

4. Бисько, Н.А. Перспективы использования лекарственного гриба *Ganoderma lucidum* в лечебно-профилактических целях / Н.А. Бисько, Н.Ю. Митропольская, М.П. Гулич // Материалы первого всероссийского конгресса по медицинской микологии “ Успехи медицинской микологии “. - Москва: Национальная Академия микологии, 2003. - т. 1. - С. 326.

5. Соломко, Э.Ф. Лекарственные свойства базидиальных макромицетов / Э.Ф. Соломко, А.С. Бухало // Проблемы экспериментальной ботаники и экологии растений. – 1997. вып. 1. - С. 156-167.

6. Бухало, А.С. Первичный отбор штаммов съедобных грибов для глубинного культивирования / А.С. Бухало; отв. ред. И.А. Дудка; АН УССР Институт ботаники им. Н.Г. Холодного // Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре. – Киев: Наук.думк., 1988. – С. 74-95.

7. Бухало, А.С. Влияние различных источников углерода и азота в синтетических средах на рост базидиомицетов / А.С.Бухало, Л.П. Пархоменко, М.Н.Марченко // Микология и фитопатология. - 2004.- Т. 38, вып. 3.- С. 1-7.



УДК 634.736(476):578.087.1:631.5

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КРУПНОПЛОДНОСТИ У ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ (*VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* AIT.) ПРИ ПЛАНТАЦИОННОМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

<sup>1</sup>Paal T.W., <sup>2</sup>Морозов О.В., <sup>2</sup>Волк А.М., <sup>3</sup>Яковлев А. П.

<sup>1</sup>*Estonian University of Life Sciences, (Tartu, Estonia)*

<sup>2</sup>*УО «Белорусский государственный технологический университет»  
(г. Минск, Беларусь)*

<sup>3</sup>*ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»  
(г. Минск, Беларусь)*

**Введение.** Идея настоящей работы принадлежит доктору Т.В. Пааль, пионеру интродукционного исследования голубики узколистной в Европе [1, 2].

Данный вид, естественно произрастающий на североамериканском континенте, характеризуется ценными лекарственно-пищевыми свойствами плодов и достаточно высокой урожайностью [3-9]. Проведенные нами ранее опыты показали его очевидную перспективность в качестве объекта интродукции в подзоне широколиственно-сосновых лесов [10-12].

Параллельно с продолжением интродукционного испытания ягодника в других геоботанических подзонах Беларуси, характеризующихся более суровыми погодно-климатическими условиями (грабово-дубово-темнохвойные и дубово-темнохвойные леса), логичным является следующий шаг – разворачивание селекционных исследований. По устному свидетельству эстонских коллег, только лишь за счет селекции методом внутри-видового отбора урожайность голубики узколистной удалось повысить с 10 до 15 т/га и более.

Гипотеза доктора Т.В. Пааль состоит в том, что формы голубики узколистной, имеющие наиболее значительные размеры листовой пластинки, продуцируют и более крупные ягоды. В свое время, в самом начале изучения интродукционной перспективности голубики узколистной в условиях Беларуси, мы уже обращали на это внимание, однако до детальной научной проработки указанного наблюдения дело тогда не дошло.

Данная биологическая особенность может быть объяснена установленным фактом панмиксии голубик, произрастающих совместно в природных местообитаниях естественного ареала. По известным нам литературным сведениям, их количество достигает нескольких десятков видов [13-15]. В том числе и видов, обладающих увеличенными, по сравнению с голубикой узколистной, размерами вегетативных и генеративных органов. Таких, например, как голубика щитковая (*Vaccinium corymbosum* L.).

Как известно, крупноплодность является важной составляющей продуктивности и представляет собой один из наиболее хозяйственно значимых признаков ягодников семейства *Vacciniaceae* вообще и *Vaccinium angustifolium* в частности. Крупноплодность увеличивает потребительскую привлекательность ягод, облегчает и повышает производительность труда сборщиков, ее следует также рассматривать в качестве одной из предпосылок возможности механизации уборки урожая. Реализация нормы реакции генотипа по этому признаку служит одним из достоверных свидетельств соответствия исследуемого растения условиям произрастания какого-либо конкретного местообитания.

Чрезвычайно важным при этом является также то, что в случае подтверждения выдвинутой гипотезы, а это осуществимо при проведении масштабного корреляционного анализа, появляется реальная возможность не только более обоснованного селекционного отбора и его ускорения, но и в целом ускорения процесса создания плантаций посадочным материалом с хорошей наследственной основой. То есть, растения, отобранные по критерию увеличенной площади листовой пластинки (достаточно легкому, заметим, при визуальном определении), еще за несколько лет до вступления в стадию массового плодоношения уже позиционируются в качестве носителей гена крупноплодности. Начав их раннее тиражирование (черенкование) можно, таким образом, ускорить на определенное количество лет плантационное выращивание с использованием посадочного материала, гарантированно обладающего наследственно закрепленным ценным признаком крупноплодности.

**Объект и методы исследования.** Объектом исследования являются 24 взрослые одновозрастные генеративные формы голубики узколистной, полученные из семян опытных канадских форм (K510, ME3, K508, K70-62), произрастающие в открытом грунте (верховой слабо разложившийся пушицево-сфагновый торф) в южной части Беларуси (Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Ганцевичи). При любезном содействии доктора Т.В. Паль первоначально растения были реинтродуцированы в виде семян из Эстонии (Estonian University of Life Sciences, Tartu) в Беларусь.

Методологической основой проведенного исследования явились общепринятые методы ботаники, интродукции и биометрии [16]. Особо следует подчеркнуть достаточно значительный объем выборки, генетическую гетерогенность экспериментального материала, а также агроэкологическую выровненность условий опыта.

Из вышесказанного вытекает, что в настоящем эксперименте детерминирование различий параметров вегетативных и генеративных органов растений исключительно прерогатива их генотипа. Таким образом, методическая корректность и обоснованность исходных условий постановки опыта дает все основания считать, что выявленные зависимости методом корреляционных плеяд будут адекватно отражать наследственные видовые особенности *Vaccinium angustifolium*, проявившиеся в условиях плантационного возделывания в Беларуси.

Для каждой из 24-х форм растений определяли следующие размерные показатели вегетативных и генеративных органов: длина листа, ширина листа, площадь листа (определялась на миллиметровке ( $x_1$ ) и рассчитывалась по формуле определения площади эллипса с осями равными длине и ширине листа ( $x_2 = \pi \frac{ab}{4}$ )), масса ягоды. С этой целью в конце вегетации (после созревания ягод) было осуществлено по 30 измерений вышеназванных показателей. Общее количество измерений, осуществленных в процессе сбора полевого материала, 3600 шт.

Статистический анализ полученной выборки проводился по общепринятой методике [17, 18] с целью определения зависимостей между массой ягод, размерами листа и его площадью. Анализ осуществляли как в пределах каждой из форм, так и между всеми 24-мя формами.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты полевых измерений параметров для одной из форм (№ 1) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Выборка измерений параметров листовой пластинки и веса ягоды формы № 1

Порядковый номер измерения	Длина листа ( $a$ ), см	Ширина листа, ( $b$ ), см	Площадь листа		Вес ягоды ( $y$ ), г
			( $x_1$ ), см <sup>2</sup>	( $x_2$ ), см <sup>2</sup>	
1	4,1	1,9	5,01	6,12	0,53
2	4	1,9	4,75	5,97	1,13
3	3,5	1,7	4,03	4,67	0,74
4	3,5	1,4	3,39	3,85	0,66
5	3,9	1,7	4,17	5,21	1,26
6	3,4	1,4	3,31	3,74	0,65
7	3,2	1,6	3,98	4,02	0,6
8	4	1,6	3,99	5,03	0,47
9	4,3	1,6	4,52	5,40	0,66
10	3,4	1,4	3,29	3,74	0,89
11	3,7	1,8	4,47	5,23	0,9
12	4,2	1,8	4,81	5,94	0,69
13	4,3	1,8	5,11	6,08	0,58
14	4,4	1,8	5,17	6,22	0,56
15	3,3	1,4	3,02	3,63	0,95
16	4,1	1,6	4,52	5,15	0,6
17	3,8	1,4	3,35	4,18	0,58
18	4,3	1,8	4,97	6,08	0,73
19	3,2	1,4	3,04	3,52	0,56
20	4,1	1,7	4,46	5,47	0,66
21	3,5	1,3	3,27	3,57	0,78
22	3,9	1,7	3,95	5,21	0,75
23	3,9	1,5	4,02	4,59	1,34
24	3,5	1,3	2,83	3,57	0,66
25	3,4	1,6	3,82	4,27	0,56
26	3,5	1,4	3,34	3,85	0,62
27	3,1	1,5	2,87	3,65	0,89
28	4,1	2	4,17	6,44	0,64
29	3,4	1,5	3,16	4,01	0,71
30	4,1	1,7	4,4	5,47	0,74

В ходе осуществления статистического анализа зависимости массы ягоды  $y$  от площади листа  $x_1$  и  $x_2$  по методу корреляционных плеяд для каждой из форм голубики узколистной использовали выборку объемом  $n = 30$  и по нижеприведенным формулам вычислили средние значения ( $\bar{y}$ ,  $\bar{x}_1$ ,  $\bar{x}_2$ ), дисперсии ( $D_y$ ,  $D_{x_1}$ ,  $D_{x_2}$ ), среднеквадратические отклонения ( $\sigma$ ) и коэффициенты корреляции ( $r$ ).

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad \bar{x}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{i1}, \quad \bar{x}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{i2}.$$

$$D_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 - \bar{y}^2, \quad \sigma_y = \sqrt{D_y}.$$

$$D_{x_1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i1} - \bar{x}_1)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 - \bar{x}_1^2, \quad \sigma_{x_1} = \sqrt{D_{x_1}}.$$

$$D_{x_2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i2} - \bar{x}_2)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{i2}^2 - \bar{x}_2^2, \quad \sigma_{x_2} = \sqrt{D_{x_2}}.$$

$$r_{yx_1} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{i1} - \bar{x}_1)(y_i - \bar{y})}{n\sigma_y\sigma_{x_1}}, \quad r_{yx_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{i2} - \bar{x}_2)(y_i - \bar{y})}{n\sigma_y\sigma_{x_2}}.$$

В результате вычислений для данных, приведенных в таблице 1, получили:

$$D_y = 0,0436, \quad D_{x_1} = 0,5160, \quad D_{x_2} = 0,9557.$$

$$\sigma_y = 0,2088, \quad \sigma_{x_1} = 0,7183, \quad \sigma_{x_2} = 0,9776.$$

Рассчитаем коэффициенты корреляции, на основании которых составим корреляционную матрицу  $K$  и алгебраическое дополнение  $K_{11}$

$$K = \begin{pmatrix} 1 & r_{yx_1} & r_{yx_2} \\ r_{yx_1} & 1 & r_{x_1x_2} \\ r_{yx_2} & r_{x_1x_2} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -0,0555 & -0,0427 \\ -0,0555 & 1 & 0,9293 \\ -0,0427 & 0,9293 & 1 \end{pmatrix}.$$

$$K_{11} = \begin{vmatrix} 1 & r_{x_1x_2} \\ r_{x_2x_1} & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0,9293 \\ 0,9293 & 1 \end{vmatrix} = 0,1364.$$

Парные коэффициенты корреляции значительно меньше 1, что указывает на отсутствие тесной зависимости между признаками  $y$  и  $x_1$ , а также и между признаками  $y$  и  $x_2$ .

Рассчитаем коэффициент множественной корреляции:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\det K}{K_{11}}} = 0,06049.$$

Малое значение коэффициента детерминации  $D = R^2 = 0,003659$  подтверждает отсутствие этой связи в пределах одной формы. Аналогичные результаты были получены нами и по остальным формам.

Выполним статистический анализ средних значений для всех 24 форм. Определим зависимость среднего значения массы ягоды  $y$ , г от средней площади листа  $x_1$ , см<sup>2</sup> и от среднего значения переменной  $x_2 = \pi \frac{ab}{4}$ , см<sup>2</sup>.

Исходные данные и результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения признаков у различных форм голубики узколистной

№	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_1^2$	$x_2^2$	$yx_1$	$yx_2$	$x_1x_2$	$\bar{y}$
1	0,7	4	4,78	16	22,8484	2,8	3,346	19,120	0,91
2	0,7	3,1	3,74	9,61	13,9876	2,17	2,618	11,594	0,64
3	0,8	3,8	4,94	14,44	24,4036	3,04	3,952	18,772	0,81
4	0,9	3,7	4,59	13,69	21,0681	3,33	4,131	16,983	0,80
5	0,7	3	3,52	9	12,3904	2,1	2,464	10,560	0,62
6	1	3,9	4,94	15,21	24,4036	3,9	4,94	19,266	0,85
7	1	4,5	5,21	20,25	27,1441	4,5	5,21	23,445	1,08
8	0,4	2,7	3,37	7,29	11,3569	1,08	1,348	9,099	0,50
9	0,7	3,7	4,54	13,69	20,6116	2,59	3,178	16,798	0,81
10	1	3,6	4,4	12,96	19,36	3,6	4,4	15,840	0,78
11	0,7	3,7	4,36	13,69	19,0096	2,59	3,052	16,132	0,83
12	0,8	3,8	4,48	14,44	20,0704	3,04	3,584	17,024	0,86
13	1	3,7	4,12	13,69	16,9744	3,7	4,12	15,244	0,85
14	0,7	2,9	3,3	8,41	10,89	2,03	2,31	9,570	0,60
15	0,6	3,1	3,65	9,61	13,3225	1,86	2,19	11,315	0,65
16	0,7	3,2	3,63	10,24	13,1769	2,24	2,541	11,616	0,69
17	0,6	3,1	3,74	9,61	13,9876	1,86	2,244	11,594	0,64
18	0,6	3,3	3,96	10,89	15,6816	1,98	2,376	13,068	0,70
19	0,4	2,2	2,68	4,84	7,1824	0,88	1,072	5,896	0,36
20	0,4	2,6	3,3	6,76	10,89	1,04	1,32	8,580	0,47
21	0,4	2,3	2,76	5,29	7,6176	0,92	1,104	6,348	0,40
22	0,3	2,9	3,68	8,41	13,5424	0,87	1,104	10,672	0,56
23	1,2	4,7	5,82	22,09	33,8724	5,64	6,984	27,354	1,10
24	0,7	2,5	3,19	6,25	10,1761	1,75	2,233	7,975	0,44
$\Sigma$	17	80	96,7	276,36	403,9682	59,51	71,821	333,865	

В результате вычислений для массива объемом  $n = 24$ , представленного в таблице 2, получим:

$$D_y = 0,0508. D_{x_1} = 0,4039. D_{x_2} = 0,5879.$$

$$\sigma_y = 0,22253. \sigma_{x_1} = 0,6352. \sigma_{x_2} = 0,7732.$$

Находим коэффициенты корреляции, составляем корреляционную матрицу  $K$  и алгебраическое дополнение  $K_{11}$ .

$$K = \begin{pmatrix} 1 & r_{yx_1} & r_{yx_2} \\ r_{x_1y} & 1 & r_{x_1x_2} \\ r_{x_2y} & r_{x_2x_1} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0,8274 & 0,7953 \\ 0,8274 & 1 & 0,9778 \\ 0,7953 & 0,9778 & 1 \end{pmatrix}.$$

$$K_{11} = \begin{vmatrix} 1 & r_{x_1x_2} \\ r_{x_2x_1} & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0,9293 \\ 0,9293 & 1 \end{vmatrix} = 0,04385.$$

Используя исходные данные, вычисляем коэффициент множественной корреляции  $R = 0,83$  и коэффициент детерминации  $D = R^2 = 0,69$ .

Для прогнозирования изменения признаков составим уравнение регрессии:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2.$$

Метод наименьших квадратов дает систему уравнений, которая в матричном виде имеет вид  $(X'X)b = X'Y$ .

Решение этого уравнения будет  $b = (X'X)^{-1}X'Y$ .

Входящие в уравнение матрицы имеют вид

$$X'X = \begin{pmatrix} n & \sum x_{i1} & \sum x_{i2} \\ \sum x_{i1} & \sum x_{i1}^2 & \sum x_{i1}x_{i2} \\ \sum x_{i2} & \sum x_{i2}x_{i1} & \sum x_{i2}^2 \end{pmatrix}, X'Y = \begin{pmatrix} \sum y_i \\ \sum x_{i1}y_i \\ \sum x_{i2}y_i \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}.$$

Составим матрицы по значениям таблицы 2:

$$X'X = \begin{pmatrix} 24 & 80 & 96,7 \\ 80 & 276,6 & 33,65 \\ 96,7 & 33,865 & 403,968 \end{pmatrix}, X'Y = \begin{pmatrix} 17 \\ 59,57 \\ 71,821 \end{pmatrix}.$$

Находим обратную матрицу:

$$(X'X)^{-1} = \begin{pmatrix} 1,1944 & -0,2235 & -0,1012 \\ -0,2235 & 2,3527 & -1,8909 \\ -0,1012 & -1,8909 & 1,5895 \end{pmatrix}.$$

Решаем матричное уравнение и рассчитываем вектор коэффициентов уравнения регрессии:

$$b = (X'X)^{-1}(X'Y) = \begin{pmatrix} -0,2636 \\ 0,4019 \\ -0,0912 \end{pmatrix}$$

Запишем уравнение регрессии:

$$\hat{y} = -0,2636 + 0,4019x_1 - 0,0912x_2$$

Проверим адекватность полученной модели по критерию Фишера. Для этого необходимо сравнить наблюдаемое значение критерия с табличным:

$$F_{\text{набл.}} = \frac{\sigma}{\sigma_{\text{ост}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 / (n-1)}{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n-k-1)}$$

$$\text{Рассчитываем } F_{\text{набл.}} = \frac{0,058016/23}{0,015835/21} = 3,35.$$

Определяем табличное значение критерия Фишера. Уровень значимости  $\alpha = 0,1$ , число степеней свободы будет  $n-1 = 24-1 = 23$  и  $n-k-1 = 24-2-1 = 21$ . По таблице  $F$ -распределения находим  $F_{\text{табл.}} = F_{0,1; 23; 21} = 1,75$ . Поскольку  $F_{\text{набл.}} > F_{\text{табл.}}$ , то построенную модель считаем адекватной.

Выполненный статистический анализ показал, что в пределах одной формы не наблюдается подтверждение выдвинутой гипотезы. Результаты селекции и подтверждение выдвинутой гипотезы проявляются при сравнении данных у разных форм. При этом наблюдается зависимость массы ягоды от площади листа и его формы.

Полученное уравнение регрессии позволяет прогнозировать результаты селекции, а именно, рассчитывать массу ягоды в зависимости от площади листа и его формы. Коэффициенты полученного уравнения показывают, что масса ягоды на 69 % зависит от площади листа. Увеличение площади листа на  $1 \text{ см}^2$  увеличивает массу ягоды на 40 %. При этом имеет значение геометрическая форма контура ассимиляционного аппарата. Так, эллиптическая форма листа, по нашим расчетам, уменьшает массу ягоды на 9 % в расчете на  $1 \text{ см}^2$  площади.

Ценность настоящего метода состоит в том, что он позволяет описать изменчивость и взаимосвязи признаков каждый из которых оказывается тесно связанным с отдельным из корреляционной плеяды. Наличие сопряженных комплексов признаков характерно для всех живых организмов, поэтому в селекции с помощью рассчитанных данных корреляционных плеяд можно вести отбор по косвенным признакам.



**Заклучение.** Гипотеза, выдвинутая доктором Т.В. Пааль, о существовании тесной положительной зависимости между размером плодов и листьев перспективной для интродукции в условиях Беларуси ягодной культуры – голубики узколистной была апробирована на основе значительного по объему экспериментального материала, обработанного современными математическими методами. Результаты проведенного исследования убедительно подтверждают обоснованность рассматривавшейся гипотезы.

Еще одним важным свидетельством ее справедливости является то, что возникла она на основании визуальных наблюдений за голубикой узколистной, культивируемой в Эстонии, а математическое подтверждение получила в результате анализа биометрических показателей ее растений, возделываемых в Беларуси. То есть, даже при очевидном различии природно-климатических условий двух стран сопряженность рассматривавшихся признаков, имеющая наследственную обусловленность, проявляется достаточно отчетливо. Это дает основание расценивать ее в качестве одной из видовых характеристик *V. angustifolium*.

В связи с этим, результаты настоящего совместного международно-го исследования могут найти непосредственное практическое применение в селекции голубики узколистной на крупноплодность ягод, осуществляемой методом внутривидового отбора в регионах, различающихся по природно-климатическим условиям. При этом предпочтение следует отдавать формам опытных растений с крупными листьями округлой формы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Paal, T. Cultivation of *Vaccinium angustifolium* from seed /T. Paal //Problems of rational utilization and reproduction of berry plants in boreal forests on the eve of the XXI century: Proceedings of the Inter. Conf. 11-15 September, 2000, Glubokoe-Gomel, Belarus. Published by Forest Institute, 2000. – P. 193-196.
2. Starast, M. Kultuurmustikas ja selle kasvatamine Eestis /M. Starast [et al.] – 2005. – 65 с.
3. Prior, R.L. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species / R.L. Prior [et al.] //Journal of agricultural and food chemistry. – V. 46(7). – P. 2686-2693.
4. Aalders, L.E. Brunswick lowbush blueberry /L.E. Aalders [et al.] //Can. J. Plant Sci. – 1977. – № 57. – P. 301.
5. Aalders, L.E. Augusta lowbush blueberry /L.E. Aalders [et al.] //Can. J. Plant Sci. – 1975. – № 55. – P. 1079.
6. Hall, I.V. Chigneto lowbush blueberry /I.V. Hall [et al.] //Can. J. Plant Sci. – 1977. – № 57. – P. 1217-1218.

7. Hall, I.V. Blomidon lowbush blueberry /I.V. Hall, L.E. Aalders //Can. J. Plant Sci. – 1982. – № 62. – P. 519-521.

8. Hall, I.V. Cumberland and Fundy lowbush blueberries /I.V. Hall [et al.] //Can. J. Plant Sci. – 1988. – № 68. – P. 553-555.

9. Hepler, P.R. Natural variability in yield of lowbush blueberries /P.R. Hepler, D.E. Yarborough //HortScience. –1991. – N 26. – P. 245-246.

10. Морозов, О.В. Цветение и плодоношение голубики узколистной при интродукции в условиях Беларуси /О.В. Морозов, А.П. Яковлев //Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. – Вып. 68. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2008. – С. 642-650.

11. Морозов, О.В. Морфометрия плодов голубики узколистной, интродуцируемой в Белорусское Полесье /О.В. Морозов [и др.] //Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса: материалы международной научно-практической конференции. Гомель, 10-12 сентября 2008 г. – С. 276-280.

12. Морозов, О.В. Эколого-биологические особенности голубики узколистной *Vaccinium angustifolium* Ait. при интродукции в условиях южной части Беларуси /О.В. Морозов [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты интродукции интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада НАН Беларуси. 12-15 июня 2007 г. – Минск, 2007. – Т. 1. – С. 238-241.

13. Vander Kloet, S.P. The taxonomy of *Vaccinium* & *Cyanococcus*: a summation /S. Vander Kloet //Can. J. Bot. – 1983. – № 69. – P. 2448-2454.

14. Vorsa, N. On a wing: the genetics and taxonomy of *Vaccinium* species from a pollination perspective /N. Vorsa //Acta Horticulturae: *Vaccinium* culture. – 1997. – № 446. – P. 59-66.

15. Darrow, G. M. *Vaccinium* hybrids and the development of new horticultural material /G.M. Darrow, W.H. Camp //Bull. Torrey Bot. Club. – 1945. – № 72. – P. 1-21.

16. Лакин, Г.Ф. Биометрия /Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.

17. Айвазян, С. А. Прикладная статистика: Исследование зависимостей /С. А. Айвазян [и др.]. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.

18. Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – М.: Высш. шк., 1985. – 327 с.

