

3  
НОМЕР



ISSN 2304-9081

Электронный журнал  
On-line версия журнала на сайте  
<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН



2016

**УЧРЕДИТЕЛИ**

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН  
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРО РАН

© Коллектив авторов, 2016

УДК 634:724: 581.19

*Е.А. Иванова, Ф.К. Джуряева, Е.П. Стародубцева*

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФОРМЫ *RIBES AUREUM* PURSH В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА**

Оренбургская опытная станция садоводства и виноградарства ВСТИСП, Оренбург, Россия

*Цель.* Выявить адаптированные к условиям Южного Урала, наиболее перспективные местные формы *Ribes aureum* Pursh по хозяйственно-биологическим свойствам.

*Материалы и методы.* Объекты исследований – местные формы золотистой смородины. Агротехника опытного участка общепринятая для Оренбургской области. Исследования проводились в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, ВНИИСПК, 1999), «Практикумом по биохимии растений» (Плешков Б.П. 1976).

*Результаты.* В статье представлены результаты многолетних исследований хозяйственно биологических особенностей местных форм золотистой смородины. Источниками ценных признаков для использования в селекции на устойчивость к неблагоприятным факторам среды и содержание биологически активных веществ рекомендуются формы золотистой смородины: 1-3, 1-1, 1-6, 2-1, 2-2.

*Заключение.* Исследования показали, что местные формы смородины золотистой отличаются устойчивостью к температурным стрессам и дефициту влаги, адаптированы к условиям вегетации в Оренбургской области. Создан генофонд смородины золотистой с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

*Ключевые слова:* смородина золотистая, перспективные формы, урожайность, засухоустойчивость, зимостойкость, биохимический состав, Южный Урал

---

---

*E.A. Ivanova, F.K. Juraeva, E. P. Starodubtseva*

## **PROMISING FORM OF *RIBES AUREUM* PURSH IN CONDITIONS OF THE SOUTHERN URALS**

Orenburg experimental station of horticulture and viticulture ARBTIHN, Orenburg, Russia

*Objective.* Identify adapted to the conditions of the southern Urals, the most promising local forms of *Ribes aureum* Pursh on economic and biological properties.

*Materials and methods.* Objects of research are the local forms of Golden currant. Agricultural plots common in Orenburg region. Studies were carried out under "Programs and techniques cultivar investigation of fruit, berry and nut crops (Eagle, VNIISPK, 1999), "Workshop on the biochemistry of plants" (Pleshkov B.P., 1976).

*Results.* The article presents the results of long-term economic studies of the biological characteristics of local forms of Golden currant. Sources of valuable traits for use in breeding for resistance to adverse environmental factors, the content of biologically active substances recommended forms Golden currant: 1-3, 1-1, 1-6, 2-1, 2-2.

*Conclusion.* Studies have shown that the local shape of gold currant are resistant to temperature stress and moisture deficits, adapted to the conditions of vegetation in the Orenburg region. The created gene pool of the Golden currant with complex of economically valuable traits.

*Keywords:* Golden currant, promising forms, yield, drought tolerance, winter hardiness, biochemical composition, the South Ural

## **Введение**

Родиной золотистой смородины (*Ribes aureum* Pursh) являются западные штаты США, где она произрастает повсеместно. В Европу ее завезли в середине XVII века как декоративное растение. В России смородина золотистая известна с 1816 г., впервые она была высажена в Никитском ботаническом саду, затем в Керчи. Начало селекционной работы по данной культуре связано с именем И.В. Мичурина [1]. В настоящее время работа со смородиной золотистой продолжается, создается культурный сортимент.

В последнее время в связи с массовым поражением существующих сортов черной смородины вилтом смородина золотистая привлекает к себе все большее внимание и ее можно встретить в садах и на приусадебных участках. В степной зоне Оренбургского Предуралья смородину золотистую используют для защитного лесоразведения, в озеленении городов и населенных пунктов. Эта культура довольно засухоустойчивая и зимостойкая, ежегодно дает хорошие урожаи, не поражаются болезнями и вредителями. Ягоды разнообразной величины, с мелкими семенами, разнообразны по вкусу и окраске, отличаются ароматом, высокой пищевой ценностью и высоким содержанием биологически активных веществ. При созревании они долго не осыпаются. Ягоды отличаются высокими желирующими свойствами, в них содержатся сахара (8%), органические кислоты (1%), каротин (до 5%), аскорбиновой кислоты (до 85 мг/100г), витамин Р, пектиновые и дубильные вещества. Окраска плодов разнообразна – от черной (ярко-блестящей) до оранжевой (ярко-желтой). Благоприятное сочетание кислоты и сахара сказывается на десертном вкусе ягод.

Улучшение существующего районированного сортимента плодовых культур способствует решению многих проблем развития садоводства Южного Урала [2]. Ценные биологические и хозяйственные признаки смородины золотой, обуславливают актуальность изучения и введения в культуру новых сортов и форм.

Работа начата Е.А. Гнусенковой в 2000-2003 гг. Она дала ресурсную оценку насаждений золотистой смородины на территории степной и лесостепной зон Оренбургской области и выделила в естественных насаждениях селекционно-ценные формы. Отобранные формы были переданы черенками для закрепления на Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства. Здесь они были размножены и высажены в коллекцию (по 10 расте-

ний каждой формы) для дальнейшего их изучения [3, 4].

Целью данной работы является изучение биологических особенностей перспективных местных форм смородины золотистой и выделение наиболее ценных из них для селекции и возделывания в условиях степной зоны Оренбургского Приуралья.

### **Материалы и методы**

Исследования проводили в 2009-2016гг. на опытном участке Оренбургской ОССиВ в условиях богары (без орошения).

Изучение форм по засухоустойчивости, зимостойкости, урожайности, устойчивости к болезням и вредителям проводили согласно «Программе и методике сортоизучения плодово-ягодных и орехоплодных культур» [5].

Изучение биохимического состава плодов осуществляли по общепринятой методике. У лучших форм проводили определение содержания растворимых сухих веществ (РСВ), титруемых кислот, аскорбиновой кислоты [6].

Оренбургская опытная станция садоводства и виноградарства расположена в центральной части Оренбургской области, в степной почвенно-климатической зоне, с присущими для него климатическими особенностями – высокими температурами, низкой влажностью воздуха и почвенной засухой летом, морозной, малоснежной, с оттепелями зимой. К почве данная культура нетребовательна, обладает высокой иммунитетом, кусты почти не поражаются вредоносными насекомыми и болезнями. В суровые зимы растения могут подмерзать, но обладают высокой восстановительной способностью [7]. В целом климат в Оренбургском Приуралье благоприятен для роста и развития смородины золотистой.

Почва участка – чернозем южный карбонатный, слабогумусированный, маломощный среднесуглинистый. Почвообразующими породами служат делювиальные карбонатные средние суглинки, подстилаемые элювием песчаника.

### **Результаты и обсуждение**

В условиях степной зоны Оренбургского Приуралья вегетация смородины золотистой начинается во второй-третьей декадах апреля, цветение – в конце апреля-начале мая, а созревание ягод – с середины июля. Созревание растянутое и продолжается до конца августа. По срокам созревания формы делятся на ранние (форма 2-1), средние (форма 1-1, 1-2, 1-3, 2-2), поздние (форма 1-6). Длина вегетационного периода составила 192-198 дней, в зависимости от формы.

Смородина золотистая имеет большой диапазон устойчивости к высоким температурам воздуха. Это растение экономно расходует влагу, что особенно ценно для засушливой зоны нашего региона. Засушливые погодные условия, сложившиеся в период созревания плодов в 2010-2012 гг. в сочетании с сильными суховеями и действием на растения высоких температур (+35...+40<sup>0</sup>) позволили выделить ценные формы по этому признаку [8]. Предельная водопотеря при высушивании листьев исследованных форм смородины золотистой в среднем составила 40,9%. При проведении лабораторно-полевых исследований по засухоустойчивости выделились формы 1-1; 1-5; 1-6. Стабильность плодоношения и адаптивность позволяет им быть экономически эффективными даже в неблагоприятные годы. Средняя урожайность форм смородины золотистой варьировала в условиях богары от 2,6 до 6,9 кг с куста. Наибольшая урожайность наблюдалась у форм 1-1, 1-3, 1-6, 2-2.

За период исследований растворимые сухие вещества (РСВ) варьировали в пределах 11,2-20,1% и показали среднюю изменчивость в зависимости от погодных условий (рис. 1). Максимальным накоплением в среднем характеризовались формы 2-2 (17,8%) и 2-1 (20,1%).

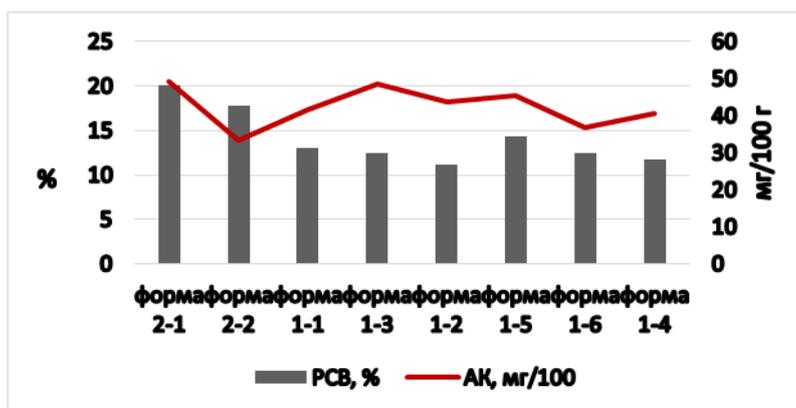


Рис.1. Содержание растворимых сухих веществ (РСВ) и аскорбиновой кислоты (АК) в ягодах золотистой смородины.

Содержание титруемых кислот варьировало в пределах 1,0-1,5%. Оптимальным соотношением сахара и кислоты выделилась форма 1-6. Накопление аскорбиновой кислоты (АК) находилось в пределах 33,3-49,2 мг/100г. Наибольшим накоплением аскорбиновой кислоты за годы изучения характеризовались формы 2-1 (49,2 мг/100 г) и 1-3 (48,5 мг/100 г) [9]. По содержанию биологически активных веществ выделилась форма 2-1.

В настоящее время в условиях Южного Урала ведется селекционная

работа по культуре смородины золотистой.

**Форма 2-2** (Находка Урала) – среднего срока созревания, отличается одновременным созреванием ягод и вкусовыми качествами. Обладает высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. Куст среднераскидистый, высотой 1,7 м. Диаметр 1,7х1,7 м. Побеги средние по толщине. Лист пятилопастной. Зубчики острые, выемка между лопастями глубокая. Угол, образуемый жилками боковых лопастей – острый. Длина листьев на побеге колеблется от 24 до 40 мм, ширина 30-60 мм. Плодоножка 0,5-0,7 см. Пластинка листа снизу голая не опушенная. Длина кисти 4,4 см. Ягоды овально-удлиненной формы, черные. Количество семян в ягоде 4-24 шт., кожица средней толщины. Средняя масса ягоды 1,62 г, максимальная 2,4 г. Отрыв ягоды сухой, не осыпается, приятного кисло-сладкого вкуса (5,0 баллов). Созревание ягод одновременное. Период созревания плодов с 29 июля по 3 августа. Средняя урожайность составляет 5,3 кг с куста, максимальная 6,9 кг с куста. Содержание аскорбиновой кислоты – 33,3 мг/100г, кислотность – 1,1%, РСВ – 17,8%.

**Форма 1-3** (Самоцвет) – среднего срока созревания, отличается высокой урожайностью, стабильностью плодоношения, обладает высокой зимостойкостью. Куст раскидистый, высотой 2,4 м. Диаметр куста 2,4х2,8 м. Побеги средней толщины, неопушенные, матовые. Листья средние, зеленые. Лист трехлопастной, зубчики тупые. Выемка между лопастями средняя, угол, образующий жилками боковых лопастей острый. Плодовая кисть – 4,3 см. Ось кисти средняя, плодоножка 0,7-0,8 см. Цветет 20-30 апреля. Ягоды овальной формы, черные. Ребристость поверхности отсутствует. Количество семян в ягоде от 6 до 56 шт. Средняя масса ягоды 1,9 г, максимальная 3,0 г. Ягода не осыпается, хорошего кисло-сладкого вкуса (4,5 балла). Период созревания плодов с 27 июля по 15 августа. Созревание ягод не одновременное, растягивается на 2 недели. Средняя урожайность составляет 5,3 кг с куста, максимальная 6,9 кг с куста. Содержание аскорбиновой кислоты – 48,5 мг/100г, кислотность – 1,4%, РСВ – 12,5%.

**Форма 1-1** (Степная) – среднего срока созревания, отличается высокой урожайностью, стабильностью плодоношения, обладает высокой полевой засухоустойчивостью и зимостойкостью. Куст раскидистый, высотой 1,8 м. Диаметр куста 1,8х2,8 м. Побеги средние по толщине. Лист пятилопастной. Зубчики острые, выемка между лопастями глубокая. Угол, образуемый жилками боковых лопастей – прямой. Длина листьев на побеге колеблется от 28

до 60 мм, ширина 25-65 мм. Пластинка листа снизу голая не опушенная. Плодоножка 0,7-0,8 см. Длина кисти 4,1 см. Форма ягоды округлая, ребристость поверхности отсутствует. Диаметр ягоды в разрезе 1 см. Отрыв ягоды сухой, окраска черная. Период созревания плодов с 28 июля по 8 августа. Созревание ягод одновременное. Количество семян в ягоде 2 - 48 шт. Средняя масса ягоды 2,06 г, максимальная - 3,34 г. Ягода хорошего кисло-сладкого вкуса (4,5 балла). Средняя урожайность составляет 5,0 кг с куста, максимальная 7,0 кг с куста. Содержание аскорбиновой кислоты – 41,8 мг/100г, кислотность – 1,2%, РСВ – 13,1%.

**Форма 1-2** (Уральская) – среднего срока созревания, отличается высокой урожайностью, стабильностью плодоношения, обладает высокой полевой засухоустойчивостью и зимостойкостью. Куст среднераскидистый, высотой 1,8 м. Диаметр куста 2,1х2,3 м. Листья средние, зеленые, опушенность листовой пластинки отсутствует. Лист трехлопастной, зубчики тупые. Выемка между лопастями средняя, угол, образующий жилками боковых лопастей острый. Плодовая кисть – 4,3 см. Ось кисти средняя, плодоножка 0,6 см. Цветет с 20 – 30 апреля. Ягоды округлой формы, черные. Ребристость поверхности отсутствует. Количество семян в ягоде 4-24 шт, кожица средней толщины. Средняя масса ягоды 1,54 г, максимальная – 3,12 г. Ягода не осыпается, хорошего кисло-сладкого вкуса (4,5 балла). Период созревания плодов первая декада августа. Созревание ягод одновременное. Средняя урожайность составляет 5,0 кг с куста, максимальная 6,3 кг с куста. Содержание аскорбиновой кислоты – 43,9 мг/100г, кислотность – 1,4%, РСВ – 11,2%.

**Форма 1-6** - позднего срока созревания, отличается крупноплодностью и высокой стабильной урожайностью. Куст среднераскидистый, высотой 2,0 м. Диаметр куста 2,0х1,9 м. Побеги средние по толщине. Лист трехлопастной. Зубчики тупые, выемка между лопастями мелкая. Угол, образуемый жилками боковых лопастей – острый. Длина листьев на побеге колеблется от 25 до 40 мм, ширина 25-65 мм. Пластинка листа снизу голая не опушенная. Плодоножка 0,5 см. Длина кисти 4,4 см. Форма ягоды округлая, ребристость поверхности отсутствует. Диаметр ягоды в разрезе 1,4 см. Отрыв ягоды сухой, окраска черная. Ягоды округлой формы, почти черные, кожица средней толщины. Количество семян в ягоде 4 - 48 шт. Средняя масса ягоды 3,08 г, максимальная – 4,48 г. Ягода не осыпается, приятного вкуса. Дегустационная оценка 5,0 баллов. Период созревания плодов – вторая декада августа. Содержание ас-

корбиновой кислоты – 45,6 мг/100г кислотность 1,3%, РСВ – 18,4%.

**Форма 2-1** (Зоревая) – раннего срока созревания. Обладает высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. Куст среднераскидистый, высотой 2,0 м. Диаметр 2,0 x 1,8 м. Побеги средние по толщине. Лист трехлопастной. Зубчики тупые, выемка между лопастями мелкая. Угол, образуемый жилками боковых лопастей – острый. Длина листьев на побеге колеблется от 17 до 39 мм, ширина 17-42 мм. Пластинка листа снизу голая не опушенная. Плодоножка 0,5 см. Длина кисти 3,2 см. Форма ягоды округлая, ребристость поверхности отсутствует. Диаметр ягоды в разрезе 0,5 см. Отрыв ягоды мокрый, окраска оранжевая. Количество семян в ягоде 2-30 шт. Средняя масса ягоды 1,04 г, максимальная – 1,65 г. Ягода не осыпается, приятного вкуса. Дегустационная оценка 4,8 баллов. Созревание ягод одновременное. Период созревания плодов с 20 июля по 28 июля. Средняя урожайность составляет 2-3 кг с куста. Содержание аскорбиновой кислоты – 49,2 мг/100г, кислотность – 1,5%, РСВ – 20,1%

**Форма 1-5** – среднего срока созревания. Куст среднераскидистый, высотой 2,0 м. Диаметр куста 2,0x2,2 м. Побеги средние по толщине. Лист трехлопастной. Зубчики тупые, выемка между лопастями средняя. Угол, образуемый жилками боковых лопастей – прямой. Длина листьев на побеге колеблется от 17 до 39 мм, ширина 17-42 мм. Пластинка листа снизу голая не опушенная. Плодоножка 0,5 см. Длина кисти 3,0-3,5 см. Форма ягоды округлая, ребристость поверхности отсутствует. Ось кисти средняя, плодоножка 0,6 см. Цветет с 20 – 30 апреля. Ягоды округлой формы, черные. Длина кисти 4,1 см. Количество семян в ягоде 6 - 52 шт. Средняя масса ягоды 1,53 г, максимальная - 3,0 г. Ягода не осыпается, хорошего кисло-сладкого вкуса (4,5 балла). Период созревания плодов третья декада июля - первая декада августа. Созревание ягод одновременное. Средняя урожайность составляет 3,0 кг с куста. Содержание аскорбиновой кислоты – 40,7 мг/100г, кислотность – 1,3%, РСВ – 14,4%.

### **Заключение**

Смородина золотистая в условиях степной зоны Оренбургского Приуралья является перспективной культурой для частных и промышленных садов. Выделены источники ценных признаков для использования в селекции на устойчивость к неблагоприятным факторам среды, урожайности, содержания биологически активных веществ формы золотистой смородины: 1-3;

1-1; 1-5; 2-1; 2-2. Создан генофонд смородины золотистой с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокопудов В.Н. Литвинова Л.С, Соловьева А.Е., Бурменко Ю.В, Сорокопудова О.А., Щербаков А.Н. Итоги селекции смородины золотистой на юге среднерусской возвышенности. Фундаментальные исследования. Электрон. науч. журн. 2012. 9 (4): 887-881. [Электр. ресурс] (URL: <http://www.rae.ru/ru/publishing>)
2. Е.А. Иванова, Г.Р. Мурсалимова, З.А. Авдеева, О.Е. Мережко, Е.П. Стародубцева, М.А. Тихонова, С.Э. Нигматянова, Джураева Ф.К. Генетический ресурс плодовых ягодных культур и винограда, как инструмент решения фундаментальных и прикладных научных исследований: Селекция и сорторазведение садовых культур: сб. науч. работ. Орел, 2015. 2: 86-89.
3. Иванова Е.А. Перспективные формы смородины золотистой в Оренбуржье. Состояние, перспективы садоводства и виноградарства Урало-Волжского региона и сопредельных территорий: матер. междунар. юб. сб. науч. тр., посвященный 50-летию образования Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства. Оренбург: Изд. «Печатный дворик», 2013: 109-115.
4. Иванова Е.А. Результаты изучения местных отборных форм смородины золотистой (*Ribes aureum* Pursh.) в условиях Оренбуржья. Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. XXXX. 2: 128-133.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606с.
6. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1979. 256с.
7. Капленко Е.А. (Гнусенкова) Эколого-биологические особенности *Ribes aureum* Pursh в Приуралье. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. 4 (28): 266-267.
8. Джураева Ф.К., Иванова Е.А, Мурсалимова Г.Р., Авдеева З.А., Стародубцева Е.П., Тихонова М.А. Стрессоустойчивость форм и сортов *Ribes nigrum* и *Ribes aurum* Pursh в условиях Оренбургской области. Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. XXXXIV: 143-147.
9. Джураева Ф.К., Иванова Е.А. Биохимическая оценка ягод перспективных местных форм смородины золотистой в условиях Оренбуржья. Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2013. 1 (5): 79-85. [Электр. ресурс] (URL: <http://www.vestospu.ru>).

*Поступила 30.09.2016*

(Контактная информация: **Иванова Елена Алексеевна** – кандидат биологических наук, директор ООССиВ ВСТИСП; адрес: 460041 г. Оренбург, пос. Ростоши, п/о Овощевод; тел. 8 (9619) 248865, E-mail: [gulnaramursalimova@yandex.ru](mailto:gulnaramursalimova@yandex.ru))

---

---

## LITERATURE

1. Sorokopudov V.N. Litvinova L.S, Solov'eva A.E., Burmenko Ju.V, Sorokopudova O.A., Shherbakov A.N. Itogi selekcii smorodiny zolotistoj na juge srednerusskoj vozvyshennosti. Fundamental'nye issledovaniya. Jelektron. nauch. zhurn. 2012. 9 (4): 887-881. [Jelekt. resurs] (URL: <http://www.rae.ru/ru/publishing>)
2. Ivanova E.A., Mursalimova G.R., Avdeeva Z.A., Merezko O.E., Starodubceva E.P., Tihonova M.A., Nigmatjanova S.Je., Dzhuraeva F.K. Geneticheskij resurs plodovyh jagodnyh kul'tur i vinograda, kak instrument reshenija fundamental'nyh i prikladnyh nauchnyh

- issledovanij: Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur: sb. nauch. rabot. Orel, 2015. 2: 86-89.
3. Ivanova E.A. Perspektivnye formy smorodiny zolotistoj v Orenburzh'e. Sostojanie, perspektivy sadovodstva i vinogradarstva Uralo-Volzhskogo regiona i sopredel'nyh territorij: mater. mezhdunar. jub. sb. nauch. tr., posvjashhennyj 50-letiju obrazovanija Orenburgskoj opytnoj stancii sadovodstva i vinogradarstva. Orenburg: Izd. «Pechat-nyj dvorik», 2013: 109-115.
  4. Ivanova E.A. Rezul'taty izuchenija mestnyh otbornyh form smorodiny zolotistoj (*Ribes aureum* Pursh.) v uslovijah Orenburzh'ja. Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2014. T. XXXX. 2: 128-133.
  5. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. Orel: VNIISPK, 1999. 606s.
  6. Pleshkov B.P. Praktikum po biohimii rastenij. M.: Kolos, 1979. 256s.
  7. Kaplenko E.A. (Gnusenkova) Jekologo-biologicheskie osobennosti *Ribes aureum* Pursh v Priural'e. Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. 4 (28): 266-267.
  8. Dzhuraeva F.K., Ivanova E.A, Mursalimova G.R., Avdeeva Z.A., Starodubceva E.P., Tihonova M.A. Stressoustojchivost' form i sortov *Ribes nigrum* i *Ribes aurum* Pursh v uslovijah Orenburgskoj oblasti. Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2016. T. XXXXIV: 143-147.
  9. Dzhuraeva F.K., Ivanova E.A. Biohimicheskaja ocenka jagod perspektivnyh mestnyh form smorodiny zolotistoj v uslovijah Orenburzh'ja. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2013. 1 (5): 79-85. [Jelekt. resurs] (URL: <http://www.vestospu.ru>).

**Образец ссылки на статью:**

Иванова Е.А., Джураева Ф.К., Стародубцева Е.П. Перспективные формы *Ribes aureum* Pursh в условиях Южного Урала. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2016. 3. 9с. [Электронный ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2016-3/Articles/IAE-2016-3.pdf>).