,6
Связующие элементы			
21	Субсредиземноморский	10	2,1
22	Субкавказский	23	4,7
23	Субпонтический	8	1,6
24	Субтуранский	45	9,2
Итого		486	100,0

1. Плюрирегиональный. Включает виды, ареалы которых выходят за пределы Голарктического царства. Общее число видов в ксерофитной флоре исследуемого района – 4 (0,8%). Это *Gnaphalium luteo-album*, *Chenopodium glaucum*, *Plantago lanceolata*, *Plantago salsa*.

2. Голарктический. Относимые к этому географическому элементу виды встречаются во всех (или почти во всех) областях Голарктического царства. Таких видов в ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности 4 (0,8%). Это *Koeleria cristata*, *Salicornia europaea*, *Artemisia campestris*, *Hieracium umbellatum*.

3. Палеарктический. Этот географический элемент представлен видами, ареалы которых охватывают умеренные и субтропические области Голарктического царства Старого Света без определенной приуроченности к одному из подцарств. Во флоре юго-западной части Прикаспийской низменности таких видов 36 (7,4%): *Stipa capillata*, *Festuca valesiaca*, *Agropyron pectinatum*, *Carex praecox*, *Polyscistem arvense*, *Chenopodium foliosum*, *Atriplex sagittata*, *Kochia laniflora*, *Suaeda prostrata*, *Thalictrum foetidum*, *Alyssum desertorum*, *Medicago falcata* и др.

4. Евро-Сибирский. К нему относятся виды, распространенные в евроазиатской части Циркумбореальной области [2]. В ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности их насчитывается 14 (2,9%). Это *Koeleria sabuletorum*, *Carex supine*, *Chenopodium polyspermum*, *Eremogone saxatilis*, *Gypsophila altissima*, *Berteroia incana*, *Saxifraga flagellaris*, *Potentilla argentea*, *Oxytropis pilosa*, *Leonurus quinquelobatus*, *Veronica incana*, *Plantago maxima*, *Achillea millefolium*, *Carlina biebersteinii*.

5. Евро-Кавказский. Относимые сюда виды распространены в Кавказской, Эвксинской и европейских провинциях Евро-Сибирской области, т.е. тяготеют к Европейской широколиственной области [3] или Среднеевропейской области [4]. Общее число видов ксерофитной флоры юго-западной части Прикаспийской низменности 7 (1,4%). Это *Coronilla coronata*, *Inula ensifolia*, *Inula germanica*, *Carlina vulgaris*, *Crepis foetida*, *Hieracium pilosella* и др.

6. Европейский. Объединяемые в этот элемент виды распространены в основном в умеренных частях европейских провинций [2] – Атлантическо-Европейской, Северо-Европейской, Центрально-Европейской и Восточно-Европейской, проникая в Кавказскую провинцию. Общее число видов 14 (2,9%). Это *Festuca ovina*, *Corispermum marschallii*, *Dianthus arenarius*, *Draba styralis*, *Sedum acre*, *Sedum reflexum*, *Potentilla pilosa*, *Potentilla leucotricha*, *Potentilla crassa*, *Anthyllis macrocephala*, *Linum czerniaevii*, *Thymus pallasianus*, *Verbascum densiflorus*.

7. Кавказский. К этому элементу относятся виды, характерные для Кавказской провинции. Они имеют различный характер распространения. Из 54 видов ксерофитной флоры 10 видов ограничены распространением на Большом Кавказе (Эукаказские), 23 вида распространены в юго-западной части Прикаспийской

низменности. Кавказские виды 21 (4,3%): *Juniperus bolonga*, *Bromopsis biebersteinii*, *Carex schkuhrii*, *Crambe gibberosa*, *Hylotelephium caucasicum*, *Pyrus salicifolia*, *Anthyllis lachnophora* и др.

8. Эукавказские виды 10 (2,1%) преимущественно обитатели открытых пространств: *Koeleria luersennii*, *Elytrigia gracillima*, *Dianthus bicolor*, *Sempervivum caucasicum*, *Genista compacta*, *Medicago gunibica*, *Astragalus captiosus* и др. Предкавказские виды 23 (4,7%): *Bromopsis gordjaginii*, *Gypsophila globulosa*, *Gypsophila acutifolia*, *Isatis sabulosa*, *Genista angustifolia*, *Crambe grandiflora*, *Marrubium leonuroides*, *Anthemis sossnowskyana* и др.

9. Эвксинский. Объединяет виды, основной ареал которых ограничен Эвксинской провинцией Циркумбореальной области [2]. Разграничение эвксинских и кавказских геоэлементов связано с большими трудностями, поскольку многие кавказские виды в своем распространении (или происхождении) связаны с Эвксинской провинцией, эвксинские же виды зачастую широко распространены в Кавказской провинции. Из ксерофильной флоры юго-западной части Прикаспийской низменности это виды 7 (1,4%): *Sedum spurium*, *Oxytropis pallasii*, *Vincetoxicum albovianum*, *Eryngium giganteum*, *Peucedanum adae*, *Nereta kubanica*, *Verbascum pinnatifidum*, *Cirsium euxinum*.

10. Понтическо-Южносибирский. Этот элемент включает в себя виды, распространенные в Понтической провинции [5], или южных частях Восточно-Европейской и Западно-Сибирской провинциях А.Л. Тахтаджяна (1978), или Евразиатской степной области [3, 6]. Виды этого элемента являются характерными представителями степной зоны Евро-Сибирской области, многие составляют основное ядро степной флоры и являются эдификаторами, доминантами и характерными видами. В ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности насчитывается 54 (11,1%) вида: *Stipa dasypylla*, *Ephedra distachia*, *Juniperus sabina*, *Cleistogenes bulgarica*, *Melica transsilvanica*, *Festuca beckeri*, *Hernaria polygama*, *Eremogone longifolia*, *Gypsophila trichoptoma*, *Dianthus borbasii* и др.

11. Понтический. Объединяет виды, приуроченные к степным и лесостепным районам Восточноевропейской провинции, их восточные границы ареалов ограничены Поволжьем, реже доходят до Урала. Небольшая часть видов ограничена в своем распространении Крымом и Предкавказьем. В ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности 69 (14,2%) видов: *Stipa ucrainica*, *Dianthus polymorphus*, *Isatis taurica*, *Crambe pinnatifida*, *Agropyron fragile*, *Camphorosma annua*, *Alyssum rostratum*, *Medicago cancellata*, *Syrenia montana*, *Pyrus astrachanica* и др.

12. Общедревнесредиземноморский. Объединяет виды, широко распространенные в Средиземноморской и Ирано-Турецкой областях Древнесредиземноморского подцарства [2]. Таких видов насчитывается в ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности 29 (6%): *Glycirrhiza glabra*, *Vulpia myuros*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Bassia hyssopifolia*, *Ceterach officinarium*, *Elytrigia intermedia*, *Ceratocarpus arenarius*, *Koehia prostrata*, *Salsola soda*, *Datisca cannabina* и др.

13. Западнодревнесредиземноморский. К нему относятся виды, ареалы которых охватывают всю Средиземноморскую область или ее большую часть, и заходят на востоке в западную часть Ирано-Турецкой области. Общее число видов ксерофитной флоры Предкавказья 11 (2,3%): *Alyssum murale*, *Ajuga orientalis*, *Xeranthemum cylindraceum*, *Xeranthemum inapertum*, *Inula oculus-christi*, *Frankenia pulverulenta*, *Frankenia hirsuta*, *Scorzonera calcitrapifolia*, *Stipa pontica*, *Convolvulus cantabrica*, *Crepis pulchra*.

14. Средиземноморский. Объединяет виды, ареалы которых охватывают две и более провинций Средиземноморской области, часто относятся к флористическому ее ядру и встречаются в определяющих ее ценозах. Количество видов этого элемента в ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности 5 (1%): *Sedum hispanicum*, *Fumana procumbens*, *Elytrigia elongata*, *Crambe maritima*, *Sideritis comosa*.

15. Крымско-Новороссийский. Объединяет виды, распространенные в Крымско-Новороссийской провинции, иррадиирующие на территорию юго-западной части Прикаспийской низменности. Таких ксерофитных видов 13 (2,7%): *Asphodeline taurica*, *Onobrychis miniata*, *Peucedanum tauricum*, *Centaurea ruthenica*, *Gypsophila glomerata*, *Crambe koktebelica*, *Alyssum obtusifolium*, *Hedysarum tauricum*, *Euphorbia petrophila*, *Thymus markhotensis*, *Lamyla echinocephala*, *Scorzonera schischkinii* и др.

16. Восточнодревнесредиземноморский. Объединяет виды, распространенные в Переднеазиатской и Центральноазиатской подобластях Ирано-Турецкой области и широко иррадиирующие. Количество видов в ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности 11 (2,3%): *Alyssum tortuosum*,

Salsola tamariscina, Halimione verrucifera, Capparis herbacea, Achillea biebersteinii, Melica taurica, Elytrigia trichophora, Bassia sedoides, Climacoptera brachiata, Pseudosophora alopecuroides, Saussurea salsa.

17. Ирано-Туранский. Включает виды, характерные для Переднеазиатской подобласти Ирано-Туранской области. Количество видов в ксерофитной флоре 23 (4,7%): *Ephedra procera, Stipa caucasica, Anabasis aphylla, Atriplex sagittata, Kalidium capsicum, Halostachis belangeriana, Suaeda microphylla, Salsola dendroides, Halothamnus glaucus, Euclidium syriacum* и др.

18. Арmeno-Иранский. Ареалы видов этого элемента приурочены к Арmeno-Иранской провинции Переднеазиатской подобласти Ирано-Туранской области, одному из основных центров Ирано-Туранской флоры. В ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности насчитывается 14 видов (2,9%): *Elytrigia pulcherrima, Alyssum parviflorum, Euphorbia boissierana, Scabiosa micrantha, Scabiosa rotata, Reichardia glauca, Festuca sclerophylla, Petrorhagia saxifraga, Haplophyllum villosum, Astrodaucus orientalis, Sedum pallidum, Cerasus incana, Eryngium caucasicum, Phlomoides laciniata*.

19. Туранский. Центр тяжести относимых к этому геоэлементу видов находится в Туранской провинции. В ксерофитной флоре Предкавказья насчитывается 32 (6,6%) вида: *Stipa caspica, Carex physodes, Calligonum aphyllum, Elytrigia maeotica, Ceratocarpus utriculosus, Corispermum caucasicum, Kalidium foliatum, Halopeplis rugmata, Suaeda salsa* и др.

20. Субсредиземноморский. Относимые к этому геоэлементу виды более или менее равномерно распространены в северных и северо-восточных районах Средиземноморской области и в юго-западных районах Евро-Сибирской области. Количество видов ксерофитной флоры юго-западной части Прикаспийской низменности 10 (2,1%): *Astragalus ponticus, Stipa tirsia, Glaucium flavum, Lotus angustissimus, Eryngium campestre, Eryngium maritimum, Chondrilla juncea, Althaea hirsute* и др.

21. Субкавказский. Объединяет связующие виды, основная часть ареалов которых охватывает Кавказскую провинцию, а также часто Эвксинскую провинцию Евро-Сибирской области и Арmeno-Иранскую провинцию Ирано-Туранской области. Общее число видов ксерофитной флоры юго-западной части Прикаспийской низменности 23 (4,7%): *Rhamnus spathulifolia, Silene compacta, Sedum oppositifolium, Euphorbia szcovitsii, Salsola ericoides, Iberis taurica, Pyrus adenophylla, Colutea cilicica, Astracantha aurea, Linum alexeenkoanum* и др.

22. Субпонтический. Объединяет связующие виды, основная часть ареалов которых находится в степных и лесостепных районах Восточно-Европейской и преимущественно западных районах Эвксинской провинции Евро-Сибирской области и в восточных районах Иллирийской, в Центрально-Анатолийской и Восточно-Средиземноморской провинциях Средиземноморской области. Общее число видов ксерофитной флоры юго-западной части Прикаспийской низменности 8 (1,6%): *Alyssum minutum, Alyssum hirsutum, Phlomis pungens, Xeranthemum annuum, Coryspurmum orientale, Atriplex sphaeromorpha, Suaeda laricina, Chondrilla latifolia*.

23. Субтуранский. Объединяет связующие виды, ареалы которых охватывают лесостепную и степную часть Восточно-Европейской и Западно-Сибирской провинций Евро-Сибирской области и Туранскую провинцию Ирано-Туранской области (преимущественно северную часть). В ксерофитной флоре юго-западной части Прикаспийской низменности общее число видов 45 (9,3%): *Gypsophila paniculata, Agriophyllum squarrosum, Stipa sareptana, Clestogene squarrosa, Catabrosella humilis, Carex stenophylla, Petrosimonia oppositifolia, Syrenia siliculosa, Melilotus polonicus, Onobrychis tanaitica* и др.

По преобладающим группам геоэлементов ксерофитная флора полупустынных районов Российского Кавказа низменности является бореально-средиземноморской. Среди бореальных видов значительную часть составляют pontические и pontическо-южносибирские виды, а среди древнесредиземноморских – туранские и общедревнесредиземноморские. Наибольшим числом геоэлементов представлены pontические, pontическо-южносибирские и субтуранские элементы.

Литература

1. Географическое положение и природно-климатическая характеристика Российского Кавказа / Р.С. Магомадова [и др.] // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: мат-лы Всерос. науч.-техн. конф. – Грозный, 2012. – С. 421–426.
2. Иванов А.Л. Конспект флоры Ставрополья. – Ставрополь, 2001. – 200 с.
3. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.

4. Лавренко Е.М. Основные черты ботанико-географического разделения СССР и сопредельных стран // Проблемы ботаники. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – Вып. 1. – С. 530–548.
5. Толмачев А.И. Введение в географию растений. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. – 224 с.
6. Тахтаджян А.Л. Происхождение и расселение цветковых растений. – Л.: Наука, 1970. – 146 с.
7. Лавренко Е.М. Провинциальное разделение Причерноморско-Казахстанской подобласти Степной области Евразии // Ботан. журн. – 1970. – Т. 55. – № 5. – С. 609–625.



УДК 631.679.4

А.А. Труфанова, О.А. Сорокина

ДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМКАХ И ВНУТРИПОЧВЕННОМ ВНЕСЕНИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА

В полевых опытах с яровой пшеницей «Памяти Вавенкова» на черноземах обыкновенных Красноярской лесостепи выявлено стимулирующее воздействие подкормок «Акварином 5» и мочевиной на формирование урожая яровой пшеницы. Разница по урожайности зерна на этих вариантах в сравнении с контролем статистически достоверна. Повышается содержание азота в зерне пшеницы на вариантах с подкормкой мочевиной и «Акварином 5», а также при внутривесеннем внесении аммофоса.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, яровая пшеница, комплексные удобрения, варианты опыта, урожайность, балл обеспеченности, химический состав зерна.

А.А. Trufanova, О.А. Sorokina

FERTILIZER EFFECT OF NON-ROOT ADDITIONAL FERTILIZERS AND INTRA SOIL INTRODUCTION ON SPRING WHEAT PRODUCTIVITY AND THE GRAIN CHEMICAL COMPOSITION

The stimulating influence of the additional fertilizers "Akvarin 5" and urea on spring wheat yield formation is revealed in field experiments with spring wheat "Vavenkov Memory" in the Krasnoyarsk forest-steppe ordinary mould humus. The difference on grain productivity of these variants in comparison with control group is statistically reliable. The wheat grain nitrogen content increases in the variants with urea and "Akvarin 5" additional fertilizing and ammophos intra soil introduction.

Key words: ordinary mould humus, spring wheat, complex fertilizers, experiment variants, provision number, grain chemical composition.

Введение. Развитие современного товарного сельского хозяйства без применения удобрений, которые являются залогом получения высоких урожаев хорошего качества, невозможно. При обеспечении достаточного питания высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур получают возможность реализовать свой потенциал, быстрее проходят уязвимые фазы роста и развития, приобретают устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам среды [5, 6]. Современные удобрения, особенно «стекловидной» формы – это не просто тукосмесь из микро- и макроэлементов. Действующее вещество в таких удобрениях представлено в хелатной форме. Хелаты микроэлементов – это естественное питание для растений, к тому же экологически безопасное. Эти вещества практически не теряют эффективности при обработках в условиях очень низких или высоких температур. Кроме того, высокая степень чистоты соединений обеспечивает их большую эффективность [1]. К таким удобрениям относятся удобрения группы акваринов [2, 4]. Если обычные микроэлементы усваиваются растением на 20–30%, то при внесении акваринов микроэлементы в хелатной форме – на 90% и более.

Часто возникает ситуация, когда какой-либо элемент присутствует в почве в достаточных количествах, но из-за низкой температуры или засухи корни усваивают его очень плохо, и растение страдает от дефицита питания. Оптимальное решение в таком случае – некорневая подкормка. Внесением небольшого