



УДК 615.1: 615.322

**МАКРО- И МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ЛИСТЬЕВ СТЕВИИ РЕБО *STEVIA REBAUDIANA* BERTONI  
ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

**MACRO- AND MICROMORPHOLOGICAL FEATURES  
OF LEAVES OF THE STEVIA OF REBO OF *STEVIA REBAUDIANA* BERTONI  
AT THE INTRODUCTION ON AVERAGE THE VOLGA REGION**

**Е.Е. Курдюков, Е.Ф. Семенова  
E.E. Kurdyukov, E.F. Semenova**

Пензенский государственный университет, Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40

Penza State University, Russia, 440026, Penza, Krasnaya St., 40

E-mail: e.e.kurdyukov@mail.ru, sef1957@mail.ru

**Аннотация**

Проведено макроскопическое и анатомо-морфологическое исследование свежих и воздушно-сухих цельных и измельченных листьев стевии, выращенной в различных условиях. Установлены диагностические признаки сырья, среди которых наибольшее значение имеют макроскопические: лист простой, сидячий, ланцетный или обратно-яйцевидный, верхушка листа притуплённая, основание клиновидное, края городчатые, пильчатые или волнистые, поверхность листа гладкая с сетчатым жилкованием, опушённая, в основном с нижней стороны; микроскопические: устьица аномотного типа, устьичные клетки сферовидной или чечевицеvidной формы; наличие сидячих железок, крупных или мелких простых многоклеточных однорядных конусовидных волосков, большинство которых тонкостенные; многоклеточное основание присоединения волосков. Анализ свежих листьев стевии, выращенной в условиях открытого и закрытого грунта, в макроморфологии выявил отличия в размере и цвете листовой пластинки, выраженности опушения нижней поверхности листа, в микроморфологии – в типе расположения устьиц: погруженные и расположенные в плоскости эпидермиса соответственно.

**Abstract**

The macroscopic and anatomic-morphological research fresh and the air and dry integral and crushed leaves of the stevia which is grown up in various conditions is conducted. Diagnostic signs of raw materials among which macroscopic have the greatest value are established: a leaf simple, sedentary, lantsetny or return and ovoid, the leaf top dulled, the basis wedge-shaped, edges gorodchaty, pilchaty or wavy, a leaf surface smooth with a mesh zhilkovaniye, trimmed, generally from the lower party; microscopic: ustyitsa of anomotsitny type, ustyichny cages of a sferovidny or chechevitsevidny form; existence of sedentary pieces of iron, large or small simple multicellular single-row cone-shaped hairs, whose most thin-walled; multicellular basis of accession of hairs. The analysis of fresh leaves of the stevia which is grown up in the conditions of the discovered and closed soil, in macromorphology has revealed differences in a size and color of a sheet plate, expressiveness of omission of the lower surface of a leaf, in micromorphology – in type of an arrangement of ustyitsa: shipped and located in the epidermis plane respectively.

**Keywords:** stevia leaves, introduced species, the macroscopic analysis, the microscopic analysis, the crushed raw materials, structure of a leaf.

**Ключевые слова:** листья стевии, интродуцент, макроскопический анализ, микроскопический анализ, измельченное сырье.

**Введение**

Генофонд лекарственных растений, используемых в традиционной медицине, насчитывает более 1200 видов, тогда как к медицинскому применению в Российской Фе-

дерации разрешено 260 видов, что свидетельствует о целесообразности проведения комплексных исследований по выявлению и изучению перспективных растений как произрастающих на территории России, так и интродуцированных [Семенова, Веденева, 2010; Хаддад, Семенова, 2011].

В настоящее время как в мировой, так и в отечественной фармацевтической практике достаточно широко используются для лечения и профилактики болезней различной этиологии лекарственные растения и получаемые из них фитопрепараты. В медицине многих зарубежных стран в качестве антидиабетического средства используются листья стевии. В России интродукция и комплексное исследование этой лекарственной культуры проводится с 90-х годов [Ляховкин и др., 1999; Подпоринова и др., 2005; Семенова, Преснякова, 2012; Семенова, 2013].

С 1995 года *Stevia rebaudiana* Bertoni включена в Государственный реестр селекционных достижений в качестве пищевой и технической культуры, в 2016 году к использованию в России допущены 9 сортов различного происхождения [Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, 2017]. Однако фармакогностические аспекты этой культуры в России недостаточно изучены, в частности, не разработаны государственные и отраслевые стандарты, а также фармакопейная статья на лекарственное сырье стевии. Поэтому необходимо детальное изучение макро- и микроморфологических особенностей новых видов фитосырья и определение показателей, включаемых в разрабатываемую нормативную документацию.

### Цель

Цель нашей работы заключалась в проведении макро- и микроскопического анализа сырья для выявления диагностически значимых морфологических и анатомических признаков листьев стевии.

Задачи исследования:

1. Провести макроскопический анализ сырья растений, выращенных на выщелоченных чернозёмах и серых лесных почвах Пензенской области, а также в условиях закрытого грунта.
2. Провести микроскопический анализ цельного и измельченного сырья.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили образцы лекарственного растительного сырья: свежие и воздушно-сухие цельные и измельченные листья 3 сортов (Рамонская сладена, Улада, София), выращенных в полевых условиях и закрытом грунте (рис. 1). Объемы изучения составили 6 образцов сырья, 300 микропрепаратов и более 500 микрофотографий.



Рис. 1. Листья изучаемых сортов стевии: а – Рамонская сладена; б – Улада; в – София  
Fig. 1. Leaves of the studied stevia grades: a – the Ramonsky sweet tooth; b – Delight; v – Sofia

В работе использованы макроскопический и микроскопический методы [Самылина, Аносова, 2010; Государственная фармакопея РФ, 2015]. Для анализа лекарственного



растительного сырья использовали цельные листья или кусочки пластинки листа с краем и жилкой, кусочки листа от основания и верхушки, кусочки черешка.

Готовили микропрепараты в соответствии с ОФС «Техника микроскопического и микрохимического исследования лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов», рассматривая их с поверхности. Измельченное сырье получали путем растирания воздушно-сухих листьев в ступке до порошкообразного состояния [Государственная фармакопея РФ, 2015].

### Результаты и их обсуждение

Макроскопический анализ листьев стевии, выращенной в условиях открытого и закрытого грунта.

В результате проведенного анализа цельных свежих листьев сорта Рамонская сладена было выявлено, что лист простой имеет ланцетную форму, край листа волнистый, жилкование сетчатое, листья супротивные, сидячие, с очень короткими черешками. Прикорневые листья обратнойцевидные, имеют большие размеры – до 9 см. Поверхность гладкая. Цвет листьев зеленый, у прикорневых он более насыщенный (рис. 1а). Вкус приторно-сладкий.

Сорт Услава также имеет простой лист обратнойцевидной формы, края листа пильчатые, жилкование сетчатое, опушенность сильная с нижней стороны, листья супротивные, сидячие, с очень короткими черешками. Поверхность листьев гладкая. Цвет листьев зеленый (рис. 1б). Вкус приторно-сладкий.

У растений сорта София лист простой, имеет обратнойцевидную форму, край листа городчатый. Поверхность листьев гладкая, жилкование сетчатое. Листья супротивные, сидячие, с очень короткими черешками (рис. 1в). Цвет листьев зеленый, более темный по сравнению с сортами Услава и Рамонская сладена. Вкус приторно-сладкий.

Выявленная совокупность макроморфологических диагностических признаков изучаемых образцов стевии может быть представлена следующим образом: лист простой, сидячий, ланцетный или обратнойцевидный, верхушка листа притупленная, основание клиновидное, края городчатые, пильчатые или волнистые, поверхность листа гладкая с сетчатым жилкованием, опушенная, в основном с нижней стороны. Цвет зелёный, вкус приторно-сладкий. Отличием является то, что растения всех сортов, выращенные в условиях открытого грунта, имели более сильную опушенность листа с нижней стороны по сравнению с листьями растений закрытого грунта.

Количественное сравнение показало, что образцы, выращенные на открытом грунте, имели большее количество листьев (среднее значение листьев на одном побеге равно 48 штук для открытого грунта и 23 – для закрытого), большую площадь листа (среднее значение 6.1 см<sup>2</sup> для открытого грунта и 3.5 см<sup>2</sup> – для закрытого), и, соответственно, большую массу листьев (среднее значение 0.098 г/лист для открытого грунта и 0.054 г/лист – для закрытого) (табл. 1).

Таблица 1  
Table.1

Сравнительная морфометрическая характеристика листьев стевии в различных условиях  
The comparative morphometric characteristic of leaves of a stevia in various conditions

Показатель \ Сорт	Рамонская сладена	Услава	София
Закрытый грунт			
Длина, см	1.2–2.7	0.8–3.2	1.7–4.1
Ширина, см	0.5–1.5	0.7–2.2	0.8–1.9
Площадь листа, см <sup>2</sup>	0.6–4.0	0.6–7.0	1.36–7.8
Открытый грунт			
Длина, см	2.1–4.6	0.9–3.4	1.2–6.0
Ширина, см	1.0–2.1	0.6–1.6	0.9–3.0
Площадь листа, см <sup>2</sup>	2.1–9.6	0.5–5.4	1.1–18.0

Вероятно, данные различия возникли из-за более высокой температуры в парниковых условиях, так как известно, что высокие температуры во время вегетации стевии отрицательно влияют на урожайность вегетативной массы. Так, при температуре более 30°C днем и 20°C ночью замедляется рост растений, нарастание листовой массы и побегообразование, листья формируются небольшими [Uaseed.com, 2017].

Микроскопический анализ листьев стевии, выращенной в открытом и закрытом грунте.

В диагностике листьев стевии также большое значение имеют и анатомо-морфологические (микроморфологические) признаки, которые были изучены на микропрепаратах цельных свежих, измельченных свежих и измельченных воздушно-сухих листьев.

Микроскопический анализ продольных и поперечных срезов цельных свежих листьев стевии позволил выявить ряд анатомо-диагностических признаков. Характер кутикулы лучисто-морщинистый – выступы в виде прямых или волнистых ребер, которые расходятся в виде лучей от устьиц, волосков, железок, их мест прикрепления (рис. 2а). Устьица имеют круглую форму. Тип устьиц (по уровню расположения относительно поверхности эпидермиса): погруженные устьица (для листьев растений открытого грунта). Напротив, у образцов, выращенных в закрытом грунте, устьица расположены в одной плоскости с эпидермисом (рис. 2б). Устьичный аппарат аномоцитный – замыкающие клетки не имеют ярко выраженных околоустьичных клеток. Тип устьичных клеток чечевицеvidный – 2 одинаковые клетки полукруглой формы расположены симметрично. На фронтальной плоскости утолщение оболочки почти равномерное. Щель веретеновидная. Волоски простые многоклеточные однорядные конусовидные и остроконусовидные. Характер утолщенности клеточных стенок волосков: большинство волосков тонкостенные. Покрывающая кутикула волосков имеет гладкую поверхность. Особенностью мест присоединения волосков является многоклеточное основание (рис. 2в).

Структура листа имеет дорсовентральный тип – палисадная паренхима расположена с одной стороны листа, а губчатая паренхима расположена с другой стороны листа. Клетки палисадной паренхимы имеют цилиндрическую форму, плотно сомкнуты и располагаются в листьях перпендикулярно верхнему эпидермису, образуют один-два слоя. Клетки губчатой паренхимы изодиаметрической формы, с выраженными межклетниками. На поверхности листа, кроме волосков, находятся также сидячие железки округлой формы.

Характер проводящей системы: жилкование сетчатое, проводящая система листьев включает проводящий пучок (главная жилка), состоящий из сосудов, трахеид, волокон и ситовидных трубок, и отдельные трахеиды со спиральным утолщением оболочек (рис. 3).

Наличие механической ткани: колленхима в листьях отсутствует.



Рис. 2. Микроморфология листьев стевии: а – кутикула, эпидермис и основание волоска (ув. 10×15), б – устьица с чечевицеvidными клетками (ув. 40×15), в – многоклеточное основание волоска (ув. 10×15)

Fig. 2. Micromorphology of Leaves of a Stevia: а – cuticle, epidermis and the basis of a hair (in. 10×15), б – ustyitsa with chechevidtsevidny cages (in. 40×15), v – the multicellular basis of a hair (in. 10×15)

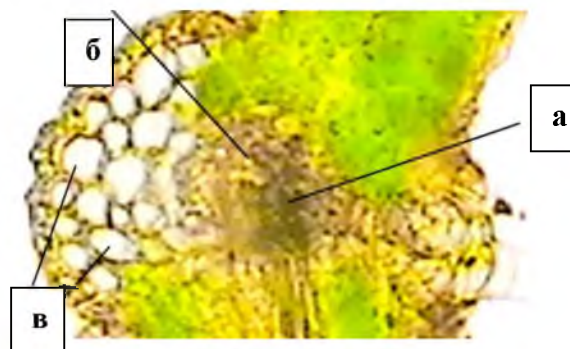


Рис. 3. Проводящий пучок на поперечном срезе листа стевии (ув. 10×15): а – сосуды и трахеиды, б – волокна, в – ситовидные трубки

Fig. 3. Carrying-out Bunch on a cross cut of a leaf of a stevia (in. 10×15): a – vessels and tracheitises, b – fibers, in – cribriform tubes

На основании данных, полученных при анализе микропрепаратов листьев стевии открытого и закрытого грунта, были обнаружены отличия в типе устьиц: погруженные или расположенные в одной плоскости с эпидермисом листа у растений, выращенных в открытом или закрытом грунте соответственно (табл. 2).

Таблица 2  
Table. 2

Сравнительная характеристика микроморфологических признаков листьев стевии, выращенной в различных условиях

The comparative characteristic the mikromorflogicheskikh of signs of leaves of the stevia which is grown up in various conditions

Наименование признака	Условия выращивания	
	открытый грунт	закрытый грунт
Характер кутикулы	лучисто-морщинистый	лучисто-морщинистый
Тип устьичного аппарата	аномоцитный	аномоцитный
Форма устьичных клеток	чечевицевидная	чечевицевидная
Тип устьиц	погружённые	расположены в одной плоскости с эпидермисом
Волоски	однорядные многоклеточные конусовидные или остроконусовидные	однорядные многоклеточные конусовидные или остроконусовидные
Основание волосков	многоклеточное	многоклеточное
Желёзки	сидячие, округлые	сидячие, округлые
Проводящая система	Проводящий пучок (центральная жилка) и трахеиды со спиральным утолщением стенок	Проводящий пучок (центральная жилка) и трахеиды со спиральным утолщением стенок

Микроскопический анализ образцов измельченных свежих листьев стевии позволил выявить совокупность диагностически значимых признаков: клетки эпидермиса округло-овальные со слабоизвилистыми, равномерно утолщенными стенками, кутикула имеет лучисто-морщинистый характер – выступы в виде прямых или волнистых ребер, которые расходятся в виде лучей от устьиц, волосков, железок, их мест прикрепления, устьица аномоцитного типа, устьичные клетки чечевицевидной формы, волоски крупные или мелкие многоклеточные, сидячие железки округлой формы, идиобласты рассеяны неравномерно среди клеток других тканей и имеют одно или несколько включений (рис. 4).

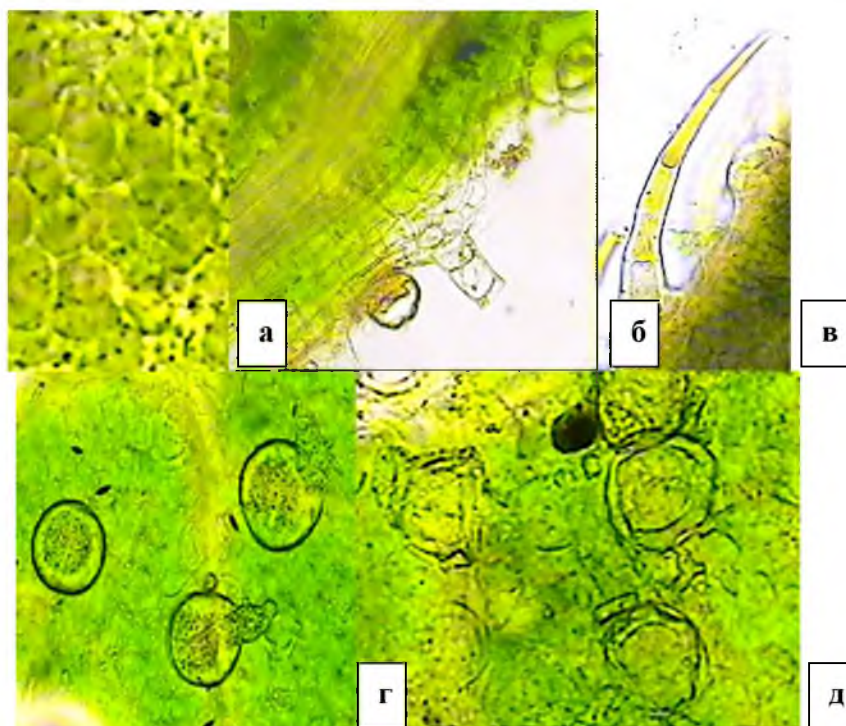


Рис. 4. Микроморфология измельчённых свежих листьев стевии: а – клетки эпидермиса (ув. 40×15), б – сидячие железки (ув. 10×15), в – многоклеточный конусовидный волосок (ув. 10×15), г – округлые железки и чечевицеvidные клетки устьиц (ув. 10×15), д – идиобласты (ув. 40×15)

Fig. 4. Micromorphology of the Crushed Fresh Leaves of a Stevia: a – cells of epidermis (in. 40×15), b – sedentary pieces of iron (in. 10×15), v – a multicellular cone-shaped hair (in. 10×15), g – roundish pieces of iron and chechevitsevidny cages of ustytitsa (in. 10×15), d – idioblasta (in. 40×15)

Микроскопический анализ 6 образцов воздушно-сухих измельченных листьев стевии показал, что выявленная совокупность диагностически значимых признаков цельных листьев стевии (клетки эпидермиса округло-овальные со слабоизвилистыми равномерно утолщенными стенками, кутикула имеет лучисто-морщинистый характер – выступы в виде прямых или волнистых ребер, которые расходятся в виде лучей от устьиц, волосков, железок, их мест прикрепления, устьица аномоцитного типа округлой формы, устьичные клетки чечевицеvidной формы, волоски крупные или мелкие простые многоклеточные, сидячие железки округлой формы, идиобласты рассеяны неравномерно среди клеток других тканей и имеют одно или несколько включений), применима и при диагностике измельченного воздушно-сухого сырья стевии (рис. 5).

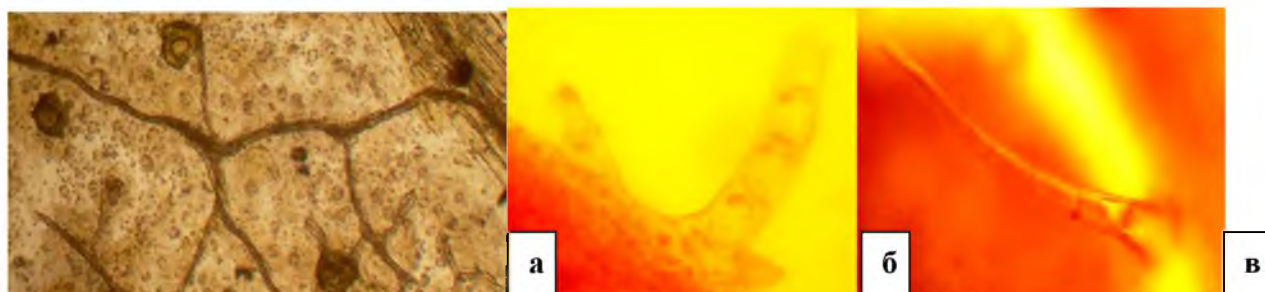


Рис. 5. Микроморфология измельченного воздушно-сухого сырья стевии: а – округло-овальные клетки эпидермиса, сидячие железки (ув. 40×15), б – простые многоклеточные однорядные конусовидные волоски (ув. 10×15), в – простой многоклеточный однорядный суставчатый волосок (ув. 10×15)

Fig. 5. Micromorphology of the Crushed Air and Dry Raw Materials of a Stevia: a – rounded oval cells of epidermis, sedentary pieces of iron (in. 40×15), b – simple multicellular single-row cone-shaped hairs (in. 10×15), v – a simple multicellular single-row sustavchaty hair (in. 10×15)

### Заключение

В результате проведенных исследований была определена совокупность анатомо-диагностических признаков цельного и измельченного сырья изучаемой морфологической группы. Микроскопический анализ свежих листьев стевии, выращенной в условиях открытого и закрытого грунта, выявил микроморфологические отличия в типе расположения устьиц: погруженные и расположенные в плоскости эпидермиса соответственно. Показано, что экологические условия выращивания оказывали влияние на опушенность листовой пластинки (степень ее выраженности).

Выявленная совокупность диагностических макро- и микроморфологических признаков и органолептических свойств сырья стевии может быть использована при стандартизации и контроле качества фитопрепаратов на его основе (фасованного сырья, «ангро», сборов и т. д.) и включена в разрабатываемую нормативную документацию. Полученные результаты также дают возможность уточнить ряд методических аспектов фармакогностического исследования лекарственных форм на основе сырья стевии.

### Список литературы

#### References

1. Государственная фармакопея РФ. 2015. XIII издание. Том 2. Электронная книга. [http://193.232.7.120/feml/clinical\\_ref/pharmacopoeia\\_2/html](http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_2/html) (12 октября 2016)  
Gosudarstvennaya farmakopeya RF. 2015. XIII izdanie [State pharmacopoeia of the Russian Federation]. Tom 2. Elektronnaya kniga. [http://193.232.7.120/feml/clinical\\_ref/pharmacopoeia\\_2/html](http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_2/html) (12 oktyabrya 2016). (in Russian)
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ. 2017. Электронная книга. <http://reestr.gossort.com> (1 марта 2017)  
Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu v RF [The state register of the selection achievements allowed to use in the Russian Federation]. 2017. Elektronnaya kniga. <http://reestr.gossort.com> (1 marta 2017). (in Russian)
3. Ляховкин А.Г., Николаев А.П., Учитель В.Б. 1999. Стевия – медовая трава: Растение лекарственное и пищевое в вашем доме. СПб.: ЗАО «ВЕСЬ», 96.  
Lyakhovkin A.G., Nikolaev A.P., Uchitel' V.B. 1999. Steviya – medovaya trava: Rastenie lekarstvennoe i pishchevoe v vashem dome [Stevia – a honey grass: A plant medicinal and food in your house]. SPb.: ЗАО «VES'», 96. (in Russian)
4. Подпоронова Г.К., Полянский К.К., Верзилина Н.Д. 2005. Стевия и продукты её переработки: использование при производстве продуктов лечебно-профилактического назначения. Известия высших учебных заведений «Пищевая технология», 286 (4): 74–75.  
Podporinova G.K., Polyanskiy K.K., Verzilina N.D. 2005. Steviya i produkty ee pererabotki: ispol'zovanie pri proizvodstve produktov lechebno-profilakticheskogo naznacheniya [Stevia and products of her processing: use by production of products of treatment-and-prophylactic appointment]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy «Pishchevaya tekhnologiya», 286 (4): 74–75. (in Russian)
5. Самылина И.А., Аносова О.Г. 2010. Фармакогнозия. Атлас: в 3-х томах. Т. 1. М.: ГЭОТАР-Медиа, 192.  
Samylina I.A., Anosova O.G. 2010. Farmakognoziya [Pharmakognoziya]. Atlas: uchebnoe posobie: v 3-kh tomakh. T. 1. M.: GEOTAR-Media, 192. (in Russian)
6. Семенова Е.Ф., Веденева А.С. 2010. К вопросу комплексного изучения растительного сырья стевии (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. под ред. М. В. Гаврилина. Пятигорск: Пятигорская ГФА, 65: 107–109.  
Semenova E.F., Vedeneva A.S. 2010. K voprosu kompleksnogo izucheniya rastitel'nogo syr'ya stevii (*Stevia rebaudiana* Bertoni) [To a question of complex studying of vegetable raw materials of a stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Development, research and marketing of new pharmaceutical production]. Razrabotka, issledovanie i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sb. nauch. tr. pod red. M. V. Gavrilina. Pyatigorsk: Pyatigorskaya GFA, 65: 107–109. (in Russian)



7. Семенова Е.Ф., Преснякова Е.В. 2012. Фармакогностическое исследование стевии *Stevia rebaudiana* Bertoni. Сборник научных трудов, посвященный 90-летию ГНУ ВНИИСС Россельхозакадемии «Инновации в свеклосахарном производстве». Воронеж: ЦНТИ, 1 (1): 185–193
- Semenova E.F., Presnyakova E.V. 2012. Farmakognosticheskoe issledovanie stevii *Stevia rebaudiana* Bertoni [Pharmakognostichesky research of a stevia *Stevia rebaudiana* Bertoni]. Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennyy 90-letiyu GNU VNISS Rossel'khozakademii «Innovatsii v sveklosakharnom proizvodstve». Voronezh: TsNTI, 1 (1): 185–193. (in Russian)
8. Семенова Е.Ф., Преснякова Е.В., Фадеева Т.М., Шпичка А.И., Курдюков Е.Е., Меженная Н.А. 2014. О методических подходах разработки инновационных фармацевтических продуктов на основе сырья *Stevia rebaudiana* Bertoni. Юбилейный сборник научных трудов ВНИИСС. Воронеж: ЦНТИ, 1 (1): 191–196
- Semenova E.F., Presnyakova E.V., Fadeeva T.M., Shpichka A.I., Kurdyukov E.E., Mezhenneya N.A. 2014. O metodicheskikh podkhodakh razrabotki innovatsionnykh farmatsevticheskikh produktov na osnove syr'ya *Stevia rebaudiana* Bertoni [About methodical approaches of development of innovative pharmaceutical products on the basis of *Stevia rebaudiana* Bertoni raw materials]. Yubileynyy sbornik nauchnykh trudov VNISS. Voronezh: TsNTI, 1 (1): 191–196. (in Russian)
9. Семенова Н.А. 2013. Стевия – растение XXI века. СПб.: «Издательство «ДИЛЯ», 160.
- Semenova N.A. 2013. Steviya – rasteniye XXI veka [Stevia – a plant of the 21st century]. SPb.: «Izdatel'stvo «DILYa», 160. (in Russian)
10. Хаддад А., Семенова Е.Ф. 2011. Микроморфологические особенности листьев стевии различного происхождения. Материалы Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Молодежь и наука: модернизация и инновационное развитие страны». Пенза: Изд-во ПГУ, 1 (3), 221–222
- Khaddad A., Semenova E.F. 2011. Mikromorfologicheskie osobennosti list'ev stevii razlichnogo proiskhozhdeniya [Micromorphological features of leaves of a stevia of various origin. Materials of the International scientific and practical conference of students and young scientists "Youth and science: modernization and innovative development of the country"]. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh «Molodezh' i nauka: modernizatsiya i innovatsionnoye razvitie strany». Penza: Izd-vo PGU, 1 (3), 221–222. (in Russian)
11. Uaseed.com. Электронный ресурс. URL: <http://www.uaseed.com/decorative/411.htm> (17.11.2016).
12. Uaseed.com. Elektronnyy resurs [Uaseed.com. Electronic resource]. URL: <http://www.uaseed.com/decorative/411.htm> (17.11.2016). (in Russian)