

Т. Р. Моисеева, научный сотрудник ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

УРОЖАЙНОСТЬ БРУСНИКИ СОРТА КОРАЛЛ В ОПЫТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

The question of controlling of fruiting of members of the Vacciniaceae family is of interest. However, the problem has not been adequately explored as yet. The necessity of making investigations of this sort was the stimulus to conduct experiments in plantings of 'Koralle' in 2003–2006. The lingonberry plants were treated with aqueous 2,4-dichlorophenoxy-acetic, α -naphthylacetic and gibberellic acid (GA) solutions. Applications were made at three different concentrations (10, 25, 50 and 75 mg/l) and replicated three times. The results obtained show that the biological active substances can produce a real effect on the reproductive capacity of lingonberry plants. GA applied at a concentration of 25 mg/l for no more than two years at a time had the most profound effect on the second (fall) yield.

Среди дикорастущих ягодных растений Беларуси брусника занимает особое место. Ее плоды, обладающие хорошими вкусовыми и лекарственными свойствами, с незапамятных времен широко использовались в качестве пищевого и лечебно-профилактического продукта. Клетчатка и пектины, в значительных количествах содержащиеся в ягодах, способствуют выведению из организма человека радионуклидов. Все это обуславливает высокий спрос на бруснику на внутреннем и внешнем рынках.

Однако в связи с усиливающимися антропогенными нагрузками на лесные экосистемы, а также из-за аварии на ЧАЭС естественные ресурсы данного вида в республике заметно уменьшились [1, 2]. В настоящее время промышленные заготовки брусники практически прекращены [3, 4]. Сократились площади дикорастущих брусничников и резко снизилась их биологическая продуктивность.

Лесохозяйственные мероприятия по охране и восстановлению зарослей брусники не получили широкого распространения, так как наносят ущерб получению основной продукции лесного хозяйства – древесины [5].

Другой путь решения данной проблемы – введение этого ягодника в культуру и создание плантаций. В последнее время широкую известность получил сорт Коралл, который, по оценке специалистов, является очень перспективным для выращивания. Однако технология культивирования брусники до сих пор далека от совершенства: невозможно обеспечить стабильное регулируемое плодоношение [3, 5, 6]. Внесение же в посадки традиционных минеральных удобрений не дает ожидаемого эффекта. Этот ягодник отличается медленным жизненным циклом развития и малотребователен к плодородию почвы [7, 8]. Для ускорения процессов его жизнедеятельности, вероятно, необходимы более эффективные способы, чем корневое внесение микро- и макроэлементов.

Возможность управлять процессами плодоношения растений в настоящее время стала реальной благодаря целой группе биологически активных веществ. БАВ обладают широким

спектром действия и могут существенно изменять протекание многих физиолого-биохимических процессов.

Одной из таких групп являются ауксины, присутствие которых в определенных концентрациях необходимо для закладки генеративных почек, образования цветков, увеличения размеров плодов и избежания их осыпания [9]. Другой фитогормон, контролирующей рост цветочных стеблей и способствующий повышению урожайности, – гиббереллин [10, 11].

В научной литературе постоянно сообщается о применении БАВ на разных культурах: зерновых, овощных, декоративных, хвойных, плодовых деревьях и ягодниках (земляника, крыжовник, черная смородина, виноград). Однако аналогичные исследования по регулированию плодоношения у растений сем. Брусничные проводились мало. В основном это работы зарубежных авторов, большая часть которых посвящена голубике и клюкве и только отдельные – бруснике [12]. В связи с этим перспективно на основе БАВ найти способы активного влияния на формирование урожая брусники.

Опытные эксперименты с использованием БАВ по повышению урожайности проводились в 2003–2006 гг. Объект исследования – 12-летняя посадки брусники сорта Коралл на торфяном мелиорированном болоте переходного типа на юго-востоке республики (Кореневская экспериментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси).

Выбор БАВ, концентраций и сроков обработок для этого вида ягодника определяли на основе рекомендаций и по литературным данным. Для обработки плодоносящих растений применяли водные растворы гибберелловой (ГК) и ауксиновых кислот – дихлорфеноксисукусной (2,4-Д) и α -нафтилуксусной (α -НУК). Для их приготовления брали навески в зависимости от используемых концентраций (10, 25, 50, 75 мг/л) и количества используемого раствора. Навески α -НУК растворяли в 2 мл 1 н раствора NaOH; ГК и 2,4-Д – в 2 мл 50%-ного этилового спирта и доводили до требуемого объема дистиллированной водой.

Обработка растений осуществлялась в утренние часы, чтобы исключить ожоги листьев. Для лучшего смачивания листьев в растворы вводили поверхностно активное вещество (ПАВ) Triton X-100 в концентрации 0,001%. Использовали опрыскиватель емкостью 1 л. Норма расхода раствора составляла 200 мл на 2 м². Контролем служили растения, обработанные дистиллированной водой с ПАВ.

Обработки (повторность – 3 раза) проводили в конце июня – начале августа: после формирования цветочных зачатков; в период массового 2-го цветения; в начале роста завязей.

Для определения величины урожайности осуществлялся сплошной сбор ягод одновременно со всех участков в период полного созревания основной массы плодов (более 50% зрелых). После очистки сора определяли массу опытных образцов и 100 шт. ягод в 5-кратной повторности по каждому варианту. Для взвешивания использовали стационарные весы Explorer (максимум 610 г) с точностью до 0,01 г.

В навесках (100 г) ягоды распределяли по категориям: крупные (более 8 мм), средние (8–6 мм), мелкие (менее 6 мм). Подсчитывали количество плодов в каждой группе для определения процентного соотношения в опытных образцах. Линейные параметры (высота и диаметр) плодов определяли штангенциркулем с точностью до десятых долей миллиметра.

Поскольку в посадках растения сомкнулись, но неравномерно, для определения площади распространения кустарничков использовали метод проективного покрытия Л. Г. Раменского [13]. В пределах вариантов, разграниченных на квадраты размером 10×10 см, глазомерно зарисовывали контуры проекций крон брусники. Рассчитав процент проективного покрытия для каждого варианта, показатели урожайности приводили к 100%-ным значениям.

Это позволило корректно сравнить данные по каждой опытной делянке между собой в пределах одного вегетационного периода и за все годы исследований.

Обработку опытных данных осуществляли на ЭВМ РС с помощью стандартных статисти-

ческих программ Excel, а также с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0. В исследованиях была обеспечена точность на 5%-ном уровне значимости. Для установления достоверности различий между одноименными признаками применялся t-критерий Стьюдента.

В ходе анализа полученных среднегодовых показателей осенней урожайности брусники выяснено, что годы исследований различались по величине ягодной продуктивности (рис. 1). Урожай зависел от многих факторов, но в наибольшей степени на его величину оказали влияние погодные условия в периоды формирования 2-го урожая (май – сентябрь) и БАВ.

Наиболее экстремальным по климатическим факторам был второй год исследований (2004 г.): в мае, июне отмечены среднемесячные температуры воздуха и количество осадков ниже нормы. Неблагоприятные погодные условия в период закладки репродуктивных органов отрицательно повлияли на начальные этапы плодоношения, что, несомненно, по нашему мнению и согласно литературным данным [14], отразилось на 2-м урожае. Наблюдалась довольно низкая ягодная продуктивность на всех участках. Она колебалась от 99 до 412 г/м².

Самым благоприятным по метеоусловиям и наиболее урожайным оказался 2005 г. Выше нормы температура воздуха в мае и обильные осадки в начальный период формирования генеративных почек способствовали их заложению. А теплая солнечная погода с количеством осадков и влажностью воздуха на уровне среднесезонных значений (июль – сентябрь) положительно повлияли на 2-е цветение брусники и формирование плодов. Осенний урожай на отдельных вариантах достигал 2 кг/м².

Что касается влияния фитогормонов, то высокая ягодная продуктивность отмечена при обработке растений растворами гибберелловой кислоты, особенно концентрации 25 мг/л. За первые два года исследований она повысилась в среднем более чем в 2,1 раза, чем на контроле. Растворы средних концентраций оказались менее эффективными: в 2003 г. урожайность была в 1,9 раза выше контрольной.

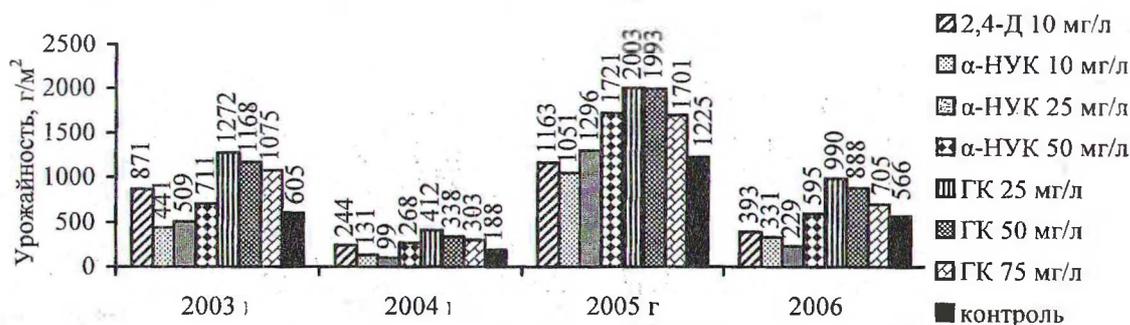


Рис. 1. Осенняя урожайность брусники сорта Коралл в разных вариантах опыта с использованием БАВ (2003–2006 гг.)

Однако при анализе результатов за весь период наблюдений отчетливо видно, что длительное (2–3 года) использование ГК в посадках брусники нецелесообразно. Урожай ягод увеличивался в меньшей степени: в 2006 г. в среднем только на 52% по сравнению с контролем.

Объяснить столь значительную степень влияния этого фитогормона на урожайность можно тем, что он способствует ускорению процессов жизнедеятельности брусники. Существуют доказательства, что гиббереллин содействует лучшему прорастанию пыльцы, росту пыльцевых трубок, вызывая усиление завязывания плодов и лучшее сохранение завязей. Влияние ГК зависит от многих факторов, из которых решающее значение имеет степень зрелости пыльцы и дозировка препарата [15, 16].

Полученные данные согласуются с исследованиями по другим ягодным культурам: голубике высокой, винограду, землянике и черной смородине. Например, у земляники гиббереллин способствовал значительному увеличению количества цветonoсных стеблей и повышению урожая ягод: наиболее высокий наблюдался при использовании концентрации 80 мг/л [17]. Имеются сведения об уменьшении стимулирующего действия ГК на урожайность черной смородины [18] и земляники при повторных обработках и при использовании более высоких концентраций – выше 250 мг/л [19].

Растения, обработанные растворами ауксиновых кислот, отличались более низкой урожайностью. Лишь при использовании 2,4-Д в 2003 г. осенний урожай повысился на 44% по сравнению с контролем. И если в 2004–2005 гг. он был почти на уровне контроля, то в последний год исследований – на 31% ниже контрольного.

Что касается α -НУК, то увеличение урожайности при применении растворов концентрации 50 мг/л сохранялось на протяжении трех лет. При использовании более низких концентраций (10 и 25 мг/л) урожай был ниже или на уровне контроля. По данным литературы,

например у яблони, эта кислота, используемая в высоких концентрациях, тормозила рост завязей, но увеличивала в 2–3 раза количество побегов с генеративными почками [16].

Рассмотрим причины изменения урожайности брусники при использовании БАВ. Важными оценочными критериями качества ягодной продукции изучаемого сорта являются средняя масса одного плода и линейные параметры ягод. При анализе данных по этим показателям выяснилось, что наиболее достоверные различия наблюдались по величине средней массы плодов. Высота и диаметр ягод изменялись в меньшей степени и поэтому данные по ним не приведены в таблице.

В первый год исследований все применяемые фитогормоны в той или иной степени способствовали увеличению средней массы ягод. Наиболее высокий уровень значимости результатов отмечен при обработке растений раствором гиббереллина (50 мг/л): средняя масса плодов на 19% выше, чем на контроле. В последующем наблюдалось уменьшение этого показателя на всех вариантах: наиболее достоверное (на 27%) в 2004 г. при использовании α -НУК (50 мг/л), сохранившееся до эксперимента. Увеличение средней массы плодов вновь было выявлено в 2006 г. при обработке растений растворами ГК: при использовании концентрации 75 мг/л на 12% по сравнению с контролем.

Относительно влияния гиббереллина на среднюю массу и размеры ягод сведения из литературы довольно противоречивые. Однако четко прослеживается тенденция к укрупнению плодов при использовании оптимальных для растений, в основном небольших (5–100 мг/л), концентраций ГК. Применение концентраций 250 мг/л и выше у земляники, например, приводило к снижению массы ягод и, следовательно, урожайности [20]. Напротив, у голубики высокой и цитрусовых урожай существенно увеличивался при обработке растений растворами гиббереллина концентраций 250–500 мг/л и выше [21, 22].

Таблица

Статистические показатели средней массы, г, одного плода 2-го урожая брусники сорта Коралл в вариантах опыта с использованием БАВ (2003–2007 гг.)

Варианты опыта (концентрация, мг/л)	2003		2004		2005		2006	
	$X \pm m_x$	$V, \%$						
2,4-Д (10)	$0,16 \pm 0,005$	5,6	$0,15 \pm 0,007$	10,1	$0,22 \pm 0,003$	3,6	$0,16 \pm 0,004$	6,1
α -НУК (10)	$0,18 \pm 0,007$	7,7	$0,14 \pm 0,006$	9,3	$0,21 \pm 0,006$	6,9	$0,17 \pm 0,006$	3,8
α -НУК (25)	$0,16 \pm 0,007$	8,2	$0,13 \pm 0,004$	5,9	$0,21 \pm 0,004$	4,2	$0,15 \pm 0,003^*$	5,7
α -НУК (50)	$0,17 \pm 0,009$	10,4	$0,11 \pm 0,004^*$	6,3	$0,20 \pm 0,002^*$	2,6	$0,16 \pm 0,004^*$	6,3
ГК (25)	$0,17 \pm 0,005$	6,0	$0,14 \pm 0,006$	9,3	$0,21 \pm 0,003$	3,8	$0,18 \pm 0,004$	4,9
ГК (50)	$0,19 \pm 0,007^*$	7,0	$0,15 \pm 0,005$	8,0	$0,20 \pm 0,003^*$	3,6	$0,18 \pm 0,004$	5,6
ГК (75)	$0,17 \pm 0,008$	9,8	$0,14 \pm 0,003$	4,4	$0,22 \pm 0,004$	4,0	$0,19 \pm 0,002^*$	2,9
Контроль	$0,16 \pm 0,003$	3,7	$0,15 \pm 0,007$	12,3	$0,22 \pm 0,005$	5,2	$0,17 \pm 0,004$	5,4

*Отклонения от контроля достоверны на доверительном уровне $p \leq 0,005$.

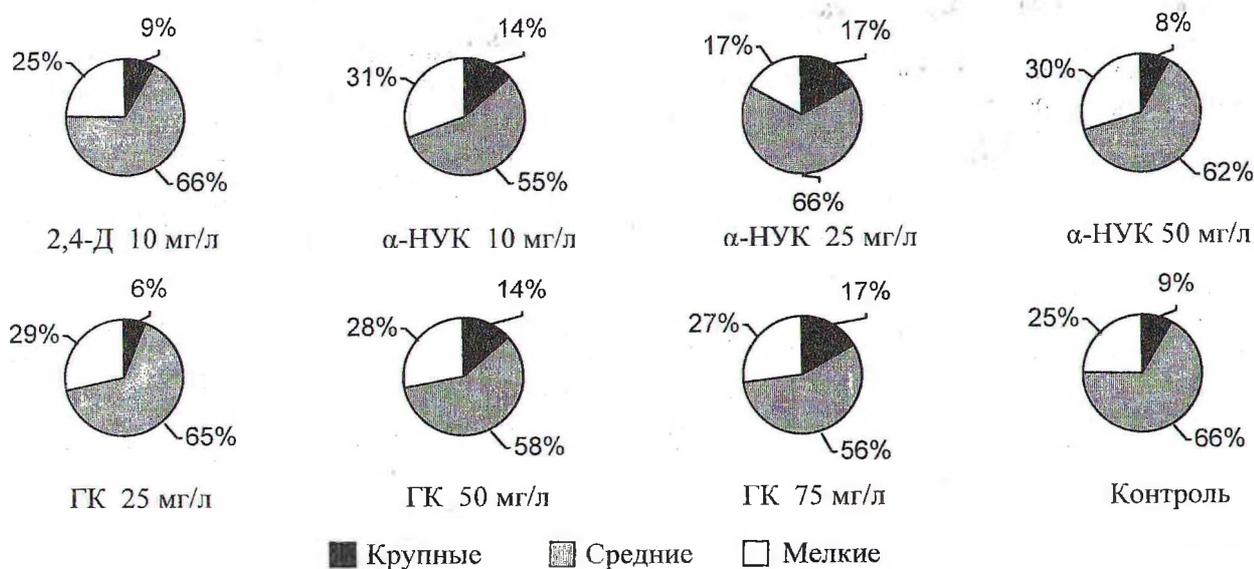


Рис. 2. Качественный состав 2-го урожая ягод брусники сорта Коралл в вариантах опыта с использованием БАВ (2003 г.)

Статистические показатели средней массы ягод (см. таблицу) свидетельствуют о том, что объем выборки обеспечил хорошую точность результатов (в среднем 2,8%). Наблюдалась небольшая вариабельность значений (от 2,6 до 12,3%), что связано с разницей в линейных параметрах плодов и, соответственно, показателях массы разных категорий ягод.

Для анализа и обоснования причин изменения ягодной продуктивности плоды, собранные с опытных участков, распределяли на крупные, средние, мелкие (рис. 2).

На всех опытных участках процентное соотношение ягод изменялось под влиянием БАВ в большей степени в первый год исследований. Стимулирование урожайности при обработке растений раствором 2,4-Д происходило, по видимому, благодаря появлению большого количества цветonoсных побегов, так как средняя масса и процент крупных и средних плодов в образце аналогичны контролю. При использовании α-НУК ягодная продуктивность брусники незначительно повышалась, вероятно, вследствие укрупнения плодов и улучшения завязываемости ягод. При обработке раствором ГК концентрации 25 мг/л осенняя урожайность увеличивалась, по нашему мнению, благодаря улучшению завязываемости и сохранности плодов. Средние концентрации (50 и 75 мг/л) способствовали укрупнению ягод.

Результаты исследований 2003–2006 гг. с использованием в посадках брусники сорта Коралл БАВ показали, что с их помощью вполне реально воздействовать на репродуктивную способность растений:

1. Обработка раствором гиббереллина концентрации 25 мг/л привела в первые годы ис-

следований к повышению осенней урожайности более чем в 2,1 раза, чем на контроле.

2. Длительное использование ГК (при низких концентрациях – более двух лет, при средних – 2 года) нецелесообразно, так как ягодная продуктивность с каждым последующим применением повышалась по сравнению с контролем в меньшей степени: в среднем в 1,5 раза.

3. Ауксиновые кислоты (2,4-Д и α-НУК) оказались менее эффективными.

Исследования в этом направлении следует продолжить для изучения совместного влияния на ягодную продуктивность сортовой брусники гиббереллина и минеральных удобрений.

В статье использованы данные исследований по гранту БРФФИ (договор № Б04-134).

Литература

1. Волчков, В. Е. Эффективность культуры лесных ягодных растений семейства *Vacciniaceae* в Белоруссии / В. Е. Волчков // Ресурсы недревесной продукции леса и вопросы их рационального освоения: материалы сов.-финлянд. симп., Петрозаводск, 22–26 авг. 1988 г. / Карельский филиал АН СССР; редкол.: Т. В. Белоногова [и др.]. – Петрозаводск, 1988. – С. 7–8.

2. Урожайность и биохимический состав плодов *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре / Л. В. Иванцов [и др.] // Теоретическая и прикладная карпология: материалы Всесоюз. конф., Кишинев, 30 окт. – 1 нояб. 1989 г. / Ин-т биохимии и физиологии растений АН МССР; редкол.: Б. Т. Матиенко [и др.]. – Кишинев: Штиинца, 1989. – С. 120.

3. Морозов, О. В. Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в сосновых лесах

Беларуси / О. В. Морозов; под ред. Ж. А. Рупасовой. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2006. – 114 с.

4. Гримашевич, В. В. Рациональное использование пищевых ресурсов леса Беларуси / В. В. Гримашевич; отв. ред. В. А. Ипатьев. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2002. – 261 с.

5. Павловский, Н. Б. Сортовая брусника в Белорусском Полесье / Н. Б. Павловский, Н. Н. Рубан; под ред. Ж. А. Рупасовой. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 230 с.

6. Руководство по технологии и агротехнике плантационного выращивания клюквы, брусники и голубики (для внедрения в производство) / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т лес-ва и механ. лесн. хоз-ва, Ин-т леса НАН Беларуси; сост. А. Ф. Черкасов [и др.]. – М., 1992. – 54 с.

7. Тяк, Г. В. Некоторые результаты применения минеральных удобрений при культивировании брусники на верховом торфянике / Г. В. Тяк [и др.] // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР: материалы Межресп. рабоч. семинара, Ганцевичи, 23–27 сент. 1991 г. / Центр. ботан. сад АН БССР; редкол.: Е. А. Сидорович (отв. ред.) [и др.]. – Ганцевичи: ЦБС АН БССР, 1991. – С. 195–196.

8. Моисеева, Т. Р. Использование минеральных удобрений при выращивании брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) / Т. Р. Моисеева, В. Е. Волчков // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 1998. – Вып. 49: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 256–262.

9. Austin, Max E. Naphthaleneacetic acid and fruiting of rabbiteye blueberry Tifblue / Max E. Austin // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1983. – Vol. 108. – № 2. – P. 314–317.

10. Муромцев, Г. С. Гормоны растений гиббереллины / Г. С. Муромцев, В. Н. Агнестикова. – М.: Наука, 1973. – 270 с.

11. Чайлахян, Н. Х. Гиббереллины, их действие на растения и перспективы использования в растениеводстве / Н. Х. Чайлахян // Гиббереллины и их действие на растения: науч. тр. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 7.

12. Gibberellic acid – induced fruiting of lingonberries *Vaccinium vitis-idaea* L. spp. minus (Lodd.) Nult. / P. S. Holloway [et al] // Hort

Science. – 1982. – Vol. 17. – № 6. – Sect. 1. – P. 953–954.

13. Козьяков, С. Н. Обзор существующих методов определения проективного покрытия травянистых и кустарничковых растений в ресурсоведении / С. Н. Козьяков // Принципы и методы рационального использования дикорастущих полезных растений: сб. науч. ст. / Карельский филиал АН СССР, Ин-т биологии; под науч. ред. В. Д. Лопатина и В. Ф. Юдина. – Петрозаводск, 1989. – С. 60–71.

14. Голубинский, И. Н. Биология прорастания пыльцы / И. Н. Голубинский. – Киев: Наукова думка, 1974. – 368 с.

15. Бернье, Ж. Физиология цветения: в 2 т. – Т. 2. Переход к репродуктивному развитию / Ж. Бернье, Ж.-М. Кине, Р. М. Сакс; пер. с англ. Л. В. Ковалевой [и др.]; под ред. и с предисл. М. П. Аксеновой и Т. Н. Константиновой. – М.: Агропромиздат, 1985. – 317 с.

16. Grochowska, M. J. The influence of growth regulators inserted into apple fruitlets on flower bud initiation / M. J. Grochowska // Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. boil. – 1968. – Vol. 16. – № 9. – P. 581–584.

17. Рибак, Л. Б. Вплив гібереліну на різнi врожай суницi / Л. Б. Рибак // Вісник сільськогоспод. Науки. – 1963. – № 4. – С. 75–79.

18. Карабанов, И. А. Изучение действия гиббереллина на рост, развитие и плодоношение черной смородины / И. А. Карабанов // Применение физиологически активных веществ в садоводстве: науч. тр. – М., 1974. – С. 99–106.

19. Верзилов, В. Ф. Влияние гибберелловой кислоты на рост и урожайность ремонтантной земляники / В. Ф. Верзилов, Л. А. Михтелева // Бюллетень / Гл. ботан. сад АН СССР. – М.: АН СССР, 1963. – С. 93–97.

20. Жуков, О. С. Действие гиббереллина на плодовые и ягодные растения / О. С. Жуков // Науч. тр. / Центр. генет. лабор. им. И. В. Мичурина. – М.: АН СССР, 1967. – С. 267–276.

21. Mooks, R. F. The influence of gibberellin A₃ (GA₃) on fruit of the highbush blueberry *Vaccinium corymbosum* L. cv. “Jersey” / R. F. Mooks, A. L. Kenworthy // Hort Science. – 1971. – Vol. 6. – № 2. – P. 139–140.

22. A note on gibberellin induced parthenocarp in citrus / G. S. Ranthawa [et al] // Indion J. Hort. – 1964. – Vol. 21. – № 2. – P. 171–172.