

Т. Р. Моисеева, науч. сотрудник; В. Е. Волчков, канд. биол. наук, зав. лабораторией воспроизводства пищевых продуктов леса; И. В. Маховик, мл. науч. сотрудник
ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ С ЦЕЛЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОНОШЕНИЯ БРУСНИКИ СОРТА КОРАЛЛ

Undoubtedly, regulating fruiting of members of the Vacciniaceae family is an interesting subject. However, only limited studies have been made up to the present. The necessity of making investigations of this sort was the stimulus to establish trials in plantings of 'Koralle' lingonberry in 2003. The berry plants were treated with aqueous gibberellic acid (GA) solutions. Applications were made at different concentrations, viz., 75, 100 and 125 mg/l. Other berry plants were treated with α -naphthylacetic acid at a concentration of 75 mg/l to inhibit the first berry yield. Studies have shown that gibberellic acid can influence the reproductive capacity of lingonberries.

Брусника обыкновенная обладает уникальной биологической особенностью: при выращивании в культуре плодоносит дважды: летом и осенью. Но если брусника аборигенная способна давать на плантации два почти равнозначных по величине урожая, то у наиболее перспективного сорта Коралл осеннее плодоношение является более продуктивным и составляет от общего около 90%. Однако в последние годы из-за негативного влияния поздневесенних заморозков участились повреждения или даже гибель генеративных органов брусники. Часть цветков не образует завязь, ухудшаются качественные показатели пыльцы, что в конечном итоге отражается на урожайности [1]. Представляет научный и практический интерес поиск способов «задержать» первое цветение, позволяя растениям «уйти» от весенних заморозков, или полностью его подавить. Второй способ наиболее приемлем, так как способствует сохранению энергетических ресурсов для формирования полноценного осеннего плодоношения и ускорению созревания ягод.

Возможность управлять процессами, от которых зависит пребывание растения в вегетативном состоянии или переход его к генеративному, в настоящее время стала реальной благодаря биологически активным веществам (БАВ), прежде всего, гиббереллинам, контролирующим рост цветочных стеблей [2, 3], и ауксином, которые широко применяются у плодовых для прореживания завязей и задержки сроков цветения [4].

Вопросы применения БАВ (в том числе гиббереллинов и ауксинов) для регулирования плодоношения интересовали ученых давно. Но у растений сем. брусничные они слабо изучены. В основном это работы зарубежных авторов, большая часть которых посвящена голубике высокой и только отдельные – бруснике [5]. Из отечественных можно отметить лишь исследование по использованию гербицидов в посадках клюквы и брусники [6] и наши предыдущие работы по изучению влияния регулято-

ров роста на развитие брусники обыкновенной [7–10].

Необходимы исследования с целью получения данных о наиболее пригодных для регулирования плодоношения этого ягодника видах, концентрациях, сроках и повторностях внесения биологически активных веществ, которые впоследствии можно было бы использовать на практике.

На мелиорированном торфяном болоте переходного типа в посадках брусники сорта Коралл в 2003 г. были заложены опыты с α -нафтилуксусной (α -НУК) и гибберелловой (ГК) кислотами по ингибированию первого плодоношения растений. Возраст брусники сортовой 11 лет.

Опрыскивание растений проводили водными растворами кислот разной концентрации (75, 100 и 125 мг/л) из расчета 200 мл на 1,5 м² в утренние часы, чтобы исключить ожоги листьев. Посадки обрабатывали дважды с помощью бытового опрыскивателя в период закладки почек будущего урожая: в августе – сентябре 2003 и 2004 гг.

Степень воздействия (ингибирующего или стимулирующего) биологически активных веществ на плодоношение брусники устанавливалась посредством учета количества генеративных и вегетативных почек и изучения их состояния на приростах текущего года в лабораторных условиях с помощью микроскопа МБС-10. Базальные побеги отбирали пять раз: осенью 2003 г., весной и осенью 2004 и 2005 гг. (25–70 шт. по каждому из вариантов опыта); в течение недели их выдерживали в воде в условиях помещения, чтобы вызвать набухание почек.

Учеты урожая проводили посредством сплошного сбора ягод со всех растений, определяли их массу и размеры. Поскольку в посадках сортовой брусники кустарнички сомкнулись неравномерно по площади, для каждого участка вычисляли процент проективного покрытия. Это позволило корректно сравнить данные по вариантам между собой и по годам,

приведя показатели урожайности к 100% проективному покрытию.

Результаты учета количества почек в опыте с α -нафтилуксусной и гибберелловой кислотами приведены в табл. 1. У сортовой брусники все применяемые осенью 2003 г. концентрации гибберелловой кислоты отрицательно повлияли на формирование репродуктивных органов будущего урожая. Гиббереллин в концентрации 125 мг/л не только уменьшил количество вегетативных (в 1,6) и генеративных (в 1,7 раза) почек, но и значительно ухудшил состояние последних (повреждаемость их оказалась в среднем 50%) (табл. 2).

Повторная обработка посадок брусники в 2004 г. растворами гиббереллина тех же концентраций (75, 100, 125 мг/л) отрицательно повлияла на закладку генеративных почек: количество их составило к весне следующего года в среднем 1,1 шт./побег, т. е. в 1,4 раза меньше, чем на контроле. Количество же вегетативных почек в среднем повысилось незначительно.

Иной характер действия на закладку почек отмечен в опыте с использованием α -нафтилуксусной кислоты в концентрации 75 мг/л. При опрыскивании кустарничков осенью 2003 г. уменьшилось лишь количество вегетативных почек на приростах текущего года: в 1,6 раза по сравнению с контролем. На 2-й год обработки (осень 2004 г.) ауксин в той же концентрации ингибировал закладку генеративных почек: их стало меньше к весне 2005 г. в 2,1 раза. Количество вегетативных почек почти не изменилось по сравнению с контролем.

Из литературных источников известно, что ауксины могут как ускорять, так и ингибировать инициацию цветения, причем второй про-

цесс наблюдается гораздо чаще, чем ускорение. Действие этих регуляторов роста в значительной степени зависит от нескольких факторов. При этом в высоких концентрациях они, по-видимому, вызывают ингибиторный эффект, а при чрезмерно высоких может наступить общее торможение ауксинзависимого роста [11].

Данные о состоянии почек на годичных приростах приведены в табл. 2. При анализе этих значений видно, что у обработанных растений почки обоих типов повреждаются в основном сильнее, чем у контрольных. Причем у цветковых почек степень повреждаемости больше, чем у листовых, так как они расположены на верхушках побегов и более чувствительны к неблагоприятным факторам среды. К весне на обработанных растениях наблюдается до 76% поврежденных генеративных почек, а вегетативных – максимум 2,8%.

Интересно отметить, что ингибиторный эффект гибберелловой кислоты часто обнаруживают у многолетних видов покрытосеменных, например земляники, рододендрона, фуксии и некоторых плодовых культур как травянистых, так и древесных, независимо от типа их фотопериодической реакции [11]. Имеются сведения, что осенняя обработка садовой земляники в период закладки и формирования цветковых зачатков первого плодоношения гиббереллином индуцировала образование соцветий, повышала степень их дифференциации и размеры. Однако это приводило к вымерзанию будущих цветков в зимний и ранневесенний периоды, в результате чего уменьшался 1-й и повышался 2-й урожай [12]. Аналогичная ситуация, по-видимому, происходила и в наших исследованиях с растениями брусники сорта Коралл.

Таблица 1

Количество почек на побегах текущего года у брусники сорта Коралл в опыте с использованием α -нафтилуксусной и гибберелловой кислот

Варианты опыта: кислота – концентрация, мг/л	Среднее количество почек, шт./побег					
	генеративных			вегетативных		
	Сроки проведения учетов					
	Осень 2003 г. – весна 2004 г.	Осень 2004 г. – весна 2005 г.	Осень 2005 г.	Осень 2003 г. – весна 2004 г.	Осень 2004 г. – весна 2005 г.	Осень 2005 г.
α -НУК – 75	0,5 ± 0,2	0,7 ± 0,2	1,0 ± 0,3	7,8 ± 0,5	12,3 ± 0,8	11,6 ± 0,6
ГК – 75	0,4 ± 0,1	1,1 ± 0,5	–	7,9 ± 0,5	13,9 ± 0,8	–
ГК – 100	0,4 ± 0,1	0,8 ± 0,4	1,0 ± 0,2	8,8 ± 0,6	11,9 ± 0,7	10,8 ± 0,7
ГК – 125	0,3 ± 0,1	1,4 ± 0,5	1,4 ± 0,3	8,0 ± 0,5	12,4 ± 0,8	12,3 ± 0,6
Контроль	0,5 ± 0,2	1,5 ± 0,4	1,1 ± 0,2	12,5 ± 0,7	12,1 ± 0,7	10,1 ± 0,7

Состояние почек на побегах текущего года у брусники сорта Коралл в опыте с использованием α -нафтилуксусной и гибберелловой кислот

Варианты опыта: кислота – концентрация, мг/л	Степень повреждаемости почек, %									
	генеративных					вегетативных				
	Сроки проведения учетов									
	Осень 2003 г.	Весна 2004 г.	Осень 2004 г.	Весна 2005 г.	Осень 2005 г.	Осень 2003 г.	Весна 2004 г.	Осень 2004 г.	Весна 2005 г.	Осень 2005 г.
α -НУК – 75	24	18	46	74	42	0	0,8	1,3	1,9	1,7
ГК – 75	23	43	22	29	–	2,0	1,6	2,1	1,9	–
ГК – 100	14	25	55	76	46	2,0	2,0	2,9	2,8	1,9
ГК – 125	60	40	21	64	69	0,3	0,3	1,3	1,6	1,6
Контроль	29	25	39	49	38	1,0	0	1,4	1,3	2,0

От количества заложившихся генеративных почек находятся в прямой зависимости ягодная продуктивность и качество урожая. В табл. 3 приведены результаты учета этих показателей у брусники сорта Коралл в 2004 г. Обработка растений осенью 2003 г. гибберелловой кислотой отрицательно повлияла на первый урожай следующего года. Показатели ягодной продуктивности понизились по сравнению с контролем в среднем в 2,1 раза (чем выше концентрация, тем ниже урожай). Подавление первого плодоношения благоприятно отразилось на втором (осеннем) урожае: урожайность повысилась больше всего при использовании раствора кислоты большей (125 мг/л) концентрации – в 1,6 раза при ускорении созревания ягод.

При повторном применении гибберелловой кислоты в концентрациях 100 и 125 мг/л осе-

ню 2004 г. первый урожай следующего года понизился в еще большей степени (табл. 4). Наиболее эффективным оказался раствор гиббереллина в концентрации 100 мг/л: летний урожай уменьшился в 6,9 раза при последующем незначительном увеличении осеннего плодоношения в 1,1 раза по сравнению с контролем. Одновременно увеличились средние размеры и масса ягод.

Как показали исследования 2003–2005 гг., второе применяемое нами биологически активное вещество – α -нафтилуксусная кислота – является менее эффективным регулятором плодоношения брусники сорта Коралл. Если в 2004 г. произошло увеличение ягодной продуктивности обоих урожаев, то на следующий год наблюдалось уже снижение и летней, и осенней урожайности.

Таблица 3

Урожайность и качественные показатели ягод брусники сорта Коралл в опыте с использованием α -нафтилуксусной и гибберелловой кислот (2004 г.)

Варианты опыта: кислота – концентрация, мг/л	Первый урожай				Второй урожай			
	Средняя масса ягоды, г	Средний размер ягод, мм	Доля зрелых ягод в навеске, %	Урожайность при 100% п/л, г/м ²	Средняя масса ягоды, г	Средний размер ягод, мм	Доля зрелых ягод в навеске, %	Урожайность при 100% п/л, г/м ²
α -НУК – 75	0,23	7,3	22	407	0,12	6,4	70	472
ГК – 75	0,27	7,6	29	244	0,12	6,4	56	111
ГК – 100	0,33	8,2	46	235	0,13	6,4	48	267
ГК – 125	0,26	7,4	68	108	0,14	6,6	80	312
Контроль	0,28	7,7	54	363	0,13	6,7	45	192

Урожайность и качественные показатели ягод брусники сорта Коралл в опыте с использованием α -нафтилуксусной и гибберелловой кислот (2005 г.)

Варианты опыта: кислота – концентрация, мг/л	Первый урожай				Второй урожай			
	Средняя масса ягоды, г	Средний размер ягод, мм	Доля зрелых ягод в навеске, %	Урожайность при 100% пл./г/м ²	Средняя масса ягоды, г	Средний размер ягод, мм	Доля зрелых ягод в навеске, %	Урожайность при 100% пл./г/м ²
α -НУК – 75	0,27	8,2	33	341	0,20	6,7	91	3001
ГК – 75	0,28	8,1	55	469	0,25	7,4	94	2867
ГК – 100	0,33	8,4	64	93	0,25	7,5	96	3625
ГК – 125	0,30	8,0	53	182	0,25	7,5	96	3458
Контроль	0,26	8,0	51	639	0,22	7,2	95	3345

Результаты исследований по использованию биологически активных веществ в посадках брусники сортовой показали, что с помощью гибберелловой кислоты вполне реально воздействовать на репродуктивную способность растений. Опрыскивание брусники осенью в период закладки и дифференциации почек водным раствором гиббереллина в концентрации 100 мг/л оказалось наиболее эффективным. В среднем в 4,5 раза удалось понизить первое плодоношение и незначительно (в среднем в 1,4 раза) повысить ягодную продуктивность наиболее обильного осеннего урожая. Следует продолжить работу в этом направлении, увеличив количество вариантов опыта как по концентрациям препарата, так и по срокам обработок посадок, а также найти способы воздействия с целью наибольшего повышения второго урожая.

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

Литература

- Бобровникова Т. И., Волчков В. Е. Особенности формирования урожая брусники в условиях культурфитоценоза // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. – 2001. – Вып. 52. – С. 59–71.
- Карабанов И. А. Витамины и фитогормоны в жизни растений. – Мн.: Ураджай, 1977. – 112 с.
- Деева В. П., Шелег З. И. Регуляторы роста и урожай. – Мн.: Наука и техника, 1985. – 63 с.
- Никелл Л. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве / Пер. с англ. В. Г. Кочанкова; Под. ред. В. И. Кефели. – М.: Колос, 1984. – 192 с.
- Holloway P., Stushnoff C., Wildung D. Gibberellic acid – induced fruiting of lingonberries *Vaccinium vitis-idaea* L. spp. minus (Lodd.) Hult. // Hort Science. – 1982. – Vol. 17. – № 6. – P. 953–954.
- Рубан Н. Н., Курлович Т. В., Володько И. К. Результаты изучения использования гербицидов на посадках клюквы и брусники // Проблемы производства и переработки мало-распространенных плодовых и ягодных культур: Тез. докл. науч.-произв. конф. – Мн., 1996. – С. 41–43.
- Волчков В. Е., Моисеева Т. Р., Бобровникова Т. И. Реакция растений брусники сорта *Koralle* на обработку регуляторами роста // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Тез. докл. III Междунар. науч. конф. – Мн.: ИООО «Право и экономика», 2003. – С. 30.
- Volchkov V., Moiseeva T., Bobrovnikova T. Productivity of lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) in experiments on gibberellic acid applications // Культура брусничных ягодников: итоги и перспективы: Материалы Междунар. науч. конф. – Мн.: ЦБС НАНБ, 2005. – С. 94–99.
- Моисеева Т. Р. Особенности плодоношения брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в опытах с использованием ауксиновых кислот // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. ИЛ НАНБ. – 2005. – Вып. 64. – С. 430–437.
- Моисеева Т. Р., Волчков В. Е., Маховик И. В. Сравнительная эффективность применения биологически активных веществ в посадках брусники сортовой и аборигенной // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. – 2005. – Вып. 64. – С. 438–447.
- Бернье Ж., Кине Ж.-М., Сакс Р. Физиология цветения: В 2 т. / Пер. с англ. Л. В. Ковалевой, Э. Л. Миляевой, В. З. Подольного; Под ред. М. П. Аксеновой и Т. Н. Константиновой. – Т. 2. – М.: Агропромиздат, 1985. – 317 с.
- Верзилов В. Ф., Михтелева Л. А. Развитие и урожайность *Fragaria ananassa* Duch. под влиянием гиббереллина // С.-х. биология. – 1975. – № 4. – С. 533–537.