

УДК 634.737:631.529:632.111.5

## МАКСИМАЛЬНАЯ МОРОЗОСТОЙКОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ВОЗВРАТНЫМ МОРОЗАМ СОРТОВ ГОЛУБИКИ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ

**Н.Б. Павловский**

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,  
ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,  
e-mail: pavlovskiy@tut.by

### РЕЗЮМЕ

Экстремальные морозы, наблюдаемые в Беларуси в отдельные зимы, приводят к подмерзанию вегетативной и генеративной сфер голубики. Максимальная морозоустойчивость голубики зависит от скорости охлаждения: чем медленнее снижается окружающая температура, тем выше морозостойкость растений. Большинство интродуцированных сортов данной культуры способно выдерживать мороз  $-30^{\circ}\text{C}$ . Ежегодно в зимний период в Беларуси наблюдаются потепления, которые приводят к снижению морозостойкости генеративной сферы голубики. Возвратные морозы периодически повреждают пробудившиеся цветковые почки. При постепенном нарастании мороза генеративная сфера голубики повторно закаливается и развивает генетически детерминированную для каждого сорта морозостойкость. При резком падении температуры воздуха вегетирующие почки вымерзают, что в итоге приводит к снижению урожайности голубики, особенно у низко репродуктивных сортов. По второму и четвертому компонентам зимостойкости ранне- и среднеспелые сорта голубики высокорослой в условиях Беларуси проявляют более высокую морозостойкость, чем позднеспелые.

Ключевые слова: голубика высокорослая, *Vaccinium corymbosum*, сорта, интродукция, зимостойкость, морозостойкость, Беларусь.

### ВВЕДЕНИЕ

Устойчивость интродуцированных в Беларуси сортов голубики по первому компоненту зимостойкости: устойчивости к воздействию морозов в конце осени – начале зимы представлена в предыдущей статье. В данной работе дается оценка устойчивости сортов данной культуры по второму и четвертому компонентам зимостойкости.

Оценка устойчивости растений к воздействию максимальных морозов должна осуществляться до длинных оттепелей. В это время растения находятся в покое (органическом или вынужденном) и имеют максимальную закалку [1]. Анализ литературных источников [2-4] показал, что в Беларуси не бывает зим без оттепелей, которые наблюдаются практически в каждом месяце. В связи с этим оценка по второму компоненту зимостойкости проводилась по устойчивости голубики к максимальным возвратным морозам, которые наблюдались в период исследований.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 1993-2013 гг. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС НАН Беларуси. В качестве объектов исследований были привлечены с 1993 г.

9 сортов голубики высокорослой: Berkley, Bluecrop, Blueray, Earliblue, Herbert, Jersey, Rancocas, Rubel, Weymouth и 1 сорт голубики полувысокорослой: Northland. С 1999 г. исследовали еще 11 сортов голубики высокорослой: Bluerose, Bluetta, Carolinablue, Coville, Croatan, Darrow, Duke, Elizabeth, Hardyblue, Nelson, Patriot и 2 сорта голубики полувысокорослой: Northblue и Northcountry. Насаждения голубики созданы на минеральной почве. Почва песчаная, подстилаемая рыхлым, разнозернистым песком с  $pH_{(H_2O)}$  4,6, содержанием  $P_2O_5$  – 153,  $K_2O$  – 47 мг/кг. Схема посадки растений – 2,0 x 1,5 м.

Зимостойкость сортов голубики исследовали в полевых условиях при воздействии естественных стрессовых факторов холодного периода года. Повреждаемость цветковых почек определяли методом микроскопических срезов после устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через  $+0$  °С, для чего отбирали по 20 почек у каждого сорта. Подмерзание или вымерзание почек выражалось в их частичной или полной гибели.

Для характеристики зимних условий определяли следующие погодно-климатические показатели: абсолютно минимальную температуру воздуха; число дней с оттепелью в январе и феврале; степень суровости зимы (сумма отрицательных температур за пять месяцев – с ноября по март). Суровыми считали зимы с суммой отрицательных температур  $360$  °С и более [5]. Оттепелями считали – дни в зимний период года со среднесуточной температурой воздуха  $0$  °С и выше.

Статистическую обработку данных проводили на ПК с помощью программы «Excel».

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Максимальная морозостойкость.** Резкие и сильные морозы, наблюдаемые в Беларуси в отдельные зимы, наносят значительный ущерб растениям голубики – приводят к подмерзанию вегетативной и генеративной сфер и в итоге к частичной или полной потере урожая (таблица 1).

Таблица 1 – Среднее число подмерзших почек, урожайность голубики высокорослой и погодно-климатические показатели в январе и феврале 2005-2013 гг. (Ганцевичская научно-экспериментальная база ЦБС)

Показатель	Год								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Минимальная $t$ (январь/февраль), °С	-16,3	-27,7	-15,9	-17,7	-25,4	-27,8	-15,7	-22,8	-24,3
	-25,7	-26,7	-23,5	-12,4	-16,7	-17,2	-21,2	-30,9	-7,1
Максимальная $t$ (январь/февраль), °С	8,3	1,7	10,8	7,1	3,6	-1,1	3,9	3,9	4,5
	3,3	5,0	3,5	9,5	5,9	8,2	7,7	4,1	7,8
Число дней с $t \geq 0$ (январь/февраль), °С	16	1	23	14	7	0	8	8	5
	4	3	6	20	10	9	6	5	11
Сумма среднесуточных $t > 0$ (январь/февраль), °С	47	0	93	24	9	0	13	18	7
	4	3	6	20	10	9	6	5	10
Среднее число подмерзших почек, %	58	19	14	0	0	12	20	7	0
Средняя урожайность, кг/раст.	1,0	2,2	2,2	2,4	3,6	2,0	2,2	3,1	3,2

Сравнительный анализ средней урожайности голубики и метеорологических данных в годы исследований показал, что самая низкая температура воздуха,  $-30,9$  °С, наблюдалась в 2012 г. (таблица 2). В результате такого понижения температуры под-

мерзание цветковых почек (от 5 до 40 %) отмечено у 9 сортов голубики из 23 возделываемых (таблица 3). Мороз, которому предшествовала 14-дневная оттепель с суммой среднесуточных температур 42 °С, не оказал наибольшего отрицательного влияния на голубику, так как температура воздуха до -30,9 °С понижалась постепенно в течение 11 суток (рисунок 1). Урожайность после этой зимы составила 2,2 кг/раст., это больше, чем в 65 % лет с более высокой минимальной температурой.

Таблица 2 – Погодно-климатические показатели зимних периодов и динамика урожайности голубики высокорослой на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС в годы исследований

Год	Абсолютный минимум, °С	Число дней с t ниже -27 °С	Число дней с t ≥ 0	Сумма отрицательных t за 5 месяцев, °С	Средняя урожайность, кг/раст.
1993	-20,9	0	32	-345	0,7±0,4
1994	-25,6	0	43	-432	1,2±0,4
1995	-17,3	0	42	-324	1,2±0,2
1996	-26,4	0	5	-950	1,4±0,7
1997	-30,7	2	29	-501	1,3±0,4
1998	-27,7	1	45	-310	2,8±0,3
1999	-26,8	0	26	-534	0,8±0,3
2000	-21,0	0	43	-283	1,3±0,6
2001	-17,2	0	35	-240	2,8±1,2
2002	-24,8	0	33	-373	1,6±0,8
2003	-28,7	2	12	-723	0,1±0,1
2004	-19,9	0	22	-407	1,5±1,0
2005	-25,7	0	41	-421	0,9±0,3
2006	-27,7	2	15	-646	2,2±0,6
2007	-23,5	0	57	-253	2,8±0,9
2008	-17,7	0	48	-200	2,6±0,9
2009	-25,4	0	32	-283	3,6±1,4
2010	-27,8	1	23	-679	2,0±0,9
2011	-22,6	0	7	-581	2,0±0,9
2012	-30,9	4	37	-488	2,2±1,5
2013	-24,3	0	21	-525	3,2±1,2

Почти такая же минимальная температура воздуха, -30,7 °С, зафиксирована в январе 1997 г., но средняя урожайность голубики в этот сезон составила 1,3 кг/раст., что в 1,7 раза ниже по сравнению с 2012 г. Причина низкой урожайности голубики в этот год – значительное повреждение генеративной сферы растений низкими температурами в декабре 1996 – январе 1997 гг. и их колебание с большой амплитудой (рисунок 2).

Вместе с тем не самая низкая урожайность – 1,4 кг/раст., была отмечена после самой суровой зимы 1995-1996 гг., с суммой отрицательных температур 950 °С и минимальной температурой воздуха -26,4 °С.

Самая низкая средняя урожайность – 0,1 кг/раст. была в 2003 г., после зимы с минимальной температурой воздуха -28,7 °С. Резкое трехкратное снижение температуры воздуха до -27,0...-28,7 °С в феврале после оттепели явилось губительным для генеративной сферы большинства сортов голубики (рисунок 3). Повреждение цветковых почек составило от 50 до 100 %.

Таблица 3 – Число генеративных почек, поврежденных морозами (верхняя цифра, %) и средняя урожайность (нижняя цифра, кг/раст.) разных сортов голубики на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС в 2005-2013 гг.

Сорт	Год									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Среднее
Berkeley	78	50	23	0	0	40	20	20	0	<b>26±17</b>
	1,0±0,3	1,3±0,3	1,6±0,3	1,9±0,3	4,2±0,5	0,6±0,3	1,5±0,6	2,6±1,1	1,8±0,4	<b>1,8±0,7</b>
Bluescop	66	10	0	0	0	0	30	0	0	<b>12±15</b>
	1,0±0,2	2,1±0,4	2,8±0,7	1,5±0,4	2,3±0,8	2,4±0,4	0,7±0,2	3,9±0,5	4,5±0,2	<b>2,4±0,8</b>
Bluerose	95	85	69	0	0	30	65	0	0	<b>38±27</b>
	0,2±0,1	0,1±0,1	0,6±0,1	0,6±0,1	0,8±0,2	0,6±0,1	0,2±0,1	1,1±0,2	0,2±0,0	<b>0,5±0,2</b>
Blueray	10	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1±2</b>
	0,8±0,2	1,6±0,4	2,0±0,4	1,8±0,3	3,7±0,5	1,5±0,4	1,2±0,3	2,3±0,2	1,7±0,3	<b>1,8±0,5</b>
Bluetta	10	13	0	0	0	20	0	0	0	<b>5±5</b>
	1,5±0,1	1,9±0,6	2,1±0,5	1,8±0,4	2,8±0,4	2,1±0,5	2,9±0,6	3,8±0,3	4,6±0,4	<b>2,7±0,7</b>
Carolinablue	80	75	21	0	0	30	46	5	0	<b>29±21</b>
	0,2±0,1	0,1±0,1	0,6±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,5±0,1	0,2±0,1	0,3±0,2	0,2±0,1	<b>0,3±0,1</b>
Coville	67	7	0	0	0	8	0	9	0	<b>10±15</b>
	1,3±0,1	1,9±0,4	2,7±0,2	2,1±0,4	2,4±0,4	2,5±0,6	0,9±0,2	2,2±0,5	2,4±0,6	<b>2,0±0,4</b>
Croatan	96	32	45	0	0	28	25	20	0	<b>27±30</b>
	0,1±0,1	1,0±0,3	1,6±0,8	2,6±0,6	1,9±0,5	1,0±0,3	0,1±0,0	1,4±0,5	4,0±1,0	<b>1,5±0,8</b>
Darrow	90	33	40	0	0	20	46	0	0	<b>25±20</b>
	0,5±0,1	1,0±0,1	1,2±0,4	2,0±0,4	2,1±0,4	1,1±0,4	1,3±0,4	1,6±0,9	2,2±0,8	<b>1,4±0,4</b>
Duke	70	6	10	0	0	5	0	0	0	<b>10±16</b>
	0,9±0,3	1,4±0,5	0,9±0,3	1,3±0,6	2,1±0,4	2,1±0,3	1,1±0,1	5,7±1,5	6,0±1,1	<b>2,4±1,3</b>
Earliblue	10	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1±2</b>
	1,3±0,3	1,4±0,3	2,7±0,4	1,1±0,2	3,6±0,7	1,5±0,4	1,1±0,3	2,7±0,7	2,3±0,5	<b>2,0±0,6</b>
Elizabeth	80	21	0	0	0	23	60	21	0	<b>23±19</b>
	0,9±0,2	3,5±0,4	5,0±0,3	3,8±0,2	3,5±0,3	2,0±0,3	1,6±0,3	0,8±0,2	3,6±0,6	<b>2,7±1,0</b>
Hardyblue	60	0	0	0	0	5	17	0	0	<b>9±13</b>
	1,0±0,1	1,9±0,4	2,7±0,4	2,7±0,4	3,0±0,8	1,1±0,2	0,3±0,1	1,9±0,2	2,8±0,6	<b>1,9±0,6</b>
Herbert	74	14	9	0	0	20	11	0	0	<b>14±16</b>
	0,5±0,2	2,3±0,5	1,3±0,2	3,2±0,6	3,7±0,4	0,9±0,2	1,4±0,6	2,3±0,6	2,1±0,4	<b>2,0±0,7</b>
Jersey	60	5	0	0	0	0	20	0	0	<b>9±13</b>
	1,6±0,4	4,5±0,9	2,8±0,3	3,8±0,7	3,6±0,5	4,9±0,4	2,4±0,5	4,4±0,5	3,9±0,6	<b>3,5±0,7</b>
Nelson	71	65	5	0	0	20	67	24	0	<b>28±21</b>
	0,2±0,1	0,3±0,1	0,9±0,3	1,1±0,2	1,2±0,2	0,9±0,4	0,5±0,2	0,7±0,6	3,5±0,2	<b>1,0±0,7</b>
Northblue	60	6	80	0	0	20	20	40	0	<b>25±29</b>
	1,7±0,5	3,4±0,8	0,5±0,1	0,8±0,3	6,9±1,1	0,6±0,1	7,8±0,6	2,6±0,3	4,5±0,9	<b>3,2±1,8</b>
Northcountry	50	0	0	0	0	1	5	12	0	<b>8±11</b>
	0,9±0,3	2,3±0,4	1,7±0,5	1,1±0,1	5,1±1,2	1,4±0,2	7,9±0,4	4,8±0,5	7,6±0,8	<b>3,6±1,9</b>
Northland	40	0	7	0	0	0	0	0	0	<b>5±9</b>
	0,9±0,2	2,7±0,4	3,0±0,6	3,0±0,4	4,5±0,7	2,6±0,7	2,2±0,5	1,5±0,5	2,2±0,4	<b>2,5±0,7</b>
Patriot	50	6	12	0	0	0	20	10	0	<b>11±11</b>
	0,6±0,2	3,7±0,6	0,6±0,2	4,5±0,9	4,9±0,7	3,8±1,0	3,0±0,5	6,4±1,3	4,8±0,8	<b>3,6±1,3</b>
Rancocas	60	0	0	0	0	3	7	0	0	<b>8±13</b>
	0,9±0,2	3,5±0,6	3,8±1,0	2,8±0,3	6,4±0,5	2,8±1,0	3,1±0,8	6,0±1,3	3,6±0,7	<b>3,7±1,1</b>
Rubel	60	15	0	0	0	3	0	0	0	<b>9±13</b>
	3,4±0,3	4,7±0,5	8,0±0,4	4,3±0,2	8,1±0,3	4,3±0,4	4,4±0,2	7,8±0,6	2,3±0,3	<b>5,3±1,4</b>
Weymouth	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	1,2±0,3	3,3±0,5	2,6±0,7	8,0±0,6	6,8±0,6	4,5±0,7	3,6±0,3	5,4±0,3	3,0±0,2	<b>4,3±1,4</b>
Среднее	<b>58±19</b>	<b>19±18</b>	<b>14±16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12±9</b>	<b>20±15</b>	<b>7±7</b>	<b>0</b>	
	<b>1,0±0,5</b>	<b>2,2±0,9</b>	<b>2,2±1,2</b>	<b>2,4±1,2</b>	<b>3,6±1,4</b>	<b>2,0±0,9</b>	<b>2,0±0,9</b>	<b>2,2±1,5</b>	<b>3,2±1,2</b>	

За последние 30 лет на Ганцевичской научно-экспериментальной базе 30 января 1987 г. отмечена наиболее низкая температура воздуха  $-34,8^{\circ}\text{C}$ . После этого возвратного мороза растения голубики сильно подмерзли. У имеющихся на то время в коллекции сортов голубики (Berkley, Bluecrop, Blueray, Coville, Dixi, Earliblue, Herbert, Rancocas) вымерзла основная масса ветвей до уровня снега – 29 см. На уцелевших стеблях, из-за повреждения сосудистой системы, сформировались недоразвитые листья. На побегах, находившихся во время сильного мороза под снегом, образовались единичные ягоды. Подмерзшие растения голубики восстановились и плодоносили на следующий 1988 г. К сильному повреждению надземной части голубики в зимний период 1987 г. привело очень резкое снижение температуры воздуха в конце января: за двое суток она опустилась с  $-11,1^{\circ}$  до  $-34,8^{\circ}\text{C}$ , т. е. на  $23,7^{\circ}\text{C}$  (рисунок 4).

Проведенный выше анализ свидетельствуют о том, что способность генеративной сферы голубики переносить экстремально низкие температуры воздуха зависит от скорости наступления мороза. При постепенном снижении температуры большинство сортов данной культуры переносит мороз  $-31^{\circ}\text{C}$  и ниже. При резком падении температуры воздуха более опасными для цветковых почек голубики являются меньшие ее значения. Это указывает на то, что морозостойкость генеративных почек голубики – непостоянное и обратимое физиологическое явление, которое проявляется постепенно. Растения голубики в зимний период реагируют на изменение условий существования: на неблагоприятные воздействия низких температур, включается комплекс защитных реакций, которые совершаются не внезапно, а в течение определенного времени.

Полученные результаты дают основание сделать вывод, о том, что генеративные почки большинства сортов голубики в состоянии покоя выдерживают мороз  $-30^{\circ}\text{C}$ , это подтверждается исследованиями R. Gough [6] и P. Lyrene [7].

С полной уверенностью можно констатировать тот факт, что генеративная сфера всех, без исключения, тестируемых сортов голубики в середине зимы выдерживает мороз  $-25,4^{\circ}\text{C}$  без подмерзания. Именно такая минимальная температура воздуха была в январе в 2009 г., после зимы этого года не было отмечено каких-либо повреждений цветковых почек голубики, а средняя урожайность была наибольшей за весь период исследований и составила 3,6 кг/раст.

Из данных, представленных в таблице 3, видно, что наиболее устойчивыми сортами голубики являлись Blueray, Earliblue, Hardyblue, Jersey, Northland, Rancocas и Weymouth. В зимние периоды 2006, 2010 и 2012 гг., когда температура воздуха опускалась ниже  $-27^{\circ}\text{C}$ , у этих сортов не отмечено подмерзаний генеративной сферы. В сильной степени в эти зимы были повреждены цветковые почки у сортов Berkeley, Bluerouse, Carolinablue, Croatan, Darrow и Nelson. Следовательно, данные сорта являются слабоустойчивыми к сильным морозам. Такие сорта, как Bluecrop, Bluetta, Coville, Duke, Elizabeth, Herbert, Northblue, Northcountry, Patriot, и Rubel можно охарактеризовать как среднеустойчивые к данному компоненту зимостойкости.

Что касается морозостойкости других частей растения, то следует отметить, что у некоторых сортов (Bluerouse, Carolinablue) при морозах ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  подмерзают плодоносящие побеги 5-го порядка ветвления и выше. Такие побеги, как правило, расположены в верхней части кроны и имеют длину менее 5 см и диаметр около 1 мм. С увеличением возраста увеличивается порядок ветвления побегов: они отдаляются от корней и центра растения, что удлиняет путь поступления элементов питания и воды к побегам. Чем выше порядок ветвления побегов, тем меньше питательных веществ поступает на их питание [8], следовательно, устойчивость к морозам развивается слабее.

Полученные результаты, а также визуальные наблюдения за состоянием растений разных сортов голубики после естественного мороза, позволяют заключить, что в усло-

виях Беларуси позднеспелые сорта голубики проявляют более низкую устойчивость к экстремальным морозам по сравнению со средне- и раннеспелыми сортами. Это объясняется следующей причиной: позднеспелые сорта позже освобождаются от плодов, и не успевают развить достаточный уровень морозоустойчивости. В условиях Беларуси у позднеспелых сортов созревание урожая заканчивается в сентябре, иногда на растении ягоды находятся до морозов. Плодоношение физиологически ослабляет растение, так как к растущим плодам питательные вещества поступают из ближайших побегов, истощая в них запас углеводов [9]. Подтверждением этому является тесная зависимость между репродуктивными и ростовыми процессами у голубики. У растений с большой нагрузкой урожая размер плодов уменьшается и значительно снижается рост вегетативной сферы (формируются мелкие листья и меньшее число побегов).

Таким образом, можно заключить, что в условиях Беларуси большинство исследуемых сортов голубики являются достаточно морозостойкими и способны переносить морозы  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже. Максимальная морозоустойчивость зависит, главным образом, от термических условий, предшествующих экстремальному морозу: чем медленнее снижается окружающая температура, тем выше морозостойкость растений. Опасность для голубики представляют не суровые зимы и зимы с сильными морозами, а периоды с резкими снижениями температуры, так как морозостойкость является непостоянным и обратимым физиологическим явлением и при резком похолодании растения не успевают перестроить свой метаболизм и подмерзают.

**Устойчивость к возвратным морозам.** Многолетние наблюдения за зимовкой голубики показали, что во время оттепелей у данной культуры набухают генеративные почки, при интенсивных потеплениях они разverzаются, при этом вегетативные почки не проявляют внешних признаков вегетации. Возвратные морозы в январе, феврале, иногда в марте периодически приводят к гибели и/или повреждению пробудившихся почек, а именно закрытых зачатков цветков. Подмерзшие почки по сравнению с неповрежденными весной распускаются медленнее и позже. В подмерзших почках часть цветков может быть погибшими, а часть живыми. При сильном подмерзании почки набухают, начинают распускаться, однако дальше их развитие прекращается и они отмирают. При потеплении вымерзшие почки становятся бурыми.

У голубики цветковые почки закладываются на побегах ветвления в конце лета – начале осени задолго до наступления морозов. Они находятся в состоянии анабиоза (предварительного покоя), при наличии благоприятных погодных условий для роста в отличие от активно растущих в это время побегов формирования и замещения. Осенью предварительный покой сменяется органическим покоем (эндогенным). Для выхода из органического покоя голубике высокорослой необходима в течение 800-1200 часов (1,5 месяца) обработка холодом при температуре воздуха  $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже [10, 11].

В Беларуси период со среднесуточной температурой воздуха ниже  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет около 5 месяцев (с ноября по март включительно). Генеративная сфера голубики холодовую обработку проходит в течение ноября–декабря, в конце декабря растения переходят из состояния органического покоя в вынужденный, в котором находятся до наступления благоприятных погодных условий. Характерные для Беларуси оттепели способствуют вегетации голубики в январе–феврале, при этом первыми начинают реагировать цветковые почки.

Сравнительный анализ повреждаемости возвратными морозами генеративных почек в период с 2005 по 2013 гг. (таблица 3) и метеорологических показателей в эти годы (таблица 2) показал, что оттепели и возвратные морозы наблюдались ежегодно, при этом генеративная сфера голубики подмерзала не каждый год. Цветковые почки голубики повреждались при резком похолодании. Например, в 2006 г. в начале февраля

после 5-дневной оттепели в течение 5 суток минимальная температура воздуха снизилась с 0,2 °С до -26,7 °С (рисунок 5).

Сильное повреждение генеративной сферы голубики (58 %) наблюдалось при поздних возвратных морозах, когда после нескольких оттепелей в январе–феврале 2005 г. в первой половине марта минимальная температура воздуха снизилась за 4 суток с -5,0 до -26,5 °С (рисунок 6).

Следует отметить, что повреждению цветковых почек голубики способствовали не только оттепели, во время которых воздух прогревался до положительных значений, но и потепления, когда максимальная температура воздуха не превышала 0°. Почки при этом не проявляли видимого роста, в них происходила лишь биохимическая подготовка к внешнему его проявлению. Например, повышение температуры воздуха до -2...-3 °С в течение одной недели в первой половине января в 2010 г. способствовало снижению морозостойкости генеративных почек. Последующее интенсивное похолодание до -27,8 °С привело к повреждению до 40 % цветковых почек у сорта Berkeley (таблица 3).

Для генеративной сферы голубики представляет особую опасность чередование в течение зимы нескольких оттепелей и морозных периодов. Примером этому являются зимы 2003 (рисунок 3) и 2007 гг. (рисунок 7). В результате таких чередований нарушается покой у растений, истощается запас питательных веществ, необходимых для повторной закалки, что значительно снижает способность противостоять возвратным морозам.

При относительно слабом возвратном морозе (-12,4 °С в 2008 г. и -16,7 °С в 2009 г.) не отмечено повреждений цветковых почек голубики (таблица 2). Генеративная сфера культуры не повреждалась в зимние периоды при условии постепенного снижения температуры воздуха после оттепели, например, как в 2013 г.: снижение в течение 22 суток температуры воздуха до -24,3 °С после 9-дневного периода оттепели в декабре–январе (рисунок 8).

Вместе с тем, цветковые почки голубики, набухшие во время потепления, повторно закалялись при постепенном похолодании и в дальнейшем успешно переносили низкие температуры.

Из вышеизложенного следует, что в условиях Беларуси сама оттепель, как и сам мороз, не оказывали пагубного воздействия на цветковые почки голубики. Определяющим фактором являлся характер перехода температуры от оттепели к последующему морозу. Степень воздействия возвратного мороза зависела от физиологического состояния растений, обусловленного интенсивностью предшествовавшего оттепельного периода и скоростью снижения температуры. Метаболизм растений при перемене температур приспособляется к новым условиям не мгновенно и для адаптации требуется время. Генеративная сфера растений при резком снижении температуры подмерзала, так как не успевала адаптироваться. При постепенном снижении температуры воздуха голубика развивала генетически детерминированную для каждого сорта морозостойкость.

Наиболее пластичным сортом, у которого за 8-летний период наблюдений не было отмечено повреждений цветковых почек возвратными морозами, являлся сорт Weymouth (таблица 3). Генеративная сфера высокорослых сортов голубики – Blueray, Bluetta, Earliblue, Hardyblue, Rancocas и Rubel; полувысокорослой – Northcountry и Northland повреждалась незначительно (до 10 %). Цветковые почки сортов голубики высокорослой – Berkeley, Bluerose, Carolinablue, Croatan, Darrow, Elizabeth, Nelson; полувысокорослой – Northblue повреждались существенно (более 20 %), причем практически каждую зиму, когда после оттепели резко наступали возвратные морозы. Тестируемые сорта Bluecrop, Coville, Duke, Herbert, Jersey, Patriot по данному компоненту зимостойкости являются среднестойкими. Повреждаемость генеративной сферы этих сортов в среднем находилась в пределах 11-20 %.

Исследования интродуцированных сортов голубики проводились в идентичных экологических условиях и основным фактором, определяющим устойчивость генеративной сферы к возвратным морозам, являлась индивидуальная способность таксона к восстановлению морозостойкости. Это позволило классифицировать тестируемые сорта по способности противостоять возвратным морозам на три группы: 1) зимостойкие – цветковые почки не повреждаются или повреждаются незначительно (до 10 %); 2) среднезимостойкие – повреждаемость цветковых почек от 11 до 20 %; 3) слабозимостойкие – повреждаемость цветковых почек 21 % и более (таблица 4).

Анализ зависимости устойчивости генеративных почек сортов голубики к возвратным морозам от их скороспелости показывает на то, что, как правило, более морозостойкими являются ранне- и среднеспелые культивары. Менее устойчивыми оказались позднеспелые. По-видимому, более высокую устойчивость к возвратным морозам многие раннеспелые сорта (Bluetta, Earliblue, Hardyblue, Northcountry, Northland, Weymouth) унаследовали от более морозостойкого вида *V. angustifolium*.

Таблица 4 – Классификация сортов голубики по устойчивости генеративной сферы к возвратным морозам в условиях Беларуси

Зимостойкие	Среднезимостойкие	Слабозимостойкие
Blueray	Bluecrop	Berkley
Bluetta	Coville	Bluerose
Earliblue	Duke	Carolinablue
Hardyblue	Herbert	Croatian
Northcountry	Jersey	Darrow
Northland	Patriot	Elizabeth
Rancocas		Nelson
Rubel		Northblue
Weymouth		

Следует отметить, что у некоторых раннеспелых сортов генеративная сфера активнее реагирует на зимнее потепление по сравнению с позднеспелыми сортами. В результате часть пробудившихся почек после интенсивной оттепели утрачивает способность прохождения повторной закалки при возвратном похолодании по причине утраты первой фазы закаливания. В итоге пробудившиеся почки повреждаются возвратным морозом. На наш взгляд, этим объясняется гибель значительного числа цветковых почек в 2005 г. (60 %) и 2007 г. (80 %) у сорта Northblue, считающегося одним из наиболее морозостойких [12, 13].

Сравнительный анализ степени повреждения морозами цветковых почек голубики и ее урожайности показывает на то, что чем сильнее подмерзала генеративная сфера растений, тем более низкой была урожайность голубики, хотя не наблюдается четкой линейной зависимости между числом поврежденных почек и урожайностью.

Средняя урожайность голубики в сезоны, когда цветковые почки не повреждались низкими температурами (2008, 2009, 2013 гг.), была относительно высокой и составляла 2,4, 3,6 и 3,2 кг/раст. При сильном подмерзании генеративной сферы (более 50 %) урожайность голубики значительно снижалась и составляла 1,0 кг/раст. (2005 г.). При вымерзании 10-20 % генеративных почек, как в 2006, 2007, 2010, 2011 гг., урожайность снижалась не существенно и находилась в пределах 2,0-2,2 кг/раст. Когда погибала незначительная часть цветковых почек (7 %), как в 2012 г., урожайность голубики составила 3,1 кг/раст., что в 1,3 раза выше, чем в 2008 г., когда не было повреждений



генеративных почек. Это указывает на то, что при относительно высокой репродуктивной нагрузке гибель незначительной части (до 10 %) цветковых почек не приводит к существенному снижению урожайности за счет формирования более крупных плодов. В случае закладки на растении небольшого числа генеративных почек, гибель их какой-то части приводит к адекватному снижению урожайности.

Анализ погодно-климатических условий южной части Беларуси за последние 30 лет показал, что все зимы были с оттепелями. В среднем в январе наблюдалось 10 оттепельных дней, с суммой среднесуточных температур воздуха 20 °С, что в 3,3 раза выше, чем средняя многолетняя сумма температур (6 °С) в этой части Беларуси [4]. В феврале было 8 дней с оттепелью с суммой среднесуточных температур 16 °С, что в 2 раза больше средней многолетней (8 °С). Резкие похолодания с возвратными морозами ниже -20 °С или многократные перепады температур воздуха в январе–марте отмечены в 1993, 1999, 2003, 2005-2007 гг. или в 20 % случаев.

Следовательно, метеорологические условия южной части Беларуси практически ежегодно во второй половине зимы способствуют вегетации генеративной сферы голубики. Вероятность повреждения возвратными морозами 20 % и более цветковых почек голубики составляет 1 раз в 5 лет. Вероятность вымерзания более 50 % цветковых почек составляет 1 раз в 15 лет.

Таким образом, в Беларуси ежегодно в зимний период складываются погодные условия, способствующие снижению морозостойкости голубики высокорослой, а именно ее генеративной сферы. Вегетирующие почки при резком падении температуры вымерзают, что приводит к снижению урожайности голубики, особенно у низко репродуктивных сортов. При постепенном нарастании мороза генеративная сфера голубики повторно закаливается и развивает генетически детерминированную для каждого сорта морозостойкость. Сорта голубики высокорослой Blueray, Bluetta, Earliblue, Hardyblue, Rancocas, Rubel, Weymouth и полувисокорослой Northcountry и Northland являются наиболее устойчивыми по данному компоненту зимостойкости.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Экстремальные морозы, наблюдаемые в Беларуси в отдельные зимы, вызывают подмерзание вегетативной и генеративной сфер голубики. Максимальная морозостойчивость голубики зависит, главным образом, от скорости охлаждения, чем медленнее снижается окружающая температура, тем выше морозостойкость растений. Большинство интродуцированных сортов голубики выдерживают мороз до -30 °С.

Наблюдающиеся ежегодно в Беларуси оттепели способствуют снижению морозостойкости генеративной сферы голубики. Возвратные морозы периодически повреждают пробудившиеся цветковые почки. При резком падении температуры воздуха вегетирующие почки вымерзают, что в итоге приводит к снижению урожайности голубики, особенно у низко репродуктивных сортов. При постепенном нарастании мороза голубика повторно закаливается и развивает генетически детерминированную для каждого сорта морозостойкость.

Основным неблагоприятным фактором зимы, лимитирующим успех интродукции голубики высокорослой в Беларуси, является не суровость зимы и минимальная температура воздуха, а неблагоприятное сочетание метеорологических явлений: оттепель – возвратный мороз, которые определяют физиологическое состояние растения в момент воздействия низких температур. Для генеративной сферы голубики опасность представляет резкое падение температуры, особенно во второй половине зимы, после отте-

пели. Вероятность повреждения возвратными морозами 20 % и более цветковых почек голубики составляет 1 раз в 5 лет. Вымерзание более 50 % генеративных почек случается 1 раз в 15 лет.

В климатических условиях Беларуси более высокую устойчивость по второму и четвертому компонентам зимостойкости проявляют ранне- и среднеспелые сорта голубики.

#### Литература

1. Кичина, В.В. Крупноплодные малины России. Все о крупноплодных формах малины красной / В.В. Кичина. – М., 2005. – 208 с.
2. Шкляр, А.Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве / А.Х. Шкляр. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 432 с.
3. Гольберг, М.А. Опасные явления погоды и урожай / М.А. Гольберг, Г.В. Волобуева, А.А. Фалей. – Минск: Ураджай, 1988. – 120 с.
4. Климат Беларуси / Ин-т геологических наук АН Беларуси; под ред. чл.-корр. В.Ф. Логинова. – Минск, 1996. – 190 с.
5. Кеммер, Э. Проблема морозоустойчивости плодовых культур / Э. Кеммер, Ф. Шульц; перевод с нем. Г.А. Самыгин; под ред. И.И. Гунар. – М.: Издат. иностр. литературы, 1958. – 154 с.
6. Gough, R.E. The Highbush Blueberry and Its Management / R.E. Gough. – New York, London, Norwood, 1994. – 262 p.
7. Lyrene, P.M. Protecting Blueberries from Freezes / P.M. Lyrene, J.G. Williamson // Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters / Editors N.F. Childers and P.M. Lyrene. – Florida, Gainesville, E.O. Printer Printing Company, Inc., 2006. – P. 21-25.
8. Yarboroug, D.E. Blueberry Pruning and Polination / D. E. Yarborough // Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters / Editors N.F. Childers and P.M. Lyrene. – Florida, Gainesville, E.O. Printer Printing Company, Inc., 2006. – P. 75-83.
9. Зайцев, Г.Н. Оптимум и норма в интродукции растений / Г.Н. Зайцев; отв. ред. чл.-корр. АН СССР П.И. Лапин. – М.: Наука, 1983. – 270 с.
10. Hancock, J. Highbush blueberry breeding / J. Hancock // Latvian J. of Agronomy. – 2009. – № 12. – P. 35-38.
11. Smolarz, K. Borywka i iurawina – zasady racjonalnej produkcji / K. Smolarz. – Warszawa: Hortpress Sp. Z o.o., 2009. – 255 s.
12. Blueberry Varieties // Fall Creek Farm&Nursery, Inc. [Electronic resource]. – Fall Creek Farm & Nursery, 2011-2013. – Mode of access: [http://www.fallcreeknursery.com/nursery/variety/nursery\\_half-high](http://www.fallcreeknursery.com/nursery/variety/nursery_half-high). – Date of access: 02.03.2013.
13. Vaccinium – Blueberry 'Northblue' // Spring Valley Roses [Electronic resource]. – 2006-2012. – Spring Valley Roses, PO Box 7, Spring Valley, Wisconsin 54767. – Mode of access: <http://www.springvalleyroses.com/catalog/blueberry-northblue.html>. – Date of access: 02.03.2013.

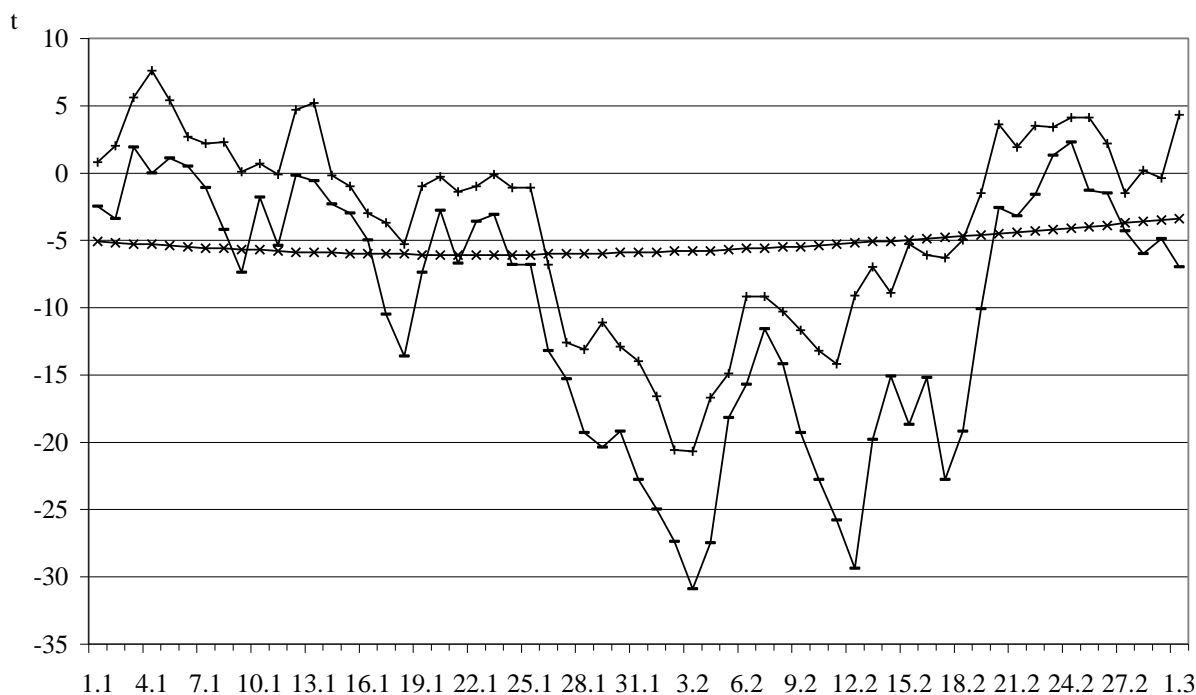


Рисунок 1 – Динамика минимальной (-), максимальной (+) и среднесуточной многолетней (x) температур воздуха в январе и феврале 2012 г. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС.

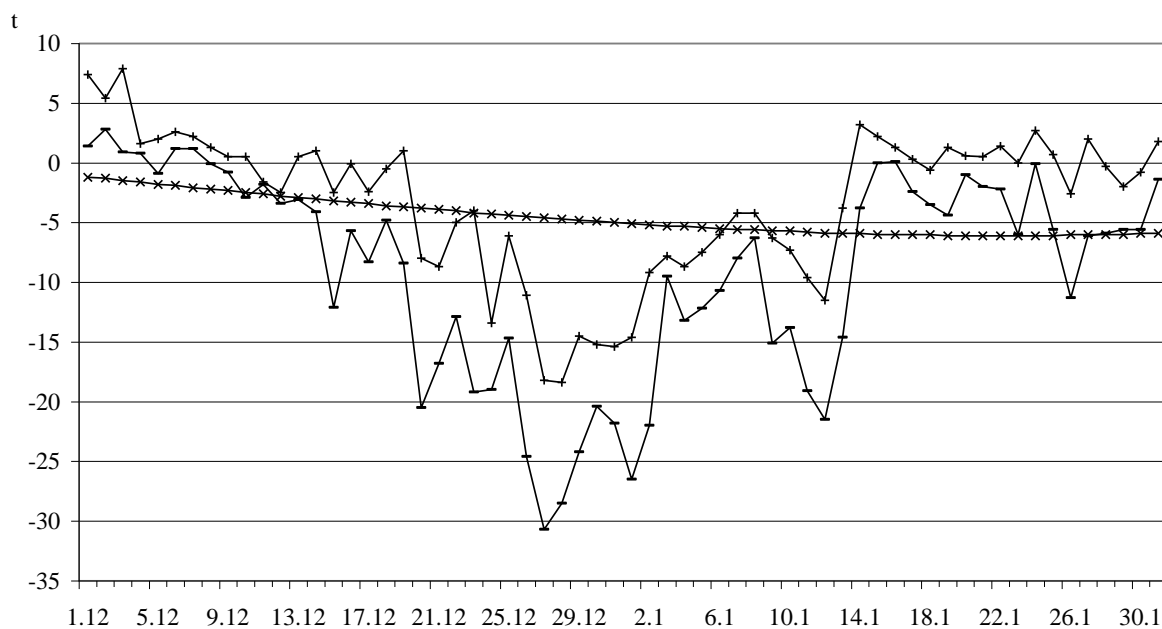


Рисунок 2 – Динамика минимальной (-), максимальной (+) и среднесуточной многолетней (x) температур воздуха в декабре 1996 и январе 1997 гг. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС.

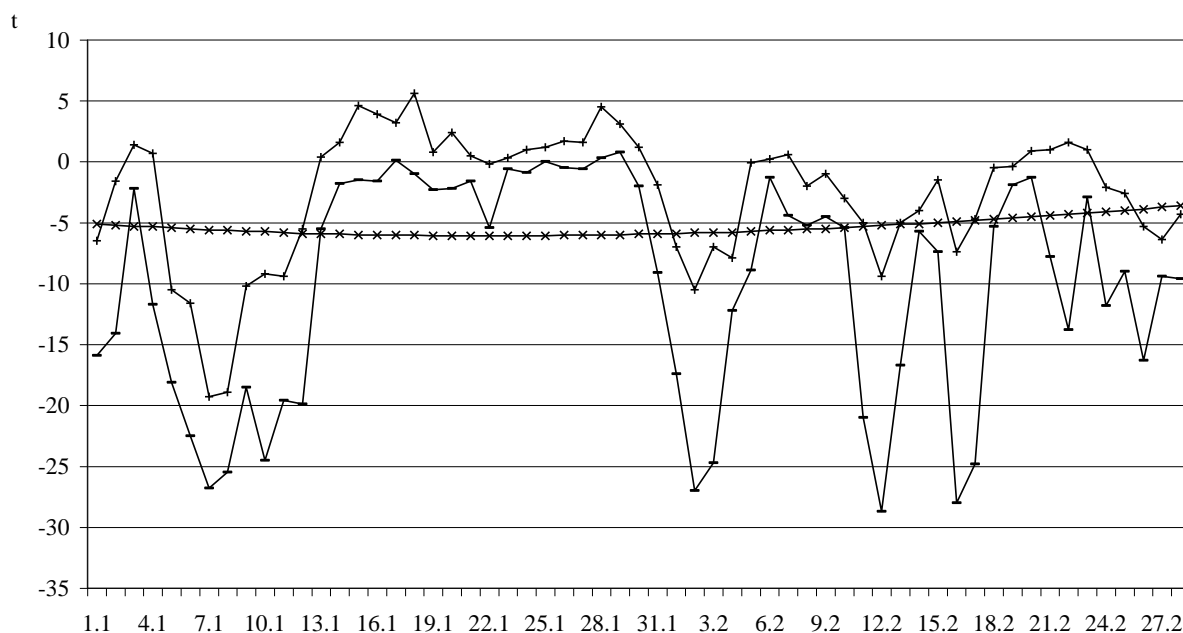


Рисунок 3 – Динамика минимальной (-), максимальной (+) и среднесуточной многолетней (x) температур воздуха в январе и феврале 2003 г. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС.

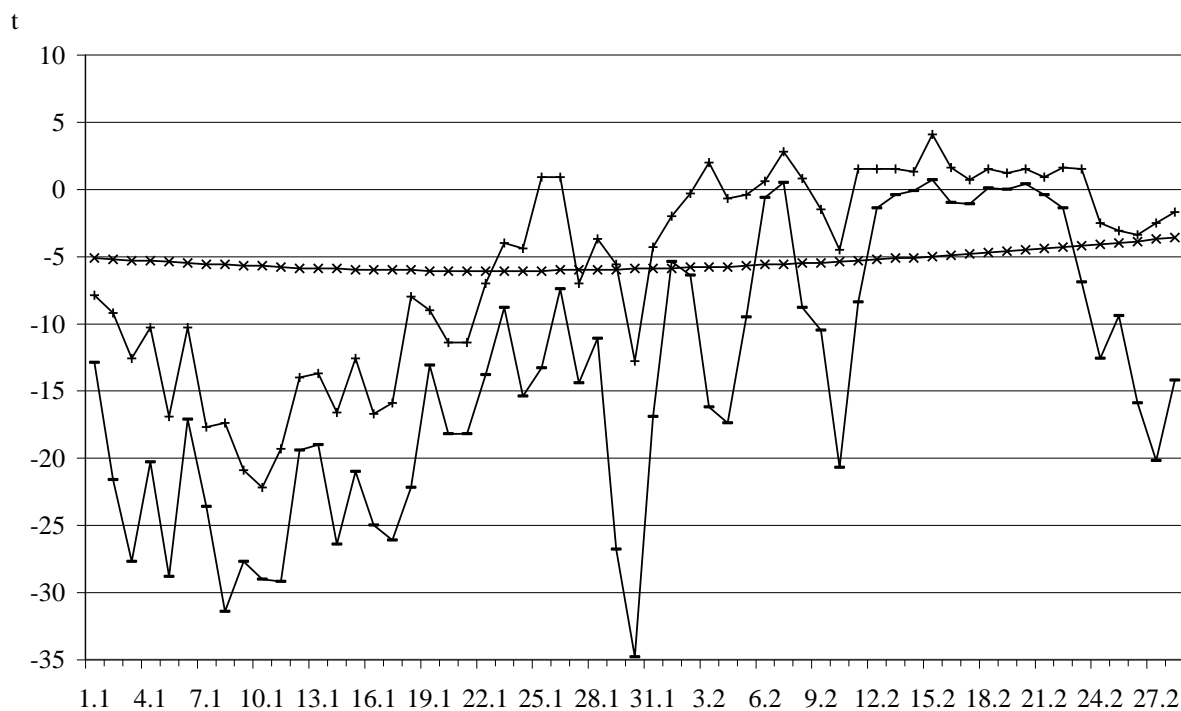


Рисунок 4 – Динамика минимальной (-), максимальной (+) и среднесуточной многолетней (x) температур воздуха в январе и феврале 1997 г. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС.

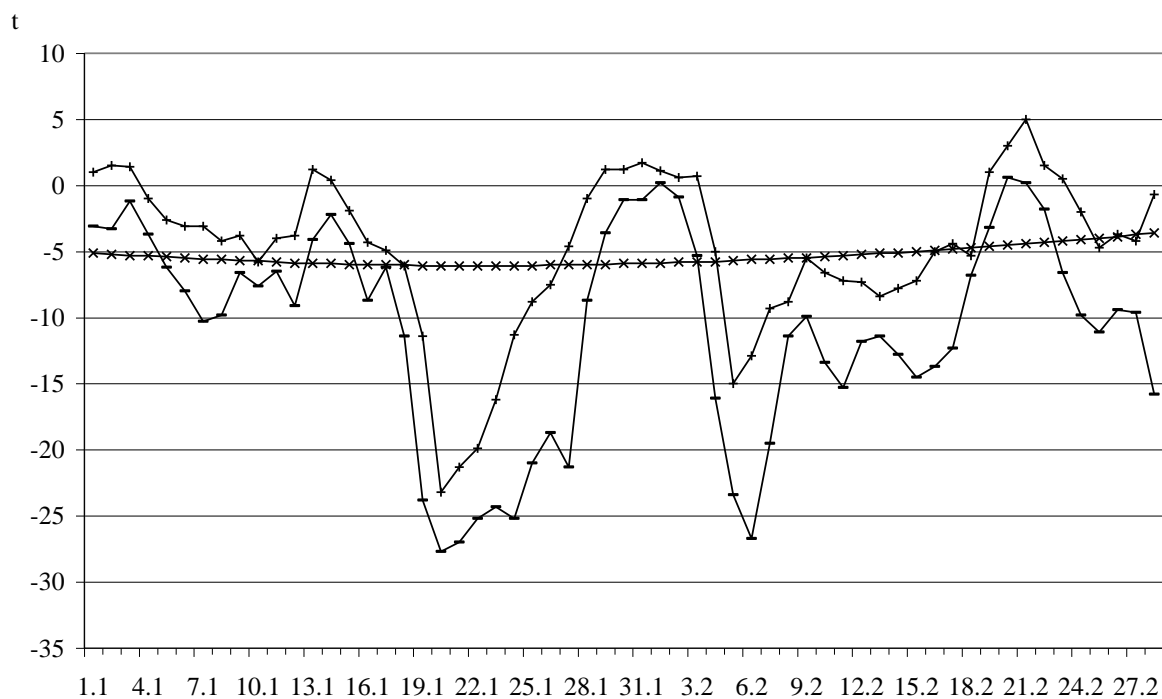


Рисунок 5 – Динамика минимальной (-), максимальной (+) и среднесуточной многолетней (x) температур воздуха в январе и феврале 2006 г. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС.

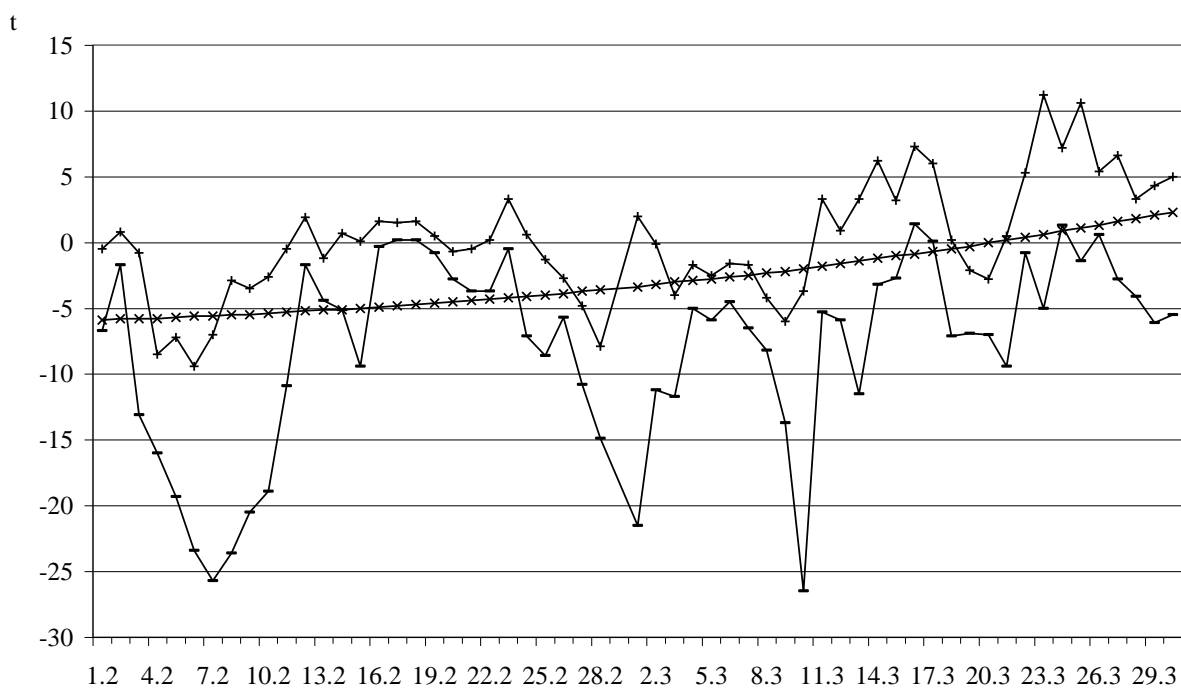


Рисунок 6 – Динамика минимальной (-), максимальной (+) и среднесуточной многолетней (x) температур воздуха в феврале и марте 2005 г. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС.

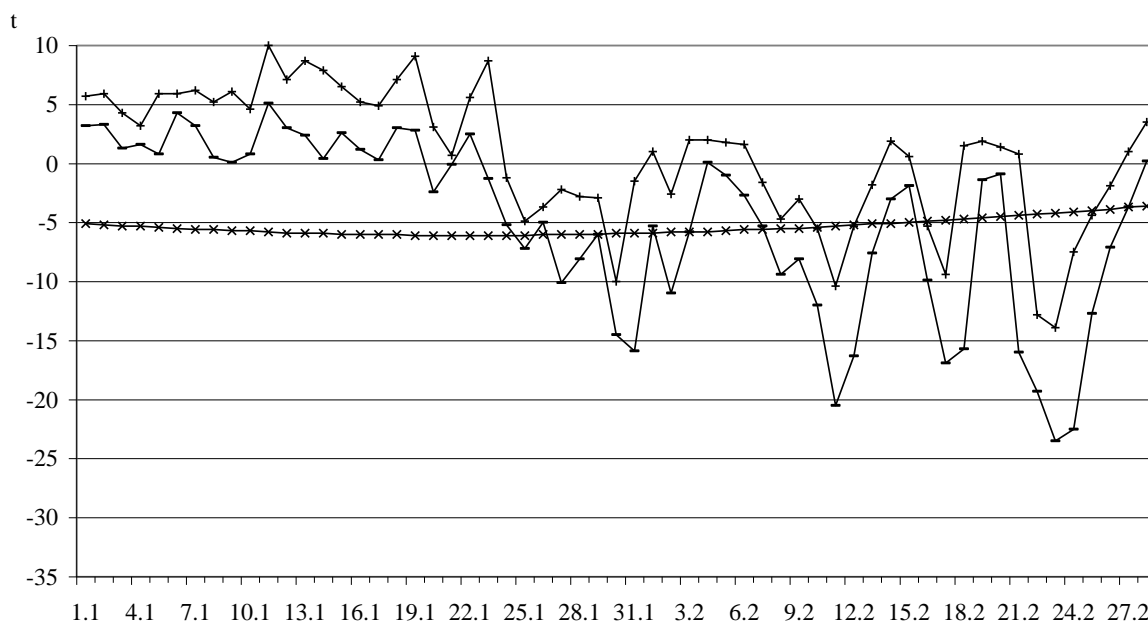


Рисунок 7 – Динамика минимальной (-), максимальной (+) и среднесуточной многолетней (x) температур воздуха в январе и феврале 2007 г. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС.

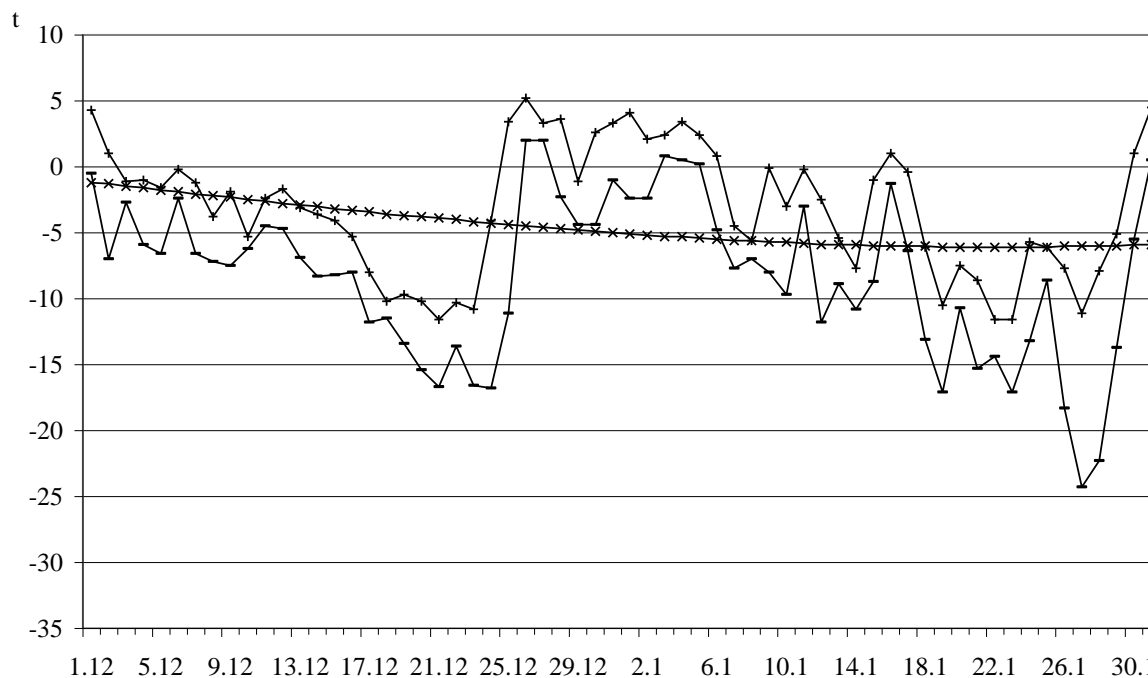


Рисунок 8 – Динамика минимальной (-), максимальной (+) и среднесуточной многолетней (x) температур воздуха в декабре 2012 – январе 2013 гг. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС.

**MAXIMUM FROST RESISTANCE AND RESISTANCE TO RETURN FROSTS  
OF Highbush BLUEBERRY CULTIVARS INTRODUCED IN BELARUS**

N.B. Pavlovski

ABSTRACT

Extreme frosts observed in Belarus in some winters cause freezing of the vegetative and generative blueberry sphere. The maximum frost resistance of blueberry depends mainly on the cooling rate, i.e. the slower the ambient temperature decreases, the higher the resistance is. Most introduced cultivars of blueberry keep the temperature lowering to -30 °C. Thaws observed annually in Belarus reduce frost resistance of blueberry generative sphere. Return frost damages periodically awakened flower buds. During a sharp drop in air temperature, the generative buds freeze, this ultimately leads to a decrease in productivity of blueberry, especially at low reproductive cultivars. With a gradual increase of frost the blueberry generative sphere hardens again and develops genetically determined frost resistance for each cultivar. In the climatic conditions of Belarus the higher frost resistance of the second and fourth components is observed at early- and mid-ripening blueberry cultivars.

Key words: highbush blueberry, *Vaccinium corymbosum*, cultivars, introduction, winter hardiness, frost resistance, Belarus.

*Дата поступления статьи в редакцию 10.03.2014*