

## Исследование антиоксидантных показателей плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области

В. М. Тиунов<sup>1</sup>✉, О. В. Чугунова<sup>1</sup>, А. В. Вяткин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: vladislav.tiunoff@yandex.ru

**Аннотация.** Плодово-ягодное сырье является ценным источником полезных веществ и антиоксидантов в рационе питания населения Свердловской области [2]. **Цель** исследования – определение общей антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья – сливы уссурийской и терновой, произрастающих на территории Свердловской области. Применялись общепринятые стандартные физико-химические **методы исследования**. Материалом для исследования являлись плоды сливы уссурийской сортов Пионерка, Достоянная, Уральские зори, Шелест, Горлица, а также сливы терновой сортов Серго, Тагил, Исеть, Ермак, произрастающих в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. **Результаты.** Установлено, что произрастающее плодово-ягодное сырье в Свердловской селекционной станции садоводства может являться важным источником антиоксидантных показателей. Наибольшие значения показали сорта сливы терновой: Исеть – 52,404 ммол/л × экв, Ермак – 45,416 ммол/л × экв, Серго – 32,748 ммол/л × экв, Тагил – 26,359 ммол/л × экв. Сорта сливы уссурийской обладают более низкими антиоксидантными показателями. Так, у сорта Достоянная позднего срока созревания антиоксидантная активность составляет 23,993 ммол/л × экв, у сорта Пионерка – 21,644 ммол/л × экв. У сортов среднего срока созревания Горлица и Шелест антиоксидантная активность составляет 18,776 ммол/л × экв, и 17,842 ммол/л × экв. Наименьший показатель – у сорта раннего созревания Уральские зори – 4,713 ммол/л × экв. Кроме того, у всех представленных сортов сливы уссурийской и терновой были исследованы физико-химические показатели, такие как кислотность, массовая доля редуцирующих и общих сахаров, определены органолептические показатели плодов, представлены результаты сахарокислотного индекса. **Научная новизна.** Полученные новые данные указывают на то, что использование плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в г. Екатеринбурге, в дальнейшем можно использовать в качестве перспективного источника функциональных веществ и антиоксидантов для разработки рецептур, а также для более корректного расчета пищевой ценности рационов с целью повышения антиоксидантной активности.

**Ключевые слова:** плодово-ягодное сырье, питание, антиоксидантная активность, пищевые системы, переработка и хранение.

**Для цитирования:** Тиунов В. М., Чугунова О. В., Вяткин А. В. Исследование антиоксидантных показателей плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 49–59. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-49-59.

**Дата поступления статьи:** 26.01.2022, **дата рецензирования:** 28.02.2022, **дата принятия:** 16.03.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Качественное сбалансированное питание немаловажно для организации здорового образа жизни человека, в связи с чем одной из приоритетных задач в связи с распоряжением Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 3684-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021–2030 гг.)» является вопрос актуализации норм физиологиче-

ских потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, а также разработка технологий профилактики и лечения алиментарно-зависимых заболеваний человека с введением в рацион нового специализированного сырья и пищевых продуктов.

Ухудшение экологической ситуации привело к увеличению риска развития окислительного стресса у людей, в результате чего происходит резкое

усиление окислительных процессов в организме человека при недостаточном функционировании антиоксидантной системы. Как правило, сигналом для запуска данной реакции служит изменение внутриклеточной среды, которая в свое время приводит к смещению равновесия концентраций про-оксидантных и антиоксидантных компонентов с последующей активацией процессов окисления. В результате окислительный стресс вызывает накопление в организме свободных радикалов, которые приводят к усугублению заболеваний сердечно-сосудистой системы, нервной системы, легких, крови и ускоряет старение организма.

Основным источником антиоксидантов служат продукты питания растительного происхождения: овощи, фрукты, ягоды, соки, чай и т. д. [6, с. 45].

Именно поэтому возможность использования плодово-ягодного сырья, произрастающего на территории Свердловской области, в качестве перспективного источника функциональных и биологически активных веществ, а также антиоксидантов является важной и актуальной задачей.

Цель исследования – определение общей антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья

сливы уссурийской и терновой, произрастающих на территории Свердловской области.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

1) изучить возможность использования плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в г. Екатеринбурге, с целью дальнейшего использования в качестве перспективного источника функциональных и биологически активных веществ, а также антиоксидантов;

2) исследовать плодово-ягодное сырье с помощью общепринятых стандартных физико-химических методов исследования;

3) получить новые данные об общей антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья.

Объектами исследования являлись плоды сливы уссурийской, представленной следующими сортами: Пионерка, Достойная, Уральские зори, Шелест, Горлица, а также сливы терновой Серго, Тагил, Исеть, Ермак, произрастающих в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в г. Екатеринбурге.

Таблица 1

**Характеристика плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области**

Сорт	Урожайность, кг с дерева	Масса плода, г	Органолептические показатели плода	Оценка, балл
<b>Слива уссурийская</b>				
Уральские зори	Низкая, 10–12	25–30	Широко-круглые, темно-красные, с густым восковым налетом. Мякоть желтая, нежная, сочная, очень хорошего кисло-сладкого вкуса	4,5
Горлица	Средняя, 25–50	20–25	Округлые, темно-бордовые, восковой налет средний. Мякоть желтая, средней плотности, сочная, сладкая	4,8
Пионерка	Средняя, 15–30	15–20	Овальные, темно-красные, с сильным восковым налетом. Мякоть золотисто-желтая, нежная, сочная, пресновато-сладкого вкуса	4,5
Шелест	Средняя, 20–40	25	Овальные, бордовые, восковой налет средний. Мякоть желтая, среднетплотная, средней сочности, сладкого вкуса	4,8
Достойная	Средняя, 25–40	25–30	Овальные, бордовые, восковой налет средний. Мякоть желтая, нежная, сочная, сладкого вкуса	4,8
<b>Слива терновая</b>				
Серго	Средняя, 20–30	9–11	Округло-овальные, темно-синие, с сильным восковым налетом. Мякоть зеленая, средней плотности, сочная, вкус хороший кисло-сладкий, без терпкости	4,4
Тагил	Высокая, 30–60	9–11	Округло-овальной формы, темно-синие, с сильным восковым налетом. Мякоть зеленая, средней плотности, сочная, вкус хороший кисло-сладкий, без терпкости	4,2
Исеть	Высокая, 20–40	9–11	Округло-овальной формы, темно-синие, с сильным восковым налетом. Мякоть зеленая, средней плотности, сочная, вкус хороший кисло-сладкий, без терпкости	4,0
Ермак	Высокая, 25–50	9–11	Округло-овальные, темно-синие, с сильным восковым налетом. Мякоть зеленая, средней плотности, сочная, вкус хороший кисло-сладкий, без терпкости	4,2

Characteristics of fruit and berry raw materials growing in the Sverdlovsk region

Variety	Yield, kg/tree	Fetal weight, g	Organoleptic parameters of the fetus	Rating, point
<b>Ussury plum</b>				
<i>Ural'skie zori</i>	<i>Low, 10–12</i>	<i>25–30</i>	<i>Wide-rounded, dark red, with a thick waxy coating. Flesh is yellow, tender, juicy, very good sweet and sour taste</i>	<i>4.5</i>
<i>Gorlitsa</i>	<i>Medium, 25–50</i>	<i>20–25</i>	<i>Rounded, maroon, medium wax coating. Flesh is yellow, medium density, juicy, sweet</i>	<i>4.8</i>
<i>Pionerka</i>	<i>Medium, 15–30,</i>	<i>15–20</i>	<i>Oval, dark red, with a strong waxy coating. Flesh is golden yellow, tender, juicy, fresh-sweet taste</i>	<i>4.5</i>
<i>Shelest</i>	<i>Medium, 20–40,</i>	<i>25</i>	<i>Oval, burgundy, medium wax coating. Flesh is yellow, medium-dense, medium juiciness, sweet taste</i>	<i>4.8</i>
<i>Dostoy'naya</i>	<i>Medium, 25–40</i>	<i>25–30</i>	<i>Oval, burgundy, medium wax coating. Flesh is yellow, tender, juicy, sweet taste</i>	<i>4.8</i>
<b>Thorn plum</b>				
<i>Sergo</i>	<i>Medium, 20–30</i>	<i>9–11</i>	<i>Round-oval, dark blue, with a strong waxy coating. Flesh is green, medium density, juicy, good taste sweet and sour without astringency</i>	<i>4.4</i>
<i>Tagil</i>	<i>High, 30–60</i>	<i>9–11</i>	<i>Round-oval shape, dark blue, with a strong waxy coating. Flesh is green, medium density, juicy, good taste sweet and sour without astringency</i>	<i>4.2</i>
<i>Iset'</i>	<i>High, 20–40</i>	<i>9–11</i>	<i>Round-oval shape, dark blue, with a strong waxy coating. Flesh is green, medium density, juicy, good taste sweet and sour without astringency</i>	<i>4.0</i>
<i>Ermak</i>	<i>High, 25–50</i>	<i>9–11</i>	<i>Round-oval, dark blue, with a strong waxy coating. Flesh is green, medium density, juicy, good taste sweet and sour without astringency</i>	<i>4.2</i>

Благодаря увеличению в Свердловской области гибридного фонда плодовых и ягодных культур были выявлены и выделены отборные, элитные сеянцы. В гибридизацию включены образцы видов, имеющих длительный период глубокого покоя и характеризующихся в наших условиях относительной устойчивостью к выпреванию.

Представленная слива уссурийская является самым северным видом сливы, который в основном распространен на юге Дальнего Востока и в Маньчжурии (Китай).

Основное достоинство уссурийской сливы – это высокая морозостойкость. Даже после очень низких температур (до – 40 °С) некоторые генотипы отлично плодоносят, при этом побеги практически не подмерзают даже в самые суровые зимы.

Именно поэтому слива уссурийская широко применяется для скрещивания с другими видами с целью повышения их морозостойкости.

Урожай взрослого дерева составляет в среднем около 20–30 кг. Плоды созревают в начале сентября. Масса плода варьируется от 15 до 30 г, собирают их, как правило, слегка недозрелыми, как только они начнут окрашиваться и издавать легкий аромат. В теплом помещении они дозреют за 3–5 дней.

Плоды круглые, гладкие, с восковым налетом, диаметром более 2 см. Косточка мелкая. Цвет бывает, как желтый, так и с красными оттенками.

Тернослива является плодовым кустарником или деревом из рода слива (*Prunus*) семейства розовых (*Rosaceae*). В настоящее время считается подвидом сливы домашней (*Prunus domestica*). Распространена на всей территории Европы. Произрастает как в диком виде, так и в культурном. Выращивается в качестве плодового дерева в Европе, Западной Азии, Индии, Северной Африке и Северной Америке.

Урожай составляет от 20 до 60 кг в зависимости от сорта. Масса плода варьируется от 9 до 11 г. Срок потребления: середина сентября – первая половина октября. С поздним съемом вкус плодов улучшается.

Плоды овальные, диаметр до 4 см. На раннем этапе созревания плоды зеленого цвета, при созревании становятся фиолетово-черными с выраженным восковым налетом.

Характеристика плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области, представлена в таблице 1.

Отобранные сорта сливы обладают рядом положительных свойств, начиная с высоких вкусовых качеств и заканчивая устойчивостью к болезням и вредителям, зимостойкостью, обладают высокими физико-химическими и биологически активными веществами.

На рис. 1 приведены изображения плодов сливы уссурийской и терновой, произрастающих в Свердловской области.



Слива уссурийская:  
1 – Горлица, 2 – Достойная, 3 – Пионерка, 4 – Уральские зори; 5 – Шелест  
Ussury plum:  
1 – Gorlitsa; 2 – Dostoy'naya; 3 – Pionerka; 4 – Ural'skie zori; 5 – Shelest



Слива терновая:  
1 – Ермак; 2 – Исеть; 3 – Серго; 4 – Тагил  
Thorn plum:  
1 – Ermak; 2 – Iset'; 3 – Sergo; 4 – Tagil

Рис. 1. Изображения плодов сливы уссурийской и терновой, произрастающих в Свердловской области:  
Fig. 1. Images of the fruits of the Ussury plum and thorn, growing in the Sverdlovsk region

### Методология и методы исследования (Methods)

Применялись общепринятые стандартные физико-химические методы исследования.

Массовую долю редуцирующих сахаров определяли по ГОСТ 8756.13-87.

Определение массовой доли сахаров цианидным (титриметрическим) методом, который основан на способности редуцирующих сахаров восстанавливать в щелочном растворе гексацианоферрат (III) калия в гексацианоферрат (II) калия. Массовую долю редуцирующих сахаров до инверсии сахарозы или гидролиза крахмала  $X$  вычисляли по формуле (%)

$$X = \frac{1,6 \cdot (n - m) \cdot Y_1 \cdot 100}{Y_2 \cdot A},$$

где  $n$  – количество стандартного раствора глюкозы, пошедшее на титрование 25 см<sup>3</sup> щелочного раствора гексацианоферрата калия при холостом опыте, см<sup>3</sup>;

$m$  – количество стандартного раствора глюкозы, пошедшее на дотитрование, см<sup>3</sup>;

1,6 – количество глюкозы в 1 см<sup>3</sup> стандартного раствора глюкозы, мг;

$Y_1$  – объем мерной колбы, использованной для приготовления водной вытяжки, см<sup>3</sup>;

$Y_2$  – объем водной вытяжки, взятой для анализа, см<sup>3</sup>;

$A$  – масса навески объекта исследования, мг.

Для того чтобы получить массовую долю сахара (%), найденное значение массовой доли редуцирующих сахаров необходимо умножить на 0,95 – коэффициент перерасчета инвертного сахара в сахарозу.

Титр  $n$  определяли по формуле

$$n = 10 + Y,$$

где  $Y$  – массовая доля общего сахара в сахарозе, см<sup>3</sup>.

Кислотность определяли по ГОСТ 6687.4-86.

Определение общей (титруемой) кислотности осуществляли методом титрования. Кислотность  $X$  рассчитывали по формуле (град.):

$$X = \frac{V \cdot R \cdot V_1 \cdot 100}{m \cdot V_2 \cdot 10},$$

где  $V$  – количество 0,1 Н раствора щелочи, израсходованное на титрование, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправочный коэффициент к 0,1 Н раствору щелочи;

$V_1$  – объем колбы, в которую перенесена навеска, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески, г;

$V_2$  – количество фильтрата, взятое на титрование, см<sup>3</sup>;

10 – коэффициент перевода 0,1 Н раствора щелочи в 1 Н.

Антиоксидантную активность измеряли методом инверсионной потенциометрии с помощью потенциометрического анализатора МПА-1 (НПВП «Ива», Россия). Рабочим электродом служил платиновый планарный электрод (НПВП «Ива», Россия), электрод сравнения – стандартный хлорсеребряный [5, с. 731]. Ниже приведена схема измерения общей антиоксидантной активности исследуемого плодово-ягодного сырья.



где  $\alpha = 10^{[(E_1 - E_2)/b]} \cdot C_{red}/C_{ox}$ ;

$$b = 2,3RT \ln F;$$

$E_1, E_2$  – потенциалы, устанавливающиеся в системе до и после введения анализируемого источника антиоксидантов, мВ;

$C_{ox}$  – концентрация окисленной формы медиатора, моль/л;

$C_{red}$  – концентрация восстановленной формы медиатора, моль/л;

$X$  – общая антиоксидантная активность, ммоль·экв/л.

### Результаты (Results)

Авторами установлено, что плодово-ягодное сырье, произрастающее на территории Свердловской области, является источником витаминов, антиоксидантов, макро- и микроэлементов, а также других полезных веществ. Биологические активные вещества, находящиеся в плодово-ягодном сырье, являются необходимым сырьем, которое осуществляет ряд функций – от метаболических процессов в человеческом организме до синтеза и построения клеток.

Ниже приведены результаты органолептической оценки сортов сливы, произрастающих в Свердловской области в соответствии с ГОСТ 29187 – 91 (рис. 2).

Установлено, что сорта сливы уссурийской обладают лучшими органолептическими показателями по сравнению с сортами сливы терновой. Наибольший балл среди уссурийской сливы получили сорта Горлица и Достойная – по 4,8. Также еще можно отметить сорт Шелест – 4,7 балла, у остальных сортов уссурийской сливы – Пионерка и Уральские зори – количество баллов составляет 4,5. Из терновой сливы можно выделить сорт Серго – 4,4 балла, у остальных сортов диапазон баллов варьируется от 4,0 до 4,2.

Ниже представлены таблицы, в которых приведены результаты физико-химических показателей, исследуемых образцов сливы уссурийской и терновой (таблицы 2, 3).

Из данных, представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что наиболее высокой кислотностью обладают сорта Горлица – 32,5 град., Пионерка – 30,0 град. и Достойная – 30,0 град., наименьшей кислотностью – сорта Уральские зори (27,5 град.) и Шелест (20,0 град.). Содержание общих сахаров у всех сортов в основном варьируется в диапазоне 8–13 %, наименьшим из которых обладает сорт Уральские зори (2,7 %).

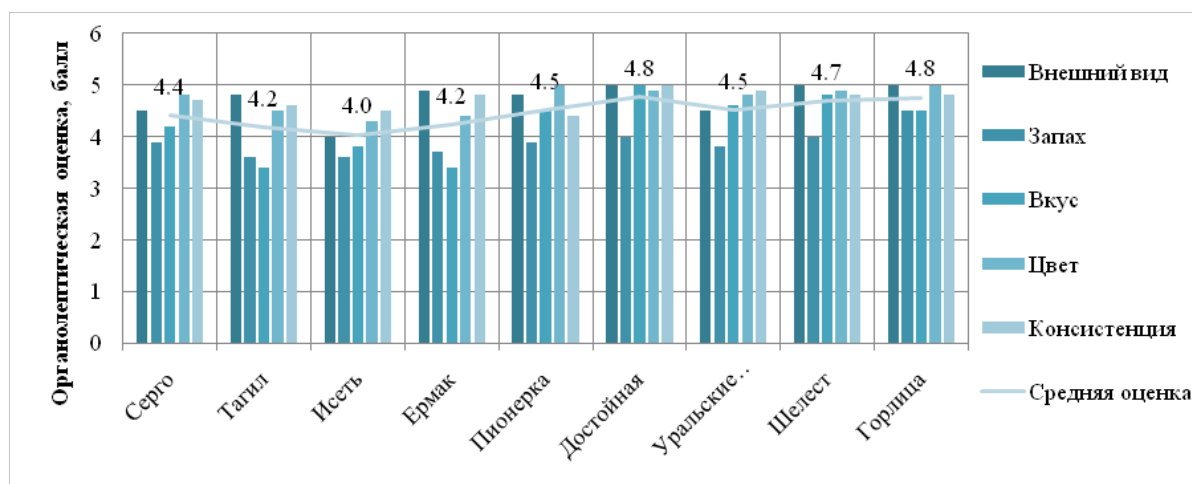


Рис. 2. Результаты органолептической оценки сортов сливы, произрастающих в Свердловской области, в соответствии с ГОСТ 29187-91

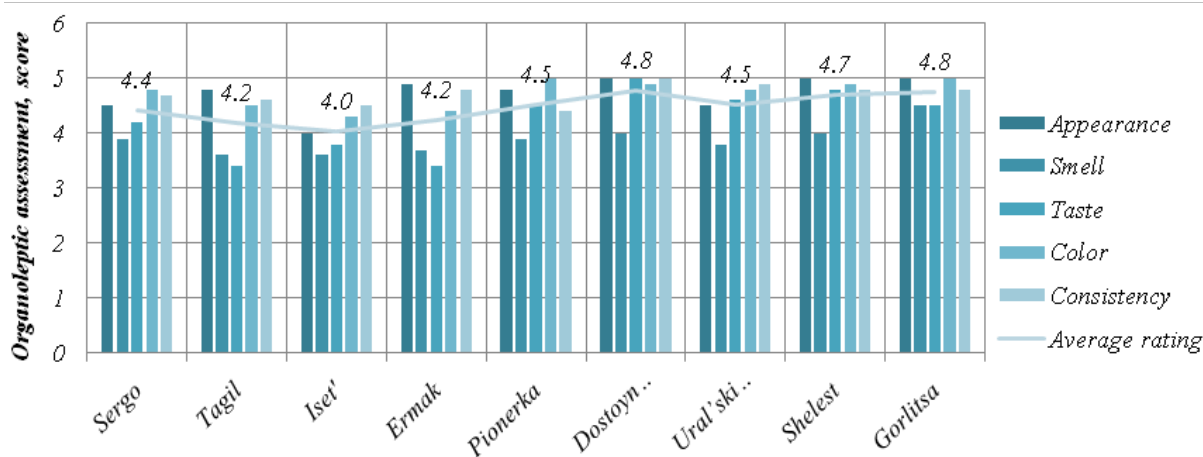


Fig. 2. Results of organoleptic evaluation of plum berries growing in the Sverdlovsk region in accordance with GOST 29187 – 91

Таблица 2  
Физико-химические показатели образцов сливы уссурийской (n = 3)

Наименование образцов	Показатель		
	Кислотность, °Т	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля редуцирующих сахаров, %
Пионерка	30,0 ± 0,3	10,3 ± 1,5	3,2 ± 1,5
Дстойная	30,0 ± 0,3	9,7 ± 1,5	2,8 ± 1,0
Уральские зори	27,5 ± 0,2	2,7 ± 1,0	1,2 ± 1,0
Шелест	20,0 ± 0,2	10,9 ± 2,5	9,9 ± 2,5
Горлица	32,5 ± 0,4	9,6 ± 1,0	1,6 ± 0,8

Table 2  
Physical and chemical parameters of Ussury plum samples (n = 3)

Name of samples	Indicator		
	Acidity, °T	Mass fraction of total sugars, %	Mass fraction of reducing sugars, %
Pioneerka	30.0 ± 0.3	10.3 ± 1.5	3.2 ± 1.5
Dostoynaya	30.0 ± 0.3	9.7 ± 1.5	2.8 ± 1.0
Ural'skie zori	27.5 ± 0.2	2.7 ± 1.0	1.2 ± 1.0
Shelest	20.0 ± 0.2	10.9 ± 2.5	9.9 ± 2.5
Gorlitsa	32.5 ± 0.4	9.6 ± 1.0	1.6 ± 0.8

Физико-химические показатели образцов сливы терновой ( $n = 3$ )

Наименование образцов	Показатель		
	Кислотность, °Т	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля редуцирующих сахаров, %
Серго	20,0 ± 0,3	20,3 ± 2,0	18,8 ± 2,0
Тагил	32,5 ± 0,3	18,2 ± 1,5	12,8 ± 1,5
Исеть	22,5 ± 0,4	24,6 ± 2,0	20,1 ± 2,5
Ермак	30,0 ± 0,2	25,6 ± 3,0	24,9 ± 3,0

Table 3

Physical and chemical parameters of thorn plum samples ( $n = 3$ )

Name of samples	Indicator		
	Acidity, °T	Mass fraction of total sugars, %	Mass fraction of reducing sugars, %
Sergo	20.0 ± 0.3	20.3 ± 2.0	18.8 ± 2.0
Tagil	32.5 ± 0.3	18.2 ± 1.5	12.8 ± 1.5
Iset'	22.5 ± 0.4	24.6 ± 2.0	20.1 ± 2.5
Ermak	30.0 ± 0.2	25.6 ± 3.0	24.9 ± 3.0

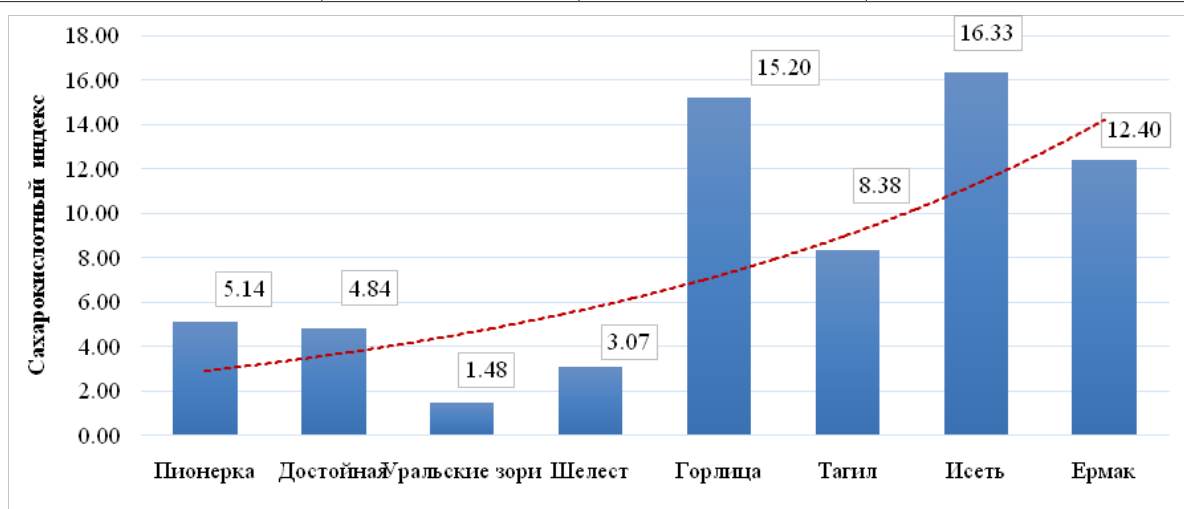


Рис. 3. Результат исследования сахарокислотного индекса сортов сливы уссурийской и терновой, произрастающих в Свердловской области

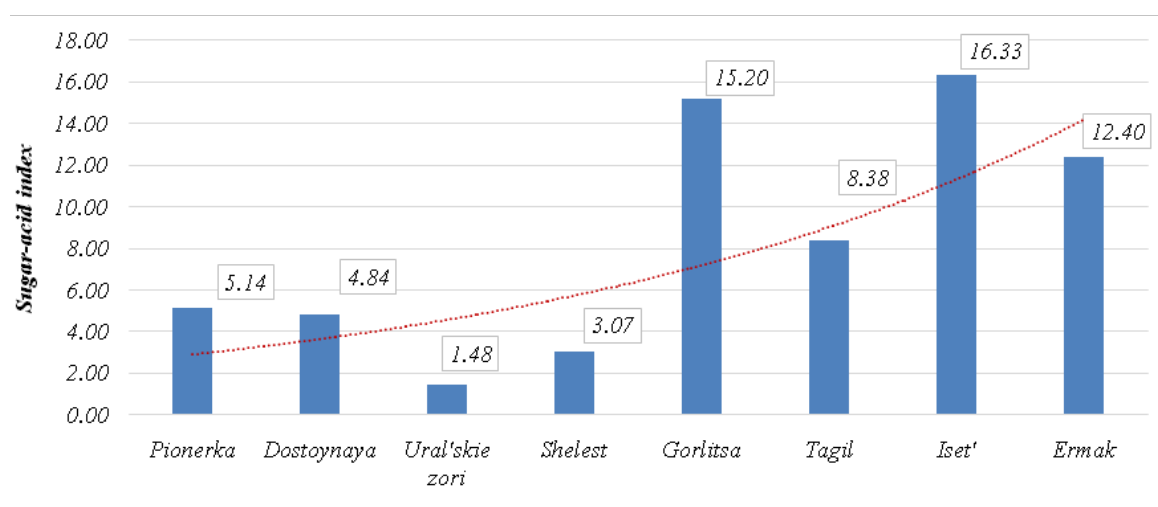


Fig. 3. The result of the study of the sugar-acid index of the plum of the Ussury and thorn varieties growing in the Sverdlovsk region

Физико-химические данные указывают на то, что наиболее высокой кислотностью обладают сорта Тагил (32, 5 град.), Ермак (30,0 град.), у остальных сортов показатель кислотности варьируется в диапазоне 20,0–25,0 град. Наименьшим содержанием общих сахаров обладает сорт Тагил – 18,2 %, у остальных образцов массовая доля общих сахаров варьируется от 20 до 26 %.

Вкусовые качества плодово-ягодного сырья зависят от содержания в них сахаров и кислот, на которые, в свою очередь, сильно влияют гидротермические условия года и региона возделывания. Чем выше сахарокислотный индекс (отношение содержания общего сахара к органическим кислотам), тем слаще плодово-ягодное сырье. Выше представлен результат исследования сахарокислотного индекса (СКИ) сортов сливы уссурийской и терновой, произрастающих в Свердловской области (рис. 3.)

Установлено, что наиболее высокие значения данного показателя (16,33) – у сорта сливы терновой Исеть, которые характеризуют десертный вкус плодово-ягодного сырья. Самый низкий показатель СКИ (5,14) имеет сорт сливы уссурийской Пионерка, однако в то же время он обладает хорошим кисло-сладким вкусом. Полученные результаты указывают на целесообразность дальнейшего ис-

пользования сортов сливы терновой и уссурийской с учетом повышения антиоксидантной активности и органолептических показателей в различных изделиях: напитках, пюре, мучных и кондитерских изделиях.

Ниже представлены рис. 4 и 5 на которых приведены результаты антиоксидантной активности исследуемых образцов сливы уссурийской и терновой.

Из данных, полученных на рис. 4 и 5, можно сделать вывод, что наибольшие значения показали сорта сливы терновой Исеть (52,404 ммол/л × экв) и Ермак (45,416 ммол/л × экв).

Антиоксидантная активность у сортов сливы уссурийской значительно ниже чем, у терновой. Так, лучшими показателями обладают сорта Достойная (23,993 ммол/л × экв) и Пионерка (21,644 ммол/л × экв).

**Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Благодаря увеличению в Свердловской области гибридного фонда плодовых и ягодных культур были выявлены и выделены отборные, элитные сеянцы. Для исследования были отобраны 5 сортов уссурийской сливы и 4 сорта сливы терновой, произрастающих в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.

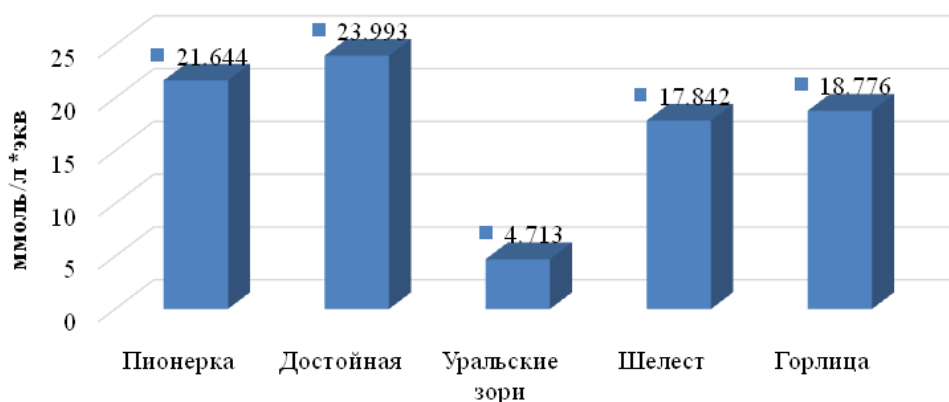


Рис. 4. Результаты исследования антиоксидантной активности сортов сливы уссурийской, произрастающих в Свердловской области, ммол/л × экв

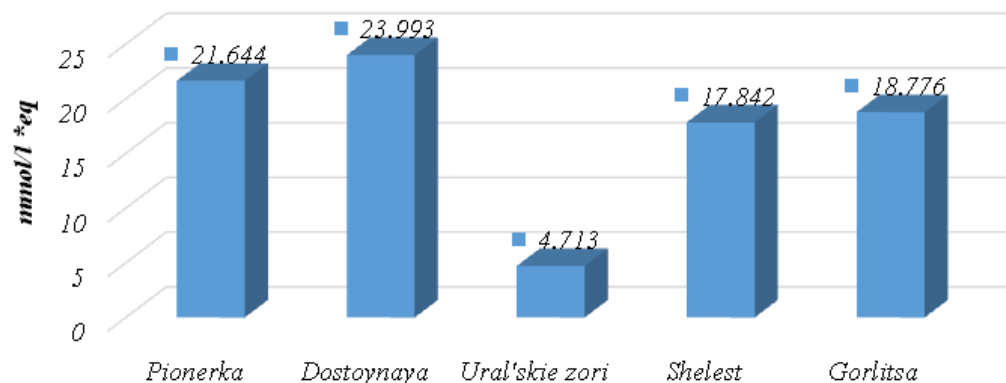


Fig. 4. The results of the study of the antioxidant activity of Ussury plum varieties growing in the Sverdlovsk region, mmol/l × eq



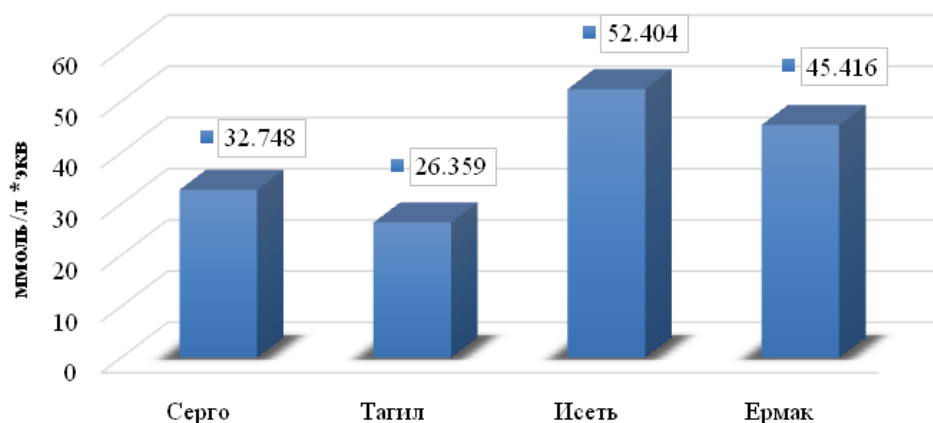


Рис. 5. Результаты исследования антиоксидантной активности сортов сливы терновой, произрастающих в Свердловской области, ммоль/л × экв

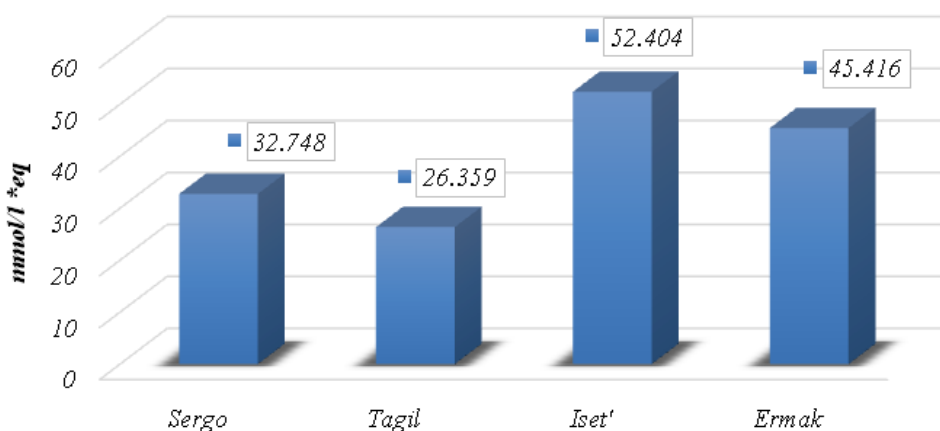


Fig. 5. The results of the study of the antioxidant activity of thorn plum varieties growing in the Sverdlovsk region, mmol/l × eq

В ходе исследования были получены новые данные по общей антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья, кислотности, содержанию редуцирующих и общих сахаров, представлены результаты сахарокислотного индекса.

Установлено, что изученные сорта сливы обладают рядом положительных свойств – от высоких вкусовых качеств до устойчивости к болезням и

вредителям, зимостойкости, а также характеризуются высокими физико-химическими показателями, в то же время достаточно широко используются в пищевой промышленности.

Полученные данные антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья могут быть применены для оценки качества и соблюдения технологии при производстве и хранении продуктов питания [2, с. 63].

#### Библиографический список

1. Тиунов В. М. FoodTech и цифровизация сферы общественного питания в России // Современная наука и инновации. 2020. № 3 (31). С. 20–27.
2. Чугунова О. В., Заворохина Н. В., Вяткин А. В. Исследование антиоксидантной активности и ее изменения при хранении плодово-ягодного сырья Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 59–65.
3. Mirto A., Iannuzzi F., Carillo P., Loredana C. F., Woodrow P., Fuggi A. Metabolic characterization and antioxidant activity in sweet cherry (*Prunus avium* L.) Campania accessions: Metabolic characterization of sweet cherry accessions // Food Chemistry. 2018. 15. No. 240. Pp. 522–527.
4. Dziadek K. Potential of sweet cherry (*Prunus avium* L.) by-products: bioactive compounds and antioxidant activity of leaves and petioles // European Food Research and Technology. 2019. No. 245. Pp. 763–772.
5. Lee K.-W. Comparison of Components and Antioxidant Activity of Cherry, Aronia, and Maquiberry // The Korean Journal of Food And Nutrition. 2018. Vol. 31. No. 5. Pp. 729–736
6. Феофилактова О. В., Стоянова О. Н., Мотовилов К. Я. Использование растительного сырья Уральского региона в производстве продукции предприятий общественного питания // Индустрия питания. 2019. Т. 4. № 4. С. 44–52.

7. Акимов М. Ю., Бессонов В. В. [и др.] Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. Т. 89 (4). С. 220–232.
8. Яшин А. Я., Веденин А. Н., Яшин Я. И., Немзер Б. В. Ягоды: химический состав, антиоксидантная активность // Аналитика. 2019. Т. 9 (3). С. 222–230.
9. Рожнов Е. Д. Антиоксидантный потенциал плодов облепихи крушиновидной и продуктов ее переработки // Индустрия питания. 2021. Т. 6. № 1. С. 23–30.
10. Ersoy N., Kupe M., Muttalip G., Gulce I., Sezai E. Phytochemical and Antioxidant Diversity in Fruits of Currant (*Ribes* spp.) // Notulae Botanicae Horti Cluj-Napoca Agrobotanic. 2018. Vol. 46. No. 2. Pp. 381–387.
11. Diaconea Z et al. Phytochemical Characterization of Commercial Processed Blueberry, Blackberry, Blackcurrant, Cranberry, and Raspberry and Their Antioxidant Activity. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8. No. 11. Pp. 540–555.
12. Srednicka-Tober D. The Profile and Content of Polyphenols and Carotenoids in Local and Commercial Sweet Cherry Fruits (*Prunus avium* L.) and Their Antioxidant Activity In Vitro // *Antioxidants*. 2019. Vol. 8. No. 11. Pp. 534–548.
13. Kruszewski B., Zawada K., Karpiński P. Characteristics, Bioactive Compounds Content, and Antioxidant Capacity of Blackcurrant Juice // *Molecules*. 2021. Vol. 26. No. 6. Pp. 1802–1818.
14. Orsavová J. et al. Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) fruits // *Food Chemistry*. 2019. Vol. 284. Pp. 323–333.
15. Laczko-Zöld E. et al. Extractability of polyphenols from black currant, red currant and gooseberry and their antioxidant activity // *Acta Biologica Hungarica*. 2018. Vol. 69. Pp. 156–169.

#### Об авторах:

Владислав Михайлович Тиунов<sup>1</sup>, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии питания, ORCID 0000-0002-7741-3503, AuthorID 806649; +7 (343) 283-13-28, [vladislav.tiunoff@yandex.ru](mailto:vladislav.tiunoff@yandex.ru)

Ольга Викторовна Чугунова<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор кафедры технологии питания, ORCID 0000-0002-7039-4047, AuthorID 132758; +7 (343) 283-13-28, [chugun.ova@yandex.ru](mailto:chugun.ova@yandex.ru)

Антон Владимирович Вяткин<sup>1</sup>, кандидат технических наук, ассистент кафедры туристического бизнеса и гостеприимства, ORCID 0000-0003-0214-2398, AuthorID 1006386; +7 (343) 283-13-28, [3dognight2009@mail.ru](mailto:3dognight2009@mail.ru)

<sup>1</sup> Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

## Study of antioxidant indicators of fruit and berry raw materials zoned in the Sverdlovsk region

V. M. Tiunov<sup>1</sup>✉, O. V. Chugunova<sup>1</sup>, A. V. Vyatkin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation

✉ E-mail: [vladislav.tiunoff@yandex.ru](mailto:vladislav.tiunoff@yandex.ru)

**Abstract.** Fruit and berry raw materials are a valuable source of nutrients and antioxidants in the diet of the population of the Sverdlovsk region [2]. **The aim** of the study is to determine the total antioxidant activity of the fruit and berry raw materials of the Ussury plum and thorn growing in the territory of the Sverdlovsk region. Generally accepted standard physic and chemical **research methods** were used. The material for the study was the fruits of the Ussury plum, represented by the following varieties: Pionerka, Dostoynaya, Ural'skie zori, Shelest, Gorlitsa, as well as thorn plum Sergo, Tagil, Iset', Ermak growing in the Sverdlovsk Horticulture Breeding Station – a structural subdivision of the Ural Federal Agrarian Research Center – Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in Ekaterinburg. **Results.** It is established that the growing fruit and berry raw materials in the Sverdlovsk horticulture breeding station can be an important source of antioxidant indicators. The largest values were shown by varieties of thorn plum: Iset' – 52,404 mmol/l × eq, Ermak – 45,416 mmol/l × eq, Sergo – 32,748 mmol/l × eq, Tagil – 26,359 mmol/l × eq. Varieties of Ussury plum have lower antioxidant indicators. Thus, the antioxidant activity of the Dostoynaya late ripening variety is 23.993 mmol/l × eq, in the Pionerka variety – 21.644 mmol/l × eq. In the varieties Gorlitsa and Shelest of the average ripening period, the antioxidant activity is 18.776 mmol/l × eq, and 17.842 mmol/l × eq. The lowest index in the early ripening variety Ural'skie zori is 4,713 mmol/l × eq. In addition, physic and chemical parameters such as acidity, mass fraction of reducing and total sugars were studied in all the presented varieties of Ussury and thorn plums, organoleptic indicators of fruits were given, the results of the sugar-acid index were presented. **Scientific novelty.** The new data obtained indicate that the use of fruit and berry raw materials growing in the Sverdlovsk Horticulture Breeding Station – a structural subdivision of the Ural Federal Agrarian Research Center – Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in Ekaterinburg, in the future can be used as a promising source of functional and biologically active substances, antioxidants for the

development of formulations, as well as for a more correct calculation of the nutritional value of diets in order to increase antioxidant activity.

**Keywords:** fruit and berry raw materials, nutrition, antioxidant activity, food systems, processing and storage.

**For citation:** Tiunov V. M., Chugunova O. V., Vyatkin A. V. Issledovanie antioksidantnykh pokazateley plodovo-yagodnogo syr'ya proizrastaychih v sverdlovskoy oblasti [Research of antioxidant indicators of fruit and berry raw materials growing in the Sverdlovsk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 49–59. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-49-59. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 26.01.2022, **date of review:** 28.02.2022, **date of acceptance:** 16.03.2022.

### References

1. Tiunov V. M. FoodTech i tsifrovizatsiya sfery obshchestvennogo pitaniya v Rossii [FoodTech and digitalization of public catering in Russia] // *Sovremennaya nauka i innovatsii*. 2020. No. 3 (31). Pp. 20–27. (In Russian.)
2. Chugunova O. V., Zavorokhina N. V., Vyatkin A. V. Issledovanie antioksidantnoy aktivnosti i ee izmeneniya pri khraneni plodovo-yagodnogo syr'ya Sverdlovskoy oblasti [Research of antioxidant activity and its changes during storage of fruit and berry raw materials of the Sverdlovsk region] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019. No. 11 (190). Pp. 59–65. (In Russian.)
3. Mirto A., Iannuzzi F., Carillo P., Loredana C. F., Woodrow P., Fuggi A. Metabolic characterization and antioxidant activity in sweet cherry (*Prunus avium* L.) Campania accessions: Metabolic characterization of sweet cherry accessions // *Food Chemistry*. 2018. 15.No. 240. Pp. 522–527.
4. Dziadek K. Potential of sweet cherry (*Prunus avium* L.) by-products: bioactive compounds and antioxidant activity of leaves and petioles // *European Food Research and Technology*. 2019. No. 245. Pp. 763–772.
5. Lee K.-W. Comparison of Components and Antioxidant Activity of Cherry, Aronia, and Maquiberry // *The Korean Journal of Food And Nutrition*. 2018. Vol. 31. No. 5. Pp. 729–736.
6. Feofilaktova O. V., Stoyanova O. N., Motovilov K. Ya. Ispol'zovanie rastitel'nogo syr'ya Ural'skogo regiona v proizvodstve produktii predpriyatii obshchestvennogo pitaniya [The use of vegetable raw materials of the Ural region in the production of products of public catering enterprises] // *Food Industry*. 2019. Vol. 4. No. 4. Pp. 44–52. (In Russian.)
7. Akimov M. Yu., Bessonov V. V. et al. Biologicheskaya tsennost' plodov i yagod rossiyskogo proizvodstva [Biological value of Russian-made fruits and berries] // *Problems of nutrition*. 2020. Vol. 89. No. 4. Pp. 220–232. (In Russian.)
8. Yashin A. Ya., Vedenin A. N., Yashin Ya. I., Nemzer B. V. Yagody: khimicheskiy sostav, antioksidantnaya aktivnost' [Berries: chemical composition, antioxidant activity] // *Analytics*. 2019. Vol. 9. No. 3. Pp. 222–230. (In Russian.)
9. Rozhnov E. D. Antioksidantnyy potentsial plodov oblepikhi krushinovidnoy i produktov ee pererabotki [Antioxidant potential of buckthorn buckthorn fruits and products of its processing] // *Food Industry*. 2021. Vol. 6. No. 1. Pp. 23–30. (In Russian.)
10. Ersoy N., Kupe M., Muttalip G., Gulce I., Sezai E. Phytochemical and Antioxidant Diversity in Fruits of Currant (*Ribes* spp.) // *Notulae Botanicae Horti Cluj-Napoca Agrobotanic*. 2018. Vol. 46. No. 2. Pp. 381–387.
11. Diaconeasa Z et al. Phytochemical Characterization of Commercial Processed Blueberry, Blackberry, Blackcurrant, Cranberry, and Raspberry and Their Antioxidant Activity. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8. No. 11. Pp. 540–555.
12. Srednicka-Tober D. The Profile and Content of Polyphenols and Carotenoids in Local and Commercial Sweet Cherry Fruits (*Prunus avium* L.) and Their Antioxidant Activity In Vitro // *Antioxidants*. 2019. Vol. 8. No. 11. Pp. 534–548.
13. Kruszewski B., Zawada K., Karpiński P. Characteristics, Bioactive Compounds Content, and Antioxidant Capacity of Blackcurrant Juice // *Molecules*. 2021. Vol. 26. No. 6. Pp. 1802–1818.
14. Orsavová J. et al. Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) fruits // *Food Chemistry*. 2019. Vol. 284. Pp. 323–333.
15. Laczkó-Zöld E. et al. Extractability of polyphenols from black currant, red currant and gooseberry and their antioxidant activity // *Acta Biologica Hungarica*. 2018. Vol. 69. Pp. 156–169.

### Authors' information:

Vladislav M. Tiunov<sup>1</sup>, candidate of technical sciences, senior lecturer of the food technology department, ORCID 0000-0002-7741-3503, AuthorID 806649; +7 (343) 283-13-28, [vladislav.tiunoff@yandex.ru](mailto:vladislav.tiunoff@yandex.ru)

Olga V. Chugunova<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor, head of the food technology department, ORCID 0000-0002-7039-4047, AuthorID 132758; +7 (343) 283-13-28, [chugun.ova@yandex.ru](mailto:chugun.ova@yandex.ru)

Anton V. Vyatkin<sup>1</sup>, candidate of technical sciences, assistant of the tourism business and hospitality department, ORCID 0000-0003-0214-2398, AuthorID 1006386; +7 (343) 283-13-28, [3dognight2009@mail.ru](mailto:3dognight2009@mail.ru)

<sup>1</sup> Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia