УДК 634.737:581.19:581.522.4(476)

Ж.А. Рупасова, В.А. Игнатенко, Н.П. Варавина, Р.Н. Рудаковская, А.П. Яковлев

Накопление углеводов в плодах голубики высокорослой при разном уровне минерального питания в Белорусском Полесье

В связи с введением в культуру в южных районах Беларуси североамериканского вида – голубики высокорослой, возникла необходимость в разработке агротехники ее выращивания, важнейшим элементом которой является оптимизация режима минерального питания на основе внесения удобрений. Вместе с тем использование данного агроприема, способствующего повышению продуктивности культивируемых растений, не всегда сопряжено с улучшением качества их продукции, тем более, если речь идет о малоизученных интродуцентах. Особый интерес в этой связи представляет исследование углеводного комплекса плодов голубики высокорослой, основные компоненты которого в значительной мере определяют их органолептические свойства и оказывают на организм человека разнообразное физиологическое действие.

Для решения этой задачи в 2001–2004 гг. в Малоритском р-не Брестской обл. были выполнены соответствующие исследования на примере 3-х модельных сортов голубики высокорослой – Дюк (из раннеспелых), Блюкроп (из среднеспелых) и Нельсон (из позднеспелых) в долгосрочном полевом эксперименте на среднеокультуренной дерново-подзолистой песчаной почве с 8-вариантной схемой внесения N_{60}, P_{60}, K_{60} (кг/га д.в.) при схеме посадки опытных растений 2,5×2,0 м. По достижении плодами голубики, во 2-й половине июля, состояния съемной зрелости, в их усредненных пробах, высушенных при температуре 60°С, определяли содержание растворимых сахаров, пектиновых веществ и целлюлозы по общепринятым методам [1]. Все определения выполнены в 3-кратной биологической повторности и обработаны статистически с использованием указаний Г.Ф. Лакина [2]. При этом среднеквадратичная ошибка среднего не превышала 1,5–2%.

Было установлено, что плоды модельных сортов голубики высокорослой в условиях Белорусского Полесья характеризуются весьма высоким содержанием углеводов. Так, по нашим оценкам, диапазон изменений усредненных в рамках полевого опыта показателей суммарного накопления растворимых сахаров в их сухой массе в 4-летнем цикле наблюдений составлял 18,9–27,1%, при абсолютно доминирующем положении моносахаридов, особенно фруктозы, содержание которых в 8–24 раза превышало таковое дисахарида. Общее содержание в плодах пектиновых веществ при преобладании протопектина составляло 3–6%, целлюлозы – 5,8–7,9%. Сахаро-кислотный индекс, определяемый кратным размером отношения суммы растворимых сахаров к содер-

жанию в плодах свободных органических кислот, и косвенно характеризующий их вкусовые качества, при этом изменялся в пределах от 2,4 до 10,0.

В результате проведенных исследований было выявлено весьма значительное влияние комплекса биотических и абиотических факторов на углеводный состав плодов голубики, что обусловило наличие в нем существенных и сортовых, и межсезонных различий в вариантах полевого опыта.

Для установления величины интегрального эффекта от внесения минеральных удобрений на конкретном агрофоне в многолетнем цикле наблюдений были установлены средние за 4 года показатели накопления в плодах углеводов во всех удобрявшихся вариантах опыта, и оценена степень их различий с контролем по t-критерию Стьюдента при 95%-ном уровне доверительной вероятности. При этом отмечено крайне малое число статистически значимых различий. В определенной мере это обусловлено недостаточной продолжительностью наблюдений, ограниченной всего 4-мя сезонами, что при установленной нами более выраженной зависимости исследуемых показателей от атмосферных воздействий, нежели от состояния минерального фона, и предопределило уровень их дисперсии, позволившей получить достоверные различия с контролем только для наиболее значимых эффектов. Подавляющее большинство из них отмечено у раннеспелого сорта, главным образом, для пектиновых веществ. У среднеспелого сорта подобные различия с контролем наблюдались в основном для сахарокислотного индекса плодов. У позднеспелого сорта они проявились лишь в единичном случае. Тем не менее, для суждения о направленности тенденций в изменении содержания углеводов в плодах голубики в результате внесения удобрений были определены относительные размеры расхождений с контролем их содержания во всех вариантах опыта, в том числе и статистически не подтвержденных (таблица). Оказалось, что независимо от сортовой принадлежности растений, обогащение минерального фона способствовало усилению накопления в плодах голубики растворимых сахаров на 3–17%, особенно при комбинированном внесении удобрений. При этом у ранне- и позднеспелого сортов отмечено увеличение содержания как обеих моноз, так и дисахарида. В отличие от них, у среднеспелого сорта наблюдалось незначительное ослабление накопления глюкозы, на фоне его активизации у фруктозы и, главным образом, у сахарозы. Диаметрально противоположные тенденции при внесении удобрений характеризовали комплекс пектиновых веществ, для которых было показано снижение содержания в плодах на 4–20%, в основном, за счет их нерастворимой фракции, причем наиболее отчетливо это проявилось у раннеспелого сорта. Что касается гидропектина, то в характере изменений его содержания при усилении минерального питания не наблюдалось однотипных тенденций. Так, у раннеспелого сорта они имели преимущественно позитивную направленность, у среднеспелого отмечено чередование усиления и ослабления накопления, у позднеспелого – главным образом, его ослабление. Подобно растворимым сахарам, для параметров накопления в плодах целлюлозы, равно как и для величины их сахарокислотного индекса, на удобренном агрофоне были установлены позитивные сдвиги относительно контроля, носившие в ряде случаев, особенно у среднеспелого сорта, статистически достоверный характер. При этом наиболее выраженные подвижки отмечены при комбинированном внесении удобрений. Для выявления вариантов опыта с наибольшим позитивным влиянием минеральных подкормок на углеводный состав плодов голубики в каждом из них было определено количество сдвигов у усредненных значений содержания в них его компонентов, превышавших контрольные показатели более чем на 10%. Оказалось, что максимальное число таких сдвигов характеризует варианты опыта $N_{60}P_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Таблица

Степень отклонений от контроля средних в 4-летнем цикле наблюдений характеристик углеводного комплекса плодов голубики высокорослой в вариантах полевого опыта, в %

Вариант опыта	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Сумма сахаров	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектин. веществ	Сахарокислотный индекс	Целлюлоза
Сорт Дюк									
2-N_{60}	+10,8	+3,9	+16,4	+6,8	+4,3	-20,4*	-14,1	+6,0	+2,5
3-P_{60}	-0,3	+11,2	+3,3	+7,2	+35,9	-22,2*	-7,6	+29,3	+8,6
4-K_{60}	+12,8	+11,1	+3,9	+11,1	+6,0	-27,4*	-18,9*	+18,1	+8,6
5-$N_{60}P_{60}$	+18,6	+15,6	-5,9	+14,9	-6,0	-24,2*	-19,6*	+36,0	+18,6
6-$N_{60}K_{60}$	+9,6	+1,8	+22,4	+5,6	+18,8	-31,8*	-18,9*	-34,9*	+11,1
7-$P_{60}K_{60}$	+17,8	+8,4	+9,9	+11,2	+22,2	-4,4	+2,4	-18,4	+15,4
8-$N_{60}P_{60}K_{60}$	+22,3	+14,9	+15,8	+17,1	-6,8	-17,2*	-14,3*	-2,0	+19,6
Сорт Блюкроп									
2-N_{60}	-4,3	+10,2	+32,6	+6,9	-1,2	-12,3	-8,9	+82,4	+3,3
3-P_{60}	-1,2	+10,5	+9,6	+6,6	+28,0	-5,0	+5,1	+78,6	+8,5
4-K_{60}	-5,1	+7,0	+9,6	+3,3	+14,3	-15,0	-6,0	+0,6	+6,8
5-$N_{60}P_{60}$	+7,1	+14,3	+45,2	+13,9	-11,9	-19,4*	-17,1	+112,3*	+10,4
6-$N_{60}K_{60}$	-1,8	+17,2	+45,2	+12,8	-6,5	-21,0*	-16,8	+110,1*	+5,4
7-$P_{60}K_{60}$	-12,4	+17,4	+42,2	+9,4	+4,2	-8,1	-4,6	+103,8*	+15,6
8-$N_{60}P_{60}K_{60}$	-1,5	+15,6	+28,1	+10,9	-3,6	-12,1	-9,5	+102,2*	+19,3
Сорт Нельсон									
2-N_{60}	-0,2	+3,1	+16,5	+3,4	-5,0	+4,0	+0,7	-8,4	0
3-P_{60}	+15,1	-11,7	+6,7	-3,8	+3,8	+13,6	+9,7	-2,2	+2,7
4-K_{60}	+21,8	+6,3	+26,8	+11,7	-7,5	-2,2	-4,2	-9,2	-1,6
5-$N_{60}P_{60}$	+9,4	+5,3	+20,7	+7,5	-22,5	0	-8,3	+13,1	+6,6
6-$N_{60}K_{60}$	+13,6	-2,5	+17,1	+2,9	-16,2	-13,6	-14,6	+0,6	+0,4
7-$P_{60}K_{60}$	+21,4	+9,3	+29,3	+13,9	-12,5	-15,1	-14,1	0	+8,1
8-$N_{60}P_{60}K_{60}$	+21,2	+5,8	+37,2	+12,0	-14,4	-11,4	-12,5	+10,3	+10,5

*) Статистически достоверные различия при $p<0,05$.

Таким образом, в результате исследования реакции углеводного комплекса плодов голубики высокорослой на внесение минеральных удобрений в условиях Белорусского Полесья было установлено, что независимо от сортовой принадлежности растений, обогащение минерального фона в большинстве случаев способствовало усилению накопления в плодах голубики растворимых сахаров и целлюлозы при снижении содержания в них пектиновых веществ, в основном, за счет их нерастворимой фракции. Показано, что относительные размеры расхождений с контролем параметров накопления в плодах модельных сортов голубики углеводов составляли 5–20%, причем наиболее выраженные подвижки отмечены в вариантах опыта с комбинированным внесением минеральных удобрений, особенно в $N_{60}P_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. ***Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др.*** Методы биохимического исследования растений. – Л., 1987. – 430 с.
2. ***Лакин Г.Ф.*** Биометрия. – М., 1980. – 293 с.

S U M M A R Y

In conditions of the Byelorussian Polesye for the first time is fixed the change in a carbohydrate complex of fruits early-, moderate- and late-maturing cultivars of a highbush blueberry on fertilization's background of the N_{60}, P_{60} and the K_{60} along the classical 8-variant's schema, in a 4-years development cycle.

Поступила в редакцию 6.06.2005