

**О ПРИЗНАКАХ КАЧЕСТВА И ИХ ГЕНЕТИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ
У РИСА *Oriza L.*
(обзор)**

В.О. УЛИТИН, Е.М. ХАРИТОНОВ, Ю.К. ГОНЧАРОВА

Описаны современные представления о наследственных факторах и закономерностях, определяющих содержание основных компонентов зерна риса — амилозы и амилопектина крахмала, белков, жиров, витаминов и ароматических веществ. Представлены некоторые результаты использования методов молекулярной генетики в селекции сортов на качество зерна.

Ключевые слова: рис, генетика, качество, амилоза, амилопектин, белки, жиры, витамины, ароматические вещества, молекулярные маркеры.

Keywords: rice, genetics, quality, amylose, amylopectin, protein, fats, vitamins, aromatic substances, molecular markers.

Рис относится к числу древнейших продовольственных сельскохозяйственных культур: одомашнивание однолетнего риса посевного (*Oryza sativa*) произошло около 9 тыс. лет назад. Основные компоненты рисового зерна — крахмал и белок. Кроме того, в нем присутствуют жиры, витамины и минералы (1). В разных странах критерии, которым должны соответствовать сорта риса для отнесения в группу высококачественных, неодинаковы. Так, в Индии, Бангладеш и на Филиппинах предпочитают высокоамилозные сорта, у которых зерна не развариваются при приготовлении. В Корее, Японии, Египте ценят сорта с невысоким содержанием амилозы. В Малайзии, Китае, Мьянме, Непале пользуются спросом сорта всех направлений селекции на качество (2). Ранее в России выращивались только низкоамилозные формы, но в последнее время назрела необходимость создания отечественных сортов риса, пригодных как для приготовления суши и плова, так и для детского и диетического питания, что требует углубленного изучения генетических факторов, контролирующих качественные признаки.

Свойства крахмала служат ключевым фактором, влияющим на пищевые и кулинарные качества приготовленного риса, в то время как количество белков и их аминокислотный состав определяют его питательную ценность. Крахмал в зернах злаков представляет собой C_6 -сахара, полимеризованные в гранулы крахмала эндосперма. Различают два типа продуктов полимеризации: амилозу (молекулы с прямыми цепями и α -1,4-гликозидными связями) и амилопектин (сложно разветвленные молекулы цепей сахара с α -1,4- и α -1,6-связями). Содержание амилозы влияет на консистенцию геля, которая служит стандартным показателем, используемым при выборе способов обработки и приготовления риса (3).

Прямые цепи амилозы синтезируются ферментами глюкозилтрансферазами и составляют до 30 % запасного крахмала в зерновке; остальная его часть представлена амилопектином с разветвленной молекулярной структурой. Крахмал глютинозного (или восковидного) риса полностью состоит из амилопектина. Сорта с высоким содержанием амилозы (около 25 %) не развариваются при приготовлении и могут использоваться для пловов и других блюд, где важно сохранить целостность и привлекательный вид зерновки (4).

Растения, зерна которых содержат около 20 % амилозы, в 6-й хромосоме несут доминантный ген *Wx* (*waxy* — восковидный), кодирующий фермент синтеза амилозы. Растения, продуцирующие восковидный крах-

мал и не способные к биосинтезу амилозы, представляют собой природные мутантные формы. Считается, что у глютинозного риса произошла утрата генетической информации в локусе, кодирующем фермент синтеза амилозы крахмала. Вследствие этого мутантный фенотип наследуется, как рецессивный (*wx*) (5).

Вид полимеризации крахмала в зерновке (степень молекулярной упорядоченности) определяет ее светооптические свойства. Так, у зерновок, содержащих 20-30 % амилозы, эндосперм прозрачный, у зерен с восковидным крахмалом — мутный. Этот признак позволяет отличать зерна с доминантным геном *Wx* от тех, которые несут его рецессивный аллель. По составу крахмала сорта риса делятся на глютинозные (или восковидные) и неглютинозные, однако существует множество промежуточных форм. Одиночный нормальный ген *Wx* недостаточно функционален, чтобы доминировать в триплоидном эндосперме *Wxwxwx*, и, как следствие, его фенотипическое выражение оказывается неполным (6).

Изучение невосковидных линий показало наличие двух типов гена *Wx*, кодирующих два типа ферментов синтеза амилозы. Первый (*Wx^a*) локализован в сортах подвида *indica* с высоким содержанием амилозы (25 % и выше), второй (*Wx^b*) — в сортах *japonica* с более низким содержанием амилозы (20 % или ниже). В первом случае ген продуцирует большее количество фермента, синтезирующего амилозу (1). Последние исследования характеризуют количественное соотношение ферментов синтеза амилозы у вышеперечисленных подвигов как 10-кратное (7).

Возникновение промежуточных типов может быть обусловлено присутствием других генов. Так, сообщалось о пяти независимых локусах, получивших наименование *du* (*dull*) — от *du₁* до *du₅*. Установлена природа по крайней мере двух из них — *du₁* и *du₂*. Мутантные аллели этих генов препятствуют процессу транскрипции гена *Wx^b* (8). С точки зрения классической генетики возможные фенотипические расщепления при таком механизме будут трактоваться как результат сложных взаимодействий генов, определяющих признак.

Существовавшие до настоящего времени представления о прямолинейности молекул амилозы оказались неточными. В последних исследованиях установлена неоднородность ее структуры. При растворении амилозы в горячей воде часто выявляется сходный с амилопектином гиперразветвленный материал. Этот материал (*high water soluble*, HWS) структурно отличен от нерастворимого (*high water insoluble*, HWI) амилопектина. Во фракции HWS по сравнению с фракцией HWI молекулы имеют несколько большую степень разветвленности (9).

Необходимо отметить, что унифицированного и стандартизированного метода оценки содержания амилозы в зернах риса до сих пор не существует (10).

Неупорядоченная разветвленная структура у амилопектина также представляет собой результат ферментативной активности и определяется генетическими факторами. Установлено, что в биосинтезе амилопектина занято по крайней мере четыре вида ферментов. В эндосперме риса идентифицированы три формы только для фермента ветвления крахмала — BEI, BEIIa и BEIIb (11).

У некоторых неглютинозных сортов орошаемого риса с низкой температурой желатинизации обнаружено как наличие, так и отсутствие активности фермента ветвления крахмала (*starch branching enzyme*, SBE1). Распределение длин цепей амилопектина контролируется областью хромосомы, включающей измененный SBE1 локус. Отсутствие SBE1 активности

у восковидных сортов улучшает мягкость рисовой выпечки через 1 сут после термической обработки. Ученые приходят к мнению, что эти генетические изменения полезны как маркеры в селекции риса, направленной на создание линий с низкой температурой желатинизации (12).

Проведение исследований значительно осложняется тем, что увеличение температуры на 2-3 °С в период созревания риса приводит к снижению содержания амилозы на 1 %, причем на этот показатель влияют как ночные, так и дневные температуры, особенно с 5-х по 10-е сут после цветения, когда синтезируется основное количество амилозы (13).

Содержание амилозы, консистенция геля и температура желатинизации — три важных признака, влияющих на качество приготовленного риса. Закономерности их наследования установлены при изучении общей и специфической комбинационной способности. В частности, обнаружено аддитивное и неаддитивное действие генов, контролирующих содержание амилозы. При этом аддитивный эффект оказался ниже неаддитивного. Однако по таким признакам, как температура желатинизации и консистенция геля, аддитивная генетическая изменчивость превышает неаддитивную (14).

Показано, что высокая или низкая вязкость геля связана с полиморфизмом по единичному нуклеотиду. Разработаны аллель-специфичные маркеры, с помощью которых определяют полиморфизм в популяциях при селекции на повышение кулинарных свойств и анализе качества зерна (15). На двух агрофонах с использованием популяции дигаплоидов, полученных от скрещиваний между сортами Zhenshan 97 и H94 подвида *indica*, выявили 19 локусов, которые участвуют в определении содержания амилозы, консистенции геля и температуры желатинизации в изменяющихся условиях среды. Обнаружены как аддитивные, так и эпистатические взаимодействия выделенных локусов (16).

Низкое качество гибридного риса тесно связано с разным содержанием амилозы у родительских форм и расщеплением по этому признаку, поскольку на гибридном растении первого поколения (F_1) получают зерно второго поколения (F_2). Для улучшения качества зерна гетерозисных гибридов фрагмент гена *waxy* интродуцируют в родительские линии. Как оказалось, у некоторых трансгенных растений содержание амилозы в эндосперме было снижено. В одной из гомозиготных линий оно составляло 7,02 %, что на 72,4 % меньше, чем у исходного растения (17).

Следующие по значимости компоненты зерна риса — протеины. Они характеризуются наилучшей аминокислотной композицией среди белков зерновых культур, а также высокой усвояемостью; их биологическая ценность составляет 70-75 %, относительная питательная ценность — 50 %. Количество белка у образцов риса из мировой коллекции Всероссийского НИИ риса (ВНИИ риса) колеблется от 5,5 до 18,0 %.

Протеины представлены альбуминами, глобулинами, глютелинами и проламинами. Они присутствуют в алейроновом слое и эмбрионе, часть запасного белка содержится в эндосперме. Содержание протеинов в наружном слое эндосперма выше, чем во внутреннем. Более 95 % протеинов внутреннего слоя эндосперма представлены белковыми тельцами (18).

Фракция альбуминов в основном состоит из ферментных белков, однако ее содержание невелико. Проламины сосредоточены только в одном типе белковых телец (protein bodies, PB-1). Глютелины составляют более 70-80 % от общего количества белков как у необрушенного, так и у шлифованного риса и при этом специфично сконцентрированы в частицах PB-2 (19).

Следует отметить, что белковые тельца неодинаковы по питательной ценности. Так, частицы РВ-1 имеют крайне твердую структуру и не разрушаются при термической обработке риса, а также в процессе пищеварения. Содержание РВ-1 у некоторых сортов подвидов *indica* и *japonica* превышает соответственно 20 и 30 %. Белковые тельца РВ-2 разрушаются при термической обработке и полностью усваиваются организмом человека. Они представляют собой основную фракцию белка риса, что объясняет его высокую питательную ценность. Повышение количества белка в зерне у некоторых сортов происходит за счет увеличения числа белковых телец в эндосперме.

Питательная ценность запасных белков риса высока, поскольку у этой культуры по сравнению с другими злаками зерно более богато лизином. Наибольшее количество лизина выявляется во фракции отрубей, состоящей в основном из алейронового слоя и эмбриона, которые удаляются в процессе шлифовки (20).

Повышение содержания белка в зерне и улучшение его аминокислотного состава — одно из направлений работы генетиков и селекционеров. Так, при маркировании популяции из 190 рекомбинантных инбредных линий, полученных при гибридизации между сортами Zhenshan 97 и Nanyangzhan, идентифицировано 18 хромосомных участков, связанных с изменением содержания аминокислот. Для 13 локусов аллель сорта Zhenshan 97 увеличивал соответствующие показатели. Влияние большей части локусов было отмечено в 2002 и 2004 годах. Вклад локусов в определение признака варьировал от 4,30 до 28,82 %. Относительно сильный кластер QTL, включающий до 19 индивидуальных QTL, обнаружили у основания 1-й хромосомы. Была выявлена высокая степень совпадения локализации QTL, определяющих пути метаболизма аминокислот, включая ассимиляцию и перенос азота, а также биосинтез аминокислот или белка (21).

Липиды присутствуют в зерне риса в небольшом количестве (до 4 %). Они представлены нейтральными липидами, глицеролипидами и фосфолипидами, причем первые составляют большую часть — около 80 %. Основные жирные кислоты липидов риса — пальмитиновая, олеиновая и линолевая (на них приходится около 95 % от общего количества жирных кислот). Известно, что линолевая кислота отвечает за снижение концентрации холестерина в крови. Ее доля в нешелушенном рисе и отрубях может достигать 30-50 % от общего количества жирных кислот. Для этого показателя отмечена широкая внутривидовая изменчивость (22).

Липиды содержатся во всех тканях растения (в среднем 2,3-3,9 %), и их количество значительно различается в его разных частях. Эмбрион и алейроновый слой зерновки риса — основные ткани для запасания липидов, их содержание здесь варьирует от 17,5 до 21,7 %. В шлифованном рисе этот показатель составляет только 0,3-0,6 % (19).

Изменение локализации липидов в растительных тканях — важный фактор в селекционных программах, направленных на увеличение содержания жиров в рисе. Еще один прием повышения количества масла в зернах риса — интрогрессия генов, ответственных за увеличение эмбриона и алейронового слоя.

Установлена отрицательная корреляция между содержанием олеиновой и линолевой кислот. По количеству олеиновой и линолевой кислот подвид *japonica* оказался промежуточным между *indica* и *javanica*. Сообщается о значимых сортовых различиях по составу жирных кислот и их изменчивости под влиянием факторов среды. Следует отметить, что генетический анализ таких признаков, как содержание липидов и состав жирных

кислот, носит фрагментарный характер. В то же время подобные исследования необходимы для диверсификации использования рисового зерна и улучшения качества липидов риса (23).

Количество витаминов в сортах риса из мировой коллекции ВНИИ риса значительно варьирует. Нешлифованный рис содержит различные витамины группы В, но в нем отсутствуют витамины групп А, С и D. Однако содержание витаминов группы В значительно снижается в результате шлифовки, и они почти полностью утрачиваются в процессе приготовления. Эмбрионы и отходы риса богаты витаминами (24).

Простой подход к улучшению пищевых культур в соответствии с так называемой концепцией биофортификации (biofortification) — получение сортов с повышенным содержанием питательных веществ. В частности, дефицит витамина А — одна из главных проблем развивающихся стран, в особенности касающаяся здоровья детского населения. Созданный в последние годы генетически модифицированный так называемый золотой рис в отличие от белого содержит β-каротин (провитамин А) в эндосперме зерновки. Трансгенный сорт Golden Rice 2 содержит в 23 раза больше каротиноидов, чем исходный, и способен обеспечить дневную детскую норму витамина А при потреблении двух порций (25).

Генетически модифицированные сорта риса могут быть использованы в качестве исходного материала при традиционной селекции. Фирма «Syngenta AG» (Швейцария) предоставила сорт Golden Rice 1 для включения в национальные программы по повышению питательной ценности культуры нескольким азиатским странам и Международному научно-исследовательскому институту риса (International Rice Research Institute — IRRI, Филиппины). Была начата интрогрессия новых трансгенных локусов в два популярных сорта риса — IR64 и IR36 с помощью маркеров для контроля включения гена при беккроссах (26).

Ароматный рис, который предпочитают потребители во всем мире, кроме приятного запаха, обладает вкусовой привлекательностью. У ароматного риса запах имеют не только зерна, но также стебли и листья. Различие сортов по силе аромата обусловлено генетически. 2-Ацетил-1-пироллин — главный компонент, придающий рису аромат, сила которого варьирует от 0,25 до 1,50 ед. по специальной шкале. У большинства сортов российской селекции этот признак отсутствует.

Установлено, что аромат возникает вследствие делеции 8-й пары оснований в гене, кодирующем гомолог альдегиддегидрогеназы. Созданы молекулярные маркеры для этого признака, которые могут быть использованы для высокопроизводительных отборов в гибридных популяциях и коллекциях генплазмы (27). Один из генов, определяющих аромат риса, — *Os2AP* локализован в 8-й хромосоме, определена последовательность его оснований. Ген включает 15 экзонов, которые кодируют белок, состоящий из 503 аминокислот и высокогомологичный бетаинальдегиддегидрогеназе (28). В нескольких независимых исследованиях изучена наследуемость этого признака. Сообщается как о доминировании генов, определяющих аромат, так и об их рецессивном действии, о двух (*Sk₁* и *Sk₂*), трех (*Ska*, *Skb* и *Skc*), четырех комплементарных или доминантных генах (*Oa*, *Ob*, *Oc*, *Od*), а также полигенах, участвующих в контроле этого признака (29-31).

Таким образом, за последние десятилетия знания о наследственных факторах и закономерностях, определяющих содержание амилозы и амилопектина крахмала, белков, жиров, витаминов и ароматических веществ, значительно углубились, а современные методы молекулярной генетики (молекулярное маркирование, трансгенез) позволяют ускорять селекцию с

целью получения сортов риса с улучшенным качеством зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. A m a n o E. Starch. In: Science of the rice plant. V. 3. Genetics /M. Takane, F. Yuzo, K. Fumio, Y. Hikoyuki (eds.). Tokyo, 1997: 418-422.
2. N a k a g a h r a M. Variation and inheritance of rice starch. In: Rice plant grains, specifically grain quality. Nat. Agri. Res., Japan, Center Tsukuba, 1988: 31-57.
3. N i k u n i J. Science of starch. In: Starch hand book. Fsakura Shoten, Tokyo, 1961: 5-57.
4. N e l s o n O.E., C h o u r e y P.S., C h a n g M.T. Nucleoside diphosphate sugarstarch glucosyl transferase activity of *wx* starch granules. Plant Physiol., 1978, 62: 383-386.
5. Y a t o u O., A m a n o E. Variation of restriction fragment length of *waxy* mutant genes in rice. Japan J. Breed., 1989, 39: 248-249.
6. A m a n o E. A rapid method of measurement of amylase and application to analyses of low amylose content mutants in rice. Ann. Rept. NIAR, 1986: 47-50.
7. S a n o Y., M a e k a w a M., K i r u c h i H. Temperature affect on the Wx protein level and amylose content in a rice endosperm J. Hered., 1985, 77: 221-222.
8. M a s a y u k i I., M a t s u d a Y., S a t o h H. et al. Dull encodes an essential splicing factor, a determinant of rice amylose content. Proc. 5th Int. Rice Symp. Manila, Philippines, 2005: 276.
9. C u e v a s R.P., F i t z g e r a l d O.M. Structural characterization of hot water-soluble and hot water-insoluble fractions of starch in waxy rice (*Oryza sativa* L.). Proc. 3rd Int. Rice Congress. Hanoi, Vietnam, 2010: 3959.
10. J i m e n e z R.R., R e s u r r e c c i o n A.P., F i t z g e r a l d O.M. Moving from apparent to actual amylose in rice. Proc. 3rd Int. Rice Congress. Hanoi, Vietnam, 2010: 4108.
11. S a t o h H., N i s h i A., H a t a e H. Y a m a s h i t a K., K u b o A., N a k a m u r a Y. Mutation in starch branching enzymes in rice. Proc. 5th Int. Rice Symp. Manila, Philippines, 2005: 316.
12. U m e m o t o T., O k a m o t o K., H i r a t s u k a M., A o k i N., N a k a u r a Y., I n o u c h i N. Characterization of natural variation in rice (*Oryza sativa* L.) starch branching enzyme I and its effects on processing quality. Proc. 3rd Int. Rice Congress. Hanoi, Vietnam, 2010: 3866.
13. I n a t s u O. Studies of improving the eating quality of Hokkaido rice. Res. Rep. Pref. Agri. Expt. Sta., 1988, 66: 1-89.
14. M a l e k i M., D a r v i s h F., F o t o k i a n M.H., N o u r i M. The assay of combining ability in traits related to grain quality of hybrid rice varieties by line tester. Proc. 5th Int. Rice Symp. Manila, Philippines, 2005: 27.
15. N g u y e t T.A., D a r a D.V., F i t z g e r a l d M. A SNP on the *waxy* gene explains gel consistency. Proc. 3rd Int. Rice Congress. Hanoi, Vietnam, 2010: 4016.
16. F a n C.C., Y u X.Q., X i n g Y.Z., X u C.G., L u o L.J., Z h a n g Q. The main effects, epistatic effects and environmental interactions of QTLs on the cooking and eating quality of rice in a doubled-haploid line population. Theor. Appl. Genet., 2005, 110: 1445-1452.
17. C h e n X., L i u Q., W a n g Z., W a n g X., C a i X., Z h a n g J., G u M. Introduction of antisense *waxy* gene into main parent lines of *indica* hybrid rice. Chinese Science Bulletin, 2002, 47(11): 93.
18. Л о т о ч н и к о в а Т.Н., Т у м а н ь я н Н.Г. Показатели качества риса в селекционном процессе. Мат. X Межд. симп. «Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье». Алушта, 2001: 367.
19. Л о т о ч н и к о в С.В., Л о т о ч н и к о в а Т.Н., Т у м а н ь я н Н.Г. Оценка исходного материала в селекционном процессе создания сортов риса с высокими характеристиками качества зерна и крупы. Селекция и семеноводство, 2006, 2: 27-29.
20. T a n a k a K. Proteins. In: Science of the rice plant. V. 3. Genetics /M. Takane, F. Yuzo, K. Fumio, Y. Hikoyuki (eds.). Tokyo, 1997: 422-430.
21. W a n g L., Z h o n g M., L i X., Y u a n D., X u Y., L i u H., H e Y., L u o L., Z h a n g Q. The QTL controlling amino acid content in grains of rice (*Oryza sativa*) are colocalized with the regions involved in the amino acid metabolism pathway. Mol. Breeding, 2008, 21: 127-137.
22. К о р о т е н к о Т.Л., П р у д н и к о в а Т.Н., Г о с п а д и н о в а В.И. Анализ и изучение исходного материала для селекции риса с высоким качеством зерна. Пищевая технология, 2004, 5: 18-20.
23. O k u n o K. Lipids. In: Science of the rice plant. V. 3. Genetics /M. Takane, F. Yuzo, K. Fumio, Y. Hikoyuki (eds.). Tokyo, 1997: 430-436.
24. O k u n o K. Vitamins. In: Science of the rice plant. V. 3. Genetics /M. Takane, F. Yuzo, K. Fumio, Y. Hikoyuki (eds.). Tokyo, Japan, 1997: 436-437.
25. H o w e l l s R., P a i n e J.A., D r a k e R. Golden rice: a new generation. Proc. 5th Int. Rice Symp. Manila, Philippines, 2005: 8-3.

26. Virk P., Barry G., Das A., Tan J. Transferring beta-carotene loci into IR64 and IR36 through marker aided backcrossing. Proc. 5th Int. Rice Symp. Manila, Philippines, 2005: 39.
27. Waters D.L., Bradbury L.M., Reinke R.F., Fitzgerald M.A., Jin Q., Henry R.J. Application of SNP and SSR markers in rice improvement. Proc. 5th Int. Rice Symp. Manila, Philippines, 2005: 49.
28. Vanavichit A., Yoshihashi T., Wanchana S., Areekit S., Saengsraku D., Kamolsukyonyong W., Lanceras J., Toojinda T., Tragoonrung S. Positional cloning of *Os2AP*, the aromatic gene controlling the biosynthetic switch of 2-acetyl-1-pyrroline and gamma aminobutyric acid (GABA) in rice. Proc. 5th Int. Rice Symp. Manila, Philippines, 2005: 288.
29. Choudhury P., Kohli S., Srinivasan K., Mohapatra T., Sharma R. Identification and classification of aromatic rices based on DNA fingerprinting. Euphytica, 2001, 118: 243-251.
30. Tsuchi I. Components of aroma. In: Science of the rice plant. V. 3. Genetics /M. Takane, F. Yuzo, K. Fumio, Y. Hikoyuki (eds.). Tokyo, 1997: 437-440.
31. Daygon V., Boualaphanh C., Kovach M.J. Identification of a novel allele of BADH2 in Lao traditional variety Kai Noi Leuang. Proc. 3rd Int. Rice Congress. Hanoi, Vietnam, 2010: 3973.

ГНУ Всероссийский НИИ риса Россельхозакадемии,
350921 г. Краснодар, пос. Белозерный,
e-mail: vsevolod.ulitin@gmail.com, sergogontchar@mail.ru

Поступила в редакцию
11 января 2011 года

ABOUT TRAITS OF QUALITY AND THEIR GENETIC CONTROL IN *Oriza L.* (review)

V.O. Ulitin, E.M. Kharitonov, Yu.K. Goncharova

S u m m a r y

The current conceptions are presented about hereditary factors and mechanisms determining the major components of rice — amylase, amylopectin, starch, proteins, fats, vitamins and flavoring substances. Some data are shown to illustrate the results of application of molecular genetics methods in breeding of rice varieties for grain quality.

**Редакция журнала «Сельскохозяйственная биология»
выполняет рассылку электронных отписок опубликованных статей**

Для получения электронного отписка Вам необходимо:

- ❖ отослать точное описание заказа (авторы и название статьи, год, номер журнала, страницы) по адресу agrobiol@mail.ru, указав Ваши фамилию, имя, отчество (полностью), город, где проживаете, контактные e-mail и телефон;
- ❖ получить из редакции по своему контактному e-mail подтверждение заказа (с присвоенным ему номером);
- ❖ оплатить услугу, указав в платежном документе в графе «Назначение платежа» присвоенный заказу номер и Ваши фамилию, имя, отчество.

Отписки высылаются на Ваш контактный e-mail после зачисления оплаты на счет редакции.

Банковские реквизиты редакции:

Получатель:

ИНН 7708051012 Редакция журнала «Сельскохозяйственная биология», Марьиноорошинское ОСБ 7981, г. Москва, р/с 40703810638050100603

Банк получателя:

Сбербанк России ОАО г. Москва, БИК 044525225, к/с 30101810400000000225

В назначении платежа укажите номер заказа, Ваши фамилию, имя, отчество.

Стоимость услуги:

- ❖ один отиск — 120 руб.,
- ❖ не более шести отписок (абонемент) — 360 руб.,
- ❖ не более двенадцати отписок (абонемент) — 700 руб.

Цены приведены с учетом НДС 10 %. Абонементное обслуживание предполагает предоставление указанного числа отписок за период не более каждого текущего года по предоплате.

E-mail для заказа электронных отписок — agrobiol@mail.ru

© Электронные отписки являются интеллектуальной собственностью редакции журнала «Сельскохозяйственная биология». Внесение в них каких бы то ни было изменений и дополнений не допускается. Перепечатка, тиражирование, размещение в средствах информации, в том числе электронных и сети Интернет, а также коммерческое распространение возможны только с разрешения редакции.