

А.П. Яковлев, Ж.А. Рупасова, С.П. Барков,
Н.В. Бондаренко, В.В. Демченко, Л.Л. Белышева

Влияние минерального питания на урожайность и качество плодов голубики *Vaccinium uliginosum* L. на севере Беларуси

В связи с введением в промышленную культуру голубики топяной в северных районах Беларуси и разработкой агротехнических приемов ее возделывания с применением минеральных удобрений, особую актуальность приобретает изучение влияния последних на основные характеристики ее ягодной продукции.

С этой целью с 1994 по 1997 гг. в рамках долгосрочного мелкоделяночного полевого опыта на выработанном торфянике верхового типа в Витебской области были исследованы параметры урожайности, средней массы ягод и их химического состава у двух возрастных групп растений – молодых, только вступивших в генеративную фазу развития (серия 1) и 10-летних растений, с регулярным плодоношением (серия 2).

Схема опыта – классическая, 8-вариантная: вариант 1 – контроль, без удобрений; вариант 2 – N_{80} ; вариант 3 – P_{160} ; вариант 4 – K_{160} ; вариант 5 – $N_{80}P_{160}$; вариант 6 – $N_{80}K_{160}$; вариант 7 – $P_{160}K_{160}$; вариант 8 – $N_{80}P_{160}K_{160}$.

Во второй серии эксперимента при аналогичной схеме внесения удобрений их дозы были увеличены в 1,25 раза. При этом были испытаны два способа внесения удобрений: 1-й – поверхностный вразброс с последующим поливом и 2-й – в лунку.

В период съемной спелости плодов были определены их число на одном растении и средняя масса. Полученные данные подвергнуты статистической обработке [1]. Химический состав плодов определяли по общепринятым методам получения аналитической информации [2]. При этом средняя квадратичная ошибка среднего не превышала 1,5-2,0%.

На третьем году вегетации молодых растений голубики (серия 1), соответствующему переходному от ювенильного к генеративному этапу их развития, был получен первый урожай плодов. Однако в трех вариантах опыта – контроле, N_{80} и K_{160} плодоношение не наступило. Среди удобрявшихся вариантов наиболее высокие показатели урожайности ягод были установлены в вариантах $P_{160}K_{160}$ и особенно $N_{80}P_{160}K_{160}$ (табл.1). На 4-м году развития голубики плодоношение отмечено уже во всех вариантах опыта, причем, урожайность ягод по сравнению с предыдущим сезоном возросла в 3-4 раза. Аналогичная тенденция, хотя и выраженная в меньшей степени, отмечена и для средней массы одной ягоды.

Наименьшие в эксперименте значения данных параметров характеризовали контроль и вариант K_{160} , наибольшие – варианты с комбинированным внесением удобрений, среди которых выделялись варианты $P_{160}K_{160}$ и $N_{80}P_{160}K_{160}$. Среди вариантов с отдельным внесением удобрений наиболее высокой урожайностью и средней массой плодов отличался вариант P_{160} . Наименьшие показатели урожайности плодов, соизмеримые с контрольными значениями, отмечены в варианте K_{160} .

Таблица 1

Характеристика ягодной продукции голубики третьего-четвертого годов развития в вариантах полевого опыта (серия 1)

Вариант опыта	Показатели	Годы наблюдений	
		3-й	4-й
Контроль	урожайность, г/растение	нет	11,1 ± 0,9
	средняя масса 1 ягоды, г	нет	0,19 ± 0,008
N ₈₀	урожайность, г/растение	нет	13,9 ± 1,1
		нет	14,2 ± 1,3
	средняя масса 1 ягоды, г	нет	0,22 ± 0,01
		нет	0,27 ± 0,02
P ₁₆₀	урожайность, г/растение	8,4 ± 0,7	23,9 ± 2,1
		8,8 ± 0,7	25,0 ± 2,5
	средняя масса 1 ягоды, г	0,29 ± 0,02	0,31 ± 0,03
		0,26 ± 0,02	0,36 ± 0,03
K ₁₆₀	урожайность, г/растение	нет	10,7 ± 0,9
		нет	9,9 ± 0,9
	средняя масса 1 ягоды, г	нет	0,28 ± 0,02
		нет	0,26 ± 0,02
N ₈₀ P ₁₆₀	урожайность, г/растение	13,9 ± 1,1	48,6 ± 4,6
		15,1 ± 1,3	51,3 ± 5,1
	средняя масса 1 ягоды, г	0,33 ± 0,03	0,39 ± 0,04
		0,29 ± 0,02	0,41 ± 0,04
N ₈₀ K ₁₆₀	урожайность, г/растение	10,5 ± 0,8	42,4 ± 4,1
		11,4 ± 0,9	39,8 ± 3,8
	средняя масса 1 ягоды, г	0,26 ± 0,02	0,35 ± 0,03
		0,26 ± 0,02	0,32 ± 0,03
P ₁₆₀ K ₁₆₀	урожайность, г/растение	18,2 ± 1,6	57,6 ± 5,6
		20,3 ± 1,9	68,0 ± 6,9
	средняя масса 1 ягоды, г	0,23 ± 0,01	0,37 ± 0,04
		0,31 ± 0,03	0,40 ± 0,04
N ₈₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	урожайность, г/растение	21,6 ± 2,1	69,1 ± 6,9
		19,0 ± 2,0	66,5 ± 6,5
	средняя масса 1 ягоды, г	0,31 ± 0,03	0,44 ± 0,04
		0,29 ± 0,02	0,41 ± 0,04

Примечание: Над чертой – способ 1, под чертой – способ 2 (в табл. 2-4 – аналогично).

В аналогичных исследованиях с 10-летними, регулярно плодоносящими растениями голубики (серия 2), установлены более высокие, чем у только что вступивших в устойчивый генеративный период развития молодых растений (серия 1), показатели урожайности (табл.2), что указывает на наличие резервов плодоношения у последних. Тем не менее, указанные различия заметно варьировались в зависимости от уровня агрохимического обеспечения. Наиболее выраженными (в 3,5-7,5 раза) они оказались в контроле и в вариантах с отдельным внесением удобрений, тогда как при комбинированном их применении они не превышали 1,3-2,0 раза. Это свидетельствует о заметном ускорении реализации потенциалов плодоношения в последнем случае.

Вместе с тем, в пределах каждого испытывавшегося агрофона не выявлено существенных возрастных различий по средней массе плодов, что обу-

словлено более жесткими, чем у показателя урожайности, генетически детерминированными границами изменения данного параметра.

Таблица 2

Характеристика ягодной продукции голубики в вариантах полевого опыта (серия 2)

Вариант опыта	Показатели	Годы наблюдений			
		1-й	2-й	3-й	4-й
Контроль	урожайность, г/растение	82,4±3,80	101,6±5,50	100,0±5,00	87,7±4,10
	средняя масса 1 ягоды, г	0,20±0,01	0,28±0,02	0,30±0,02	0,25±0,02
N ₁₀₀	урожайность, г/растение	<u>75,6±3,2</u> 80,7±3,5	<u>96,0±4,8</u> 101,6±5,5	<u>101,2±5,2</u> 103,5±5,2	<u>97,5±4,6</u> 98,0±4,9
	средняя масса 1 ягоды, г	<u>0,17±0,01</u> 0,21±0,01	<u>0,27±0,02</u> 0,29±0,03	<u>0,30±0,03</u> 0,31±0,03	<u>0,27±0,02</u> 0,29±0,02
P ₂₀₀	урожайность, г/растение	<u>82,2±3,9</u> 98,3±4,9	<u>103,0±5,5</u> 120,5±6,0	<u>129,6±6,5</u> 134,5±6,6	<u>127,4±6,3</u> 130,3±6,5
	средняя масса 1 ягоды, г	<u>0,29±0,02</u> 0,32±0,03	<u>0,36±0,03</u> 0,39±0,04	<u>0,41±0,04</u> 0,43±0,04	<u>0,36±0,03</u> 0,36±0,03
K ₂₀₀	урожайность, г/растение	<u>69,8±3,5</u> 75,3±3,7	<u>89,7±4,5</u> 91,5±4,6	<u>96,6±4,9</u> 95,8±4,6	<u>89,5±4,5</u> 87,3±4,3
	средняя масса 1 ягоды, г	<u>0,26±0,02</u> 0,33±0,03	<u>0,29±0,03</u> 0,38±0,03	<u>0,33±0,03</u> 0,35±0,03	<u>0,38±0,03</u> 0,26±0,02
N ₁₀₀ P ₂₀₀	урожайность, г/растение	<u>71,0±3,5</u> 87,6±4,3	<u>105,3±5,1</u> 123,3±6,1	<u>142,8±7,1</u> 142,9±7,7	<u>138,2±6,9</u> 142,8±7,6
	средняя масса 1 ягоды, г	<u>0,16±0,01</u> 0,19±0,01	<u>0,33±0,03</u> 0,31±0,03	<u>0,39±0,04</u> 0,35±0,03	<u>0,32±0,03</u> 0,35±0,03
N ₁₀₀ K ₂₀₀	урожайность, г/растение	<u>83,4±4,1</u> 112,7±5,6	<u>90,9±4,5</u> 111,2±5,5	<u>129,9±6,4</u> 135,0±6,5	<u>126,7±6,3</u> 128,5±6,4
	средняя масса 1 ягоды, г	<u>0,22±0,01</u> 0,25±0,02	<u>0,29±0,02</u> 0,33±0,03	<u>0,31±0,02</u> 0,38±0,03	<u>0,26±0,02</u> 0,32±0,03
P ₂₀₀ K ₂₀₀	урожайность, г/растение	<u>115,7±5,7</u> 87,5±4,3	<u>109,1±5,4</u> 130,5±6,5	<u>161,2±8,0</u> 165,8±8,2	<u>155,5±7,7</u> 160,7±8,0
	средняя масса 1 ягоды, г	<u>0,39±0,04</u> 0,34±0,03	<u>0,47±0,05</u> 0,40±0,04	<u>0,49±0,05</u> 0,41±0,04	<u>0,40±0,04</u> 0,37±0,04
N ₁₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	урожайность, г/растение	<u>88,9±4,4</u> 96,7±4,8	<u>124,6±6,2</u> 108,6±5,2	<u>167,0±8,3</u> 163,9±8,1	<u>161,3±8,1</u> 159,67,9
	средняя масса 1 ягоды, г	<u>0,25±0,02</u> 0,29±0,03	<u>0,32±0,03</u> 0,36±0,03	<u>0,39±0,04</u> 0,45±0,04	<u>0,33±0,03</u> 0,40±0,04

Несмотря на известную вариабельность урожайности плодов в годы исследований у 10-летних растений голубики, связанную, очевидно, с влиянием погодных условий вегетационного периода, отчетливо улавливалась тенденция постепенного ее увеличения во всех удобрявшихся вариантах опыта в течение первых трех лет исследований, с последующей стабилизацией на четвертом. Это свидетельствует о том, что наибольший стимулирующий эффект в этом плане от минеральных удобрений в рамках заданного агрофона достигается лишь на 3-м году их применения.

В большинстве удобрявшихся вариантов опыта при луночном способе внесения удобрений оба рассматриваемых показателя ягодной продукции голубики оказались заметно выше, чем при поверхностном, только в первые два года исследований. В дальнейшем наблюдалось выраженное нивелирование указанных различий, и лишь в вариантах N₁₀₀K₂₀₀ и N₁₀₀P₂₀₀K₂₀₀ они имели устойчивый характер во все годы для средней массы плодов.

Вместе с тем, ориентируясь на материалы этих исследований, можно заключить, что внесение удобрений оказало в целом заметное позитивное дей-

ствие и на урожайность и на среднюю массу плодов 10-летней голубики, наиболее высокие показатели которых, как и у молодых растений 1-й серии эксперимента, установлены в вариантах опыта с комбинированным их применением, особенно в $P_{200}K_{200}$ и $N_{100}P_{200}K_{200}$, а при раздельном внесении – в варианте – P_{200} . Однако степень расхождений с контролем по урожайности плодов у молодых растений оказалась на два порядка, а по их средней массе – в 1,5-8,0 раз выше, чем у их зрелых аналогов, на фоне обозначенных межвариантных различий (табл.3), что однозначно указывает на ослабление ответной реакции растений на внесение удобрений с увеличением их возраста. При этом у молодых растений расхождения с контролем по урожайности плодов превышали таковые по их средней массе в среднем в 3-4 раза, тогда как у зрелых растений этот разрыв был значительно меньше.

Таблица 3

Размер отклонения от контроля характеристик ягодной продукции голубики в вариантах полевого опыта с внесением удобрений, в %

Вариант опыта	Показатели	Годы наблюдений				
		Серия 1	Серия 2			
			4-й	1-й	2-й	3-й
N_{80} 100	урожайность, г/растение	+25,2	-8,2	-5,5	+1,2	+11,2
		+27,9	-2,1	0	+3,5	+11,7
	средняя масса 1 ягоды, г	+15,8	-15,0	-3,6	0	+8,0
		+42,1	+5,0	+3,6	+3,3	+16,0
P_{160} 200	урожайность, г/растение	+115,3	-0,2	+1,4	+29,6	+45,3
		+125,2	+19,3	+18,6	+34,5	+48,6
	средняя масса 1 ягоды, г	+63,2	+45,0	+28,6	+36,7	+44,0
		+89,5	+60,0	+39,3	+43,3	+44,0
K_{160} 200	урожайность, г/растение	-3,6	-15,3	-11,7	-3,4	+2,1
		-10,8	-8,6	-9,9	-4,2	-0,5
	средняя масса 1 ягоды, г	+47,4	+30,0	+3,6	+10,0	+12,0
		+36,8	+65,0	+35,7	+16,7	+4,0
$N_{80} P_{160}$ $100 200$	урожайность, г/растение	+337,8	-13,8	+3,6	+42,8	+57,6
		+362,2	+6,3	+21,4	+42,9	+62,8
	средняя масса 1 ягоды, г	+105,3	-20,0	+17,9	+30,0	+28,0
		+115,8	-5,0	+10,7	+16,7	+40,0
$N_{80} K_{160}$ $100 200$	урожайность, г/растение	+282,5	+1,2	-10,5	+29,9	+44,5
		+258,6	+36,8	+9,4	+35,0	+47,7
	средняя масса 1 ягоды, г	+84,2	+10,0	+3,6	+3,3	+4,0
		+68,4	+25,0	+17,9	+26,7	+28,0
$P_{160} K_{160}$ $200 200$	урожайность, г/растение	+418,9	+40,4	+7,4	+61,2	+77,3
		+512,6	+6,2	+28,4	+65,8	+83,2
	средняя масса 1 ягоды, г	+94,7	+95,0	+67,9	+63,3	+60,0
		+110,5	+70,0	+42,9	+36,7	+48,0
$N_{80} P_{160} K_{160}$ $100 200 200$	урожайность, г/растение	+522,5	+7,9	+23,6	+67,0	+83,9
		+499,1	+17,4	+6,9	+63,9	+82,0
	средняя масса 1 ягоды, г	+131,6	+25,0	+14,3	+30,0	+32,0
		+115,8	+45,0	+28,6	+50,0	+60,0

Независимо от возраста растений, внесение одного калийного удобрения заметно ингибировало функцию плодоношения, но в какой-то мере позитивно сказывалось на средней массе плодов. Снижение урожайности относительно контроля у 10-летней голубики отмечено и в варианте с внесением одного азотного удобрения в первые два года исследований. Вместе с тем, показана заметная стабилизация степени расхождений с контролем обоих параметров плодоношения в большинстве вариантов опыта, начиная с 3-го года внесения удобрений.

Для оценки степени влияния минеральных удобрений на качество плодов голубики было проведено сравнение их химического состава в наиболее контрастных по уровню агрохимического обеспечения вариантах опыта – контроле и $N_{80}P_{160}K_{160}$. Полученная информация отражена в табл. 4.

Таблица 4

**Химический состав плодов голубики в вариантах полевого опыта
(серия 1, 1997 г., в сыром веществе)**

Вариант опыта Хим. состав	Контроль	$N_{80}P_{160}K_{160}$
Свободные орган. к-ты, %	1,10	<u>1,14</u> 1,04
Σ раств. сахаров, %	6,80	<u>6,80</u> 7,20
Σ пектин. веществ, %	2,31	<u>3,91</u> 4,20
Витамин С, мг %	10,29	<u>9,57</u> 10,01
P	66,00	<u>76,00</u> 77,00
Ca	125,00	<u>106,00</u> 137,00
Mg	55,00	<u>48,00</u> 56,00
S	46,00	<u>39,00</u> 45,00
Fe	2,20	<u>2,10</u> 2,30
Mn	30,00	<u>12,00</u> 26,90
Zn	1,94	<u>1,39</u> 1,76
Cu	0,52	<u>0,36</u> 0,51
Cd	29,00	<u>31,00</u> 37,00
Sr	0,18	<u>0,19</u> 0,20

Было установлено, что среди биологически активных веществ органической природы во втором случае заметно активизируется биосинтез пектиновых веществ, но незначительно ослабевает биосинтез витамина С, при относительной стабильности уровня свободных органических кислот и растворимых сахаров. Что касается минеральных элементов, то отмечено некоторое усиление аккумуляции в плодах фосфора и калия на фоне снижения уровня кальция, марганца, цинка и меди, более выраженного при поверхностном способе внесения удобрений, и относительной стабильности содержания магния, серы, железа и стронция.

Резюмируя вышеизложенное, следует заметить, что внесение минеральных удобрений оказывает заметное позитивное действие на основные параметры плодоношения голубики топяной, наиболее выраженное у молодых растений, только вступивших в генеративный период развития. Независимо от возраста растений наиболее высокие показатели ягодной продукции и средней массы плодов установлены при комбинированном внесении удобрений, особенно фосфорно-калийного и полного, наиболее низкие – при внесении одного калийного. При этом у молодых растений происходит ускорение реализации потенциалов плодоношения. У их взрослых аналогов наибольший стимулирующий эффект от внесения удобрений в рамках заданного агрофона достигается на 3-м году их применения. Луночный способ внесения удобрений оказывает более выраженное позитивное действие на урожайность плодов и их среднюю массу, чем поверхностный, главным образом, в первые два года их применения. Внесение полного минерального удобрения оказывает заметное влияние на содержание в плодах биологически активных веществ разной природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. - 293 с.
2. *Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др.* Методы биохимического исследования растений. Л.: ВО Агропромиздат, 1987. - 192 с.

S U M M A R Y

It has shown differences in contents of assimilate forms of the nitrogen the phosphorus and the potassium in upper stratum of peat-bogs after separative and combined introduction of mineral fertilizers on the plantations of american cranberry use classical 8-variants scheme.