

УДК 582:581(082)  
ББК 28.59я43  
И73

**Редакционная коллегия:**

д.б.н., чл.-корр. НАН Беларуси *В. В. Титок* (ответственный редактор),  
к.б.н. *П. Н. Белый*; к.б.н. *И. М. Гаранович*; д.б.н. *Н. В. Гетко*;  
к.б.н. *Л. А. Головченко*; *С. М. Кузьменкова*; д.б.н. *Е. Н. Кутас*;  
к.б.н. *Н. М. Лунина*; к.б.н. *О. В. Чижик*; к.б.н. *А. П. Яковлев*

**Рецензенты:**

доктор биологических наук, Ботанический институт  
имени В. Л. Комарова Российской академии наук *К. Г. Ткаченко*;  
кандидат биологических наук, Институт экспериментальной  
ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси  
*А. В. Пугачевский*

**Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры** : материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (Минск, 28 июня – 1 июля 2022 г.). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В.В. Титок [и др.] – Минск : Белтаможсервис, 2022. – 526 с.

ISBN 978-985-7004-74-4

В сборнике представлены материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Часть 1: секция 1 «Теоретические основы и практические результаты интродукции растений» и секция 2 «Экология, физиология и биохимия интродуцированных растений».

УДК 582:581(082)  
ББК 28.59я43

ISBN 978-985-7004-74-4 (ч. 1)  
ISBN 978-985-7004-72-0

© ГНУ «Центральный ботанический сад  
Национальной академии наук Беларуси», 2022  
© Оформление. РУП «Белтаможсервис», 2022

## ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ РАЗНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ НА ФЕНОЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ

Рупасова Ж. А.<sup>1</sup>, Василевская Т. И.<sup>1</sup>, Гузняк А.Ф.<sup>1</sup>, Задаля В. С.<sup>1</sup>, Павловский Н. Б.<sup>1</sup>,  
Мандрик-Литвинкович М. Н.<sup>2</sup>, Коломиец Э. И.<sup>2</sup>, Алещенкова З. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь,  
J.Rupasova@cbg.org.by

<sup>2</sup> ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Минск, Беларусь

**Резюме.** Приведены результаты сравнительного исследования влияния обработок растений голубики фунгицидными препаратами – химическим *Беллис* и двумя бактериальными – *Фрутин* и *Консорциум* на содержание в плодах фенольных соединений. Установлена активизация накопления гидроксикоричных кислот и компонентов Р-витаминного комплекса, особенно антоциановых пигментов, наиболее выраженная на фоне однократного применения обоих бактериальных фунгицидов и менее значительная при четырехкратном использовании *Фрутина* и *Беллиса*, тогда как дву- и четырехкратные обработки *Консорциум* способствовали ингибированию биосинтеза полифенолов, независимо от дозы препарата.

## INFLUENCE OF FUNGICIDE PREPARATIONS OF DIFFERENT CHEMICAL NATURE ON THE PHENOLIC COMPLEX OF BLUEBERRY FRUIT

Rupasova Zh.A., Vasilevskaya T.I., Guznyak A.F., Zadalya V.S., Pavlovsky N.B.,  
Mandrik-Litvinkovich M.N., Kolomiets E.I., Aleshchenkova Z. M.

**Summary.** The results of a comparative study of the effect of treatments of blueberry plants with fungicidal preparations – chemical *Bellis* and two bacterial preparations – *Frutin* and *Consortium* on the content of phenolic compounds in fruits are presented. Activation of the accumulation of hydroxycinnamic acids and components of the P-vitamin complex, especially anthocyanin pigments, was established, which was most pronounced against the background of a single application of both bacterial fungicides and less significant with a four-fold use of *Frutin* and *Bellis*, while two- and four-fold treatments by the Consortium contributed to the inhibition of polyphenol biosynthesis, regardless of drug doses.

В связи с совершенствованием биологических систем защиты посадок голубики высокорослой от фитопатогенов в условиях Беларуси, представляется весьма актуальным использование в этих целях микробных препаратов, обеспечивающее получение высококачественной экологически чистой ягодной продукции, что согласуется с принятым в Республике Беларусь в ноябре 2018 г. Законом «О производстве и обращении органической продукции», запрещающим использование в растениеводческих технологиях любых химических средств, в том числе фунгицидного действия. Для реализации этой цели в 2021 г. в Ганцевичском р-не Брестской обл. впервые были проведены испытания нового микробного препарата Консорциум, который по предварительным прогнозам способен обеспечить снижение заболеваемости растений голубики на 55–65 % при повышении урожайности и лежкоспособности плодов на 10 %, а по спектру антимикробного действия он должен превосходить лучший зарубежный аналог *Serenade* (AgroQuest, Канада) при снижении в 2,5–3,3 раза стоимости обработки одного гектара плантации. Оценка эффективности данного фунгицида будет дана на основе сравнительного исследования в опытной культуре степени воздействия разных доз данного препарата и кратности обработок растений на основные параметры их развития в сравнении с химическим фунгицидом *Беллис*, разрешенным для использования на территории республики на посадках голубики высокорослой, а также с ранее разработанным в Институте микробиологии НАН Беларуси микробным препаратом *Фрутин*. При этом важнейшим оценочным критерием может явиться степень трансформации биохимического состава ягодной продукции опытных растений, в том числе его наиболее ценной составляющей – фенольного комплекса, обладающего существенной антиоксидантной активностью. Исследования выполнены в рамках полевого эксперимента с 9-вариантной схемой 1 – контроль (однократная обработка

водой); 2 – обработка растений водно-диспергируемыми гранулами химического фунгицида *Беллис* из расчета 0,8 кг/га; 3, 4, 5 – одно-, дву- и четырехкратная обработка жидким биологическим препаратом *Фрутин* из расчета 20 л/га; 6, 7, 8 – одно-, дву- и четырехкратная обработка жидким биологическим препаратом *Консорциум* из расчета 20 л/га; 9 – четырехкратная обработка препаратом *Консорциум* из расчета 10 л/га. Определение содержания биофлавоноидов в плодах голубики осуществляли общепринятыми методами получения аналитической информации. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Установлено, что содержание в сухой массе плодов голубики гидроксикоричных кислот варьировалось в рамках полевого эксперимента в диапазоне 788,3–1088,6 мг/100 г при общем содержании биофлавоноидов 7581–13778 мг/100 г при расхождении крайних позиций в данных диапазонах в 1,4 и 1,8 раза, что однозначно свидетельствовало о выраженной зависимости параметров накопления данных соединений от исследуемого фактора. Доминирующее положение в составе биофлавоноидного комплекса принадлежало антоциановым пигментам, общая доля которых в нем при содержании 4992–10686 мг/100 г достигала 66–78 %. Превалирующей фракцией данных соединений в большинстве вариантов опыта являлись собственно антоцианы, содержание которых, составлявшее 2660–5460 мг/100 г, как правило, превосходило таковое лейкоантоцианов в 1,1–1,5 раза, и лишь на фоне однократной обработки растений *Фрутином* содержание последних, напротив, превосходило таковое собственно антоцианов в 1,3 раза, а двукратная обработка *Консорциумом* обуславливала уравнивание количеств тех и других компонентов антоцианового комплекса. При этом долевое участие флавонолов изменялось по вариантам опыта в диапазоне 14–21 % при содержании 1559–2109 мг/100 г, тогда как катехинов – в диапазоне 7–16 % при содержании 991–1459 мг/100 г.

Повариантное же сравнение параметров накопления фенольных соединений в плодах голубики выявило весьма значительные, причем неоднозначные различия с контролем (табл.). Вместе с тем, независимо от природы испытываемых фунгицидов, их применение во всех случаях обусловило усиление накопления гидроксикоричных кислот на 4–38 % относительно контроля, наибольшее при однократном использовании *Консорциума* в дозе 20 л/га, и наименьшее, причем одинаковое, при четырехкратных обработках *Фрутином* и *Консорциумом* в дозе 10 л/га. При этом только в половине вариантов опыта с обработками имело место увеличение в плодах общего содержания биофлавоноидов на 11–39 % относительно контроля, наиболее значительное на фоне однократного применения *Фрутина* и *Консорциума* в дозе 20 л/га. Весьма успешной в этом плане оказалась также четырехкратная обработка растений первым из них, тогда как двукратная, напротив, обусловила снижение общего выхода полифенолов в ягодной продукции голубики на 5 %. Аналогичная картина наблюдалась и при использовании *Консорциума* в дозе 20 л/га. Так, несмотря на высокую, вполне сопоставимую с установленной для *Фрутина* результативность однократного применения данного препарата, двукратное приводило к еще более значительному, чем от использования предыдущего фунгицида, обеднению плодов Р-витаминами, составившему 13 %. Вместе с тем на фоне четырехкратной обработки растений *Консорциумом* в дозе 20 л/га суммарный выход биофлавоноидов был сопоставим с таковым в контроле. Следует отметить, что применение уменьшенной вдвое дозы данного препарата оказало наиболее выраженный в эксперименте ингибирующий эффект на накопление биофлавоноидов в плодах голубики, что подтверждалось снижением их общего количества на 23 % по сравнению с контролем (см. табл.). Что касается химического фунгицида *Беллис*, то его применение было менее результативным в этом плане по сравнению с бактериальными препаратами, но тем не менее, оно способствовало увеличению на 11 % суммарного содержания Р-витаминов в ягодной продукции голубики.

**Таблица. Относительные различия с контролем вариантов опыта с применением фунгицидов по содержанию фенольных соединений в плодах *V. corymbosum* урожая 2021 г., %**

| Показатели             | Варианты опыта |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                        | 2              | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| Гидроксикоричн кислоты | +8,0           | +28,8 | +15,9 | +3,6  | +38,1 | +33,6 | +31,6 | +4,1  |
| Собственно антоцианы   | +26,3          | +31,3 | -     | +52,5 | +50,3 | -19,0 | +5,0  | -25,7 |
| Лейкоантоцианы         | -4,8           | +78,0 | -23,2 | +8,3  | +36,2 | -13,0 | -5,4  | -30,6 |
| Сумма антоциан. пигм.  | +11,2          | +53,9 | -11,2 | +31,1 | +43,4 | -16,1 | -     | -28,1 |

| Показатели   | Варианты опыта |               |              |               |               |       |       |        |
|--|----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------|-------|--------|
|  | 2              | 3             | 4            | 5             | 6             | 7     | 8     | 9      |
| Катехины   | –              | -7,5          | <b>+32,0</b> | -10,4         | <b>+13,4</b>  | –     | -10,4 | -6,8   |
| Флавонолы  | <b>+15,0</b>   | <b>+12,9</b>  | -5,0         | <b>+13,6</b>  | <b>+6,4</b>   | -5,0  | –     | -15,0  |
| Сумма биофлавоноидов                                 | <b>+10,5</b>   | <b>+39,4</b>  | -5,2         | <b>+23,2</b>  | <b>+33,2</b>  | -12,5 | –     | -23,3  |
| <b>Совокупный эффект для Р-витаминного комплекса</b> | <b>+58,2</b>   | <b>+208,0</b> | -12,6        | <b>+118,3</b> | <b>+182,9</b> | -65,6 | -10,8 | -129,5 |

Исследование влияния испытываемых фунгицидов на содержание в последней основных компонентов биофлавоноидного комплекса показало, что наиболее значительно оно отразилось на параметрах накопления антоциановых пигментов, общий выход которых в наиболее успешных вариантах опыта с однократным применением *Фрутина* и *Консорциума* превышал контрольные показатели на 54 и 43 % соответственно. Четырехкратная обработка растений первым из них также обеспечила весьма заметное (более чем на 30 %) увеличение суммарного количества данных соединений, тогда как применение химического фунгицида Беллис было менее результативным в этом плане и обусловило превышение контрольного уровня лишь на 11 %. Столь выразительный позитивный эффект в обозначенных вариантах опыта в большинстве случаев был обусловлен более значительным стимулирующим действием испытываемых препаратов на биосинтез собственно антоцианов, нежели лейкоантоцианов, и лишь на фоне однократного применения *Фрутина* темпы накопления вторых в 2,5 раза превышали таковые первых (см. табл.). В остальных же вариантах опыта с двукратной обработкой растений данным препаратом, а также с применением обеих доз *Консорциума* наблюдалось снижение содержания антоциановых пигментов на 11–28 % по сравнению с контролем, что косвенно свидетельствовало о негативном влиянии данных агроприемов на антиоксидантные свойства плодов голубики. Поскольку данные соединения преобладают в составе Р-витаминного комплекса последних, то это объясняет совпадение тенденций в изменении общего количества антоциановых пигментов и биофлавоноидов под действием испытываемых фунгицидных препаратов. Что касается флавонолов, то изменение темпов их накопления в рамках эксперимента характеризовалось сходной с установленной для предыдущих показателей направленностью, но при меньшей степени расхождений с контролем, не превышавшей 5–15 % (см. табл.). В отличие от флавонолов, активизация накопления катехинов в плодах голубики выявлена лишь в двух случаях – на 32 % на фоне двукратной обработки растений *Фрутином* и на 13 % при однократном применении *Консорциума* в дозе 20 л/га. В остальных же вариантах опыта наблюдалось либо снижение содержания данных соединений на 7–10 % относительно контроля, либо отсутствие различий с ним по данному признаку. Как следует из табл., наибольшей величиной совокупного позитивного эффекта от использования фунгицидов характеризовались варианты опыта с однократной обработкой растений обоими бактериальными препаратами. При этом наибольшая результативность применения *Фрутина* лишь в 1,1 раза превышала таковую *Консорциума*, тогда как четырехкратное применение первого препарата уступало в этом плане однократному в 1,8 раза, а двукратное оказало даже негативное действие на накопление в плодах биофлавоноидов. На фоне обработок растений химическим фунгицидом *Беллис*, хотя и был получен положительный эффект, но он значительно (в 3,1–3,6 раза) уступал таковому в наиболее успешных вариантах опыта с использованием микробных препаратов. Обращает на себя внимание выраженное ингибирующее действие на биофлавоноидный комплекс плодов голубики дву- и четырехкратной обработок растений *Консорциумом* в дозе 20 л/га, на фоне которых совокупный отрицательный эффект составил 66 и 11 %. Но наибольшее отрицательное воздействие на Р-витаминный комплекс плодов голубики оказало применение вдвое уменьшенной дозы данного препарата, совокупный негативный эффект от которого достигал 130 %.

Таким образом, обработки растений голубики высокорослой фунгицидами разной химической природы оказали неоднозначное влияние на фенольный комплекс плодов голубики, что проявилось в активизации накопления гидроксикоричных кислот и биофлавоноидов, особенно антоциановых пигментов, наиболее выраженной на фоне однократного применения обоих бактериальных препаратов и менее значительной при четырехкратном использовании *Фрутина* и *Беллиса*, тогда как дву- и четырехкратное использование *Консорциума* способствовало ингибированию биосинтеза Р-витаминов, независимо от дозы препарата.