

ОЦЕНКА СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАСТВОРИМЫХ СУХИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

А.А. Кузьмина 

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» 630501, ул. С-100, 21, п.г.т. Краснообск, Новосибирская область, Россия, sibniirs@bk.ru

Аннотация

В статье представлена оценка 38 сортов земляники садовой однократного типа плодоношения по содержанию растворимых сухих веществ (РСВ) в условиях лесостепи Новосибирского Приобья. Опыты проводились в условиях открытого грунта в 2018...2020 годах в течение двух циклов культивирования на посадках 2016, 2018 годов; почвенный покров представлен серыми лесными почвами; полив и пестициды не применялись. Периоды «начало вегетации – сбор урожая» в 2018...2020 годы отличались контрастными показателями по влагообеспеченности и температуре воздуха. Содержание РСВ определяли в полевой лаборатории с использованием рефрактометра RI 3. Анализировали ягоды на пике их спелости, которую оценивали визуально по характерной сорту окраске поверхности и продольного среза, без размягчения тканей. Для двухфакторного анализа использовали наилучший показатель за период сбора урожая. Сорта коллекции были разбиты на группы: первая объединяла наиболее адаптированные к местным условиям; вторая – менее адаптированные и малоизученные. За три года при благоприятных условиях на момент сбора содержание РСВ в ягодах на стадии полной спелости определено на уровне: $\geq 10,0\%$ у всех исследуемых сортов; $\geq 12\%$ – у 71% сортов. Дисперсионный анализ результатов по 1 группе сортов показал, что изменчивость изученного признака в большей степени обусловлена генетическим разнообразием (48,7...75,9%). Достоверность влияния фактора «генотип» не подтвердилась ($p = 0,138$) при сравнении данных, полученных в годы (2018, 2020) с контрастными метеоусловиями, при этом степень влияния условий года составила 21,8% ($p = 0,001$). Стабильно высокие показатели ($V < 10\%$) за три года отмечены у сортов: Анастасия (р) (10,2...12,5%), Лутовская (10,5...12,6%); Танюша (11,0...12,5%); Elsanta (р) (11,3...13,0%), Нопеоуе (12,6...15,2%). Для группы 2 (2019...2020 г.) установлено существенное влияние обоих факторов: «генотип» 60,3% ($p = 0,038$), «год» 12,6% ($p = 0,014$). В группе 2 по содержанию РСВ выделены сорта: наиболее стабильные ($HCP_{05} = 1,01\%$) Берсенеvская (10,23...10,94%), Кокинская заря (11,49...12,40%), Садовоспаская (11,39...12,23%); с содержанием РСВ $> 12,0\%$ – Gigantella, Corona, Vima Xima; соответствовал обоим параметрам – Vima Kimberly (13,70...14,36%).

Ключевые слова: *Fragaria* × *ananassa*, коллекция, сорта короткого дня, ягода, рефрактометрический метод, дисперсионный анализ, лесостепь Новосибирского Приобья

EVALUATION OF STRAWBERRY VARIETIES BY THE SOLUBLE SOLIDS CONTENT IN THE FOREST-STEPPE OF THE NOVOSIBIRSK OB REGION

A.A. Kuzmina 

SibRIPP&B – Branch of ICG SBRAS, C-100 st., 21, Krasnoobsk, Novosibirsk oblast. Russia, sibniirs@bk.ru

Abstract

This article presents the assessment of 38 single-fruiting strawberry cultivars for the soluble solids content (SSC) in the conditions of the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region. Experiments were carried out on plantings in 2016, 2018 for two cultivation cycles; the soil cover was represented by gray forest soils; irrigation and pesticide were not used. The years of the study 2018–2020 were distinguished by contrasting indicators of moisture availability and air temperature during the periods of crop formation. SSC was determined in a field laboratory using a refractometer “R13”, the results were expressed in percentages. Berries without defects were analyzed at the peak of their ripeness, which was evaluated visually by the characteristic color of the fruit surface and the longitudinal section. The best indicator for the harvest period was used for a two-factor variance analysis (ANOVA). The cultivars of the collection were grouped according to their adaptability to local conditions: 1: the most adaptable; 2: less adaptable, including poorly studied samples. The SSC for three years was determined $\geq 10.0\%$ in all the studied cultivars and $\geq 12\%$ in 71% of cultivars. The ANOVA results for the first group of cultivars showed that the variability of the studied trait was more influenced by the genotype factor (48.7–75.9%), its effect was insignificant ($p = 0.138$) when comparing the data obtained in the years (2018, 2020) with contrasting weather conditions, while the degree of the influence of weather conditions of the year was 21.8% ($p = 0.001$). Such cultivars as Anastasia (10.2–12.5%), Lutovskaya (10.5–12.6%); Tanyusha (11.0–12.5%); Elsanta (11.3–13.0%) and Honeoye (12.6–15.2%) showed consistently high indicators ($V < 10\%$) for three years. The ANOVA results for group 2 found significant influences of both factors: "genotype" 60.3% ($p = 0.038$) and "year" 12.6% ($p = 0.014$). The cultivars in the 2nd group were distributed according to the data for two years: Bersenevskaya (10.23–10.94%), Kokinskaya Zarya (11.49–12.40%) and Sadovospasskaya (11.39–12.23%) as the most stable cultivars ($LSD_{05} = 1.01\%$); Gigantella, Corona and Vima Xima had the $SSC > 12.0\%$; Vima Kimberly corresponded to both parameters (13.70–14.36%).

Key words: *Fragaria* × *ananassa*, collection, short-day varieties, berry, refractometric method, ANOVA, forest-steppe of the Novosibirsk Ob region

Введение

Земляника садовая (*Fragaria* × *ananassa*) является одной из популярных ягодных культур в садах Сибири (Стольников, 2014). В Новосибирской области ее характеризуют стратегической культурой за высокую степень эффективности производства и востребованности (Белых, и др., 2016). Богатый витаминный набор, содержащийся в ягодах земляники, делает потребление свежих ягод за короткий сезон плодоношения земляники прекрасным профилактическим мероприятием для здоровья населения Сибири (Золотарева и др., 2003).

Одним из критериев предпочтений потребителей считается вкус ягод с преобладанием сладости, уровень которой можно определить по содержанию РСВ, так как этот признак отличается высокой взаимосвязью с содержанием сахаров в ягодах (Зубов, 2004; Jouquand, et al., 2008; Причко и др., 2011; Krüger, et al., 2012; Pereira da Silva, 2017; Di Vittori, et al., 2018).

Положительные корреляции содержания РСВ установлены: с величиной сахарокислотного индекса и содержанием аскорбиновой кислоты (Зубкова и др., 2020); с содержанием фосфора в ягодах земляники (Сао, 2015). Показатель используют также: для прогнозирования сроков сбора ягод (Mazzoni et al., 2020), выявления параметров, определяющих твердость тканей мякоти, для построения прогностических моделей качества земляники (Xie et al., 2021; Zushi et al., 2023).

Общепризнанным фактом является зависимость накопления РСВ в ягодах земляники от генотипа и окружающей среды (Carocasa et al., 2008 Andronova, 2018), но значимость влияния того или иного фактора на разнообразие полученных данных оценивается в разной степени.

Не смотря на широкий спектр исследований по землянике, проведенных в Новосибирской области, литературных данных по содержанию РСВ по сортам практически нет. Ориентиром остаются: районированный сорт Фестивальная – 10,9% и местный сорт Бердский рубин 9,8% (Золотарева и др., 2003). Для расширения объема информационной базы по сортам земляники и реализации селекционной программы была поставлена цель: провести сравнительную оценку коллекционных сортов земляники садовой короткого светового дня по накоплению РСВ в условиях лесостепи Новосибирского Приобья.

Материалы и методы

Исследования выполнены в 2018...2020 гг. на базе Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиал института цитологии и генетики СО РАН. Объектами исследований являлись ягоды 38 помологических сортов земляники садовой российской и зарубежной селекции (таблица 1), семь из которых районированы (р) по 1 зоне садоводства «Новосибирская» Новосибирской области: Анастасия, Первоклассница, Солнечная полянка, Фестивальная, Фея, Юния смайдс, Elsanta (Сортовое районирование..., 2022).

Таблица 1 – Коллекционные опыты земляники садовой (п. Мичуринский, Новосибирский район, Новосибирская область)

Опыт	Год посадки	Группа	Сорт
А	2016	1	Анастасия (р) Альфа, Бердский рубин, Даренка, Десна, Кокинская ранняя, Лафания, Лутовская Орлец Первоклассница (р), Розана, Танюша, Фейерверк, Фестивальная (р), Фестивальная ромашка, Фея (р), Юния Смайдс (р) Asia, Cardinal, Elsanta (р), Gigantella, Honeoye, Lord, Maria, Vima Zanta
Б ₁	2018		
Б ₂	2018	2	Александрина, Берсеневская, Русич, Садовоспасская, Солнечная полянка (р), Царица, Alba, Clery, Corona, , Onda, Vicoda, Vima Kimberly, Vima Xima

Коллекционные опыты заложены по 30...60 растений на делянке: опыт А в августе 2016 года укорененными розетками того же года (в связи с переносом коллекции); опыт Б в мае 2018 года однолетними растениями. Опыты А и Б₁ были представлены сортами наиболее адаптированными к местным условиям (группа 1). Вторая группа (опыт Б₂) объединяла сорта: менее устойчивые к стресс-факторам и новые в коллекции: Александрина, Кокинская заря, Русич, Солнечная полянка (р), Царица (таблица 1).

Участок сортоизучения земляники располагался на участке площадью 8 га, окруженном защитной полосой из берез, тополей (п. Мичуринский, Новосибирского района, Новосибирской области). Участок представлен серыми лесными почвами с pH = 5,79 и содержанием в пахотном горизонте (25 см): гумуса 2,5%; фосфора и калия по Чирикову

50,0 мг/100г и 25,95 мг/100г, соответственно. Агротехника: предшественник – черный пар, на делянках ручная обработка почвы, полив отсутствовал, пестициды не использовались для поддержания естественного фона и экологии вблизи жилых строений.

Годы исследований 2018...2020 отличались контрастными показателями по влагообеспеченности и температуре воздуха в период апрель – июль (таблица 2). В 2018 году в мае отмечены среднесуточная температура месяца +7,0°C (самый холодный май за последние 50 лет) и осадки на 137% выше нормы. В 2020 г. наблюдалось редкое сочетание – теплые апрель (+8,2°C) и май (+15,5°C) с количеством осадков выше нормы на 58%. Возвратные заморозки на опытном участке в данные годы не зарегистрированы.

Таблица 2 – Метеорологические условия за апрель – июль 2018...2020 гг. (по данным агрометеостанции «Огурцово» пос. Элитный).

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль
Среднесуточная температура воздуха, °С				
2018	3,3	7,0	19,1	18,5
2019	3,8	10,9	16,4	19,2
2020	8,2	15,5	16,6	19,7
Норма	2,3	11,8	17,1	19,4
Количество осадков, мм				
2018	21,8	80,5	70,2	64,6
2019	12,0	43,2	25,2	98,0
2020	8,0	53,7	23,8	84,9
Норма	27,0	34,0	55,0	66,0

Содержание РСВ определяли в полевой лаборатории с помощью рефрактометра RL-3 в соответствии с руководством по эксплуатации прибора, результаты выражены в %. Сбор ягод проводили в сухую погоду в утренние часы. Из собранных ягод отбирали ягоды с более интенсивной равномерной окраской поверхности, характерной стадии полной спелости для каждого помологического сорта. Дополнительно оценивалась окраска центральных (продольных) срезов ягоды, при максимально идентичной окрашенности мякоти полученные результаты на 3...5 ягодах были в пределах доверительного интервала при надежности 0,95. Так как изученные сорта различались по продолжительности плодоношения (количество сборов 1...4), при анализе данных рассматривали наилучший показатель сорта за сезон сбора.

Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа (Блинова, Огольцова, 1999) с помощью программного пакета Microsoft Excel. Ранжирование сортов проводили на основании дисперсионного анализа при статистически значимых различиях ($p < 0,05$) по факторам «генотип» и «год» с помощью критерия Дункана, сорта сопровождалась одинаковыми буквами при незначимом различии по наименьшей существенной разнице (НСР). Все районированные сорта участвовали в общем конкурсе.

В работе использованы: гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) Г.Т. Селянинова; шкала градации уровней изменчивости С.А. Мамаева; обозначения: М – среднее, $\pm m$ – ошибка среднего, V – коэффициент варьирования, %.

Результаты и их обсуждение

Метеорологические показатели в периоды формирования урожая 2018...2020 гг. различались по динамике накопления активных температур, равномерности и количеству выпавших осадков, что значительно повлияло на сроки плодоношения земляники (таблица 3) и общее состояние растений.

Таблица 3 – Метеорологические условия периода плодоношения земляники 2018...2020 гг.

Показатели	Год		
	2018	2019	2020
Период плодоношения	02.07...24.07.	25.06...17.07.	10.06...9.07.
Среднесуточная температура (ССТ), °С	19,1	18,3	18,8
Осадки, мм	55,9	76,2	27,4
Количество дождливых суток, сутки	8	6	13
Осадки за сутки, мм	0,3...32,2	0,3...37,0	0,4...11,0
ГТК	1,27	1,73	0,48

Период плодоношения в 2018 году был отмечен в поздние сроки 2.07...24.07, ему предшествовал теплый июнь с достаточным увлажнением (ГТК = 1,19), что способствовало активному росту столонов и формированию розеток. Также отмечено поражение болезнями в разной степени на растениях всех сортов; ухудшение общего состояния – у отдельных сортов.

Учет урожая в 2019 году проведен 25.06...17.07 – период с избыточным переувлажнением (ГТК = 1,73) в связи с осадками 76,2 мм на фоне среднесуточной температуры +18,3°С, но с преобладанием сухой погоды, так как отмечено 25% суток с осадками 0,3...37,0 мм.

В 2020 г. наблюдалось хорошее восстановление растений после зимы и ранее начало цветения. Период созревания ягод пришёлся на 11.06...9.07 и отмечен как самый сухой сезон за три года (ГТК = 0,48), при этом 45% составляли сутки с осадками 0,4...11,0 мм.

Высокому накоплению РСВ способствуют обилие тепла в сочетании с хорошей влагообеспеченностью и сухая погода в период созревания ягод (Золотарева и др., 2003; Айтжанова и др., 2013). На данный показатель отрицательно влияют обилие осадков в период созревания и непосредственно предшествующие анализу дожди (Жбанова и др., 2016). Как показали исследования, самые высокие средние показатели отмечены в 2020 г. в группе 1 – 11,75%, в группе 2 – 12,69% (таблица 4).

Таблица 4 – Диапазон и степень варьирования содержания РСВ в ягодах, 2018...2020 гг., %

Опыт	Год учета	Min	Max	\bar{x}	V
A	2018	7,32	13,10	10,34	15,9
A	2019	5,72	18,73	11,23	26,4
B ₁	2019	7,52	16,53	11,43	22,2
B ₁	2020	10,21	13,72	11,75	8,7
B ₂	2019	8,56	14,32	11,37	15,6
B ₂	2020	9,86	16,40	12,69	14,3

Средний и повышенные уровни варьирования признака отмечены в опытах А. и Б₁ в 2019 г. 26,4% и 22,2%, соответственно. Самый низкие пределы изменений признака 7,32...13,10% (\bar{x} = 10,34%; V = 15,9%) отмечены в 2018 году, который характеризовался обилием осадков в период цветения и налива ягод.

Результаты дисперсионных анализов, проведенных попарным сравнением данных по годам и опытам, показал, что доля влияния фактора «генотип» на разнообразие изучаемого признака была велика 48,7...75,9%, но отличалась по уровню значимости 0,002...0,261 (таблица 5).

Влияние окружающей среды на разнообразие признака играло существенную роль в двух сравнениях данных: опыта Б₂. за 2019...2020 гг. (12,6%; p = 0,014); опытов А за 2018 г. и Б₁ за 2020 г. (21,8%; p = 0,001).

Таблица 5 – Анализ влияния факторов на содержание растворимых сухих веществ в земляники садовой, 2018...2020 гг.

Опыт, год анализа	Источник вариации				Погрешность доля влияния, %
	Генотип		Год		
	доля влияния, %	<i>p</i> -значение	доля влияния, %	<i>p</i> -значение	
Опыт А, 2018...2019 гг.	75,9	0,002	3,5	0,075	20,7
Опыты А, Б ₁ , 2019 г.	72,1	0,017	0,1	0,748	27,8
Опыт Б ₁ , 2019...2020 гг.	56,6	0,261	0,7	0,557	42,6
Опыт А, 2018 г.; опыт Б ₁ 2020 г.	48,7	0,130	21,8	0,001	29,5
Опыт Б ₂ 2019...2020 гг.	63,0	0,038	12,6	0,014	24,4

Дисперсионный анализ по опыту Б₁ за 2019...2020 годы не установил существенных различий по обоим факторам, при этом доля погрешности составляла 42,6%, что могло означать различия генотипических реакций на условия внешней среды.

В тех же средовых условиях, но с другим набором сортов, в опыте Б₂ оба фактора имели существенные доли влияния: «генотип» 63,0% ($p = 0,038$); «год» – 12,6% ($p = 0,014$).

Дисперсионный анализ данных за 2018 (опыт А) и 2020 (опыт Б₁) годы, которые резко контрастировали между собой по условиям вегетационных сезонов, установил влияние на формирование признака: значимое фактора «год» (21,8%; $p = 0,001$), несущественное – «генотип» (48,7%; $p = 0,130$).

Сравнение показателей, полученных в 2019 году в опыте: А и Б₁, показало существенное генотипическое влияние на разнообразие изученного признака (72,1%; $p = 0,017$), слабое влияние фактора «год» (0,1%). Доля погрешности составила 27,8%, что возможно вызвано генотипической реакцией на состояние разновозрастных растений.

Общие результаты дисперсионного анализа показали, что для достоверной оценки признака двух лет может быть недостаточно по причинам: низкого уровня варьирования признака по группе при благоприятных условиях накопления РСВ, или схожей генотипической реакцией на негативные гидротермические условия года. Использование разновозрастных посадок на одном участке в качестве повторностей в один год исследований представляет интерес для установления взаимного влияния факторов «генотип × год» на содержание РСВ.

В течение трех лет на стадии полной спелости определены показатели на уровне: $\geq 10,0\%$ у 100% изученных сортов; $\geq 12\%$ – у 71%, что соответствовала современным параметрам качества земляники по содержанию РСВ: в свежих ягодах оно должно быть около или выше 12% (Зубов, 2004), для переработки не менее 10% (Жбанова, Лукьянчук, 2015). В 1 группе сортов (таблица 6) отмечены с диапазоном изменений за три года: выше 10% – 11 сортов (Анастасия (р), Бердский рубин, Даренка, Десна, Лутовская, Орлец, Танюша, Фестивальная ромашка, Elsanta (р), Vima Zanta); выше 12% – 2 сорта (Cardinal, Honeoye).

В результате ранжирования по содержанию РСВ среди районированного сортимента выделились следующие сорта: Анастасия (10,2...12,5 %) и Elsanta (11,3...13,0 %), последний отмечен как стабильный по годам.

По результатам опыта Б₂ было проведено ранжирование сортов по двум параметрам: среднему значению содержания РСВ за два года, где $НСР_{05 \text{ генотип}} = 3,29\%$; по разности годовых значений - $НСР_{05 \text{ год}} = 1,01\%$ (таблица 7).

Таблица 6 – Содержание растворимых сухих веществ в ягодах земляники 2018...2020 г. (группа 1)

Сорт	Опыт А, 2018...2019 г.	Опыт А, 2019 г. Опыт Б ₁ , 2019 г.	Опыт А, 2018 г. Опыт Б ₁ , 2020 г.	Диапазон изменений
	M±m, % *	M±m, % **	M±m, % ***	
Альфа	10,6±0,08 б...е****	10,0±0,59 б...г	10,8±0,09 л	9,4...10,9
Анастасия (р)	10,5±0,01 б...е	10,3±0,13 б...г	11,5±1,01 г...ж	10,2...12,5
Бердский рубин	10,2±0,02 в...е	12,6±2,38 а...г	11,2±1,10 г...е	10,1...14,9
Даренка	10,4±0,04 б...е	11,6±1,18 а...г	11,1±0,80 е...з	10,3...12,8
Десна	14,0±1,39 а...в	15,0±0,38 аб	11,4±1,16 гд	10,3...15,4
Лафаня	8,8±1,04 г...е	9,6±0,24 вг	9,5±1,74 б	7,8...11,3
Лутовская	11,4±0,08 б...е	10,9±0,49 а...г	11,9±0,64 ж...к	10,5...12,6
Орлец	12,3±2,04 а...г	12,3±2,01 а...г	11,0±0,75 е...и	10,3...14,3
Первоклассница (р)	10,1±1,63 в...е	9,2±0,69 вг	11,0±0,76 е...и	8,5...11,7
Танюша	10,7±0,32 б...е	11,7±0,65 а...г	11,4±1,03 г...е	11,0...12,5
Фейрверк	10,6±0,85 б...е	12,6±1,17 а...г	10,2±0,41 кл	9,8...13,8
Фестивальная (р)	8,6±0,16 г...е	9,6±0,83 вг	9,7±1,26 вг	8,4...10,9
Фестивальная ромашка	10,8±0,44 б...е	13,9±2,65 а...в	11,4±1,01 г...ж	10,4...16,5
Фея (р)	7,8±2,11 де	7,8±2,07 г	11,2±1,26 вг	5,7...12,5
Юния_Смайдс (р)	8,4±0,54 де	8,8±0,19 г	9,6±1,74 б	7,9...11,4
Asia	9,0±0,32 г...е	9,0±0,35 вг	11,0±2,31 а	8,7...13,3
Cardinal	14,2±1,37 аб	15,7±0,19 а	12,6±0,16 л	12,5...15,9
Elsanta (р)	11,6±0,33 б...д	12,1±0,86 а...г	11,6±0,37 кл	11,3...13,0
Honeoye	14,2±1,05 аб	13,9±1,28 а...в	13,4±0,31 кл	12,6...15,2
Lord	7,7±0,41 е	8,6±0,44 г	8,9±1,61 бв	7,3...10,5
Maria	10,0±0,56 г...е	9,0±1,51 вг	10,0±0,56 з...к	7,5...10,5
Vima Zanta	15,4±3,32 а	15,0±3,71 аб	12,5±0,37 кл	11,3...18,7

Примечания: * – ранжирование по фактору «генотип» $HCP_{05 \text{ генотип}} = 3,86\%$; ** – ранжирование по фактору «генотип» $HCP_{05 \text{ генотип}} = 5,07\%$; *** – ранжирование по фактору «год» $HCP_{05 \text{ год}} = 0,75\%$; **** – одинаковыми буквами отмечены сорта, различия между которыми не превышали HCP_{05}

Таблица 7 – Ранжирование сортов земляники по содержанию растворимых сухих веществ в группе 2, 2019...2020 г.

Сорт	Среднее за 2 года, %	± ошибка среднего	Ранжирование сортов по фактору	
			генотип	год
Vima Xima	15,36	±1,04	а	бв
Vima Kimberly	14,03	±0,33	аб	д
Corona	13,60	±1,23	абв	бв
Gigantella	13,33	±0,93	абв	в
Vicoda	12,82	±1,09	абв	бв
Розана	12,48	±1,48	абвг	б
Кокинская ранняя	11,95	±0,46	бвг	гд
Садово-Спаская	11,81	±0,42	бвг	гд
Александрина	11,60	±1,07	бвг	бв
Солнечная полянка (р)	11,59	±1,52	бвг	б
Clerg	11,46	±1,10	бвг	бв
Alba	11,10	±2,53	бвг	а
Царица	10,85	±0,88	бвг	вг
Берсенеvская	10,59	±0,36	вг	д
Onda	10,59	±0,73	вг	в...д
Русич	9,32	±0,76	г	в...д

С наиболее стабильными показателями по годам выделены сорта: Русич ($9,3 \pm 0,76$), Onda ($10,59 \pm 0,73$), Берсенеvская ($10,59 \pm 0,36\%$), Кокинская заря ($11,95 \pm 0,46\%$), Садовоспасская ($11,81 \pm 0,42\%$), Vima Kimberly ($14,03 \pm 0,33\%$). Содержанием РСВ $>12,0\%$ отличались сорта: Розана, Vicoda, Gigantella, Corona, Vima Kimberly, Vima Xima. Районированный сорт Солнечная полянка отмечен высокими показателями, которые не отличались стабильностью по годам ($11,59 \pm 1,52\%$).

Сопоставление литературных и полученных данных по коллекционным сортам показало, что большинство сортов были схожи или близки по показателям (таблица 8).

Таблица 8 – Содержания растворимых сухих веществ в ягодах земляники в разных регионах, %

Сорт	Город					
	Краснодар (Причко и др., 2011; Причко и др., 2021)	Орел (Зубкова и др., 2020)	Жезказган (Андреанова и др., 2016)	Кокино (Айтжанова и др., 2013; Андропова, 2018)	Самара (Антипенко, 2010)	Новосибирск
Alba (НФ 311)	8,2...9,4	9,5	8,8...10,4	-	-	8,6...13,6
Asia	10,2	-	-	-	--	8,7...13,8
Clery	8,6...9,2	10,4	10,2...10,3	7,7...11,0	-	10,4...12,6
Corona	7,0	-	-	7,0...11,5	-	12,4...14,8
Honeoye	9,0...9,7	10,8	-	-	11,3	12,6...15,2
Cardinal	7,4	-	-	-	-	12,5...15,9
Elsanta	8,4...8,5	-	-	-	-	11,3...13,0
Lord	-	-	-	6,0...11,0	12,2	7,3...10,5
Onda	9,0	-	-	-	-	9,9...11,3
Vima Kimberly	-	9,8	-	-	-	13,7...14,4
Vima Zanta	-	10,7	-	7,5...9,2	-	11,3...18,7
Альфа	-	9,6	-	6,0...10,1	10,5	9,4...10,9
Анастасия	-	-	10,1...11,3	6,7...8,3	-	10,2...12,5
Даренка	-	-	7,9...12,9	-	9,1	10,3...12,8
Кокинская заря	-	-	-	7,0...10,2	-	11,5...12,4
Орлец	-	-	8,4...12,8	-	-	10,3...14,3
Первоклассница	-	-	7,2...8,7	-	-	8,5...11,7
Русич	-	10,0	-	7,0...9,0	10,6	8,6...10,1
Солнечная полянка	-	-	7,9...8,8	-	-	10,1...13,1
Фейерверк	-	-	-	-	12,8	9,8...13,8
Фестивальная	-	-	-	7,9...10,0	14,0	8,4...10,9
Фестивальная ромашка	-	-	-	6,0...9,0	-	10,4...16,5
Фея	-	-	-	-	12,0	5,7...12,5
Царица	-	8,9	10,4...12,7	8,1...10,0	-	10,0...11,7

Различия по содержанию РСВ проявились по сортам нидерландской селекции: Elsanta, Vima Kimberly, Vima Zanta и американской селекции: Honeoye, Cardinal, что можно объяснить положительным влиянием на накопление сахаров и РСВ у отдельных сортов земляники культивирования их в широтах с более низкими температурами (Мартынова, 2011; Krüger et al. 2012; Жбанова и др., 2015). Также на более высокие результаты, полученные в условиях опыта, мог повлиять отбор ягод для анализа на пике их спелости. Как было определено ранее на примере сорта Elsanta, что среди ягод, собранных на стадии потребительской спелости, ягоды с наиболее интенсивной окраской поверхности и мякоти имели максимальное содержания РСВ, равное в 2018 г. (2019 г.) 12,1 % (12,6), при этом среднее значение по сорту было равно 9,9 % (11,3) (Кузьмина, Кузьмин, 2020).

Коллекционные сорта земляники отличались различными сроками созревания и длительностью плодоношения, поэтому возможно дата проведения анализов не всегда совпадала с оптимальными погодными условиями для определения потенциального содержания РСВ. Тем не менее, существенная роль генотипического фактора на содержание РСВ выявлена именно в годы с неблагоприятными факторами (избыток влаги, ливневые дожди), а также в опытах с сортами с разной степенью адаптации к местным условиям. Изучение данного показателя в коллекциях будет целесообразно для выявления предельных значений признака в условиях природных стресс факторов на этапе интродукции.

Выводы

Содержание РСВ в ягодах в коллекции изменялась в пределах 5,7...18,7%. Наиболее благоприятные погодные условия для накопления РСВ сложились для большинства сортов в 2020 году с минимальным количеством осадков в период плодоношения.

Разнообразие изученного признака в коллекции на 48,7...75,9% было обусловлено влиянием генотипа и на 0,1...21,8% погодными факторами.

Для дальнейших исследований содержания РСВ предложены в качестве контроля районированные по Новосибирской области сорта: Анастасия и Elsanta, за стабильно высокие показатели, отвечающие современным требованиям к ягодам земляники.

В качестве источников высокого содержания РСВ в ягодах выделены сорта: Кокинская заря, Cardinal, Corona, Elsanta, Gigantella, Honeoye, Vima Kimberly, Vima Xima, Vima Zanta.

Благодарности

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН FWNR-2022-0018.

This work was supported by IC&G budget project FWNR-2022-0018.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Айтжанова С.Д., Андропова Н.В., Никулин А.Ф. Оценка исходных форм земляники садовой по биохимическим и товарным показателям ягод // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. С. 18-21. EDN: [TGZMVB](#)
2. Андрианова Н.Г., Сиротина Т.О., Бимурзина Г.С., Лихачева Т.В. Товарные и биохимические показатели качества ягод сортов земляники в Жезказганском ботаническом саду // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 47. С. 25-30. EDN: [XCRJTJ](#)
3. Андропова Н.В. Биохимическая оценка сортов и отборов земляники садовой по содержанию в плодах растворимых сухих веществ и сахаров в условиях юго-западной части Нечерноземья // Коняевские чтения: сборник конференции. Екатеринбург: Урал ГАУ, 2018. С. 158-161. EDN: [YRMAVN](#)
4. Антипенко М.И. Исходные формы земляники для селекции на высокую продуктивность в Среднем Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Москва, 2010. 24 с. EDN: [QHHRUR](#)
5. Белых А.М., Наконечная О.А., Кузьмина А.А., Каисиди В.В. Пути повышения эффективности производства продукции садоводства в специализированных организациях Новосибирской области. Новосибирск. 2016. EDN: [YFXNBN](#)

6. Блинова Е.Е., Огольцова Т.П. Дисперсионный анализ // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 545-570. EDN: [YHAQIT](#)
7. Жбанова Е.В. Изменчивость химического состава плодов земляники в условиях ЦЧР // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 28, № 1. С. 201-207. EDN: [NYNFEF](#)
8. Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В. Товарно-потребительские и технологические качества ягод перспективных сортов земляники // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2015. № 1-2. С. 84-86. EDN: [VQDZBD](#)
9. Жбанова Е. В., Лукьянчук И.В., Пак Н.А. Оценка отборных форм земляники по содержанию в плодах растворимых сухих веществ // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 45. С. 72-76. EDN: [TXSNJJ](#)
10. Золотарева А.М., Белых А.М., Т.Ф. Чиркина Т.Ф., Кузьмина А.А. Плодово-ягодное сырье Сибирского сада и его пищевая ценность. Новосибирск, 2004. 204 с. EDN: [DWEEUS](#)
11. Зубкова М.И., Макаркина М.А., Князев С.Д. Оценка сортов земляники по биохимическим и органолептическим качествам ягод в условиях Орловской области // Вестник аграрной науки. 2020. № 4. С. 9-15. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.4.9>. EDN: [VKZIQI](#)
12. Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск: ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, 2004. 196 с. EDN: [QKVXSB](#)
13. Кузьмина А.А., Кузьмин А.В.А. Оценка сортообразцов земляники на дружность созревания плодов с помощью рефрактометра // Генофонд и селекция растений: материалы сателлитного симпозиума V Международной конференции. Новосибирск, 2020. С. 57-60. <https://doi.org/10.18699/GPB2020-91>. EDN: [WKZEXI](#)
14. Мартынова, А.А. Эколого-биологические особенности *Fragaria* × *ananassa* Duch. в условиях Севера (на примере Мурманской области): автореф. дис. канд. биол. наук. Петрозаводск, 2011. 22 с. EDN: [ZODYXP](#)
15. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Смелик Т.Л., Карпушина М.В. Нутриенты свежих ягод земляники и продуктов ее переработки с учетом сортовых особенностей // Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 2. С. 117-127. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-2-117-127>. EDN: [KUDGYM](#)
16. Причко Т.Г., Яковенко В.В., Германова М.Г. Сортовые различия химического состава ягод земляники Краснодарского края // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 27. С. 209-219. EDN: [NXNUDR](#)
17. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур по Новосибирской области на 2022 год. Новосибирск. 2022. 141 с.
18. Стольникова Н.П. Культура земляники в Западной Сибири. Барнаул: ИП Колмогорова И.А., 2014. 182 с.
19. Cao F., Guan C., Dai H., Li X., Zhang Z. Soluble solids content is positively correlated with phosphorus content in ripening strawberry fruits // Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 195. P. 183-187. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.018>
20. Capocasa F., Scalzo J., Mezzetti B., Battino M. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype // Food Chemistry. 2008. Vol. 111(4). P. 872-878. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.068>
21. Di Vittori L., Mazzoni L., Battino M. Pre-harvest factors influencing the quality of berries // Scientia Horticulturae. 2018. Vol. 233. P. 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.058>
22. Ikegaya A., Toyozumi T., Ohba S., Teruko N., Tomoaki K., Seiko I., & Eiko A. Effects of distribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries // Food Science & Nutrition. 2019. Vol. 7. P. 2419-2426. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1109>

23. Jouquand C., Chandler C., Plotto A., Goodner K. A Sensory and Chemical Analysis of Fresh Strawberries Over Harvest Dates and Seasons Reveals Factors That Affect Eating Quality // American Society for Horticultural Science. 2008. Vol.133(6). 859-867. <https://doi.org/10.21273/JASHS.133.6.859>
24. Krüger E., Josuttis M., Nestby R., Toldam-Andersen T.B., Carlen C., Mezzetti B. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality // J. Berry Res. 2012. Vol. 2. P. 143-157. <https://doi.org/10.3233/JBR-2012-036>
25. Mazzone L., Di Vittori L., Balducci F., Forbes-Hernández T.Y., Giampieri F., Battino M., Mezzetti B., Capocasa F. Sensorial and nutritional quality of inter and intra-specific strawberry genotypes selected in resilient conditions // Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 261. P. 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108945>
26. Pereira da Silva F.I. Strawberry taste assessment during shelf life. (Report / Wageningen Food & Biobased Research; No. 1776). Wageningen Food & Biobased Research. 2017. <https://doi.org/10.18174/503222>
27. Xie D., Liu D., Guo W. Relationship of the optical properties with soluble solids content and moisture content of strawberry during ripening // Postharvest Biology and Technology. 2021. Vol. 179(3). 111569. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111569>
28. Zushi K., Yamamoto M., Matsuura M., Tsutsuki K., Yonehana A., Imamura R., Takahashi H., Kirimura M. Tissue-dependent seasonal variation and predictive models of strawberry firmness // Scientia Horticulturae. 2023. Vol. 307. 111535. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111535>

References

1. Aitzhanova, S.D., Andronova, N.V., & Nikulin, A.F. (2013). Assessment of the initial forms of garden strawberries by biochemical and marketability indicators of berries. *Vestnik of the Bryansk state agricultural academy*, 1, 18-21. EDN: [TGZMVB](#) (In Russian, English abstract).
2. Andrianova, N.G. Sirotnina, T.O., Bimurzina, G.S., & Likhacheva, T.V. (2016). Berry quality of strawberry varieties in Zhezkazgan botanical garden. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 47, 25-30. EDN: [XCRJTJ](#) (In Russian, English abstract).
3. Andronova, N.V. (2018). Biochemical evaluation of cultivars and selections of garden strawberry on the content in fruits of soluble dry substances and sugars in the conditions of the South-West part of Non-black soil zone. In *Konyaev readings: proc. sci. conf.* (pp. 158-161), Yekaterinburg: Ural State Agrarian University. EDN: [YRMAVN](#) (In Russian).
4. Antipenko, M.I. (2010). *Initial forms of strawberries for breeding for high productivity in the Middle Volga region (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. Moscow. EDN: [QHHRUR](#) (In Russian).
5. Belykh, A.M., Nakonechnaya, O.A., Kuzmina, A.A., & Kaisidi, V.V. (2016). *Ways to increase the efficiency of horticulture production in specialized organizations of the Novosibirsk region*. Novosibirsk. EDN: [YFXNBN](#) (In Russian).
6. Blinova, E.E. & Ogoltsova, T.P. (1999). Dispersion analysis. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 545-570). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAQIT](#) (In Russian).
7. Zhanova, Y.V. (2011). Variability of the chemical composition of strawberry fruits in the conditions of the CCR. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 28, 201-207. EDN: [NYNFEF](#) (In Russian).
8. Zhanova, Y.V., & Lukyanchuk, I.V. (2015). The marketability-&-consumer and technological features of berries of perspective varieties of strawberry. *Austrian journal of technical and natural sciences*, 1-2, 84-86. EDN: [VQDZBD](#) (In Russian, English abstract).
9. Zhanova, Ye.V., Lukyanchuk, I.V., & Pak, N.A. (2016). Evaluation of strawberry selected forms for soluble solids content in fruit. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 45, 72-76.

- EDN: [TXSNJJ](#) (In Russian).
10. Zolotareva, A.M., Belykh, A.M., T.F. Chirkina, T.F., & Kuzmina, A.A. (2004). *Fruit raw material of the Siberian garden and its nutritional value*. Novosibirsk. EDN: [DWEEUS](#) (In Russian).
 11. Zubkova, M.I., Makarkina, M.A., & Knyazev, S.D. (2020). Strawberry assessment for biochemical and organoleptic features of berries in the Orel region. *Bulletin of agrarian science*, 4, 9-15. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.4.9>. EDN: [VKZIQI](#) (In Russian, English abstract).
 12. Zubov, A.A. (2004). *Theoretical foundations of strawberry breeding*. Michurinsk: VNIIGiSPR I.V. Michurin. EDN: [QKVXSB](#) (In Russian).
 13. Kuzmina, A.A., & Kuzmin, A.A.V. (2020). Evaluation of uniformity of strawberry fruit ripening using a refractometer. In *Plant gene pool and breeding: proc. sci. conf.* (pp. 57-60). Novosibirsk. <https://doi.org/10.18699/GPB2020-91>. EDN: [WKZEXI](#) (In Russian, English abstract).
 14. Martynova, A.A. (2011) *Ecological and biological features of Fragaria × ananassa Duch. in the conditions of the North (on the example of the Murmansk region)*. (Biol. Sci. Cand. Thesis). Petrozavodsk. EDN: [ZODYXP](#) (In Russian).
 15. Prichko, T.G., Droficheva, N.V., Smelik, T.L., & Karpushina, M.V. (2021). Nutrients of fresh strawberries and products of its processing taking into account varietal characteristics. *Problems of nutrition*, 90(2), 117-127. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-2-117-127> EDN: [KUDGYM](#) (In Russian, English abstract).
 16. Prichko, T.G., Yakovenko, V.V., & Germanova, M.G. (2011). Varietal differences in the chemical composition of strawberries of the Krasnodar region. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 27, 209-219. EDN: [NXNUDR](#) (In Russian).
 17. Anonymous (2022). *Varietal zoning of agricultural crops in the Novosibirsk region for 2022*. Novosibirsk. (In Russian).
 18. Stolnikova, N.P. (2014). *Strawberry culture in Western Siberia*. Barnaul: IP Kolmogorova I.A. (In Russian).
 19. Cao, F., Guan, C., Dai, H., Li, X., & Zhang, Z. (2015). Soluble solids content is positively correlated with phosphorus content in ripening strawberry fruits. *Scientia Horticulturae*, 195, 183-187. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.018>
 20. Capocasa, F., Scalzo, J., Mezzetti, B., & Battino, M. (2008). Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. *Food Chemistry*, 111(4), 872-878. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.068>
 21. Di Vittori, L., Mazzoni, L., & Battino, M. (2018). Pre-harvest factors influencing the quality of berries. *Scientia Horticulturae*, 233, 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.058>
 22. Ikegaya, A., Toyozumi, T., Ohba, S., Teruko, N., Tomoaki, K., Seiko, I., & Eiko, A. (2019). Effects of distribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries. *Food Science & Nutrition*, 7, 2419-2426. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1109>
 23. Jouquand, C., Chandler, C., Plotto, A., & Goodner, K. (2008). A Sensory and Chemical Analysis of Fresh Strawberries Over Harvest Dates and Seasons Reveals Factors That Affect Eating Quality. *American Society for Horticultural Science*, 133(6). 859-867. <https://doi.org/10.21273/JASHS.133.6.859>
 24. Krüger, E., Josuttis, M., Nestby, R., Toldam-Andersen, T.B., Carlen, C., & Mezzetti, B. (2012). Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. *J. Berry Res*, 2, 143-157. <https://doi.org/10.3233/JBR-2012-036>
 25. Mazzoni, L., Di Vittori, L., Balducci, F., Forbes-Hernandez, T.Y., Giampieri, F., Battino, M., Mezzetti, B., & Capocasa, F. (2020). Sensorial and nutritional quality of inter and intra-Specific strawberry genotypes selected in resilient conditions. *Scientia Horticulturae*, 261, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108945>

26. Pereira da Silva, F. I. (2017). *Strawberry taste assessment during shelf life. (Report / Wageningen Food & Biobased Research; No. 1776). Wageningen Food & Biobased Research. <https://doi.org/10.18174/503222>*
27. Xie, D., Liu, D., & Guo, W. (2021). Relationship of the optical properties with soluble solids content and moisture content of strawberry during ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 179(3), 111569. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111569>
28. Zushi, K., Yamamoto, M., Matsuura, M., Tsutsuki, K., Yonehana, A., Imamura, R., Takahashi, H., & Kirimura, M. (2023) Tissue-dependent seasonal variation and predictive models of strawberry firmness. *Scientia Horticulturae*, 307, 111535. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111535>

Автор:

Арина Ариановна Кузьмина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории генофонда растений Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», kuzmina@bionet.nsc.ru

Author details:

Arina Kuzmina, PhD in Agriculture, Associate Professor, leading researcher in plant gene pool laboratory of Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, kuzmina@bionet.nsc.ru