

Экологическая и сортовая изменчивость морфометрических параметров семян моркови

А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, Е.В. Кашнова, Г.В. Касаева, М.И. Иванова,
О.А. Разин

Цель исследований: изучение влияния сортового и экологического факторов на изменчивость морфометрических (длина семени, эндосперма и зародыша) параметров семян моркови в системе двухфакторного опыта. Объекты для изучения – оригинальные семена сортов Шантенэ 2461 и Боярыня. Опыты были заложены в 2015–2017 годах на Западно-Сибирской овощной опытной станции ФГБНУ ВНИИО в южной части Первомайского района Алтайского края. Преобладающие почвы – черноземы выщелоченные и обыкновенные. Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности не менее 20 семян. Измерение длины семени и эндосперма проводили штангенциркулем (ГОСТ 166-89), длину зародыша определяли с использованием микроскопа Микромед и видеоокуляра DCM 300 MD. Семена замачивали в 14%-ном водном растворе гипохлорита натрия в течение 1 ч, после чего измеряли длину семени, эндосперма и зародыша и рассчитывали соотношение длины зародыша (E) к длине эндосперма (S). Семена двух сортов моркови, за годы исследования существенно различались по длине семян ($P < 0,001$). Длина эндосперма сорта Боярыня в среднем за годы исследований была меньше ($P < 0,001$) по сравнению с Шантенэ 2461. Длина зародыша также существенно отличалась ($P < 0,001$) в зависимости от сорта. Экологический фактор значительно влиял на длину семени ($P=0,005$) и эндосперма ($P=0,003$). На длину зародыша основное влияние оказывал фактор сорта ($P < 0,001$). На отношение длины зародыша к длине эндосперма также в значительной степени влиял фактор сорта ($P = 0,006$). Исследования показали, что изменчивость морфометрических параметров семян обусловлена как влиянием сорта, так и влиянием условий года репродукции. Длина зародыша по сравнению с другими элементами семени варьирует сильнее и в большей степени зависит от влияния наследственного фактора. Это позволяет сделать вывод о возможности селекционного изменения линейных, а также относительных размеров морфологических элементов семени.

Ключевые слова: *Daucus carota*, сорта, экологический фактор, морфометрия, семя, эндосперм, зародыш.

Среди овощных культур семейства сельдерейных распространены гетероморфизм семян, обусловленный матричным фактором [1–3]. Растения этого семейства характеризуются растянутым цветением и созреванием семян в зонтиках. В своем исследовании с семенами пастернака S.D. Hendrix [4] показывает, что их размер и вес снижаются при увеличении порядка ветвления. J.N.Thompson [5] в своей работе отмечает, что варьирование размеров семян внутри отдельного растения *Lomatium grayi* состав-

ляет 16%. Влияние гетероморфизма семян зонтичных на их качество изучали многие исследователи. Так, T.H. Thomas с соавторами [6] выявил, что семена моркови, собранные с первичных и вторичных зонтиков, при различных условиях проращивания имели разные показатели качества. В этом же исследовании, проведенном с семенами *Arium graveolens*, автор выявил влияние порядка ветвления на проявление покоя семян и их чувствительность к GA4/7. Многими авторами показано, что качество семян моркови уменьшается по мере уве-

личения порядка ветвления [7–9].

Качество семян зависит от стадии роста и состояния материнского растения. Период вегетации и цветения для моркови (*Daucus carota*), как и для других овощных зонтичных культур, обычно растянутый, а цветки формируются на разных частях материнского растения. При этом семена образуются на растениях на разных стадиях развития. Это приводит к образованию семян с различными качествами, в том числе и морфометрическими.

Один из ключевых эндогенных факторов, влияющих на качество семян сельдерейных культур, – морфологическое недоразвитие зародыша [10–12]. Это накладывает особые требования на работу исследователя с семенами данных культур.

Изучение морфологических параметров семян представляет интерес для расширения представлений о качестве произведенных семян овощных зонтичных культур. Показатели линейных размеров зародыша, эндосперма, семени, и степень их изменчивости могут быть использованы для дополнительной характеристики партии семян. Знания о морфологической разнокачественности семян следует учитывать при их выращивании, сортировке, хранении и предпосевной доработке. Архитектоника семенного растения моркови, степень зрелости семян определяют линейные размеры зародыша, существенно влияя на явление покоя, скорость доразвития зародыша и основные параметры качества семян, от которых зависит их прорастание. Современные технологии выращивания, которые применяют для получения качественного урожая в овощеводстве, требуют использования соответствующего посевного материала. Повышение качества семян и усовершенствование

методов семенного контроля в современных условиях являются одной из важнейших задач.

Цель работы – выявить характер изменчивости линейных размеров зародыша, эндосперма и семени двух сортов моркови различных лет репродукции и определить степень влияния сортового и экологического факторов в системе двухфакторного опыта.

Условия, материалы и методы исследования. Объектами для изучения служили оригинальные семена сортов Шантенэ 2461 и Боярыня полученные в 2015, 2016 и 2017 годах на ЗСОС ФГБНУ ВНИИО.

Сорт Шантенэ 2461 создан более 70 лет назад, но широко востребован, поскольку обладает высокой адаптивной способностью. Вегетационный период 110–120 дней. Отличается хорошей лежкостью. Урожайность 6–9 кг/м². Форма корнеплода коническая с тупым кончиком. Длина корнеплода 11–16 см, а масса 110–250 г. В результате многолетней селекционно-семеноводческой работы удалось не только сохранить апробационные признаки, но и улучшить биохимические и вкусовые качества. Содержание сухого вещества с 11,7% до 13,7%, общего сахара с 6,0 до 8,9%, каротина с 9,6 до 14,8 мг%. Накопление нитратов очень низкое 19–48 мг/кг.

Сорт Боярыня имеет вегетационный период 115–120 дней. Корнеплод цилиндрический с тупым кончиком, длиной 13–17 см, диаметром 3–5 см, массой 170–250 г. Содержание каротина 11–15 мг%, сахара 12–13%. Очень низкое содержание нитратов 20–37 мг/кг. Корнеплоды хорошо хранятся, пригодны для потребления в свежем виде и для переработки.

Землепользование Западно-Сибирской овощной опытной станции расположено в южной части Первомайского района Алтайского края. Преобладающие почвы – черноземы выщелоченные и обыкновенные. Содержание гумуса 3,6–5,0%. Реакция почвенной среды близ-

ка к нейтральной. Сумма поглощенных оснований в среднем составляет 20 мг-экв на 100 г. Содержание подвижного фосфора 16–32 мг/100 г и выше. Содержание обменного калия повышенное (12–18 мг/100 г и выше).

Климат региона резко континентальный. Зима суровая продолжительная. Лето сравнительно короткое, но жаркое. Средняя температура января (самого холодного месяца) составляет –18 °С, а июля (самого теплого) 20 °С. Количество часов солнечного сияния равно 1900, из них 65% приходится на весну и лето. Годовой приход ФАР 55 ккал/см². Безморозный период начинается с 20 мая и продолжается в среднем 120 суток. Заморозки возможны до первой декады июня. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С равна 2000–2250 °С, а выше 15 °С – 1450–1650 °С. Среднегодовое количество осадков 477 мм. Из них на зимний период приходится 42% и 58% на безморозный период. Коэффициент увлажнения (КУ) на территории станции составляет 0,4–0,5, что говорит о неудовлетворительном обеспечении с.- х. культур влагой.

Вегетационный период 2015 года характеризовался ранней теплой весной и жарким, умеренно влажным летом. Во второй половине вегетации стояла жаркая погода, что положительно сказалось на росте и развитии растений. В 2016 и 2017 годах лето было жарким и влажным, а в августе и сентябре отмечен недостаток осадков при повышенной температуре. Это отрицательно сказалось на товарности корнеплодов.

Измерение длины семени и эндосперма проводили штангенциркулем (ГОСТ 166–89). Длину зародыша определяли с использованием микроскопа Микромед (Микромед, Китай) и видеоокуляра DCM 300 MD (Microscope Digital, Китай) при сорokaкратном увеличении, с помощью программы Scope Photo (Image Software V. 3.1.386). Для этого се-

мена замачивали в 14%-ном водном растворе гипохлорита натрия в течение 1 ч. Измеряли последовательно длину семени, эндосперма и зародыша. Рассчитывали соотношение длины зародыша (E) к длине эндосперма (S) (E: S ratio). Размер эндосперма измеряли штангенциркулем. Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности не менее 20 семян.

Для полученных средних значений рассчитывали стандартную ошибку средней. Двухфакторный дисперсионный анализ использовали для проверки значимости основных эффектов (сортовой и экологический фактор) и их взаимодействий на морфометрические параметры семян. Апостериорный тест (тест Тьюки) проводили для множественных сравнений. Различия в каждой паре сравниваемых значений считали статистически значимыми при P ≤ 0,05.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 показаны линейные размеры основных морфометрических элементов семени двух сортов моркови. Семена, полученные с двух сортов моркови, за годы исследования существенно различались по длине. Так у сорта Боярыня длина семян была существенно меньше чем у сорта Шантенэ 2461 (P < 0,001). При этом коэффициент вариации у изучаемых сортов колебался в пределах 9–12% в зависимости от сорта и года исследований.

Длина эндосперма сорта Боярыня в среднем за годы исследований была меньше на 0,20 мм (P < 0,001) по сравнению с Шантенэ 2461. Длина зародыша также существенно отличалась (P < 0,001) в зависимости от сорта. Средняя длина зародыша в семенах сорта Боярыня составляла 0,82 мм, а в семенах сорта Шантенэ 2461 1,06 мм. Коэффициент вариации длины зародыша изменялся в пределах 18–28% в зависимости от сорта и года исследований.

Для полноценного анализа величины зародыша мы использовали

Таблица 1. Линейные размеры морфологических элементов семени моркови в зависимости от сорта и года репродукции, мм

Сорт	Год репродукции	Длина семени	Длина эндосперма	Длина зародыша	E:S ratio
Боярыня	2015	2,54±0,27	2,31±0,26	0,78±0,18	0,34±0,07
	2016	2,59±0,24	2,34±0,21	0,85±0,16	0,36±0,06
	2017	2,94±0,29	2,77±0,28	0,84±0,15	0,31±0,06
Шантенэ 2461	2015	2,85±0,31	2,62±0,29	1,01±0,18	0,39±0,07
	2016	2,90±0,29	2,68±0,27	1,09±0,29	0,41±0,11
	2017	3,16±0,39	2,70±0,36	1,07±0,29	0,40±0,11

Таблица 2. Статистический анализ линейных размеров морфологических элементов семени моркови в зависимости от сорта и года репродукции

Дисперсия	Средний квадрат	F - value	P- value
семя			
Общая	0,607	-	-
A	0,3528	13,327	P = 0,003
B	0,2229	8,420	P = 0,005
A×B	0,0045	0,171	P = 0,8
Остаток	0,0265	-	-
эндосперм			
Общая	0,46	-	-
A	0,21780	11,249	P = 0,005
B	0,17832	9,210	P = 0,003
A×B	0,04212	2,175	P = 0,1
Остаток	0,01936	-	-
зародыш			
Общая	0,22	-	-
A	0,19845	29,644	P < 0,001
B	0,00702	1,048	P = 0,3
A×B	0,00102	0,152	P = 0,8
Остаток	0,00669	-	-
E:S ratio			
Общая	0,016	-	-
A	0,012272	11,04	P = 0,006
B	0,002867	2,58	P = 0,1
A×B	0,000156	0,14	P = 0,8
Остаток	0,001111	-	-

шкалу соотношения длины зародыша и эндосперма [13]:

- 1–0,0–0,19 (длина зародыша менее 1/4 длины эндосперма, зародыш в стадии сердечка);
- 2–0,20–0,29 (длина зародыша 1/4 длины эндосперма, семядоли и корешок равной длины);
- 3–0,30–0,39 (длина зародыша около 1/3 от длины эндосперма, имеет выраженные семядоли и корешок);
- 4–0,40–0,59 (длина зародыша 1/2 от длины эндосперма, корешок длиннее семядолей);
- 5–0,60–0,79 (длина зародыша 2/3 длины эндосперма);
- 6–0,80–1,00 (длина зародыша, почти равная длине эндосперма).

Наши исследования показывают, что зародыши в семенах сорта Боярыня в соответствии с данной классификацией можно отнести к 3 классу, а в семенах сорта Шантенэ 2461 – к 4 классу.

Известно, что экологические эффекты, будучи одной из причин фенотипической пластичности, могут проявляться в ряду поколений (длинные модификации) [14]. Эти из-

менения в развитии не являются наследственными и их нельзя отнести к генетическим вариациям [15]. Теоретически эти модификационные изменения должны приносить пользу потомству, учитывая, что они получают экологические сигналы, аналогичные тем, которые испытывали материнские растения [14].

Наши исследования показывают, что экологический фактор имеет значительное влияние на длину семени (P = 0,005) и эндосперма (P = 0,003), при этом доля влияния фактора находится в пределах 36 и 39% соответственно (**табл. 2**).

Эффект фактора сорта оказался существенным и составил 58% и 48% для длины семени и эндосперма соответственно. Вклад экологического фактора в развитие зародыша и параметра E: S ratio оказался минимальным (P = 0,3 и P = 0,1 соответственно). На длину зародыша основное влияние оказывал фактор сорта (91% (P < 0,001)). На соотношение длины зародыша к длине эндосперма в значительной степени, также как и в случае с длиной зародыша, влиял фактор сорта (P = 0,006), доля влияния кото-

рого составила – 75%. Таким образом, фактор сорта оказывает существенное влияние на длину зародыша, а на длину семени и эндосперма его влияние снижается и увеличивается влияние экологического фактора.

Заключение

В непредсказуемых условиях естественной среды выращивания разновременное созревание или прорастание семян эффективно снижают риск гибели потомства, и увеличивает репродуктивный успех. Многие авторы предполагают, что разнокачественность семян является следствием адаптации [16, 17], и развивалась как стратегия хеджирования в ответ на гетерогенность среды [18]. S.A. Geritz [19] показал, что размер семян эволюционно не стабилен. Можно ожидать, что влияние варьирования размера семян отдельных растений будет возрастать в эволюции, если окружающая среда будет пространственно или временно непредсказуемой. Эволюционно разнокачественность семян – однозначно положительное явление, и одновременно – негативный фактор в агрономической практике, поскольку может быть причиной снижения скорости прорастания и доли проросших семян, а, в конечном счете, – изреженности и неоднородности растений. Известно, что частично нивелировать проблему разнокачественности семян возможно пользуясь агротехническими приемами и методами сортировки. Однако, мы полагаем, что кардинально изменить морфометрические параметры семян возможно только селекционными методами. Наши исследования показали, что изменчивость морфометрических параметров семян обусловлена как влиянием сорта, так и влиянием условий года репродукции. Длина зародыша по сравнению с другими элементами семени варьирует сильнее и в большей степени зависит от влияния наследственного фактора. Это позволяет сделать вывод о возможности селекционного изменения линейных, а также относительных размеров морфологических элементов семени.

Библиографический список

1.Gray D., Steckel J.R.A. Parsnip (*Pastinaca sativa*) seed production: effects of seed crop plant density, seed position on the mother plant, harvest date and method, and seed grading on embryo and seed size and seedling performance. *Annals of Applied Biology*. 1985. Vol. 107. Pp. 559–570 (doi.org/10.1111/j.1744–7348.1985.tb03172.x).

2.Bianco V.V., Damato G., Defilippis R. Umbel position on the mother plant: «seed» yield and quality of seven cultivars of Florence fennel. *Acta Horticulturae*. 1994. Vol. 362. Pp.

51–58 (doi.org/10.17660/actahortic.1994.362.5).

3. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Морфология разнокачественности семян овощных зонтичных культур, обусловленная местом формирования на материнском растении // Овощи России. 2012. № 2 (15). С. 44–47.

4. Hendrix S.D. Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (Umbelliferae). *American Journal of Botany*. 1984. Vol. 71. Pp. 795–802 (doi.org/10.1002/j.1537-2197.1984.tb14144.x).

5. Thompson J.N. Variation among individual seed masses in *Lomatium grayi* (Umbelliferae) under controlled conditions: magnitude and partitioning of the variance. *Ecology*. 1984. Vol. 65. Pp. 626–631 (doi.org/10.2307/1941425).

6. Thomas T.H., Gray D., Biddington N.L. The influence of the position of the seed on the mother plant on seed and seedling performance. *Acta Horticulturae*. 1978. Vol. 83. Pp. 57–66 (doi.org/10.17660/actahortic.1978.83.7).

7. Szafirska A.I. The correlation between mother plant architecture, seed quality and field emergence of carrot. *Acta Horticulturae*. 1994. Vol. 354. Pp. 93–98 (doi.org/10.17660/actahortic.1994.354.10).

8. Corbineau F., Picard M.A., Bonnet A., Come D. Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. *Seed Science Research*. 1995. No5. Pp. 129–135 (doi.org/10.1017/S0960258500002749).

9. Panayotov N. Heterogeneity of carrot seeds depending on their position on the mother plant. *Folia Horticulturae*. 2010. Vol. 22. Pp. 25–30 (doi.org/10.2478/fhort-2013-0147).

10. Scholten M., Donahue J., Shaw N.L., Serpe M.D. Environmental regulation of dormancy loss in seeds of *Lomatium dissectum* (Apiaceae). *Annals of Botany*. 2009. Vol. 103. Pp. 1091–1101 (doi.org/10.1093/aob/mcp038).

11. Hawkins T.S., Baskin C.C., Baskin J.M. Morphophysiological dormancy in seeds of three eastern North American *Sanicula* species (Apiaceae subf. *Saniculoideae*): evolutionary implications for dormancy break. *Plant Species Biology*. 2010. Vol. 25. Pp. 103–113 (doi.org/10.1111/j.1442-1984.2010.00273.x).

12. Vandeloof F., Janssens S.B., Probert R.J. Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle in Apiaceae. *New Phytologist*. 2012. Vol. 195. Pp. 479–487 (doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x).

13. Necajeva J., Levinsh G. Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (Apiaceae). *Estonian Journal of Ecology*. 2013. Vol. 62. Pp. 150–161 (doi.org/10.3176/eeco.2013.2.06).

14. Wolf J.B., Wade M.J. What are maternal effects (and what are they not)? // *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B*. 2009. Vol. 364. Pp. 1107–1115 (doi.org/10.1098/rstb.2008.0238).

15. Uller T. Developmental plasticity and the evolution of parental effects // *Trends Ecol. Evol.* 2008. Vol. 23. Pp. 432–438 (doi.org/10.1016/j.tree.2008.04.005).

16. Dyer A.R., Brown C.S., Espeland E.K. The role of adaptive transgenerational plasticity in biological invasions of plants // *Evol. Appl.* 2010. No 3. Pp. 179–192 (doi.org/10.1111/j.1752-4571.2010.00118.x).

17. Galloway L.F., Etterson J.R., McGlothlin J.W. Contribution of direct and maternal genetic effects to life history evolution // *New Phytologist*. 2009. Vol. 183. Pp. 826–838 (doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02939.x).

18. Silvertown J.W. Phenotypic variety in seed germination behavior: the ontogeny and evolution of somatic polymorphisms in seeds // *American Naturalist*. 1984. Vol. 124. Pp. 1–16 (doi.org/10.1086/284249).

19. Geritz S.A., Kisdi H.E., Meszina G., Metz J.A.J. Evolutionarily singular strategies and the adaptive growth and branching of the evolutionary tree // *Evol. Ecol.* 1998. No12. Pp. 35–57 (doi.org/10.1023/a:1006554906681).

Об авторах

Бухаров Александр Федорович, доктор с. – х. наук, заведующий лабораторией семеноведения, ВНИИО-филиал ФГБНУ ФНЦО.
E-mail: afb56@mail.ru

Балеев Дмитрий Николаевич, канд. с. – х. наук, в.н.с. лаборатории атомарно-молекулярной биорегуляции и селекции, ФГБНУ ВИЛАР, с.н.с. лаборатории семеноведения, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО.
E-mail: dbaleev@gmail.com

Иванова Мария Ивановна, доктор с. – х. наук, профессор РАН, зав. лабораторией селекции и семеноводства зеленных культур, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, г.н.с. отдела растительных ресурсов, ФГБНУ ВИЛАР.
E-mail: ivanova_170@mail.ru

Кашнова Елена Васильевна, канд. с. – х. наук, в.н.с., ЗСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО.
E-mail: kashnova2017@yandex.ru

Касаева Галина Валерьевна, м.н.с. лаборатории корнеплодных культур, ЗСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО.
E-mail: kasaevagalina@mail.ru

Разин Олег Анатольевич, канд. с. – х. наук, в.н.с. селекционно-семеноводческого центра, ФГБНУ ФНЦО.
E-mail: oleg.rasin@gmail.com

Ecological and variety variability morphometric parameters of carrots seeds

A.F. Bukharov, DSc, head of laboratory of seed knowledge, ARRIVG - branch of FSBSI FSVС. E-mail: afb56@mail.ru

D.N. Baleev, PhD, leading research fellow of atomic and molecular regulation and breeding laboratory, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, senior research fellow of laboratory of seed knowledge, ARRIVG - branch of FSBSI FSVС.
E-mail: dbaleev@gmail.com

M.I. Ivanova, DSc, professor RAS, head of laboratory of green crops breeding and seed growing, ARRIVG - branch of FSBSI FSVС, chief research fellow of department of plant resources, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants.
E-mail: ivanova_170@mail.ru

E.V. Kashnova, PhD, leading research fellow, West-Siberian Vegetable Experimental Station – the branch of FSBSI FSVС. E-mail: kashnova2017@yandex.ru

G.V. Kasaeva, junior research fellow, laboratory of root crops, West-Siberian Vegetable Experimental Station – the

branch of FSBSI FSVС.

E-mail: kasaevagalina@mail.ru

O.A. Razin, PhD, leading research fellow, Breeding and Seed Growing Centre, FSBSI FSVС. E-mail: oleg.rasin@gmail.com

Summary. The article is devoted to the study of the effect of varietal and environmental factors on the variability of morphometric (seed length, endosperm and germ) parameters of carrot seeds. The objects for the study were the original seeds of different varieties grown in 2015, 2016 and 2017. Seeds obtained from two varieties of carrots over the years of research differed significantly in the length of the seeds ($P < 0.001$). The length of the endosperm varieties Boyarynya on average over the years of research was less ($P < 0.001$) compared with Shantane 2461. The experiments were conducted in 2015-2017 at the West Siberian Vegetable Experimental Station in the southern part of the Pervomaisky district of the Altai region. The prevailing soils are leached and ordinary chernozems. Experiment replication is 3, each repeatability consists at least 20 seeds. The measurement of the length of the seed and the endosperm was carried out with Vernier caliper (GOST 166-89), the length of the embryo was determined using microscope Mikromed and video-ocular DCM 300 MD. Seeds were soaked in 14% aqueous sodium hypochlorite solution for 1 h, and then measured the length of the seed, the endosperm and the embryo, and calculated the ratio of the length of the embryo (E) to the length of the endosperm (S). Embryo length was also significantly different ($P < 0.001$) depending on the variety. The environmental factor had a significant impact on the length of the seed ($P = 0.005$) and endosperm ($P = 0.003$). The length of the embryo was mainly affected by the factor of the variety ($P < 0.001$). The ratio of the embryo length to the endosperm length was largely influenced by the factor of the variety ($P = 0.006$). Our studies have shown that the variability of the morphometric parameters of seeds is due to both the influence of the variety and the conditions of the year of reproduction. In comparison with other elements of the seed, the embryo length varies more and depends more on the influence of the hereditary factor. This allows us to conclude about the possibility of a selection change in linear as well as relative sizes of the morphological elements of the seed.

Keywords: *Daucus carota*, varieties, ecological factor, morphometry, seed, endosperm, embryo.

АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ:

140153 Московская область, Раменский район, д.Верея, стр.500, В. И. Леунов
Сайт: www.potatoveg.ru E-mail: kio@potatoveg.ru тел. 7 (49646) 24-306, моб. +7(910)423-32-29, +7(916)677-23-42, +7(916)498-72-26

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство № 016257

© Картофель и овощи, 2019
Журнал входит в перечень изданий ВАК РФ для публикации трудов аспирантов и соискателей ученых степеней, в междунароную реферативную базу данных Agris.

Информация об опубликованных статьях поступает в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Научным статьям присваивается цифровой идентификатор объекта DOI (Digital Object Identifier).

Подписано к печати 7.3.19. Формат 84x108 1/16 Бумага глянецвая мелованная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,2.

Заказ № 645 Отпечатано в ГУП РО «Рязанская областная типография» 390023, г.Рязань, ул.Новая, д 69/12.

Сайт: www.ryazanskaya-tipografiya.rf E-mail: stolzgakazov@mail.ru rязань.ru. Телефон: +7 (4912) 44-19-36