

УДК 634.2:631.816.35

**ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ
БОРНОЙ КИСЛОТЫ
НА ГЕНЕРАТИВНУЮ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР**

Дорошенко Татьяна Николаевна
д-р с.-х. наук, профессор
зав. кафедрой плодородства
e-mail: doroshenko-t.n@yandex.ru

Рязанова Людмила Георгиевна
канд. с.-х. наук,
доцент кафедры плодородства
e-mail: Luda.agro@mail.ru

Захарчук Николай Васильевич
канд. с.-х. наук,
доцент кафедры плодородства

Максимцов Денис Витальевич
канд. с.-х. наук,
ассистент кафедры плодородства
e-mail: maximsov@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кубанский государственный
аграрный университет»,
Краснодар, Россия*

В настоящее время в связи с решением проблемы импортозамещения перед садоводами юга России стоит задача увеличения объемов производства плодов. Однако решение поставленной задачи сдерживается довольно частым проявлением погодных стрессоров, в том числе напряженностью температурного фактора. Цель исследований – обосновать физиолого-биохимическими методами перспективность и сроки использования борной кислоты для повышения продуктивности растений косточковых культур в различные по погодным условиям годы, в том числе на фоне проявления низких температур

UDC 634.2:631.816.35

**INFLUENCE OF TERMS
OF BORIC ACID USE
ON GENERATIVE
ACTIVITY OF STONE
FRUIT CROPS**

Doroshenko Tatiana
Dr. Sci. Agr., Professor
Head of Fruit growing Faculty
e-mail: doroshenko-t.n@yandex.ru

Ryazanova Lydmila
Cand. Agr. Sci., Docent
of Fruit growing Faculty
e-mail: Luda.agro@mail.ru

Zakharchyk Nikolay
Cand. Agr. Sci., Docent
of Fruit growing Faculty

Maksimtsov Denis
Cand. Agr. Sci., Assistant lecturer
of Fruit growing Faculty
e-mail: maximsov@mail.ru

*Federal State Budgetary
Educational Institution
of Higher Professional Education
"Kuban State
Agrarian University",
Krasnodar, Russia*

Now in the connection with a solution of the problem of import substitution the gardeners of the South of Russia have a task to increase in volumes of fruits production. However the solution of this task is restrained by frequent manifestation of weather stressors, including the intensity of a temperature factor. The purpose of research is to prove by phisiological and biochemical methods the prospects and terms of boric acid use for increase in productivity of stone fruit crops in the years, various on weather conditions, including the manifestation of low temperatures during the winter and spring period. Sweet cherry varieties

в зимне-весенний период. Исследованы сорта черешни Францис и Кавказская на сеянцах черешни и сорта сливы Стенлей и Прикубанская на сеянцах алычи. Выявлено положительное влияние бора на хозяйственную продуктивность черешни сорта Францис: осенняя и весенняя обработки деревьев борной кислотой обеспечили увеличение урожайности на 14-17 %. Сходные данные были получены и при обработке сливы. Осенняя обработка деревьев сливы борной кислотой вызывает увеличение в верхушечных почках годичных приростов содержания РНК на 5-7 %. Показано, что в условиях южного региона Российской Федерации обработка деревьев черешни и сливы борной кислотой в осенние и весенние сроки оказывает положительное влияние на генеративную деятельность растений. Повышение урожайности обеспечивается за счет увеличения количества цветков на дереве (при осенней обработке) и эффективности оплодотворения (при весенней обработке). Установлено положительное влияние борной кислоты (обработка весной) на сохранение жизнеспособной пыльцы при действии температурного стрессора (весенних заморозков). Выявлена различная реакция сортов на обработку.

Ключевые слова: ЧЕРЕШНЯ, СЛИВА, СОРТА, ОБРАБОТКА, СРОК, БОРНАЯ КИСЛОТА, НИЗКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ГЕНЕРАТИВНЫЕ ПОЧКИ, ЦВЕТКИ, УРОЖАЙНОСТЬ

of Frantsis and Kavkazskaya on sweet cherry seedlings and plum varieties of Stenly and Prikubanskaya on cherry plum seedlings are studied. It is revealed the positive influence of boron on economic efficiency of Frantsis sweet cherry: the autumn and spring processings of trees of boric acid have provided the increase in productivity by 14-17%. The similar data have been obtained also when processing of plum. Autumn processing of plum trees by boric acid causes the increase in RNA content for 5-7% in the top buds of one year shoots. It is shown that under the conditions of the Southern Region of the Russian Federation the processing of sweet cherry and plum trees by boric acid in autumn and spring terms exerts the positive impact on generative activity of plants. Increase in productivity is provided due to increase in quantity of flowers on a tree (at autumn processing) and efficiency of fertilization (at spring processing). The positive influence of boric acid (processing in the spring) on preservation of viable pollen when temperature stressor action (spring frosts) is established. The various reaction of varieties to processing is revealed.

Key words: SWEET CHERRY, PLUM, VARIETIES, TREATMENT, TERM, BORIC ACID, LOW TEMPERATURES, GENERATIVE BUDS, FLOWERS, YIELD CAPACITY

Введение. Уникальные почвенно-климатические условия южного региона позволяют выращивать многие плодовые культуры. Среди косточковых культур наиболее широкое распространение получили слива домашняя – 40 % площадей и черешня – 25 % площадей [1]. В настоящее время, в связи с решением проблемы импортозамещения перед садоводами юга России стоит задача увеличения объемов производства плодов. Однако

решение поставленной задачи сдерживается довольно частым проявлением погодных стрессоров, в том числе напряженностью температурного фактора. Наибольший ущерб отрасли садоводства на юге России наносят морозы на разных этапах перезимовки растений и весенние заморозки [2, 3]. В борьбе с последними весьма эффективно проявили себя весенние некорневые обработки борными удобрениями [4]. В зарубежных литературных источниках [5, 6] приводятся данные, подтверждающие эффективность некорневой обработки борными удобрениями плодовых растений и в начале осени. Отмечается положительное влияние борсодержащих соединений на хозяйственную продуктивность культурных растений [10].

Цель исследований – обосновать физиолого-биохимическими методами перспективность и сроки использования борной кислоты для повышения продуктивности растений косточковых культур в различные по погодным условиям годы, в том числе на фоне проявления низких температур в зимне-весенний период.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 2013-2015 гг. в насаждениях черешни и сливы учхоза «Кубань» Кубанского государственного аграрного университета (г. Краснодар), заложенных в 1997 году по схеме 6 х 4 м. Почвы садов – черноземы выщелоченные. В опыте изучались различные сорта черешни (Францис и Кавказская, привитые на сеянцах черешни) и сорта сливы (Стенлей и Прикубанская, привитые на сеянцы алычи).

В опытных садах на одинаковом, принятом в хозяйстве фоне минеральных удобрений, использовали некорневую подкормку борной кислотой (концентрация 0,1%). Обработку проводили во второй декаде сентября и в первой половине апреля (перед началом вегетации). Контроль – обработка растений водой. Повторность опыта – шестикратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка». Для изучения влияния препа-

рата на устойчивость плодовых растений к весенним заморозкам в фазу «расхождение лепестков-начало цветения» срезали ветки с соцветиями и промораживали в течение 3 часов в климатической камере «Binder» при температуре минус $2,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Полевой и лабораторный опыты осуществляли в соответствии с «Программой и методиками сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур [7]. Физиолого-биохимические параметры растений определяли общепринятыми методами [8, 9]. Повторность анализов – дву- трехкратная. Результаты опытов обрабатывали методами математической статистики [7].

Обсуждение результатов. По нашим данным, у деревьев черешни сорта Францис, характеризующегося высокой потенциальной продуктивностью, осенняя обработка борной кислотой активизирует процессы дифференциации генеративных почек в конце периода вегетации. Об этом свидетельствуют, например, изменения биохимических показателей цветковых почек, отмечаемые уже через две недели после обработки (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение биохимических показателей генеративных почек сортов черешни под влиянием бора (октябрь 2013 г.)

Показатель	Сорт			
	Францис		Кавказская	
	1	2	1	2
Содержание:				
РНК, мг/г	5,0	7,2	7,2	7,0
Белки, мг/г	8,1	11,1	9,8	8,8
Крахмал, %	20,5	14,2	22,4	21,0
Сумма моно- и дисахаридов, %	9,1	9,7	16,6	10,0
Кофейная кислота, мг/кг	5,9	1,1	9,9	9,1
Хлорогеновая кислота, мг/кг	170,8	102,5	358,0	300,1
$\bar{s}_x$, % $\leq 1,8$				

Примечание: 1-контроль; 2- обработка бором

Под действием бора в почках увеличивается содержание РНК (на 28% больше, чем в контрольном варианте) и соответственно белков (на 34 %), а концентрация фенольных соединений (кофейной и хлорогеновой кислот), являющихся ингибиторами роста растений [10], снижается.

Вместе с тем при использовании обработки зафиксировано заметное снижение в генеративных органах содержания крахмала (на 30 % в сравнении с контролем) при одновременном повышении концентрации суммы моно- и дисахаридов.

У менее продуктивного, но более морозоустойчивого сорта черешни Кавказская не выявлено заметных изменений биохимических показателей генеративных почек под влиянием борной кислоты. По всей видимости, это связано с более ранней его подготовкой к перезимовке.

Примечательно, что осенняя обработка борной кислотой оказывает определенное влияние на генеративную деятельность черешни при действии весенних заморозков (смоделировано в климатической камере).

При кратковременном понижении температуры до $-2,5^{\circ}\text{C}$ в цветках черешни сорта Францис зафиксировано значительное снижение содержания крахмала, при одновременном увеличении суммы моно- и дисахаридов, а также резкое (на 25 %) уменьшение концентрации ИУК, ответственной за эффективность процесса оплодотворения (табл. 2).

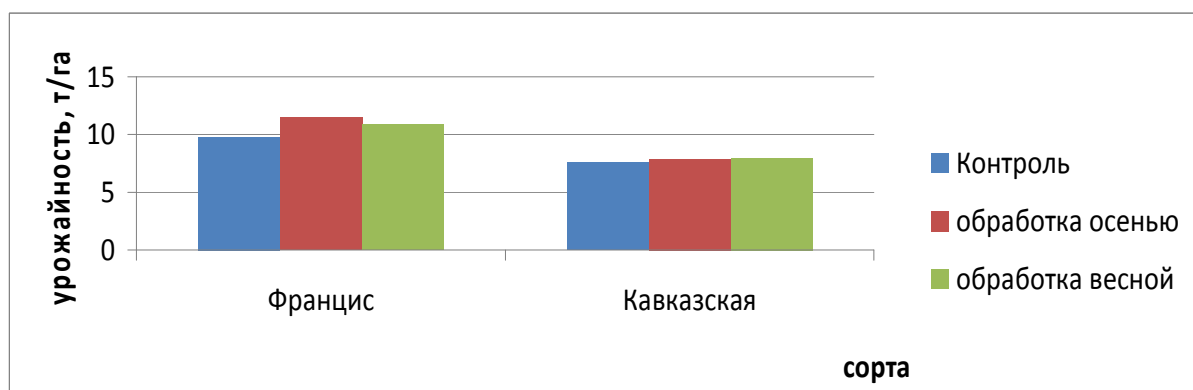
Под влиянием борной кислоты в генеративных органах черешни активизируются биохимические процессы (снижение содержания крахмала, суммы сахаров и хлорогеновой кислоты), приводящие к увеличению концентрации ИУК даже на фоне проявления температурного стрессора. Сходные тенденции зафиксированы и при использовании весенней обработки растений борной кислотой.

Отмеченные закономерности подтверждаются результатами изучения влияния обработки растений борной кислотой на хозяйственную продуктивность сортов черешни (рис. 1).

Таблица 2 – Изменение физиолого-биохимических показателей органов цветка черешни под влиянием обработки борной кислотой и низкой температуры (апрель 2014 г.)

Вариант	Содержание			
	крахмала, %	суммы моно- и дисахаридов, %	хлорогеновой кислота, мг/кг	ИУК, мг/кг
Контроль	13,6	25,4	163,0	7,0
Контроль*	10,1	36,4	161,3	5,2
Осенняя обработка борной кислотой*	9,2	22,6	153,3	6,4
Весенняя обработка борной кислотой*	8,9	29,6	158,0	6,1
$\bar{s}_x, \% \leq 1,5$				

Примечание: *образцы варианта промораживали в течение 3 часов при температуре $-2,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$.



$S_x, \% \leq 1,8$

Рис. 1. Урожайность различных сортов черешни в зависимости от сроков обработки деревьев борной кислотой (в среднем за 2013-2014 гг.)

Выявлено положительное влияние бора (независимо от сроков применения) на хозяйственную продуктивность черешни сорта Францис. В частности, осенняя и весенняя обработки деревьев борной кислотой обеспечили увеличение урожайности черешни на 14-17 %, в сравнении с контролем за счет более эффективного протекания процесса дифференциации

цветковых почек. Вместе с тем в различных вариантах опыта не отмечено существенной разницы по продуктивности деревьев черешни сорта Кавказская. По всей видимости, потенциально высокопродуктивный сорт Францис более отзывчив на использование агротехнического приема.

Сходные данные были получены и при обработке деревьев сливы. Так, осенняя обработка растений сливы борной кислотой вызывает увеличение в верхушечных почках годичных приростов содержания РНК на 5-7%, а соотношения РНК/ДНК (показателя функциональной активности растительного организма) – в 1,1-1,4 раза в сравнении с контрольным вариантом опыта (табл. 3).

Эти физиологические изменения сопряжены с активизацией процесса дифференциации генеративных почек, а в дальнейшем – со значительным (в 1,2-1,6 раза) возрастанием у сортов сливы количества цветков и соответственно – хозяйственной продуктивности. При этом эффективность оплодотворения сохраняется на уровне контрольных значений.

Таблица 3 – Влияние борной кислоты на содержание нуклеиновых кислот в верхушечных почках годичных приростов у сортов сливы (ноябрь 2013 г.)

Сорт	Контроль (обработка водой)		Обработка борной кислотой	
	РНК, мг/г	РНК/ДНК	РНК, мг/г	РНК/ДНК
Стенлей	7,37	4,5	7,86	6,3
Прикубанская	6,45	5,3	6,76	5,7

В свою очередь весенняя обработка борной кислотой повышает эффективность процесса цветения и оплодотворения об этом свидетельствует заметное снижение (в сравнении с контролем) количества опавших в первую волну завязей (рис. 2), что также приводит к увеличению хозяйственного урожая плодов (рис. 3).

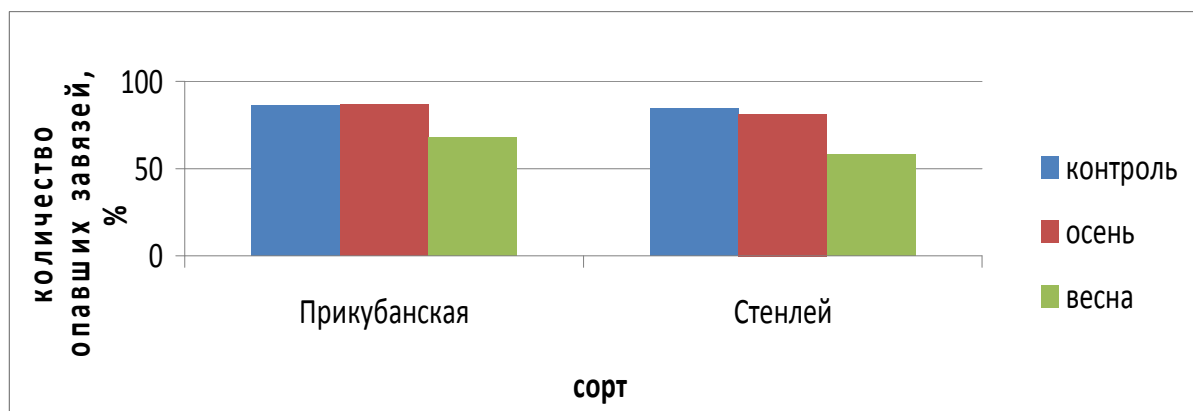
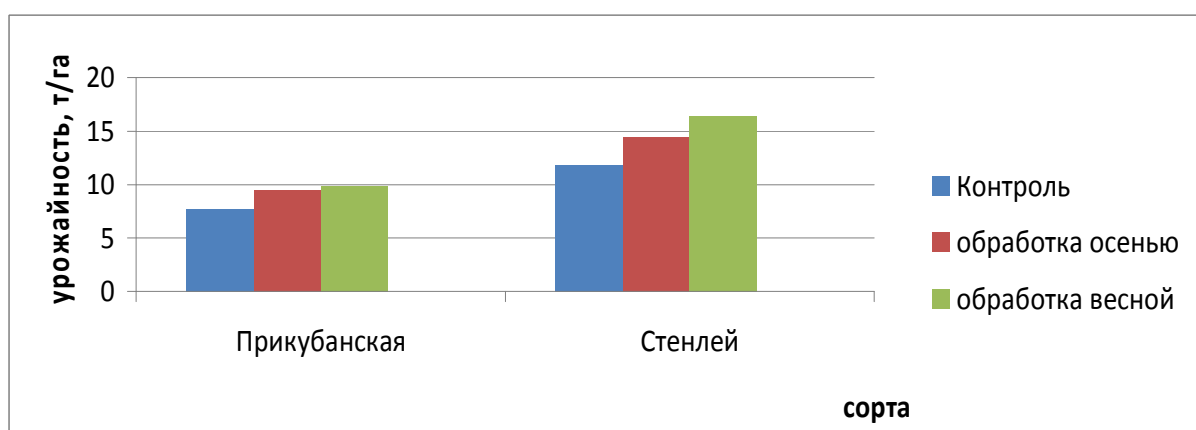


Рис. 2. Влияние срока обработки борной кислотой на количество опавших в первую волну завязей у сортов сливы, % от исходного (в среднем за 2013-2014 гг.)



$$S_{\bar{x}}, \% \leq 3,1$$

Рис. 3. Урожайность различных сортов сливы в зависимости от сроков обработки деревьев борной кислотой (в среднем за 2013-2015 гг.)

Более того, весенняя обработка деревьев сливы борной кислотой в преддверии весенних заморозков способствует большему, чем в контроле, сохранению жизнеспособной пыльцы при действии температурного стрессора (табл. 4). В данном случае бор не вызывает повышения устойчивости организма к стресс-фактору. Отмеченный выше эффект связан с довольно высокой жизнеспособностью пыльцы у обработанных растений сливы в обычных условиях.

Таблица 4 – Влияние бора на жизнеспособность пыльцы сортов сливы при кратковременном действии отрицательных температур (обработка весной)

Сорт		Жизнеспособность, %			
		до промораживания		после промораживания	
		2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Стенлей	1	40	20	20	10
	2	65	60	35	30
Прикубанская	1	20	15	13	10
	2	24	20	16	13

Примечание: 1-контроль; 2- обработка бором; $sx, \% \leq 1,8$

Исходя из полученных результатов, сорт сливы Стенлей более отзывчив на указанный агроприем, чем Прикубанская (см. рис. 3).

Выводы. В условиях южного региона Российской Федерации обработка деревьев черешни и сливы борной кислотой в осенние и весенние сроки оказывает положительное влияние на генеративную деятельность растений. При этом повышение урожайности растений обеспечивается за счет увеличения количества цветков на дереве (при осенней обработке) и эффективности оплодотворения (при весенней обработке).

Установлено положительное влияние борной кислоты (обработка весной) на сохранение жизнеспособной пыльцы при действии температурного стрессора (весенних заморозков). Выявлена различная реакция сортов на обработку.

Литература

1. Егоров, Е.А. Актуализация приоритетов в селекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда для субъектов Северного Кавказа / Е.А. Егоров //Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. Под ред. Еремина Г.В. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2012. – С. 3-46.
2. Анализ тенденций наступления природных стресс-факторов среды и преодоление их негативного воздействия на плодовые культуры юга России / И.А. Драгавцева, А.А. Кузьмина, С.Н. Артюх, В.С. Акопян. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2011. – 48 с.

3. Mei Rong The analyze of damaging by frosts in blossom period of apple-trees / Mei Rong, Zhu Lin, Du Ji Wen // Gnoshu xuebao Fruet Sct. 2008.25. №5 – С. 666-670.
4. Дорошенко, Т.Н. Влияние сроков применения борной кислоты на генеративную деятельность сортов черешни / Т.Н. Дорошенко, С.С. Чумаков, Д.В. Максимцов, Н.В. Захарчук // Тр. Кубанского ГАУ, 2014. – № 1 (46). – С. 61-65.
5. Beppu, Kenji Влияние осеннего опрыскивания листьев бором на развитие цветков и закладку плодов следующей весной у черешни / Kenji Beppu, Fujimoto Karin, Kataoka Ikuo // Techn. Bull. Fac. Agr. Katava Univ. – 2007. – 59, № 122. – Р. 55-58.
6. W.J. Whittington The Role of Boron in Plant Growth / Whittington W.J. // Journal of Experimental Botany. 2007. Vol. 8, Issue 3. Pp. 353-367
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур/ Под ред. Е.Н.Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
8. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСи В, 2010. – 300 с.
9. Якушкина, Н.И. Физиология растений: учебник для вузов /Н.И.Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2005. – 467 с.
10. Шеуджен, А.Х. Биогеохимия / А.Х. Шеуджен – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. – 1028 с.

References

1. Egorov, E.A. Aktualizacija prioritetov v selekcii plodovyh, jagodnyh, orehoplodnyh kul'tur i vinograda dlja sub'ektov Severnogo Kavkaza / E.A. Egorov //Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve. Pod red. Eremina G.V. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2012.– S. 3-46.
2. Analiz tendencij nastuplenija prirodnyh stress-faktorov sredy i preodolenie ih negativnogo vozdejstvija na plodovye kul'tury juga Rossii / I.A. Dragavceva, A.A. Kuz'mina, S.N. Artjuh, V.S. Akopjan. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2011. – 48 s.
3. Mei Rong The analyze of damaging by frosts in blossom period of apple-trees / Mei Rong, Zhu Lin, Du Ji Wen // Gnoshu xuebao Fruet Sct. 2008.25. №5 – С. 666-670.
4. Doroshenko, T.N. Vlijanie srokov primenenija bornoj kisloty na generativnuju dejatel'nost' sortov chereshni / T.N. Doroshenko, S.S. Chumakov, D.V. Maksimcov, N.V. Zaharchuk // Tr. Kubanskogo GAU, 2014. – № 1 (46). – S.61-65.
5. Beppu, Kenji Vlijanie osennego opryskivaniya list'ev borom na razvitie cvetkov i zakladku plodov sledujushhej vesnoj u chereshni / Kenji Beppu, Fujimoto Karin, Kataoka Ikuo // Techn. Bull. Fac. Agr. Katava Univ. – 2007. – 59, № 122. – R.55-58.
6. W.J. Whittington The Role of Boron in Plant Growth / Whittington W.J. // Journal of Experimental Botany. 2007. Vol. 8, Issue 3. Pp. 353-367
7. Программа i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur/ Pod red. E.N.Sedova i T.P. Ogol'covoj. – Орел: Изд-во VNIISPK, 1999. – 608 s.
8. Metodicheskoe i analiticheskoe obespechenie issledovanij po sadovodstvu. – Krasnodar: GNU SKZNIISi V, 2010. – 300 s.
9. Jakushkina, N.I. Fiziologija rastenij: uchebnik dlja vuzov /N.I. Jakushkina, E.Ju. Bahtenko. – М.: Gumanitar. Izd. Centr VLADOS, 2005. – 467 s.
10. Sheudzhen, A.H. Biogeohimija / A.H. Sheudzhen – Majkop: GURIPP «Adygeja», 2003. – 1028 s.