УДК 581.4: 581.47/48 (470.67)

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ПЛОДОВ И CEMЯН NIGELLA SATIVA L. ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОПЫЛЕНИЯ

### Амирова Л.А., Асадулаев З.М.

Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН, Maxaчкaлa, e-mail: leila.amirova@mail.ru

Изучение семенной продуктивности имеет важное значение для успешной интродукции перспективных лекарственных растений, к которым относится и Nigella sativa L. Интродукционные исследования этой культуры проводились на различных высотных уровнях выращивания в условиях Дагестана. В данной работе приводятся результаты изучения семенной продуктивности N. sativa в зависимости от способа опыления. Выявлено, что основным способом опыления является перекрестное, доля которого ухудшается в неблагоприятных условиях. Кроме того, показано уменьшение средних значений всех признаков по мере возрастания высотного пункта выращивания. Установлены различия относительного вклада условий выращивания в изменчивость признаков плодов и семян при самоопылении и свободном опылении. Выявлена более высокая зависимость признаков общей семенной продуктивности (массы плодов на растении, репродуктивного усилия) от условий произрастания при самоопылении, а для признаков верхушечного плода и большинства признаков вегетативных органов при свободном опылении.

Ключевые слова: изменчивость, семенная продуктивность, опыление, N. sativa L.

# VARIABILITY OF FRUIT AND SEED TRAITS OF NIGELLA SATIVA L. DEPENDING ON METHOD OF POLLINATION AND CONDITIONS OF CULTIVATION

### Amirova L.A., Asadulaev Z.M.

Mountain Botanical Garden of Dagestan scientific centre RAS, Makhachkala, e-mail: leila.amirova@mail.ru

The study of seed productivity play important role for successful introduction of the perspective medical plants as a *Nigella sativa* L. Introductive tests of this species were conducted at different levels above sea of cultivation in conditions of Dagestan. The results of investigation of *N. sativa* seed productivity depending on method of pollination are given in this work. It is revealed that free pollination is the main method, the proportion of which decreases in adverse conditions. It is also determined the decrease of average values for all traits as increasing of a high point of cultivation. The differences in fractional contribution of habitats on variability of fruit and seed characteristics under self pollination and open pollination are observed. The conditions of habitats control the high dependence of total productivity characteristics (mass of fruits, reproductive effort) for self pollinated plants, and characteristics of tip fruit and of the most vegetative traits for the plants with open pollination.

Keywords: variability, seed productivity, pollination, N. sativa L.

В исследованиях, посвященных изучению элементов семенной продуктивности, сложилось достаточно устойчивое представление о противоречии между морфогенетическими ограничениями и адаптивными потребностями популяции, которое хорошо подтверждается известными фактами эволюционной компенсации: уменьшения одних элементов при увеличении других [13]. Наиболее часто наблюдаемый в этом отношении феномен - отрицательная корреляция между числом продуцируемых растением семян и размером семени, которая проявляется в пределах популяции, сорта, а также в индивидуальном развитии. Такого рода корреляции обычно рассматриваются как следствие конкуренции за метаболический материал и компенсации развития элементов урожая. Однако подобные отношения характерны, по-видимому, для определенных систем размножения со специфическим пыльцевым режимом, поскольку у ряда видов замена самоопыления

перекрестным в экспериментах приводит к образованию более тяжелых семян без уменьшения их числа [2]. У таких видов корреляции между числом семян и их размером при отсутствии ограничений в ресурсах метаболитов зависят от баланса между общим количеством поступающей пыльцы и вероятности аутбридинга [2].

В связи с этим представляет интерес вопрос о характере опыления Nigella sativa L. (само- и перекрестноопыляемости), тем более что имеются разные мнения. Например, Lloyd [11] считает ее в большей степени «самоопыляемой культурой», Zohary [16] также указывал на способность цветков к «завязыванию семян, не будучи перекрестноопыленными». Другие же авторы считают, что «цветки посещают медоносные пчелы, и растения данного вида являются облигатными перекрестниками» [12].

Кроме того, по данным В.В. Никитина, А.В. Лазарева род *Nigella* L. отнесен к сорным растениям, при этом 2 вида

(*N. arvensis* L. и *N. damascena* L.) встречаются на урбанизированных территориях. Согласно литературным сведениям, у сорных растений широко представлено самоопыление в разных вариантах: клейстогамия, гейтоногамия. Ряд авторов считает, что у сорняков самонесовместимость обычно отсутствует, поскольку нарушенные местообитания требуют частой реколонизации. К тому же такие местопроизрастания кратковременны, а размеры популяций весьма невелики [4].

В данной работе мы приводим оценку вариабельности количественных признаков *N. sativa* в зависимости от различных способов опыления и условий выращивания.

### Материал и методы исследований

Интродукционное испытание проводили в условиях прикаспийской низменности (пос. Ленинкент, 100 м над ур. м.), в горно-долинных условиях Цудахарской экспериментальной базы (ЦЭБ, 1100 м над ур. м.) и в условиях среднегорья на Гунибской экспериментальной базе (ГЭБ, 1950 м высоты над ур. м.) Горного ботанического сада ДНЦ РАН. Посев осуществлялся в оптимальные сроки для каждой из зон ручным способом в метровые делянки по 100 шт, расстояние между рядами – 20 см, на глубину – 3–4 см. В первый год исследования опыт закладывали в трехкратной повторности, в последующие годы, увеличивая повторность до шести (2010 г.) и девяти (2011 г.) [1]. Уход заключался в прополке сорняков. Уборку урожая проводили вручную по мере созревания каждого образца.

При проведении исследований пользовались общепринятыми методами, описанными в соответствующих руководствах [5], а также специальными руководствами [8, 10, 14]. Материалом для настоящей работы служили семена *N. sativa* L., полученные из Эфиопии (14633).

Для определения семенной продуктивности использовалась методика И.В. Вайнагий [2, 3], а для репродуктивной характеристики – коэффициент продуктивности (К,,,), отражающий отношение реальной семенной продуктивности к потенциальной, выраженный в процентах [7]. Поскольку цветение у N. sativa L. происходит неодновременно на всех боковых побегах и число цветков зависит от условий местообитания, расчет семенной продуктивности производился только для верхушечного цветка. Потенциальная продуктивность определялась путем подсчета количества семязачатков в завязи верхушечного цветка в период бутонизации на фиксированном (в 70% этиловом спирте) материале. Фактическая завязываемость определялась подсчетом количества семян в верхушечной многолистовке при свободном опылении и самоопылении.

Изучение семенной продуктивности *N. sativa* L. проводили в двух вариантах опыта: при свободном опылении и изоляции. Опыт по изоляции соцветий для проверки возможности самоопыления проводили на 30 растениях в трех экспериментальных пунктах выращивания – 100, 1100, 1950 м. Около каждого растения с нераспустившимися бутонами устанавливали штатив высотой несколько превышающей высоту растения. На штатив и растение надевали изолятор

из мелкосеточного фатина. У растений *N. sativa* L., завершивших вегетационный цикл развития, изучали изменчивость 27 морфологических признаков. Весовые признаки измерялись с точностью до 1 мг на электронных весах «Ohaus», размерные — с точностью до 1 мм штангенциркулем.

## Результаты исследования и их обсуждение

Изоляция растений, проведенная нами, позволила выявить, прежде всего, способность данного вида к автогамии. Автогамия в нашем случае является контактной и происходит при отгибании стилодий к тычинкам внутреннего круга на поздних стадиях цветения. При этом созревание пыльцы совпадает с расположением стилодиев под углом 90° по отношению к главной оси. На ранних стадиях цветения такой контакт невозможен, так как пыление начинается с тычинок наружного круга, а стилодии при этом располагаются вертикально в центре цветка.

Мы видим, что структура цветка и механизмы опыления растений N. sativa L. представляют единую систему. Однако реализация этих механизмов во многом зависит от факторов внешней среды и может быть разной. Так, по нашим данным в зависимости от условий произрастания количество семязачатков в завязи верхушечного цветка N. sativa L. колеблется от 59,4 до 44,4 шт. (табл. 1). При этом независимо от показателей ПСП, РСП имеют четкую тенденцию к снижению от 52,7 шт. на один плод на низменности до 19,9 шт. на высоте 1950 м, т.е. семенная продуктивность верхушечного плода снизилась более чем на 50%. При самоопылении абсолютные показатели РСП оказались ниже, чем при свободном опылении, уменьшилась и длина верхушечного плода (18,6–15,2 и 21,5–15,8 мм соответственно).

На высотах 100 и 1100 м коэффициенты продуктивности при самоопылении имеют незначительные расхождения и составляют 65,2 и 61,0 % соответственно. На максимальной высоте эксперимента (1950 м) при этом семена вовсе не образовывались. Для самоопыления N. sativa L. погодные условия на высоте 1950 м оказались критическими. Так как этот вид относится к теплолюбивым растениям, нарушение формирования семян на этой высоте мы объясняем неблагоприятным действием низких ночных температур, что может быть еще в сочетании с высокой влажностью воздуха. Внешне эти нарушения проявляются в почернении развивающихся гинецеев с последующим их отмиранием.

Прежде всего, при самоопылении обнаруживается большое количество

неполноценных семян. Коэффициент продуктивности и относительное количество невыполненных семян на высотах 100 и 1100 м в обоих вариантах скрещивания примерно одинаковое, однако на высоте

1950 м коэффициент продуктивности резко снижается, количество щуплых семян увеличивается. Можно говорить о зависимости образования семян у *N. sativa* L. от высотного уровня выращивания.

**Таблица 1** Потенциальная и реальная семенная продуктивность верхушечного цветка и плода  $N.\ sativa\ L.$  при свободном опылении и при изоляции растений (n=30)

Высота	ПСП, шт	РСП				
над уровнем моря, м		Самоопыление, шт.	Кпр, %	Свободное опыление, шт.	Кпр, %	
100	$59,4 \pm 2,09$	$38,7 \pm 0,72$	65,2	$52,7 \pm 1,67$	88,7	
1100	$44,4 \pm 1,95$	$27,1 \pm 1,24$	61,0	$36,0 \pm 1,73$	81,0	
1950	$54,7 \pm 1,81$	0	0	$19,9 \pm 2,88$	36,4	

 $\Pi$  р и м е ч а н и я :  $\Pi$ С $\Pi$  – потенциальная семенная продуктивность; PС $\Pi$  – реальная семенная продуктивность;  $K_{nn}$  – коэффициент продуктивности.

Наряду с верхушечным плодом семенная продуктивность была определена и для всего растения при различных вариантах опыления. Анализ показал, что при свободном опылении масса плодов *N. sativa* L. на всех высотах (100, 1100, 1950 м) выше по сравнению с массой плодов растений с изолированными соцветиями в 4, 8,5 и в 2,5 раза соответственно.

В отличие от весовых признаков, по которым отмечены значительные различия, число плодов на одно растение на высоте 100 и 1100 м при свободном опылении было сходным. Эту разницу, несмотря на одинаковое количество плодов, мы объясняем увеличением количества шуплых семян с высотой над уровнем моря. Данное обстоятельство говорит о том, что для формирования плодов у растений *N. sativa* L. условия на низменности (100 м) оказались более благоприятными. При этом влияние различий высотных уровней произрастания проявляется на протяжении всего периода формирования семян.

По мере возрастания высотного уровня выращивания уменьшается не только масса плодов, но и масса побега, что приводит к выравниванию показателя при свободном опылении (на высотах 100 и 1100 м имеет одинаковую величину — 0,658). На высоте 1950 м репродуктивные процессы ослабевают, показатель Re уменьшается до значения 0,478. При самоопылении на низменности вклад биомассы в образование плодов и семян выше по сравнению с перекрестным опылением, что указывает на увеличение вегетативной массы или снижение массы генеративных органов. На высотах 1100 и 1950 м отмечена противопо-

ложная картина. Здесь по мере увеличения высотного уровня выращивания репродуктивное усилие у растений уменьшается. То есть выявленное различие в семенной продуктивности и обуславливает способность растений перераспределять энергетические ресурсы между органами в крайних условиях выращивания.

Анализ показывает, что вариабельность большинства учтенных признаков у растений *N. sativa* L. оказалась выше при самоопылении, хотя абсолютные значения признаков выше при перекрестном опылении. Кроме того, в сравнительно благоприятных условиях интродукции при самоопылении вариабельность признаков плодов и семян увеличивается, общая семенная продуктивность снижается. Это показывает факультативность самоопыления для растений данного вида при возрастании его доли на низких высотах произрастания. На высоте 1950 м вариабельность признаков плодов и семян при свободном опылении оказалась выше.

При этом верхушечный плод, закладывающийся на более раннем этапе онтогенеза имеет более стабильные показатели, из признаков которого более устойчивыми оказались также признаки, формирующиеся на более первых этапах - длина верхушечного плода и число листовок верхушечного плода. Более высокие значения коэффициента вариации отмечены для массы верхушечного плода и массы семян верхушечного плода. Эта тенденция сохраняется для признаков общей семенной продуктивности (масса плодов на растении, масса семян на растении, число плодов на растении). То есть при ухудшении условий среды и изменении соотношения способов опыления размах изменчивости признаков увеличивается. В наибольшей степени это проявляется в варьировании массы плодов, массы семян и числа плодов на растении с увеличением показателей в соответствии с порядком их формирования и созревания.

Как показали результаты корреляционного анализа, признаки семенной продуктивности имеют более тесные положительные корреляционные связи с массой растения, а признаки верхушечного плода с линейными признаками растения. То есть верхушечные плоды крупнее у более развитых растений. Корреляционная связь между числом семян верхушечного плода и длиной растения (0,86) выше, чем между этим же признаком и массой растения (0,59). Семенная продуктивность в некоторой степени может быть связана и с длиной верхнего междоузлия, увеличивающей вероятность опыления цветка N. sativa L. антофильными насекомыми (последние по нашим наблюдениям вначале подлетают к верхушечному цветку). На это указывает и увеличение силы связей между признаками: «длина верхушечного междоузлия» и «масса плодов на растении» при свободном опылении, по сравнению с самоопыленными растениями.

Подтверждено достоверное влияние как способа опыления, так и пункта выращивания на изменчивость признаков плодов и семян (табл. 2).

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа N. sativa L. показателей признаков плодов и семян (n=30)

Пилогови	A		В	
Признаки	$h^2$ , %	$h^2, \%$	r <sub>xy</sub>	r <sup>2</sup> , %
Длина верхушечного плода	14,4***	38,5***	-0,48	23,4***
Число листовок верхушечного плода	14,7***	28,3***	-0,47	21,9***
Масса семян верхушечного плода	28,4***	46,2***	-0,59	35,0***
Масса верхушечного плода	27,4***	49,3***	-0,62	38,0***
Масса плодов на растении	38,7***	21,7***	-0,37	13,9***
Re	_	62,0***	-0,67	44,2***

 $\Pi$  р и м е ч а н и я : A — способ опыления; B — высота над уровнем моря;  $h^2$  — сила влияния фактора, %;  $r_{xy}$  — коэффициент корреляции между высотным градиентом и признаком;  $r^2$  — коэффициент детерминации, %. \* — P < 0.05; \*\* — P < 0.01; \*\*\* — P < 0.001. Прочерк означает отсутствие существенного влияния.

Прежде всего, значителен относительный вклад высотного уровня в общую изменчивость репродуктивного усилия (44,2%), влияние способов опыления при этом не доказано, что объясняется нарурепродуктивного нормального шением процесса на высоте 1950 м над ур. моря. Это указывает также на большое значение общей биомассы для формирования генеративного потомства  $\hat{N}$ . sativa L. при обоих возможных способах опыления. Доля влияния высотного уровня произрастания оказалась сравнительно выше на признаки верхушечного плода, чем на признаки общей продуктивности, при этом наибольший вклад установлен в изменчивость массы верхушечного плода (49,3%), а наименьший – в массу плодов на растении (21,7%).

Относительный вклад способа опыления в массу плодов на растении оказался наибольшим (38,7%). Несколько ниже это влияние на признаки «длина верхушечного плода» (14,4%) и «число листовок верхушеч-

ного плода» (14,7%). То есть способ опыления в изменчивость весовых признаков плодов и семян вносит наибольший вклад.

интродукционных экспериментах на разных высотных уровнях растения N. sativa L. проявили также и различную ростовую активность. С возрастанием высоты пункта выращивания уменьшилась высота как у растений со свободным опылением, так и самоопыленных растений. Наиболее высокие растения отмечены на низких высотах при свободном опылении (22,9 мм), с массой стебля 439,5 мг. На средних высотах (1100 м) при некотором снижении общего роста у растений N. sativa L. увеличилось число междоузлий и возросла сухая масса листьев. На максимальной высоте выращивания (1950 м) растения имели неразветвленный стебель с одним верхушечным цветком, что следует рассматривать как реакцию на комплекс неблагоприятных факторов среды. Это считают обычным явлением в высоких широтах и в горах, где растения, приспосабливаясь к суровым условиям, в первую очередь сохраняют репродуктивную функцию за счет подавления вегетативного роста [6]. Таким образом, согласно выдвинутому Yokoi [15] «принципу критических порогов», образование однолетними растениями органов репродукции контролируется их возрастом, а не размерами.

Как показали результаты регрессионного анализа наиболее чувствительными на воздействие внешних факторов, обусловленных высотным градиентом, оказались толщина корня (95,4%) и толщина стебля (95%). Влияние на массу стебля (57,4%), длину стебля (29%), длину верхушечного междоузлия (14,8%) ниже. На число междоузлий и на число боковых корней влияние условий выращивания не установлено. Влияние способа опыления на изменчивость признаков стебля выше, чем условий выращивания.

#### Заключение

N. sativa L. – это энтомофильное растение с дневной ритмикой распускания цветков. Протерандрия, которая характерна для этого растения, однако, не предотвращает совмещение тычиночной и рыльцевой стадии и способствует самоопылению в пределах цветка. Подобное положение, вероятно, связано с экологической приуроченностью представителей рода Nigella L. к рудеральным местообитаниям. То есть N. sativa L. – имеет вполне устойчивую систему скрещивания, успешно сочетающую самоопыление и перекрестное опыление. Проведенный анализ семенной продуктивности растений N. sativa L. показал, что самоопыление является дополнительным способом, поддерживающим общую семенную продуктивность на определенном уровне, доля которого уменьшается в благоприятных условиях. При этом в критических условиях выращивания (1950 м) единственным способом, обеспечивающим образование семян, остается перекрестное опыление, где низкая самофертильность особей обусловлена высокой чувствительностью генеративных органов на условия высокогорья (интенсивное освещение и низкие ночные температуры).

Оказалось, что характер опыления больше всего влияет на весовые признаки плодов и семян *N. sativa* L., с возрастанием роли этого влияния на изменчивость массы плодов и репродуктивного усилия с высотой над уровнем моря при самоопылении, а также некоторых вегетативных признаков. У ряда признаков вегетативной сферы установлено более высокое влияние условий произрастания при свободном опылении.

### Список литературы

- 1. Амирова Л.А. Структура изменчивости весовых признаков Nigella sativa L. при интродукции в условиях Дагестана / Л.А. Амирова, А.Д. Хабибов // Закономерности распространения, воспроизведения и адаптации растений и животных: матер. Всерос. науч. конф. Махачкала, 2010. С. 144–149.
- 2. Вайнагий И.В. Методика статистической обработки материала по семенной продуктивности растений на примере Potentilla aurea L. // Раст. ресурсы. 1973. Т. 9. Вып. 2. С. 287—296.
- 3. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. 1974. Т.59. № 6. С. 826–831.
- 4. Демьянова Е.И. Особенности антэкологии и семенной продуктивности пустырника сизого и пустырника пятилопастного // Вестник Пермского университета. 2012. Вып. 1. С. 4—9.
- 5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.
- 6. Зайцев Г.Н. Оптимум и норма в интродукции растений. М.: Наука, 1983. 269 с.
- 7. Левина Р.Е. Семенная продуктивность райграса высокого в культуре // Раст. ресурсы. 1982. Вып. 18 (1). С. 33—40.
- 8. Abdolrahimi B. The effect of harvest index, yield and yield components of three varieties of black seed (Nigella sativa) in different planting densities / B. Abdolrahimi, P. Mehdikhhani, Hasanzadeh G.T.A. // Int. J. of AgriScience. 2012. Vol. 2 (1). P. 93–101.
- 9. Galen, C. Weger H.G. Re- evaluating the significance of correlations between seed number and size: evidence from a natural populations of the lily, Clintonia borealis // Am. J. Bot. 1986. Vol. 72. P. 1544–1552.
- 10. Khaled, A. Effect of some agricultural practices on the productivity of black cumin (Nigella sativa L.) grown under rainfed semi-arid conditions / A. Khaled, Talafih, N.I. Haddad, B.I. Hattar, K. Kharallah // Jordan Journal of Agricultural Sciences. -2007. Vol. 3. No. 4. P. 385–397.
- 11. Lloyd, D.G. Some reproductive factors affecting the selection of self fertilization in plants / D.G. Lloyd // American Naturalist. 1979. Vol. 113. P. 67–79.
- 12. Ricciardelli D. & P. Oddo L. Flora apistica italiana. Istitution sperimentale zoologia agrarian and Federazione italiana apicoltori / D. Ricciardelli, & P. Oddo. L.: Interstampa, Rome, 1981.
- 13. Stebbins G.L. Variation and evolution in plants. New York: Columbia University Press, 1950.-643~p.
- 15. Yokoi Y. An analysis of age and size-dependent flowering: a critical production model / Y. Yokoi // Ecol. Res. 1989. N 4 (3). P. 387–397.
- 16. Zohary, M. The genus Nigella (Ranunculaceae) a taxonomic revision // Plant Systematics and Evolution. 1983. Vol. 142. N<sub>2</sub> 1–2. P. 71–107.

#### References

- 1. Amirova L.A., Habibov A.D. Struktura izmenchivosti vesovyh priznakov Nigella sativa L. pri introdukcii v uslovijah Dagestana // Mater. Vseros. nauch. konf. «Zakonomernosti rasprostranenija, vosproizvedenija i adaptacii rastenij i zhivotnyh». Mahachkala, 2010. pp. 144–149.
- 2. Vajnagij I.V. Metodika statisticheskoj obrabotki materiala po semennoj produktivnosti rastenij na primere Potentilla aurea L. // Rast. resursy. 1973. T. 9. Vyp. 2. pp. 287–296.

- 3. Vajnagij I.V. O metodike izuchenija semennoj produktivnosti rastenij // Botan. zhurn. 1974. T.59. no. 6. pp. 826–831.
- 4. Dem'janova E.I. Osobennosti antjekologii i semennoj produktivnosti pustyrnika sizogo i pustyrnika pjatilopastnogo // Vestnik Permskogo universiteta. 2012. Vyp. 1. pp. 4–9.
- 5. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) / B.A. Dospehov. M.: Kolos, 1979. 416 p.
- 6. Zajcev G.N. Optimum i norma v introdukcii rastenij. M.: Nauka, 1983. 269 p.
- 7. Levina R.E. Semennaja produktivnosť rajgrasa vysokogo v kul'ture // Rast. resursy. 1982. Vyp. 18 (1). pp. 33–40.
- 8. Abdolrahimi B. The effect of harvest index, yield and yield components of three varieties of black seed (Nigella sativa) in different planting densities / B. Abdolrahimi, P. Mehdikhhani, Hasanzadeh G.T.A. // Int. J. of AgriScience. 2012. Vol. 2 (1). pp. 93–101.
- 9. Galen C. Weger H.G. Re- evaluating the significance of correlations between seed number and size: evidence from a natural populations of the lily, Clintonia borealis. / C. Galen, H.G. Weger // Am. J. Bot. 1986. Vol. 72. pp. 1544–1552.
- 10. Khaled A. Effect of some agricultural practices on the productivity of black cumin (Nigella sativa L.) grown under rainfed semi-arid conditions / A. Khaled, Talafih, N.I. Haddad, B.I. Hattar, K. Kharallah // Jordan Journal of Agricultural Sciences. 2007. Vol. 3. no. 4. pp. 385–397.
- 11. Lloyd D.G. Some reproductive factors affecting the selection of self fertilization in plants / D.G. Lloyd // American Naturalist. 1979. Vol. 113. pp. 67–79.

- 12. Ricciardelli D. & P. Oddo L. Flora apistica italiana. Istitution sperimentale zoologia agrarian and Federazione italiana apicoltori / D. Ricciardelli, & P. Oddo L.: Interstampa, Rome. 1981.
- 13. Stebbins G.L. Variation and evolution in plants / G.L. Stebbins. New York: Columbia University Press, 1950. 643 p.
- 14. Tonçer1 Ö. Effect of seed rate on agronomic and technological characters of Nigella sativa L. / Ö.Tonçer1 S. Kizil // International Journal of Agriculture & Biology. 2004. 06–3 pp. 529–532.
- 15. Yokoi Y. An analysis of age and size—dependent flowering: a critical production model / Y. Yokoi // Ecol. Res. 1989. 4 (3). pp. 387–397.
- 16. Zohary M. The genus Nigella (Ranunculaceae) a taxonomic revision // Plant Systematics and Evolution. 1983. Vol. 142. no. .1–2. pp. 71–107.

### Рецензенты:

Магомедов А.М., д.б.н., заведующий кафедрой биологии, Дагестанская государственная медицинская академия, г. Махачкала;

Куркиев К.У., д.б.н., ведущий научный сотрудник, Дагестанская опытная станция ВИР Россельхозакадемии, г. Махачкала.

Работа поступила в редакцию 15.09.2014.