

УДК 634.22:631.541:631.5:581.5

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ СЛИВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТО-ПОДВОЙНЫХ КОМБИНАЦИЙ, СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КРОНЫ И ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

**Сергеева Н.Н., канд. с.-х. наук, Кузнецова А.П., канд. биол. наук,
Ненько Н.И., д-р с.-х. наук, профессор, Сергеев Ю.И., Караваева А.В.**

*Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства
(Краснодар)*

Реферат. Исследованы показатели функциональной стабильности растений сливы на подвоях БС-2 и ВВА-1 в плодоносящих насаждениях с веретеновидной системой формирования кроны и применением удобрений. В качестве критериев оптимизации состояния растений рассматривали сезонную динамику в листьях свободных аминокислот, пигментов, синтез белка, содержание элементов питания. Определено стабильное увеличение в листьях побегов валовых и подвижных форм основных минеральных элементов. В вариантах с применением удобрений наиболее высокие показатели продуктивности получены у растений сливы на подвое ВВА-1.

Ключевые слова: слива, сорто-подвойные комбинации, система формирования кроны, удобрения, функциональное состояние растений, продуктивность

Summary. The functional stability of indicators of plum plant's on rootstocks BS-2 and VVA-1 were investigated in fruiting plum's plantations with spindle system of crown formation and application of fertilizers is researched. As optimization criteria of plants status the seasonal dynamics in the leaves of free amino acids, pigments, the protein synthesis and the content of nutrients are observed. Stable increase in the leaves of the shoots of total and mobile forms of main mineral elements is determined. The highest productivity indices were obtained on plum's plants on rootstock VVA-1 at the variant of fertilizer application.

Key words: plum, variety-rootstock combinations, the system of crown formation, fertilizers, functional status of plants, productivity

Введение. Изменение в последние десятилетия температурного и гидротермического режимов приводит к значительному недобору урожая, а зачастую и к гибели плодовых насаждений. Основными стресс-факторами нашего региона являются значительные перепады температур на протяжении вегетационного периода, возвратные морозы после оттепели, когда косточковые плодовые породы находятся в состоянии «вынужденного покоя», воздушная и почвенная засуха в период формирования плодов [1-6].

Познание регуляторных систем и механизмов, обеспечивающих упорядоченность и регуляцию физиологических процессов, способность растений к адаптации в широком диапазоне меняющихся условий среды – одно из приоритетных направлений исследований в области физиологии и биохимии растений.

Выявление наиболее значимых физиолого-биохимических и анатомо-морфологических критериев и параметров реализации потенциала генотипов позволит стабилизировать плодоношение и наиболее полно реализовать генетический потенциал сортов косточковых плодовых культур в системе «многолетнее растение – природная и антропогенная среда» [7, 8].

Сбалансированное содержание в органах и тканях косточковых плодовых культур минеральных элементов, играющих регуляторную роль, способствует стабилизации процессов метаболизма, в том числе при создании определённой ионной концентрации, стабилизации макромолекул и коллоидных частиц, активации ферментов и т.д. Недостаток минеральных элементов или нарушение их баланса негативно влияет практически на все процессы жизнедеятельности растений и, в первую очередь, на ассимиляционные процессы, нарушая ритм плодообразования. В этой связи основной целью настоящих исследований было выявление функциональной стабильности растений сливы на подвоях БС-2 и

ВВА-1 по критериям обеспеченности элементами питания, продуктивности, содержания хлорофилла и синтеза белка, в том числе на фоне применения удобрений.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования были плодоносящие растения слаборослой сливы сорта Стенлей на подвоях БС-2 и ВВА-1. Полевые опыты по оптимизации питания яблони заложены в насаждениях ЗАО «Плодовод» (г. Краснодар) в 2007 году. Почва участка – малогумусный сверхмощный чернозем выщелоченный. Участок опыта орошаемый, выровненный, междурядья задернены естественно растущими травами (через междурядье) с 2012 года, схема размещения растений 5 x 2 м, система формирования кроны деревьев сливы – веретеновидная. Закладку и проведение полевых опытов проводили в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [9] и «Методическими указаниями по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями» [10].

В 2011-2013 гг. на фоне внутрпочвенного внесения в насаждения сливы органоминеральных удобрений (ОМУ) пролонгированного действия использовали 0,5 %-ные водные растворы специальных минеральных удобрений «Акварин» марок N18P18K18+Mg-2+S-1,5 и N12P12K35+ Mg-1+S-0,7.

Полевые опыты были заложены по следующей схеме:

- контроль, без удобрений;
- внутрпочвенное внесение ОМУ «Универсальное» (осенью 2009 года) в дозе 1 т/га + листовые подкормки;
- листовые подкормки.

Микроэлементы в составе удобрений содержались в форме хелатных соединений. В водные растворы удобрений вводили природный регулятор роста и развития растений с широким спектром действия Новосил.

Изучение динамики питательного режима яблони в связи с применением удобрений в периоды роста и созревания плодов по показателям содержания в листьях общих форм N, P, K, Ca, Mg осуществляли с использованием общепринятых методик [11-14]. Динамика содержания в листьях катионов исследовалась с использованием метода капиллярного электрофореза, позволяющего анализировать ионные и нейтральные компоненты в растительном материале с высокой экспрессностью [15]. Анализ физиологического состояния плодовых растений проводили по общепринятым методикам [16-19].

Обсуждение результатов. В процессе трехлетней работы проводилось исследование обеспеченности индикаторных органов сливы сорта Стенлей на слаборослых клоновых подвоях основными элементами питания (валовые и подвижные формы), а также физиологического состояния растений в связи с применением удобрений.

При изучении динамики содержания минеральных элементов в листьях побегов сливы определено, что применение внутрпочвенных подкормок в сочетании с трёхкратным применением листовых обработок растений удобрениями в сочетании с биологически активным веществом Новосил способствует преимущественно увеличению содержания азота, калия, кальция, магния в зависимости от сорто-подвойной комбинации (СПК) (рис. 1, 2). Тенденция сохраняется в течение всего периода вегетации.

Для анализа уровня активности обменных процессов в зависимости от внешних условий и удобрений исследовали свежие растительные пробы на содержание неорганических форм элементов. В первой половине вегетации определено, что на фоне внутрпочвенных подкормок в сочетании с некорневыми содержанием подвижного калия в листьях сливы на подвое ВВА-1 выше на 5% и натрия на 75%, в сравнении с контролем (без удобрений). Доля подвижного калия (от валового) в листьях составила на контроле 65,4%,

а в варианте с применением некорневых подкормок – до 91,4%, что свидетельствует об усилении активности физиологических процессов на фоне применения удобрений. При применении только листовых обработок было выявлено увеличение содержания подвижных форм натрия (на 54%) и магния (на 11%) в сравнении с контролем.

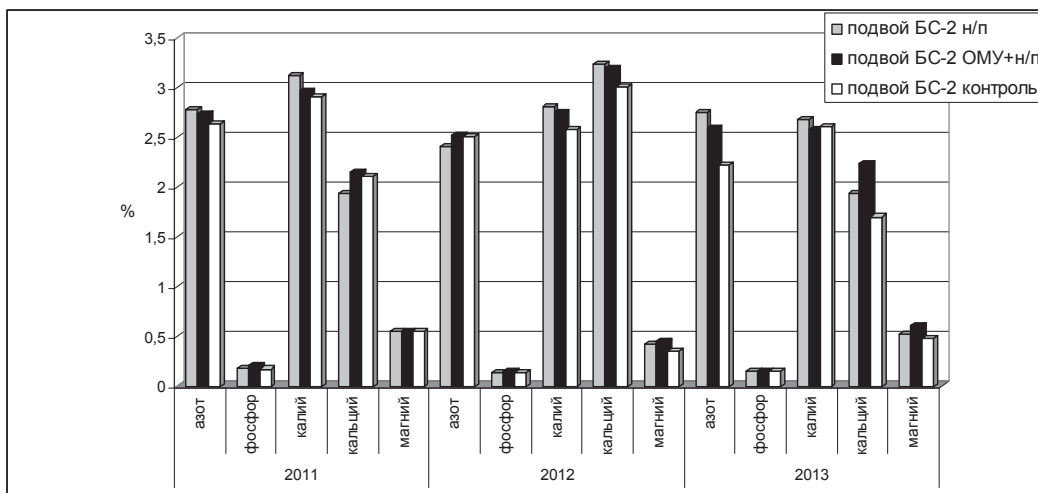


Рис. 1. Содержание основных минеральных элементов в листьях побегов сливы сорта Стенлей на подвое BC-2 в связи с применением удобрений

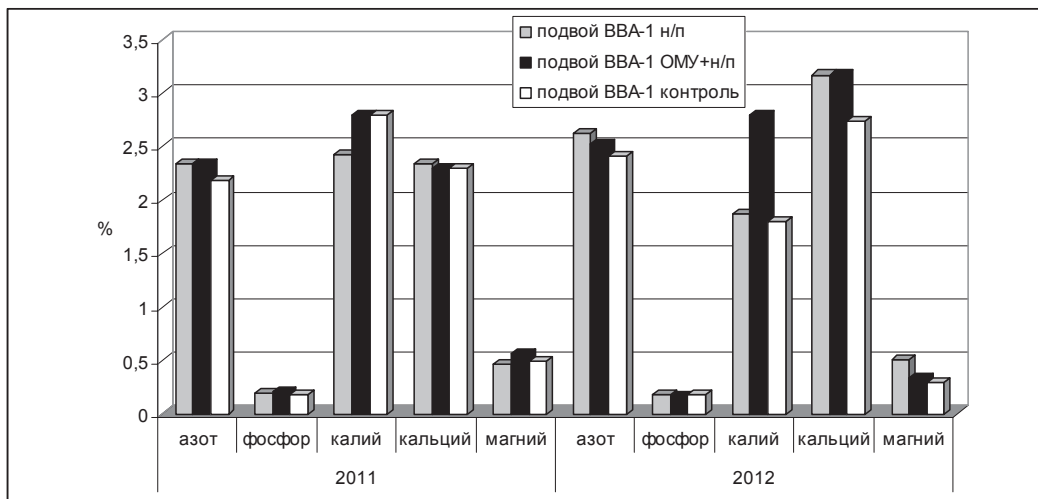


Рис. 2. Содержание основных минеральных элементов в листьях побегов сливы сорта Стенлей на подвое VVA-1 в связи с применением удобрений

У растений сливы на подвое BC-2 увеличение содержания калия в листьях на фоне внутрпочвенных подкормок в сочетании с листовыми обработками составило 3%, магния – 7%. Применение только листовых обработок способствовало увеличению в листьях подвижных форм натрия (8%) и магния (4%). Выявлено, что в первой половине вегетации в листьях содержатся следы подвижной формы кальция. Во второй половине вегетации в среднем содержание минеральных форм основных элементов в листьях было выше в сравнении с контролем на 2-5% (K), 7% (Mg), 18% (Ca).

В связи с тем, что одним из показателей влияния всех стрессовых воздействий является изменение содержания свободных аминокислот в тканях различных морфологических частей многолетних древесных растений, параллельно анализировали содержание аминокислот в листьях побегов сливы.

В первой половине вегетации из всех 14 определяемых аминокислот для слаборослой сливы на подвое ВВА-1 было выявлено наиболее стабильное содержание аргинина, метионина и пролина; на подвое БС-2 – аргинина, лейцина, метионина, пролина и α -аланина. При этом максимальное превышение суммы свободных аминокислот над контрольным вариантом (без удобрений) было определено в листьях сливы на подвое БС-2 на фоне некорневых подкормок (+35,6%) и комплексного применения внутривидовых и некорневых подкормок (65,8%).

Во второй половине вегетации превышение суммы свободных аминокислот над контролем было определено в листьях сливы на подвое ВВА-1 на фоне некорневых подкормок (+56,2%) и комплексного применения внутривидовых и некорневых подкормок (72,8%).

Учитывая тесную связь свободных аминокислот, обладающих высокой физиологической активностью, с интенсивностью общих процессов обмена веществ и взаимосвязь с содержанием основных минеральных элементов в растении, их сезонную динамику в листьях побегов сливы анализировали в течение двух лет². Определено, что в различные периоды вегетации растений сливы наиболее стабильным является содержание лишь отдельных аминокислот в зависимости от СПК.

Наиболее высокое суммарное содержание свободных аминокислот в листьях сливы сорта Стенлей в 2011-2012 гг. выявлено в вариантах применения удобрений.

Определена статистическая взаимосвязь содержания отдельных аминокислот в листьях и содержания общих форм элементов – азот→аргинин ($r=0,7127$), азот→метионин ($r=0,87$), азот→лейцин ($r=0,705$), азот→валин ($r=0,94$), калий→пролин ($r=0,824$), позволяющая предположить возможность экспрессного диагностирования состояния растений в изменяющихся условиях среды.

Таким образом, вносимые в опыте удобрения в значительной степени повлияли на режим питания сливы сорта Стенлей на слаборослых клоновых подвоях, что способствовало усилению активности обменных процессов, судя по увеличению содержания подвижных форм основных минеральных элементов, участвующих в физиологических процессах, и свободных аминокислот, обладающих высокой физиологической активностью и играющих важную роль в защитно-приспособительных процессах в растениях при возникновении абиотических стрессов. Кроме того, в качестве критерия оптимизации режима питания и эффективности функции питания сливы на слаборослых подвоях ВВА-1 и БС-2 в условиях данной конструкции насаждений на выщелоченном черноземе рассматривали продуктивность растений (табл. 1).

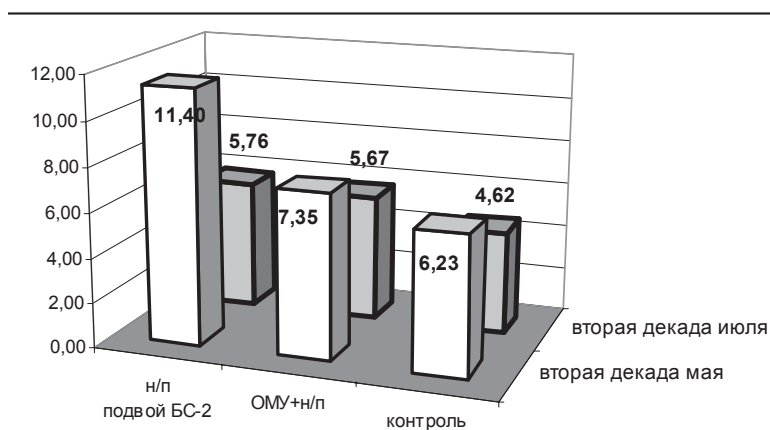
О стабилизационном действии удобрений в наших исследованиях мы судили также по критерию активности продукционных процессов в сезонной динамике, характеризующей функциональное состояние растений: эффективность фотосинтеза (содержание пигментов в листьях); синтез белка.

При определении эффективности фотосинтеза растений сливы фиксировали содержание суммы хлорофиллов (a+v) и каротина в листьях побегов сливы в динамике (рис. 3). Наиболее высокие и стабильные в течение вегетации показатели содержания пигментов в листьях определены на фоне внутривидового внесения удобрений в сочетании с некорневыми подкормками.

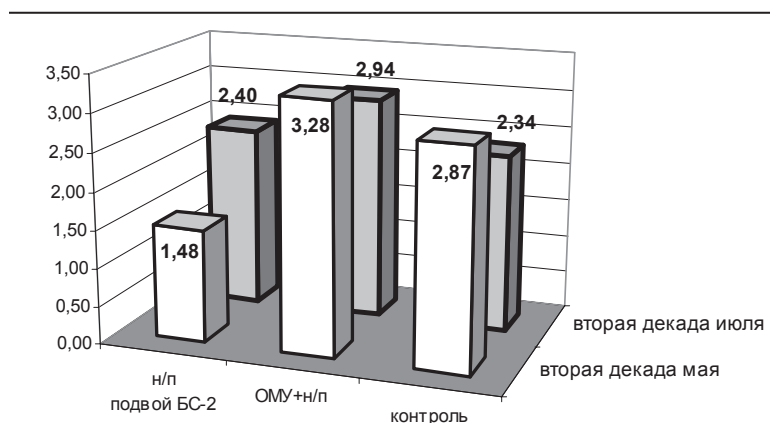
² Анализировали динамику аминокислот, выявленное содержание которых наиболее стабильно по годам в листьях побегов сливы сорта Стенлей на различных типах слаборослых подвоев.

Таблица 1 – Количество полноценной завязи, шт. на 1 м² проекции кроны

Вариант	Подвой ВВА-1	Подвой БС-2
	2011	
Контроль	137,2	121,2
Листовые обработки	137,5	125,4
ОМУ+листовые обработки	173,6	151,0
	2012	
Контроль	191,3	142,3
Листовые обработки	272,0	169,1
ОМУ+листовые обработки	230,6	169,6
	2013	
Контроль		311,5
Листовые обработки		393,8
ОМУ+листовые обработки		488,4



А



Б

Рис. 3. Динамика содержания хлорофиллов (а+в) (А) и каротина (Б) в листьях побегов на примере сливы сорта Стенлей на подвое БС-2, мг/г сухого вещества

Анализ синтеза белка растениями сливы в динамике также выявил наиболее высокие значения показателя в варианте с применением внутрипочвенных и листовых подкормок: увеличение содержания белка в листьях побегов сливы на 15,3-17,0 % в сравнении с контролем (рис. 4).

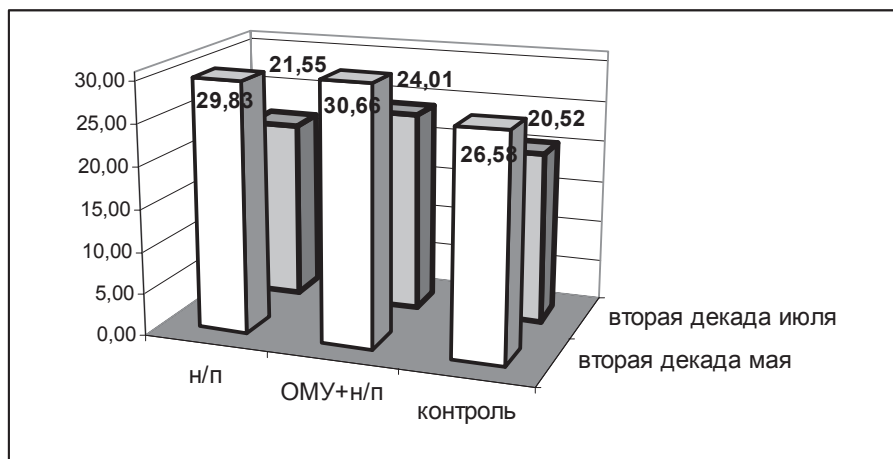


Рис. 4. Динамика содержания белка в листьях сливы на примере сорта Стенлей на подвое БС-2, мг/г сухого вещества

Выводы. Таким образом, результаты проведенных в 2011-2013 гг. исследований показали, что функциональная стабильность растений сливы сорта Стенлей на подвоях БС-2 и ВВА-1 в период вегетации, определяемая по критериям обеспеченности элементами питания, продуктивности, содержания хлорофилла, свободных аминокислот и синтеза белка, в условиях данной конструкции насаждения в значительной мере определялась системой применения удобрений.

Определено стабильное увеличение в листьях побегов валовых и подвижных форм основных минеральных элементов. В летний период на фоне повышенных температур воздуха в вариантах с применением органоминеральных и специальных минеральных удобрений выявлены более высокие показатели эффективности фотосинтеза растений.

В вариантах с применением удобрений наиболее высокие показатели продуктивности были получены у растений сливы на подвое ВВА-1.

Литература

1. Гриненко, В.В. Экологические аспекты устойчивости растений к стрессам / В.В. Гриненко // Матер. науч. конф. «Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции». – Л., 1981. – Ч 1. – С. 5-6.
2. Ищенко, Л.А. Стратегия садоводства в условиях абиотических и биотических стрессов у плодовых растений / Л.А. Ищенко, И.Н. Чеснокова, М.И. Козаева, Е.Е. Агаркова // Матер.международ. конф. (7-10 сентября 2004 г.) «Проблемы экологизации современного садоводства и пути их решения». – Краснодар, 2004. – С. 122-130.
3. Ненько, Н.И. Влияние листовых подкормок на адаптацию растений яблони к стрессовым факторам летнего периода / Н.И. Ненько, Н.Н. Сергеева, А.В. Караваева // Материалы международ.науч.-практ.конф. «Новейшие научные достижения». – София, 2012. – Т.28. – С. 14-18.

4. Трунов, Ю.В. Активизация адаптационных механизмов растений яблони под влиянием специальных удобрений / Ю.В. Трунов, Е.М. Цуканова, Е.Н. Ткачѳв, О.А Грезнев, Н.Н. Сергеева // Плодоводство и виноградарство юга России // [Электронный ресурс].– Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. – № 12 (6). – С. 78-89.– Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/12/06/09.pdf>.
5. Заремук, Р.Ш. Совершенствование технологии производства плодов косточковых культур в условиях проявления климатических стрессов на Северном Кавказе / Р.Ш. Заремук // Плодоводство и виноградарство юга России.– [Электронный ресурс].– Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013.– № 19(1).– С. 38-47.– Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/13/01/05.pdf>.
6. Драгавцева, И.А. Общая характеристика изменения водно-термического режима и реакция растений на повреждающие факторы / И.А. Драгавцева, В.В. Кудряшова, С.Н. Артюх // Сб. матер. междунар. дистанцион. науч.-практич.конф. (10 июля-21 августа 2009 г.). – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. – 2009. – С. 54-66.
7. Ненько, Н.И. Физиолого-биохимические аспекты повышения стрессоустойчивости плодовых культур и винограда / Н.И. Ненько, Э.В. Макарова, А.П. Кузнецова, Ю.Ф. Якуба // Сб. матер. междунар. дистанцион. науч.-практич.конф. (10 июля-21 августа 2009 г.). – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2009. – С. 42-54.
8. Ерѳмин, Г.В. Селекционно-технологические методы повышения стрессоустойчивости косточковых плодовых культур / Г.В. Ерѳмин, Т.А. Гасанова, Р.Ш. Заремук // Сб. матер. междунар. дистанцион. науч.-практич. конф. (10 июля-21 августа 2009 г.). – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2009. – С. 122-139.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орѳл: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
10. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / Под ред. В. Панникова. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 172 с.
11. Гинзбург, К.Е. Ускоренный метод сжигания почв и растений / К.Е. Гинзбург, Г.М. Щеглова, Е.В. Вульфийс // Почвоведение, 1963 – №5. – С. 89-96.
12. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
13. Крищенко, В.П. Методы оценки качества растительной продукции: Учеб. пособие / В.П. Крищенко.– М.: Колос, 1983. – 192 с.
14. ГОСТ 26570-85. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье (Методы определения кальция). – М., 1985. – С. 1-11.
15. Якуба, Ю.Ф. Применение СВЧ-экстракции и высокоэффективного капиллярного электрофореза для анализа вегетативных органов растений / Ю.Ф. Якуба // Матер. II Междунар. конф. (ВИУА) «Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, кормов, растений и сельскохозяйственного сырья / М., 2004.– С. 71-74.
16. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М.Д. Кушниренко, С.Н. Печерская.– Кишинѳв: Штиинца, 1991. – 306 с.
17. Паушева, З.П. Практикум по цитологии растений /З.П. Паушева. М.: Колос, 1967.- 176 с.
18. Практикум по биохимии / Под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьѳвой.– М.: Изд-во МГУ, 1989. – 509 с.
19. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. М.: Колос, 1965. – 447 с.