

# Оценка материнских линий огурца (*Cucumis sativus* L.) на женский тип цветения по силе аллелей гена *F*

Evaluation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) maternal lines for female flowering type by strength of the *F* gene alleles

Осминина Е.В., Монахос С.Г.

## Аннотация

Упрощение гибридного семеноводства – приоритетное направление в селекции огурца. Для снижения трудоемкости при производстве гибридных семян, можно использовать материнские линии с высокой степенью выраженности женского пола, контролируемой сильными аллелями гена *F*. Снижение трудоемкости обеспечивается за счет исключения обработки нитратом серебра отцовских линий с женским типом цветения для индуцирования мужских цветков. Обработка нитратом серебра может быть затруднительна в условиях открытого грунта. Кроме того, линии могут различаться по степени отзывчивости на обработку. В случае скрещивания линий с высокой степенью выраженности женского пола с моноцидными отцовскими линиями,  $F_1$ -гибриды будут иметь женский тип цветения. Этот подход позволяет производить гибридные семена партернокарпических  $F_1$ -гибридов в условиях открытого грунта. В этом исследовании в открытом и защищенном грунте изучены гибридные комбинации, полученные при скрещивании гиноцидных линий с моноцидными отцовскими компонентами, и проведена оценка материнских линий по силе аллелей гена *F*. Выявлено, что проявление женского пола сильнее выражено в открытом грунте. Из 13 изученных гиноцидных линий выделены 5 линий, обладающих сильными аллелями гена *F*: Руб6, S20-1(II)bn, Кибр2-6, Руб3, Мадр1-639. Эти линии рекомендуем для дальнейшего использования в качестве материнского компонента в селекции партернокарпических  $F_1$ -гибридов огурца. Данный метод оценки гиноцидных линий по степени выраженности женского пола может быть применен для выявления линий с сильными аллелями гена *F* с целью дальнейшего использования их в создании  $F_1$ -гибридов с женским типом цветения.

**Ключевые слова:** огурец, женский тип цветения, гибридное семеноводство, выраженность женского пола.

**Для цитирования:** Осминина Е.В., Монахос С.Г. Оценка материнских линий огурца (*Cucumis sativus* L.) на женский тип цветения по силе аллелей гена *F* // Картофель и овощи. 2024. №4. С. 36-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.34.66.007>

Значительное повышение урожайности овощных культур (в т.ч. огурца) как в открытом, так и в защищенном грунте обеспечивает внедрение в производство коммерческих  $F_1$ -гибридов.  $F_1$ -гибриды обладают рядом преимуществ по сравнению с сортами, среди которых: высокая урожайность и выравненность, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам [1, 2].

Первоначально гибридные семена получали ручным опылением женских цветков материнского компонента пыльцой отцовского. Н.Н. Ткаченко в 1929 году впервые обнаружил женскую форму

Osmalina E.V., Monakhos S.G.

## Abstract

Facilitation of hybrid seed production is a priority area in cucumber breeding. In order to reduce labor intensity during the production of hybrid seeds, it is possible to use maternal lines with a high degree of female expression, controlled by strong alleles of the *F* gene. Reduction of labor intensity is provided by avoiding silver nitrate treatment of paternal lines with female flowering type to induce male flowers. Silver nitrate treatment can be difficult in open field conditions. In addition, lines may vary in their responsiveness to treatment. In case of crossing lines with a high degree of female expression with monoecious paternal lines,  $F_1$ -hybrids will have a female flowering type. This approach makes it possible to produce hybrid seeds of parthenocarpic  $F_1$ -hybrids under open-field conditions. In this study, hybrid combinations obtained by crossing gynoeccious lines with monoecious paternal components were studied using open-field and greenhouse conditions, the maternal lines were assessed by the strength of the *F* gene alleles. It was revealed that the female expression is stronger in the open-field conditions. Five lines with strong *F* gene alleles were discovered from the 13 gynoeccious lines that were identified: Rub6, S20-1(II)bn, Kibr2-6, Rub 3, Madr1-639. These lines are recommended for further use as a maternal component in the selection of cucumber parthenocarpic  $F_1$ -hybrids. This method of evaluating gynoeccious lines by the degree of female sex expression can be applied to identify lines with strong alleles of the *F* gene in order to further use them in the creation of  $F_1$ -hybrids with female type of flowering.

**Key words:** cucumber, *Cucumis sativus* L., hybrid seed production, female type of flowering, female severity.

**For citing:** Osmalina E.V., Monakhos S.G. Evaluation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) maternal lines for female flowering type by strength of the *F* gene alleles. Potato and vegetables. 2024. No4. Pp. 36-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.34.66.007> (In Russ.).

огурца и предложил использовать такие формы для создания  $F_1$ -гибридов [3].

В настоящее время для гибридного семеноводства используют материнские линии с женским типом цветения. Отцовская форма может быть представлена гиноцидной, моноцидной и андромоноцидной линией [1, 2, 4].

На сегодняшний момент используют двухлинейные схемы создания  $F_1$ -гибридов огурца. Наиболее распространенной является схема создания с использованием двух гиноцидных линий, при этом отцовскую линию обрабатывают раство-

ром нитрата серебра для индуцирования мужских цветков. Проблема заключается в том, что при семеноводстве в открытом грунте выполнить это мероприятие очень сложно. Кроме того, линии различаются по отзывчивости на обработку, и ее приходится повторять несколько раз [1, 3, 4].

При использовании в качестве отцовского компонента андромоноцийной линии семеноводство удешевляется. Однако качество зеленца ухудшается. Зеленцы формируют большую семенную камеру, и снижается их транспортабельность и лежкость.

Наиболее экономически выгодным способом является использование в качестве отцовского компонента моноцийных линий. Однако у таких гибридов часто бывает неприемлемо высокий процент мужских цветков. Поэтому актуальным является создание гиноцийных линий с сильным проявлением женского пола у  $F_1$ -гибридов, созданных на базе моноцийных линий [1].

Таким образом, возникает необходимость в изучении генетического контроля типов цветения огурца для снижения затрат на производство гибридных семян.

Многочисленные исследования показали, что детерминация пола у огурца контролируется 4 основными генами:  $F$ ,  $M$ ,  $A$ ,  $gy$ , а также рядом неидентифицированных генов. Наследование пола у огурца осложняется не только полигенами, но и высокой зависимостью от условий выращивания (долгота дня, температурный режим, уровень инсоляции, фон минерального питания, сроки посева) [5, 6].

Половой тип растения определяется взаимодействием генов  $F$  и  $M$ . Доминантный ген  $F$  детерминирует образование завязей. Генотипы, обладающие доминантным аллелем гена  $F$ , имеют женский тип цветения при взаимодействии с доминантным аллелем гена  $M$ , при взаимодействии с рецессивным аллелем  $m$  – являются гермафродитными формами. Некоторые авторы предполагают наличие других генов, контролирующих половой тип растений ( $A$ ,  $gy$ ) [5, 6, 7].

Согласно исследованиям В.И. Пыженкова (1981) выраженность женского пола может контролироваться 4 аллелями гена  $F$ . Предполагается, что степень выраженности женского пола усиливается в следующем порядке:  $F'' > F' > F > f$ . При скрещивании генотипов, имеющих сильные аллели гена  $F$ , с моноцийными формами потомство имеет женский тип цветения [8, 9]. Поэтому для снижения финансовых и трудовых затрат при ведении гибридного семеноводства огурца материнская форма должна обладать сильными аллелями гена  $F$ .

Цель данного исследования – оценка материнских линий огурца по силе аллелей гена  $F$  при скрещивании с моноцийными отцовскими формами.

### Условия, материалы и методы исследований

Исследования проводили в течение двух лет (2022–2023) в теплице и в открытом грунте.

Посев материнских и отцовских линий для выращивания в пленочных теплицах на солнечном обогреве проводили в первой декаде апреля в горшки объемом 1 л, наполненные торфяным субстратом (Агробалт, Россия). Через 30 суток рассаду в фазе трех настоящих листьев высаживали в пленочную

теплицу с естественным освещением. Густота стояния растений составляла 4 шт/м<sup>2</sup>. Полив производили по мере необходимости, корневые подкормки аммиачной селитрой осуществляли каждую неделю. Растения подвязывали к шпалере, ослепляли 4–5 нижних узлов, боковые побеги укорачивали до первого узла.

Скрещивание производили по методу топ-кросс. В качестве тестеров использовали сорт Феникс и линию РубМ из коллекции селекционной станции имени Н.Н. Тимофеева. В качестве материнских линий использовали 23 гиноцийные линии с различным проявлением выраженности женского пола из коллекции селекционной станции им. Н.Н. Тимофеева.

Отцовские компоненты Феникс и РубМ предположительно имеют генотип ffMM, материнские линии – FFMM.

При скрещивании материнских линий с линиями-тестерами было получено 29 гибридных потомств.

Проявление женского пола изучали у гибридных потомств в открытом и защищенном грунте, чтобы оценить степень влияния факторов окружающей среды. Посев гибридных потомств осуществляли в кассеты 8×8, наполненные торфяным субстратом в первой декаде июля. В фазе 1 настоящего листа в конце второй декады июля растения высаживали в открытый грунт по 2 повторности каждой гибридной комбинации. Одна повторность – 8 растений.

Для оценки выраженности женского пола в защищенном грунте посев гибридных потомств осуществляли в третьей декаде апреля в горшки объемом 1 л, с торфяным субстратом. Растения в фазе 3–4 настоящих листьев высаживали в пленочную теплицу в третьей декаде мая по 8 растений каждой гибридной комбинации. Густота стояния растений составляла 4 шт/м<sup>2</sup>. Формировку растений не производили с целью оценки числа узлов с мужскими и женскими цветками.

Гибридные комбинации оценивали на проявление женского пола по количеству узлов с женскими цветками и узлов с мужскими цветками на центральном побеге. Смешанные узлы определяли как узлы с мужскими цветками. Определяли среднее число узлов с мужскими цветками для каждой гибридной комбинации, ранжировали гибридные комбинации по среднему количеству мужских узлов при выращивании в защищенном грунте и определяли аллельное состояние гена  $F$ .

### Результаты исследований и обсуждение

При скрещивании материнских линий D18, Sv3506, Бк1–8, Z1 (II) бн2–1, M43, Сф1, Пас2–1111 (18) 18, Z1 (II) 6, В1 (II) 1, Пасхц) 3×1) 05, Sa2–81, S20 (II) 42, Зел 1–64, Км1, Пасхц) 3×4) 06 (15) с моноцийной формой, гибридные комбинации при выращивании в защищенном грунте обладали промежуточным типом цветения. Промежуточный тип цветения характеризуется тем, что на растении в первых нескольких узлах нижней части стебля формируются мужские цветки, в последующих узлах формируются женские цветки. Среднее число узлов с мужскими цветками у исследованных линий при скрещивании с сортом Феникс варьировалось от 1,25 до 4,40 шт./раст. при выращивании в защищенном грунте (табл.). Согласно исследо-

ваниям В.И. Пыженкова (1981) этот тип цветения характерен для гетерозигот *Ff*. Гетерозиготное состояние аллелей *Ff* в зависимости от сопутствующих генетических факторов и условий внешней среды в своем фенотипическом выражении может иметь только женские цветки во всех узлах и/или комбинации мужских цветков в первых узлах и женских – в последующих.

При выращивании гибридных потомств в открытом грунте отмечали тенденцию к снижению числа узлов с мужскими цветками на растениях. Так, например, у гибридной комбинации Z1 (II) 6 × Феникс в защищенном грунте среднее число узлов с мужскими цветками составляло 2,88 шт/раст., а при выращивании в открытом грунте – 0,13 шт/раст. Открытый грунт являлся средой, способствующей усилению проявления женского пола, т.к. в период с третьей декады июля по третью декаду августа среднесуточные температуры варьировались от 17,6 до 23 °С с низкими ночными температурами (14,6 °С). Согласно многочисленным исследованиям, пониженные температуры способствуют формированию женских цветков.

Таким образом, можно заключить, что линии D18, Sv3506, Бк1–8, Z1 (II) бн2–1, М43, Сф1, Пас2–1111 (18) 18, Z1 (II) 6, В1 (II) 1, Пасхц) 3×1) 05, Sa2–81, S20 (II) 42, Зел 1–64, Км1, Пасхц) 3×4) 06 (15) являются доминантными гомозиготами по гену *F* (табл.).

Одним из показателей степени выраженности пола является номер узла с первым женским цветком. Было отмечено, что в среднем у всех гибридных потомств номер первого узла с женским цветком соответствовал пятому.

Гиноцийные материнские линии скрещивали с моноцийными образцами Феникс и РубМ. Моноцийная линия РубМ обладает более слабой выраженностью мужского типа цветения по сравнению с сортом Феникс. Таким образом, при скрещивании одних и тех же материнских линий с линией РубМ ожидалось усиление выраженности женского пола. Однако у большей части гибридных потомств (Z1 (II) 6×РубМ, Пасхц) 3×1) 05 × РубМ, Пасхц) 3×4) 06 (15) × РубМ) отмечали уменьшение числа узлов с женскими цветками при использовании в качестве отцовского компонента РубМ по сравнению с потомствами при скрещивании

**Характеристика гибридных потомств огурца по степени выраженности пола (2022 – 2023 годы)**

Гибридная комбинация	Среднее число узлов с мужскими цветками, шт/раст.		Аллельное состояние гена <i>F</i> материнских линий
	Защищенный грунт	Открытый грунт	
Мадр1-639 × Феникс	0,38	0,22	<i>F'F'/F''F''</i>
Руб6 × Феникс	0,88	0,27	<i>F'F'/F''F''</i>
S20-1(II)бн × Феникс	1,17	0,08	<i>F'F'/F''F''</i>
Кибр2-6 × Феникс	1,25	0,5	<i>F'F'/F''F''</i>
D18 × Феникс	1,25	0,43	<i>FF</i>
Sv3506 × Феникс	1,5	0,08	<i>FF</i>
Руб3 × Феникс	1,75	0,13	<i>F'F'/F''F''</i>
М43 × Феникс	2,13	0,2	<i>FF</i>
Z1(II)бн2-1 × Феникс	2,2	0,23	<i>FF</i>
Бейок1-8 × Феникс	2,33	0,33	<i>FF</i>
Пасхц)3×1)05 × Феникс	2,5	0,08	<i>FF</i>
264(13) × Феникс	2,57	4,42	<i>Ff</i>
Z1(II)6 × Феникс	2,88	0,13	<i>FF</i>
Зел1-64 × Феникс	3	0,33	<i>FF</i>
Сф1 × Феникс	3,17	0,43	<i>FF</i>
Пасхц)3×4)06(15) × Феникс	4,4	0,64	<i>FF</i>
LS24-13 × Феникс	8,43	7,33	<i>Ff</i>
Пв2-151 × Феникс	13,71	9,33	<i>Ff</i>
Феникс	17,38	9,63	<i>ff</i>
НСР <sub>05</sub>	5,45	2,51	
Кибр2-6 × РубМ	0,38	0,22	<i>F'F'/F''F''</i>
В1(II)1 × РубМ	1,14	0,31	<i>FF</i>
Sa2-81 × РубМ	1,75	1,42	<i>FF</i>
S20(II)42 × РубМ	3,67	0,5	<i>FF</i>
Сф1 × РубМ	4,5	0,33	<i>FF</i>
Км1 × РубМ	4,67	1,83	<i>FF</i>
Z1(II)6 × РубМ	4,75	0	<i>FF</i>
Пасхц)3×1)05 × РубМ	7	2,36	<i>FF</i>
Пас2-1111(18)18 × РубМ	7,13	2	<i>FF</i>
Пасхц)3×4)06(15) × РубМ	8,5	4,15	<i>FF</i>
РубМ	14,6	8,72	<i>ff</i>
НСР <sub>05</sub>	4,56	2,34	



Рис. 1. Растение гибридной комбинации Мадр1–639 × Феникс с женским типом цветения



Рис. 2. Завязь гибридной комбинации Мадр1–639 × Феникс

с сортом Феникс. При скрещивании гиноцидной материнской линии Пасхц) 3×4) 06 (15) с сортом Феникс среднее число узлов с мужскими цветками в защищенном грунте составило 4,40 шт./раст., при скрещивании с моноцидной формой РубМ – 8,50 шт./раст. Таким образом, идентификация гетерозигот по гену *F* является наиболее сложной, так как в зависимости от условий выращивания степень проявления пола может сильно различаться.

Материнские линии Пв2–151, LS24–13, 264 (13) согласно результатам исследований (табл.), являются гетерозиготами *Ff*. При скрещивании линии LS24–13 (*Ff*) с моноцидным растением сорта Феникс (*ff*) отмечено расщепление 1:1.

При выращивании гибридной комбинации в защищенном грунте половина растений обладали мужским типом цветения, половина – промежуточным. При выращивании в защищенном грунте растения имели промежуточный тип цветения, а в условиях открытого грунта – женский тип. Разделение растений в потомстве не изменялось в зависимости от условий выращивания в открытом и защищенном грунте. Среднее число узлов с мужскими цветками у данных гибридных потомств было самым высоким и варьировалось от 2,57 до 13,71 шт./раст. при выращивании в защищенном грунте и от 4,42 до 9,33 шт./раст. при выращивании в открытом грунте.

Материнские линии Руб6, S20–1 (II) бн, Кибр2–6, Руб3, Мадр1–639 (рис. 1, 2) предположительно могут являться гомозиготами с сильными аллелями *F'F'* или *F''F''*. При скрещивании этих линий с моноцидным сортом Феникс было отмечено, что большая часть растений не формировала

мужские цветки, а остальные растения имели единичные мужские цветки при выращивании в защищенном грунте. При выращивании этих гибридных потомств в открытом грунте доля растений с женским типом цветения была больше. Наличие единичных мужских цветков у растений можно объяснить действием полигенов, а также условиями выращивания. Однако среднее число узлов с мужскими цветками у данных гибридных потомств статистически достоверно не отличается от гибридных потомств, предположительно являющихся гомозиготами по гену *F(FF)*.

Аллели *F'* и *F''* невозможно различить при скрещивании с рецессивной гомозиготой *ff*. По результатам исследований Пыженкова (1981) при скрещивании доминантных дигомозигот по гену *F* и *M* (*F'F'MM*, *F''F''MM*) с рецессивной гомозиготой по гену *F* и доминантной гомозиготой по гену *M* (*ffMM*) наблюдали единообразие первого поколения по признаку женский тип цветения. Различия между аллелями *F* и *F''* наблюдали при сочетании с рецессивной гомозиготой по гену *M*. Однако для двухлинейной схемы создания  $F_1$ -гибридов огурца при скрещивании гиноцидной и моноцидной родительских линий в равной степени подходят доминантные гомозиготы *F'F'* и *F''F''*.

### Выводы

Снижение финансовых и трудовых затрат при производстве гибридных семян является приоритетным направлением в селекции огурца. Одним из способов, позволяющих упростить схему селекции  $F_1$ -гибридов огурца, является использование материнских гиноцидных линий с высокой сте-

пенью выраженности женского пола, контролируемой сильными аллелями гена *F*. При скрещивании таких линий с моноцидными отцовскими линиями  $F_1$ -гибриды будут иметь женский тип цветения. Таким образом, можно исключить этап обработки гиноцидных отцовских линий раствором нитрата серебра для индукции мужских цветков и использовать в качестве отцовского компонента моноцидные формы. Это позволяет производить гибридные семена партенокарпических  $F_1$ -гибридов в условиях открытого грунта.

В нашем исследовании оценивались материнские гиноцидные линии партенокарпического огурца по силе проявления аллелей гена *F* при скрещивании с моноцидными формами в открытом и защищенном грунте. Были выявлены перспективные для дальнейшей работы линии, обладающие сильными аллелями гена *F*: Руб6, S20–1 (II) бн, Кибр2–6, Руб3, Мадр1–639. Эти линии рекомендуются для использования в качестве материнского компонента в двухлинейной схеме создания  $F_1$ -гибридов огурца на базе моноцидных линий.

Данный способ оценки гиноцидных линий по степени выраженности женского пола может быть использован для обнаружения линий с сильными аллелями гена *F* с целью использования их для создания  $F_1$ -гибридов с женским типом цветения.

## Библиографический список

- 1.Коротцева И. Б., Кочеткова Л. А. Селекция на женский тип цветения гибридов огурца для первого оборота зимних теплиц // Овощи России. 2018. №6. С. 18–22. DOI:10.18619/2072-9146-2018-6-18-22
- 2.Шамшина, А. В. Использование андромоноцидных форм в селекции огурца для весенне-летнего и летне-осеннего оборотов защищенного грунта / А. В. Шамшина // Гавриш. 2004. № 3. С. 26–29.
- 3.Ткаченко Н.Н. Генетические основы селекционной работы с материнскими формами гетерозисных гибридов огурцов. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1979. Т. 65. Вып. 3. С. 22–25.
- 4.Коротцева И. Б., Кочеткова Л. А. Оценка и отбор сортообразцов огурца с женским типом цветения // Овощи России. 2016. №3. С. 39–42. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-40-42
- 5.Luo H., Zhang H. Advance in sex differentiation in cucumber. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. [Электронный ресурс]. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1186904/full>. DOI 10.3389/fpls.2023.1186904
- 6.Pawełkiewicz M.E. et al. Genetic and molecular bases of cucumber (*Cucumis sativus* L.) sex determination // *Molecular breeding*. 2019. Т.39. С. 1–27. <https://doi.org/10.1007/s11032-019-0959-6>
- 7.Френкель Р., Галун Э. Механизмы опыления, размножение и селекция растений // М.: Колос. 1982. С. 384.
- 8.Пыженков В.И. Эволюционно-генетические основы формирования *Cucumis sativus* L. и теоретические вопросы селекции / Автореф. дисс. доктора с.-х. наук. Л., 1981. 48 с.
- 9.Пыженков В.И., Малинина М.И. кн. Культурная флора. Тыквенные (огурец, дыня). Т.21. М., Колос. 1994. 287 с.

## References

- 1.Korotseva I.B., Kochetkova L.A. Selection to female type of flowering of cucumber hybrids for the winter greenhouses. *Vegetable crops of Russia*. 2018. No6. Pp. 18–22. DOI:10.18619/2072-9146-2018-6-18-22 (In Russ.).
- 2.Shamshina A. V. Using of andromonoecious cucumber plants in hybrid's selection for spring crop and summer-autumn crop in greenhouses. *Gavrish*. 2004. No3. Pp. 26–29 (In Russ.).
- 3.Tkachenko N.N. Genetic bases of selection work with maternal forms of heterotic cucumber hybrids. *Works on applied botany, genetics and selection*. L.: Kolos. 1979. Vol.65. Issue 3. Pp. 22–25 (In Russ.).
- 4.Korotseva I.B., Kochetkova L.A. Assessment and selection of cucumber variety type with female type of flowering. *Vegetable crops of Russia*. 2016. No3. Pp. 39–42. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-40-42 (In Russ.).
- 5.Luo H., Zhang H. Advance in sex differentiation in cucumber // *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. [Web resource]. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1186904/full>. DOI 10.3389/fpls.2023.1186904
- 6.Pawełkiewicz M. E. et al. Genetic and molecular bases of cucumber (*Cucumis sativus* L.) sex determination. *Molecular breeding*. 2019. Vol. 39. Pp. 1–27. <https://doi.org/10.1007/s11032-019-0959-6>
- 7.Frenkel R., Galun E. Pollination mechanisms, reproduction and plant breeding // M. Kolos. 1982. Pp. 384 (In Russ.).
- 8.Pyzhenkov V. I. Evolutionary-genetic bases of *Cucumis sativus* L. formation and theoretical questions of breeding. *Abstract diss. DSci (Agr.)*. L. 1981. 48 p.
- 9.Pyzhenkov V.I., Malinina M.I. *Cultural flora*. L. Kolos. 1994. Vol.21. 287 p.

## Об авторах

Осминина Екатерина Васильевна – аспирант кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений. E-mail: e.osminina@rgau-msha.ru

Сократ Григорьевич Монахос, доктор с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой ботаники, селекции и семеноводства садовых растений. E-mail: s.monakhos@rgau-msha.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева).

## Author details

Osminina E.V., postgraduate student, Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology. E-mail: e.osminina@rgau-msha.ru

Monakhos S.G., D.Sci. (Agr.), prof., head of the Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology. E-mail: s.monakhos@rgau-msha.ru

Russian State Agrarian University – MTAA after K.A. Timiryazev (RSAU-MTAA after K.A. Timiryazev).

