

УДК 634.723: 581.19

Т. В. Янчук, к.с.-х.н., с.н.с.

М. А. Макаркина, д.с.-х.н., г.н.с.

ГНУ ВНИИ селекции плодовых культур Россельхозакадемии, Россия, Орел, info@vniispk.ru

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА НАКОПЛЕНИЕ САХАРОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ЯГОДАХ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ

Аннотация

Были проанализированы полученные по 22 сортообразцам смородины черной данные за 2008...2010 гг. по изменению некоторых компонентов химического состава ягод в зависимости от метеорологических условий вегетационного периода (апрель...июль). Исследовали содержание суммы сахаров (метод Бертрана), органических кислот (титрование вытяжки 0,1 н. раствором гидроксида натрия) и значение сахарокислотного индекса. Годы исследования по сумме активных температур, по накоплению осадков и гидротермическому коэффициенту были различны. Установлено влияние метеорологических условий вегетационного периода на накопление некоторых биохимических компонентов химического состава ягод смородины черной. Выявлена прямая зависимость содержания суммы сахаров от суммы активных температур, органических (титруемых) кислот – от суммы осадков и ГТК, обратная зависимость – содержания РСВ от суммы осадков и ГТК.

Ключевые слова: смородина черная, сахара, органические кислоты, сахарокислотный индекс, сумма активных температур, сумма осадков, гидротермический коэффициент

UDC 634.11:576.354.4

T. V. Yanchuk, candidate of agricultural sciences, senior researcher

M. A. Makarkina, doctor of agricultural sciences, chief researcher

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Russia, Orel, info@vniispk.ru

EFFECT OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON SUGAR AND ORGANIC ACIDS ACCUMULATION IN BLACK CURRANT BERRIES DURING THE VEGETATIVE PERIOD

Abstract

Data obtained in 2008...2010 on 22 black currant variety samples were analyzed for a change in some components of berry chemical composition relative to the meteorological conditions within a vegetative period (April...July). The content of sugar sum (Bertran method), organic acids (0,1 n. extract titrating with sodium hydroxide solution) and sugar-acid index were investigated. Research years were different according to a sum of active temperatures, precipitation accumulation and a hydrothermal coefficient. The effect of meteorological conditions on the accumulation of some biochemical components of black currant berry chemical composition during the vegetative period was determined. We observed direct dependence of sugar sum content on a sum of active temperatures as well as organic (titrate) acids on precipitation accumulation and a hydrothermal coefficient and

inverse dependence of the content of soluble dry substances on precipitation accumulation and a hydrothermal coefficient.

Key words: black currant, sugars, organic acids, sugar-acid index, sum of active temperatures, precipitation accumulation, hydrothermal coefficient

Введение

Вопрос изучения влияния погодных условий вегетационного периода на качество плодов, в частности, на их химический состав, затрагивается на протяжении долгого времени: с начала прошлого столетия [1, 5, 14 и др.] и по настоящий период [2, 12].

Изучение изменчивости химического состава плодов под воздействием внешних факторов важно как с точки зрения выяснения процессов адаптации плодовых растений, так и в практических целях, в частности, для увязки направленности селекционной работы с природными особенностями местности, для разработки способов активного регулирования химического состава плодов.

Условия, материалы и методы исследования

Настоящая работа выполнена в ГНУ Всероссийский НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК). В изучение были включены 22 сортообразца смородины черной. Отбор проб проводился на коллекционных участках и участках первичного сортоизучения, биохимический анализ ягод – в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения института.

Нами изучалось изменение химического состава (содержание растворимых сухих веществ, сахаров, органических кислот и сахарокислотный индекс) ягод смородины черной в зависимости от погодных условий вегетационного периода (апрель...июль) в 2008...2010 годы. Были просчитаны сумма активных температур (+10°C и выше), количество осадков и гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянину. Под ГТК подразумевается отношение суммарного количества осадков за вегетационный период в мм к сумме суточных температур воздуха выше 10°C, уменьшенной в 10 раз. Величина ГТК в пределах 1,0...1,4 характеризует оптимальные условия увлажнения, более 1,4 – избыточные, менее 1,0 – засушливые условия [11].

Анализ химического состава плодов проводили следующими методами: определение растворимых сухих веществ (РСВ) – рефрактометрическим методом с применением рефрактометра РПЛ-2, сахаров – методом Бертрена, органических (титруемых) кислот – титрованием вытяжек 0,1 н. раствором гидроксида натрия, сахарокислотный индекс (СКИ) рассчитывается как отношение значения суммы сахаров к значению количества органических кислот [7, 11].

Результаты и обсуждение

Метеорологические условия изучаемого периода были разнообразны (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика метеоусловий вегетационного периода (апрель...июль) 2008...2010 гг.

Годы	$\Sigma_{\geq 10^{\circ}\text{C}}$	$\Sigma_{\text{осадков, мм}}$	ГТК
2008	1615,6	205,6	1,3
2009	1549,1	185,4	1,2
2010	1878,8	96,3	0,5

Наибольшее количество осадков зафиксировано в 2008 году – 205,6 мм, наименьшее – в 2010 году – 96,3 мм. Наиболее низкая сумма активных температур отмечена в 2009 году (1549,1°С), наиболее высокая – в 2010 году (1878,8°С). ГТК – показатель, характеризующий условный баланс влаги, в 2008 и 2009 годы, находился в пределах, соответствующих оптимальному увлажнению, и составил 1,3 и 1,2 соответственно. 2010 год характеризуется как засушливый (ГТК=0,5).

Поскольку РСВ в ягодах являются косвенным показателем сахаристости сортов и находятся в тесной корреляции с сахарами, нами наряду с содержанием сахаров в ягодах смородины черной определялось и содержание РСВ. Была выявлена обратная зависимость содержания РСВ от суммы осадков и ГТК за вегетационный период (рисунки 1, 2).

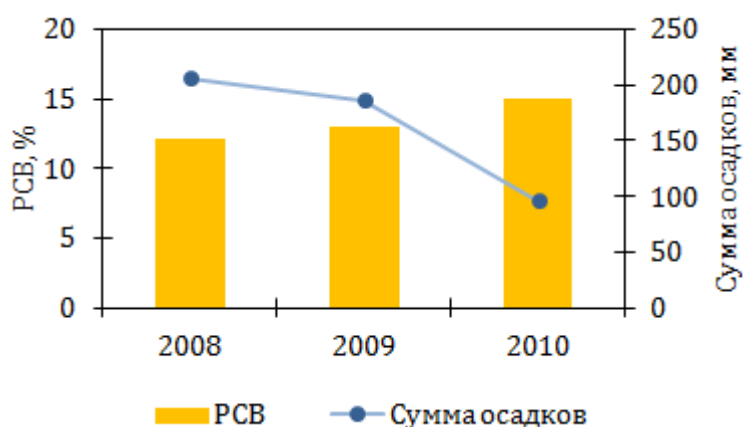


Рисунок 1 – Содержание РСВ в ягодах смородины черной в зависимости от количества осадков за вегетационный период

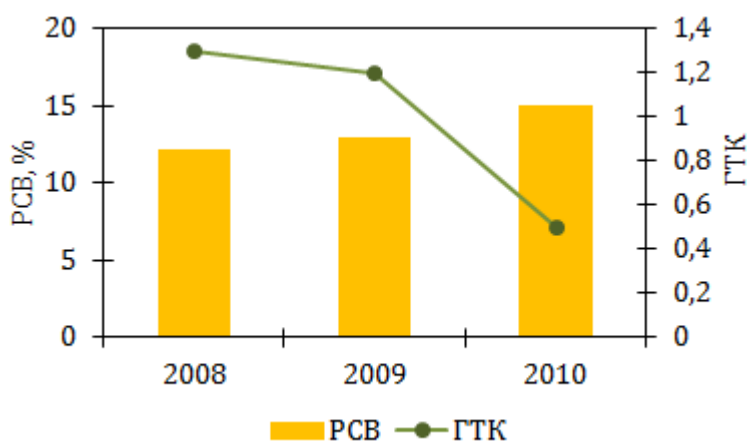


Рисунок 2 – Содержание РСВ в ягодах смородины черной в зависимости от величины ГТК

В 2010 году отмечено максимальное содержание РСВ в ягодах – 15,0% (таблица 2). У всех сортов, за исключением сорта Искушение, отмечено максимальное накопление РСВ в ягодах. В этом же году были зафиксированы наибольшая сумма активных температур, наименьшее количество осадков и минимальный ГТК. Минимальное содержание РСВ зафиксировано в 2008 году (12,2%), когда выпало наибольшее количество осадков и отмечено максимальное значение ГТК (1,3). Большая часть исследуемых сортов (более 70%) в этот год характеризовалась минимальным содержанием РСВ.

Таблица 2 – Содержание растворимых сухих веществ и сахаров в ягодах смородины черной в зависимости от погодных условий вегетационного периода

Название сорта, № гибридного сеянца	PCB, %			Сахара, %		
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Арапка	12,5	12,6	15,2	9,17	8,55	9,54
Блакестон	13,0	12,2	13,4	10,82	9,33	10,06
Гамма	12,6	11,6	13,6	9,78	7,78	8,27
Грация	11,0	10,4	14,0	9,52	7,30	9,03
Загляденье	11,8	13,0	14,8	10,82	10,13	9,54
Искушение	12,4	14,9	14,4	11,85	11,16	9,03
Кипиана	12,1	11,0	13,0	7,24	7,66	7,80
Креолка	12,0	10,4	12,2	9,52	5,80	8,02
Лентяй	13,4	14,6	16,0	10,57	10,38	9,03
Надежа	15,0	16,4	22,0	12,11	12,46	14,67
Оазис	12,0	14,2	15,0	7,98	7,30	8,02
Орловская серенада	12,0	13,0	15,0	8,74	9,07	9,80
Орловский вальс	11,0	13,2	15,0	8,23	9,87	9,28
Очарование	12,6	12,6	14,2	10,57	8,80	10,06
Сокровище	11,0	12,4	13,0	8,23	9,07	7,80
Черная вуаль	13,7	14,8	17,0	10,57	10,77	12,59
2746-7-51	11,0	11,0	13,0	8,74	6,78	7,56
2805-13-57 ЭЛС	13,0	14,2	15,2	9,42	10,63	11,07
2849-18-19	11,0	13,2	14,2	9,78	10,90	9,54
3029-51-92	11,0	10,6	14,2	8,47	9,33	8,78
3095-22-42 ЭЛС	12,4	14,8	19,2	8,23	7,66	11,33
3238-47-167 ЭЛС	11,8	14,6	15,4	7,78	10,13	10,32
Среднее,	12,2±0,2	13,0±0,4	15,0±0,5	9,46±0,28	9,13±0,35	9,60±0,36
Минимальное	11,0	10,4	12,2	7,24	5,80	7,56
Максимальное	15,0	16,4	22,0	12,11	12,46	14,67
Коэффициент вариации, V, %	8,5	13,0	14,6	14,0	18,1	17,6

Такая же тенденция прослеживалась и при анализе данных по накоплению сахаров в ягодах. Наименьшее значение суммы сахаров (9,13%) отмечено в 2009 году при минимальной сумме активных температур, наибольшее (9,60%) – в аномально жарком 2010 году (таблица 2, рисунок 3). Влияние суммы осадков и ГТК на накопление суммы сахаров не выявлено.

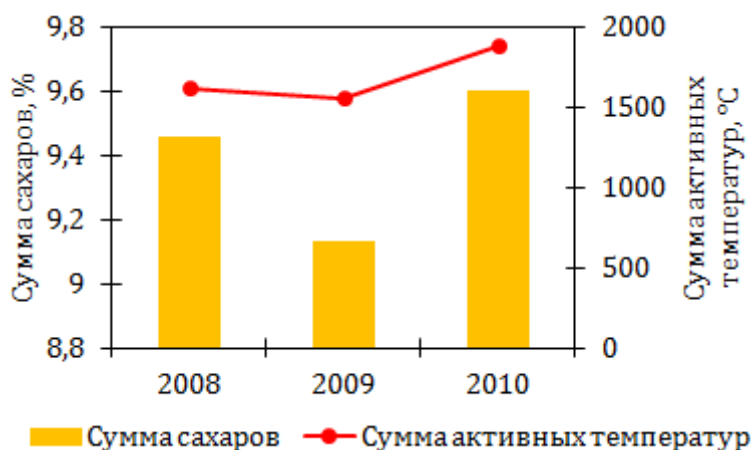


Рисунок 3 – Содержание суммы сахаров в ягодах смородины черной в зависимости от суммы активных температур

Полученные нами результаты согласуются с данными других авторов, отмечающих, что повышенная температура и умеренные осадки в период роста и созревания ягод способствуют большему накоплению РСВ и сахаров в плодах. Избыточное увлажнение снижает содержание РСВ [13, 4, 12, 2, 6, 9, 15, 16].

Погодные условия вегетационного периода оказывают существенное влияние и на накопление органических (титруемых) кислот в плодах. По результатам наших опытов выявлена прямая зависимость между накоплением органических кислот в ягодах смородины черной и количеством выпавших осадков за вегетационный период, а также величиной ГТК (рисунки 4, 5). Наименьшее количество титруемых кислот (2,58%) в ягодах смородины черной отмечено в аномально засушливом 2010 году (таблица 3). Почти у 80% исследуемых сортобразцов минимальные значения титруемых кислот зафиксированы именно в этот год.

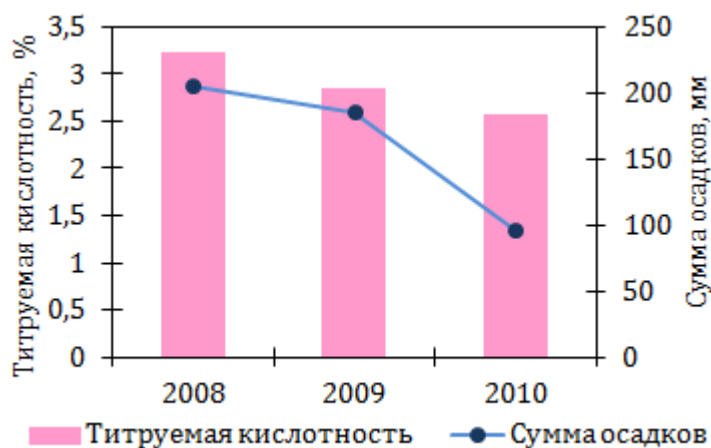


Рисунок 4 – Содержание титруемых кислот в ягодах смородины черной в зависимости от количества осадков



Рисунок 5 – Содержание титруемых кислот в ягодах смородины черной в зависимости от величины ГТК

Максимальное накопление органических (титруемых) кислот в ягодах (3,24%) отмечено в 2008 году, вегетационный период которого характеризовался обильными осадками ($\Sigma_{\text{осадков}}=205,6$ мм) и оптимальным значением ГТК (1,3).

Таблица 3 – Содержание титруемых (органических) кислот и значение сахарокислотного индекса в зависимости от погодных условий вегетационного периода

Название сорта, № гибридного сеянца	Титруемые кислоты, %			СКИ		
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Арапка	2,75	2,66	2,66	3,3	3,2	3,6
Блакестон	2,88	2,43	2,08	3,8	3,8	4,8
Гамма	3,31	2,94	2,70	3,0	2,6	3,1
Грация	2,69	2,90	2,55	3,5	2,5	3,5
Загляденье	2,82	2,49	2,62	3,8	4,1	3,6
Искушение	3,45	3,10	2,26	3,4	3,6	4,0
Кипиана	2,10	2,86	2,51	3,4	2,7	3,1
Креолка	3,09	2,19	2,65	3,1	2,6	3,0
Лентяй	3,46	2,57	2,14	3,0	4,0	4,2
Надежа	3,26	3,03	2,35	3,7	4,1	6,2
Оазис	4,77	3,90	3,84	1,7	1,9	2,1
Орловская серенада	3,84	3,10	2,26	2,3	2,9	4,3
Орловский вальс	3,31	2,87	2,52	2,5	3,4	3,7
Очарование	3,22	3,42	3,01	3,3	2,6	3,3
Сокровище	3,19	2,95	2,83	2,6	3,1	2,8
Черная вуаль	2,32	2,62	2,19	4,6	4,1	5,7
2746-7-51	3,41	2,75	2,35	2,6	2,5	3,2
2805-13-57 ЭЛС	3,43	3,36	2,86	2,7	3,2	3,9
2849-18-19	3,31	2,83	2,76	3,0	3,8	3,4
3029-51-92	3,43	2,47	2,02	2,5	3,8	4,3
3095-22-42 ЭЛС	3,75	2,43	2,93	2,2	3,2	3,9
3238-47-167 ЭЛС	3,51	2,55	2,69	2,2	4,0	3,8
Среднее,	3,24±0,12	2,84±0,08	2,58±0,08	3,0±0,1	3,2±0,1	3,8±0,2
Минимальное	2,10	2,19	2,02	1,7	1,9	2,1
Максимальное	4,77	3,90	3,84	4,6	4,1	6,2
Коэффициент вариации, V, %	16,8	13,7	15,4	22,3	20,1	24,1

Многие авторы отмечают, что в годы с прохладным, сырым летом содержание органических кислот в плодах повышается [14, 6, 3, 12, 8, 15, 16]. По мнению Т.Г. Причко и М.В. Ушакова [10] осадки в большей степени способствуют увеличению кислот в плодах в сравнении с суммой активных температур. Наши данные совпадают с мнением этих авторов.

Между величиной СКИ, определяющего вкус ягод, и количеством выпавших за вегетационный период осадков, а также величиной ГТК выявлена обратная зависимость (рисунок 6, 7).

Наибольшее среднее значение СКИ (3,8) отмечено в жаркий ($\sum_{\geq 10^{\circ}\text{C}}=1878,8^{\circ}\text{C}$) и сухой ($\sum_{\text{осадков}}=96,3$ мм) 2010 год (таблица 3). Более 70% исследуемых сортообразцов характеризовались наиболее высоким СКИ, в 2008 году, когда зафиксировано наибольшее увлажнение ($\sum_{\geq 10^{\circ}\text{C}}=205,6$ мм; ГТК=1,3), среднее значение величины СКИ было наименьшим – 3,0.

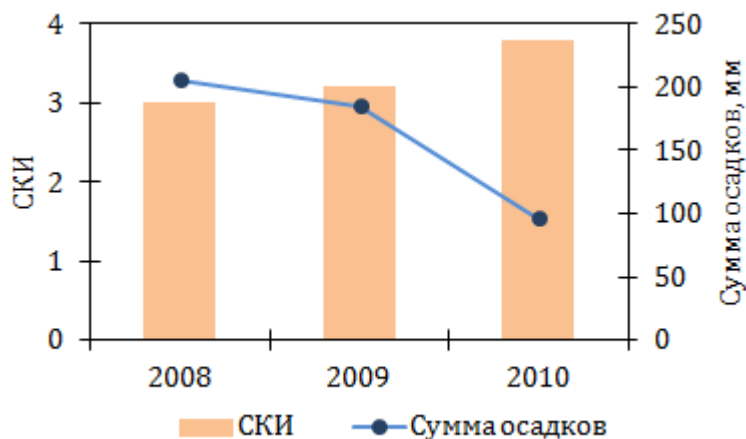


Рисунок 6 – СКИ ягод смородины черной в зависимости от количества осадков

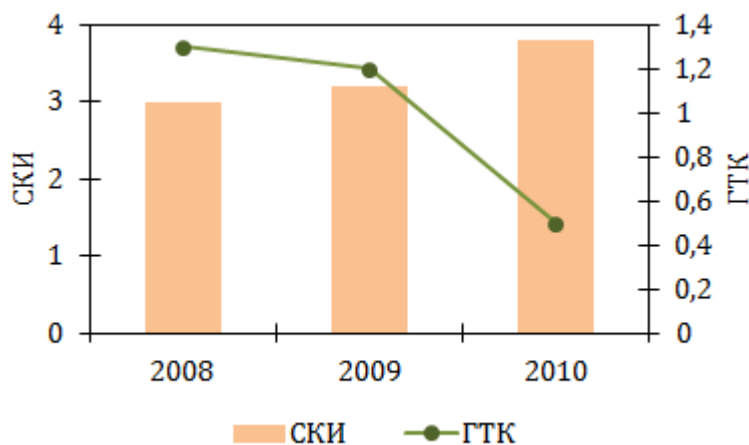


Рисунок 7 – СКИ ягод смородины черной в зависимости от величины ГТК

Выводы

В результате проведенных исследований установлено влияние метеорологических условий вегетационного периода на накопление некоторых биохимических компонентов химического состава ягод смородины черной. Выявлена прямая зависимость содержания суммы сахаров от суммы активных температур, органических (титруемых) кислот – от суммы осадков и ГТК, обратная зависимость – содержания РСВ от суммы осадков и ГТК.

Литература

1. Алпатьев, А. В. Изменчивость и наследование содержания сухого вещества в плодах помидоров в зависимости от условий выращивания / А. В. Алпатьев // Агробиология. – 1960. – № 6. – С. 832-838.
2. Батманова, Е. М. Предварительная оценка гибридных сеянцев черной смородины селекции Свердловской селекционной станции садоводства / Е. М. Батманова // Актуальные проблемы садоводства России и пути их решения: материалы Всерос. науч.-метод. конф. молодых ученых (2-5 июля 2007 г., Орел). – Орел: ВНИИСПК, 2007. – С. 9-12.

3. Витковский, В. Л. Плодовые растения мира / В. Л. Витковский. – СПб.: Лань, 2003.-592 с.
4. Гаас, Д. А. Влияние температурного режима вегетационного периода на химический состав ягод черной смородины / Д. А. Гаас // Физиология, экология и агротехника садовых культур: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1985. – С. 95-102.
5. Ермаков, А. И. Об изменчивости химического состава урожая плодово-ягодных культур, выращенных в разных районах / А.И. Ермаков, Г.А. Луковникова // Биохимия плодов и овощей. – М., 1959. – Сб. 5. – С. 221-242.
6. Макаркина, М.А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на некоторые показатели химического состава плодов яблони / М.А. Макаркина // Садоводство и виноградарство. 2009. – № 1. – С. 11-14.
7. Методы биохимического исследования растений / [А.И. Ермаков и др.]; под ред. А.И. Ермакова. - 3-е изд. переработанное и доп. – Л.: «Агропромиздат», Ленинградское отд., 1987. – 430 с.
8. Павел, А. Р. Биохимическая характеристика и товарные качества плодов новых иммунных к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК: 06.01.05 «Селекция и семеноводство»: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / Анна Рафиковна Павел. – Орел, 2007. – 23 с.
9. Павел, А. Р. Содержание сахаров и особенности их накопления в плодах иммунных к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК / А. Р. Павел, М. А. Макаркина // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. – М., 2011. – XXVIII. – Ч. 2. – С. 114-122.
10. Причко, Т. Г. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на качество яблок / Т. Г. Причко, М. В. Ушаков // Прогноз развития метеоситуаций на ближайшие десятилетия XXI века и реакция на них сельскохозяйственных культур: сб. ст. – Краснодар, 1999. – С. 73-
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
12. Сазонов, Ф. Ф. Создание исходного материала черной смородины в селекции на повышение качественных показателей ягод / Ф. Ф. Сазонов // Состояние и перспективы развития ягодоводства в России: материалы Всерос. науч.-метод. конф.(19-22 июня 2006 г., Орел). – Орел: ГНУ ВНИИСПК, 2006. – С. 253-257.
13. Седов, Е. Н. Селекция яблони на улучшение химического состава плодов / Е. Н. Седов, З. А. Седова. – Орел, 1982. – 120 с.
14. Церевитинов, Ф. В. Химия и товароведение свежих плодов и овощей / Ф. В. Церевитинов. – М.: Новый агроном, 1930. – 701 с.
15. Hofmann, S. Wirkung von Bewässerung auf Ertrag und Fruchtqualität bei Roter und Schwarzer Johannisbeere / S. Hofmann // Erwerbsobstbau. 1995. – Jg. 37. – H. 4. – S. 113-117.
16. Zheng, Jie. Effects of latitude and weather conditions on contents of sugars, fruit acids, and ascorbic acid in black currant (*Ribes nigrum* L.) juice / Jie Zheng, Baoru Yang, Saska Toumasjukka, Shiyl Ou, Heikki Kalio // J. Agr. and Food Chem. – 2009. 57. – № 7 – С. 2977-2987.