

УДК 631.674.6:633.18

ПРОДУКТИВНОСТЬ СУХОДОЛЬНОГО РИСА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Н.Н. ДУБЕНОК¹, И.П. КРУЖИЛИН², Н.М. АБДУ¹,
М.А. ГАНИЕВ², К.А. РОДИН²

(¹ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;
² Всероссийский НИИ орошаемого земледелия)

В условиях оптимального сочетания водного и питательного режимов почвы продуктивность растений возрастает, так как они используют запасы влаги и питательных веществ в соответствии с биологическими потребностями. При орошении, благодаря улучшению водного режима почвы, создаются условия для наиболее эффективного использования удобрений. Взаимодействие этих факторов между собой благоприятно сказывается на активизации роста и развития растений.

Полевые опыты проводились в течение 3 лет (2013–2015 гг.) на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (ВНИИОЗ, г. Волгоград), с рисом сорта Волгоградский. Влияние водных режимов с внесением доз минеральных удобрений (НРК) на урожайность риса, структуру урожая и формирование корневой системы риса при капельном орошении были изучены в трех повторностях.

Ключевые слова: рис, урожайность риса, структура урожая, корневая система риса, режим капельного орошения, внесение минеральных удобрений.

Рис (*Oryza sativa* L.) как продовольственная культура в мировой иерархии продуктов питания занимает особое место. Для большей половины человечества он служит основным продуктом, употребляемым в пищу. Его выращивают в 115 странах мира на площади более 150 млн га [19].

Во многих странах мира проводились многочисленные исследования по изучению возделывания риса при периодических поливах. Результаты этих исследований показали, что оросительная норма риса при периодических поливах была в 3–5 раз меньше по сравнению с традиционными способами его возделывания [1, 10, 18]. Урожайность на уровне 5–6 т/га зерна была получена с использованием аэробных сортов риса с применением поверхностного орошения и дождевания [12, 17].

В Бразилии, суходольные сорта риса обеспечили получение урожайности 5–7 т/га зерна [14]. В то же время на Севере Китая при использовании высокоуро-

жайных сортов суходольного риса урожайность была достигнута 8 т/га зерна при затратах оросительной воды на 60% меньше по сравнению с затоплением [13].

В результате возделывания суходольного риса при капельном орошении и дождевании отмечено, что суходольному рису при капельном орошении потребовалось оросительной воды 714 мм при урожайности 5,2 т/га, а при поливе дождеванием 920 мм урожайность — 4,1 т/га [5, 15].

К преимуществам систем капельного орошения риса относятся увеличение орошаемой площади нетто, сокращение потребления электроэнергии, обеспечение водой в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур, более благоприятные условия для формирования корневой системы, увеличение доступности питательных веществ в почве, повышение фотосинтетического потенциала риса, увеличение эффективности использования воды и удобрений, а также уменьшение испарения с почвы [11].

Материалы и методы

Для оценки урожайности суходольного сорта риса и параметров формирования корневой системы при капельном орошении были проведены опыты на землях Волго-Донского стационара ФГБНУ ВНИИОЗ г. Волгограда в 2013–2015 гг. Почвы опытного участка — светло-каштановые тяжелосуглинистые. Характеризуются они небольшой мощностью гумусового горизонта, 0,00–0,28 м, и низким содержанием гумуса в пахотном горизонте — 1,61%. Плотность почвы составляет 1,27 и 1,29 т/м³ в слоях 0,0–0,4 и 0,0–0,6 м, а наименьшая влагоемкость — 24,9 и 23,8% массы сухой почвы. Реакция почвенного раствора слабощелочная, рН водной вытяжки — 7,2–7,6. По содержанию доступных форм элементов питания почвы характеризуются низкой обеспеченностью азотом, средне-подвижным фосфором и обменным калием.

Схема состоит из двухфакторного опыта.

1 фактор — три варианта водного режима почвы:

- Поддержание влажности в активном (0,6 м) слое почвы не ниже 80% НВ в течение всего вегетационного периода риса.
- То же, что и в 1 варианте до конца фазы кущения в слое 0,4 м, а от фазы трубкования до полной спелости зерна — 0,6 м.
- Водный режим почвы до начала восковой спелости зерна по 2 варианту, с последующим снижением в фазе начала восковой спелости предполивной влажности до 70% НВ.

2 фактор включал 3 варианта доз внесения удобрений, рассчитанных на получение 5 (N₁₀₉ P₆₂ K₇₅), 6 (N₁₃₁ P₇₄ K₉₀) и 7 (N₁₅₇ P₉₀ K₁₀₈) т с 1 га зерна. Дозы удобрений ежегодно корректировались с учетом содержания в почве подвижных форм макроэлементов (НРК).

Предшественником риса был картофель. Исследования проводились на посевах аэробного риса сорта «Волгоградский». Норма высева составила 5 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили сеялкой СТЗ-3,6 узкорядным способом при устойчивом прогревании почвы на глубине заделки семян до 13°C в 2013 г. и 2014 г. 28 апреля, а в 2015 г. — 8 мая.

Система орошения — капельные линии Израильской компании «Netafim» [16]. Подача воды через капельницу — 1,8 л/час, расстояние между капельницами — 0,33 м, увлажнителями — 0,6 м. Норма полива поддержания влажности почвы не

ниже 80% НВ в слое 0,4 м составляла 250 и в слое 0,6 м — 370 м³/га, а для 70% НВ в слое 0,6 м — 550 м³/га.

Опыт закладывался методом расщепленных делянок при одноярусном систематическом расположении вариантов по режимам орошения и рендомизированно — по минеральному питанию. Повторность опыта трехкратная, учетная площадь делянок по режиму орошения — 630 м² и минеральному питанию — 203 м².

Полевые опыты сопровождалось наблюдениями, учетами и измерениями, выполненными при соблюдении требований методик опытного дела [2, 8], и «Программой, и методикой постановки опытов и проведения исследований по программированию урожаев полевых культур» [7]. Плотность естественного сложения почвы определяли по А.Н. Качинскому в метровом слое через 0,1 м, твердой фазы, пикнометрическим методом для тех же слоев, что и естественного сложения [6].

Суммарное водопотребление определялось методом водного баланса по уравнению А.Н. Костякова. Поливные нормы при капельном орошении рассчитывали по формуле А.Н. Костякова в модификации И.П. Кружилина и др. [3, 4, 6].

Учет биологической продуктивности выполняли в фазу полной спелости зерна риса методом отбора пробных снопов с метровок в 3-кратной повторности, а хозяйственный урожай — сплошной уборкой по всем вариантам и повторностям. Результаты экспериментальных данных подвергали статистической обработке методом дисперсного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову с использованием программ «Microsoft Office Excel 2007» и «STATISTICA 10».

Результаты и их обсуждение

1. Влияние водного режима почвы и доз внесения удобрений на урожайность риса

В условиях оптимального сочетания водного и питательного режимов почвы продуктивность растений возрастает, так как из почвы они имеют возможность использовать запасы влаги и питательных веществ в соответствии с биологическими потребностями. При орошении благодаря улучшению водного режима почвы создаются условия для наиболее эффективного использования удобрений. Взаимодействие этих факторов между собой благоприятно сказывается на активизации роста и развития растений.

Самая высокая урожайность риса в вариантах водного режима, 6,95 т/га зерна, в среднем за 2013–2015 гг. формировалась во втором варианте, где влажность почвы не ниже 80% НВ до конца фазы кущения поддерживалась в слое 0,4 м, а в последующие фазы, до созревания зерна, — в слое 0,6 м на самом высоком фоне удобрений (табл. 1).

Самая низкая урожайность, 4,88 т/га зерна, была получена в первом варианте водного режима, где влажность почвы в слое 0,6 м не опускалась ниже 80% НВ на фоне внесения дозы удобрений, рассчитанной на получение 5,0 т/га зерна. В третьем варианте водного режима, где влажность почвы до фазы восковой спелости зерна поддерживалась идентичной второму варианту, а в последующем допускалось снижение ее до 70% НВ, урожайность риса в среднем за 3 года по сравнению со вторым вариантом снижалась на 1,99%, но была выше на 5,05% по сравнению с первым вариантом водного режима.

Влияние водного режима и удобрений на урожайность риса, т/га

Предполивная влажность почвы, % НВ	Доза внесения удобрений, кг д.в./га	2013	2014	2015	Средняя
80, h = 0,6 м	N ₁₀₉ P ₆₂ K ₇₅ (5 т/га)	4,82±0,07	4,79±0,10	5,04±0,06	4,88±0,14
	N ₁₃₁ P ₇₄ K ₉₀ (6 т/га)	5,71±0,05	5,59±0,06	5,79±0,05	5,70±0,10
	N ₁₅₇ P ₉₀ K ₁₀₈ (7 т/га)	6,64±0,11	6,54±0,09	6,74±0,08	6,64±0,10
80, h = 0,4 и 0,6 м	N ₁₀₉ P ₆₂ K ₇₅ (5 т/га)	5,26±0,06	5,14±0,05	5,47±0,07	5,29±0,17
	N ₁₃₁ P ₇₄ K ₉₀ (6 т/га)	6,17±0,08	6,12±0,03	6,40±0,03	6,23±0,15
	N ₁₅₇ P ₉₀ K ₁₀₈ (7 т/га)	6,92±0,03	6,88±0,06	7,06±0,09	6,95±0,09
80 и 70, h = 0,4 и 0,6 м	N ₁₀₉ P ₆₂ K ₇₅ (5 т/га)	5,10±0,09	5,02±0,09	5,28±0,05	5,13±0,13
	N ₁₃₁ P ₇₄ K ₉₀ (6 т/га)	6,05±0,06	6,02±0,06	6,28±0,12	6,11±0,14
	N ₁₅₇ P ₉₀ K ₁₀₈ (7 т/га)	6,85±0,14	6,81±0,06	6,96±0,13	6,87±0,08
НСР ₀₅ : 2013 г. — 0,26; 2014 г. — 0,142; 2015 г. — 0,18					

Дисперсный анализ экспериментальных данных двухфакторного полевого опыта показал, что за трехлетние опыты прибавка зерна по изучаемым вариантам (водный режим и дозы удобрения) была существенной. Важно отметить, что посеvy риса сорта Волгоградский оказались толерантными к отсутствию слоя воды, а изучаемые нами водные режимы почвы с использованием капельного орошения обеспечивают получение достаточно высокой урожайности при существенной экономии оросительной воды по сравнению с поливом затоплением.

2. Структура урожая риса при капельном орошении

Для количественной оценки продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе суходольного риса, вполне достаточно показателя урожайности. Однако определение урожайности не вскрывает условий формирования его, использования ресурсов внешней среды, не дает возможности установить дефекты технологии возделывания этой культуры. В этой связи анализ отдельных элементов урожайности, определяющих не только величину, но и качество его, позволяет полнее вскрыть взаимоотношения между растениями и средой, влияние приемов технологии, обеспечивающих получение запланированных урожаев зерна риса.

Самые низкие показатели структуры урожая отмечались в варианте с назначением поливов при влажности почвы 80% НВ в слое 0,6 м при внесении макроудобрений $N_{109} P_{62} K_{75}$ (5 т/га). В среднем за трехлетний период исследований продуктивная кустистость риса составила 1,8, высота растений 0,725 м, длина метелки — 0,173 м, число зерен в метелке — 61 шт., масса зерна одной метелки — $1,23 \cdot 10^{-3}$ кг. При дозе удобрений $N_{131} P_{74} K_{90}$ (6 т/га) элементы структуры урожая возросли и в среднем за проведенные годы опытов составили: продуктивная кустистость — 2,0, высота растений — 0,812 м, длина метелки — 0,18 м, число зерен в метелке — 63 шт., масса зерна одной метелки — $1,31 \cdot 10^{-3}$ кг (табл. 2).

На динамических площадках в посевах суходольного риса при дифференцированным предполивающим порогом влажности почвы 80 и 70% НВ и глубиной увлажнения $h = 0,4$ и $0,6$ м на фоне внесения максимальной дозы макроудобрений $N_{157} P_{90} K_{108}$ (7 т/га) были отмечены самые высокие структурные показатели урожая, которые в среднем за трехлетний период исследований по продуктивной кустистости составили 2,1, высоте растений — 0,842 м, длине метелки — 0,188 м, числе зерен в метелке — 64 шт., массе зерна в одной метелке — $1,37 \cdot 10^{-3}$ кг.

Т а б л и ц а 2

Структура урожая риса при капельном орошении (среднее за 2013–2015 гг.)

Предполивной порог (% НВ), доза удобрений (кг д.в./га)	Количество растений на 1 м ² , шт.	Продуктивная кустистость	Высота растений, м	Длина метелки, м	Число зерен в метелке, шт.	Масса зерна в метелке, 10 ⁻³ кг	Масса 1000 зерен, 10 ⁻³ кг
<i>По вариантам водного режима ($N_{131} P_{74} K_{90}$ (6 т/га))</i>							
80, $h = 0,6$ м	376	1,9	0,775±0,03	0,178±0,01	62±1,01	1,27±0,05	29,60±0,25
80, $h = 0,4$ и $0,6$ м	376	2,0	0,812±0,07	0,180±0,01	63±1,00	1,32±0,04	29,96±0,17
80 и 70, $h = 0,4$ и $0,6$ м	376	2,0	0,812±0,06	0,180±0,01	63±1,00	1,31±0,05	29,86±0,15
<i>По вариантам доз удобрений (80–70, $h = 0,4$ и $0,6$ м)</i>							
$N_{109} P_{62} K_{75}$ (5 т/га)	376	1,8	0,725±0,05	0,173±0,01	61±1,02	1,23±0,07	29,01±0,20
$N_{131} P_{74} K_{90}$ (6 т/га)	376	2,0	0,812±0,06	0,180±0,01	63±1,01	1,31±0,06	29,86±0,15
$N_{157} P_{90} K_{108}$ (7 т/га)	376	2,1	0,842±0,04	0,188±0,00	64±1,00	1,37±0,11	30,29±0,16

3. Формирование корневой системы риса при капельном орошении

Результаты исследований показали, что на рост и распространение корневой системы риса существенно влияют предполивной порог влажности почвы и глубина ее увлажнения, вносимые дозы минеральных удобрений и метеорологические условия.

При поддержании предполивного порога не ниже 80% НВ в слое 0,6 м накопленная корнями органическая масса составила в среднем за годы проведенных исследований в слое 0,4 м — 4,96, а в 0,6 м — 5,64 т/га (табл. 3). В варианте поддержания влажности почвы не ниже 80% НВ при глубине промачивания до конца фазы кушения 0,4 с последующим увеличением до 0,6 м, в связи с наибольшей облиственностью растений, увеличивало накопленную за вегетацию корневую массу аэробного риса в слое 0,4 м до 5,40, а в слое 0,6 м — 6,14 т/га. В варианте с дифференцированным порогом влажности почвы, 80% НВ до фазы начала восковой спелости зерна с последующим снижением его до 70% НВ и глубиной расчетного слоя промачивания 0,4 и 0,6 м, корневая масса относительно варианта с предполивным порогом не ниже 80% НВ в слое 0,6 м была больше в среднем за трехлетний период опытов в слое 0,4 м на 0,26, а в слое 0,6 — 0,30 т/га. Существенное влияние на формирование корневой системы аэробного риса в опыте оказывали вносимые дозы макроэлементов $N_{109} P_{62} K_{75}$ (5 т/га), $N_{131} P_{74} K_{90}$ (6 т/га) и $N_{157} P_{90} K_{108}$ (7 т/га).

Т а б л и ц а 3

Формирование корневой системы риса при капельном орошении, т/га
(среднее за 2013–2015 гг.)

Горизонт почвы, м	Предполивной порог влажности почвы, % НВ, и расчетная глубина увлажнения h ($N_{131} P_{74} K_{90}$ (6 т/га))			Дозы удобрений, кг д.в./га (сорт Волгоградский, 80–70, h = 0,4 и 0,6 м)		
	80, h = 0,6 м	80, h = 0,4 и 0,6 м	80–70, h = 0,4 и 0,6 м	$N_{109} P_{62} K_{75}$ (5 т/га)	$N_{131} P_{74} K_{90}$ (6 т/га)	$N_{157} P_{90} K_{108}$ (7 т/га)
0,0–0,1	1,52±0,06	1,65±0,04	1,58±0,05	1,47±0,06	1,58±0,02	1,77±0,04
0,1–0,2	1,57±0,07	1,71±0,05	1,67±0,06	1,52±0,07	1,67±0,05	1,81±0,06
0,2–0,3	1,01±0,03	1,14±0,17	1,09±0,03	0,98±0,04	1,09±0,03	1,22±0,02
0,3–0,4	0,86±0,03	0,90±0,04	0,88±0,03	0,85±0,02	0,88±0,03	0,92±0,02
0,4–0,5	0,55±0,04	0,58±0,03	0,57±0,05	0,53±0,02	0,57±0,04	0,63±0,05
0,5–0,6	0,13±0,03	0,16±0,02	0,15±0,02	0,11±0,02	0,15±0,02	0,18±0,01
0,0–0,4	4,96±0,15	5,40±0,16	5,22±0,16	4,82±0,16	5,22±0,16	5,73±0,14
0,0–0,6	5,64±0,22	6,14±0,21	5,94±0,23	5,46±0,23	5,94±0,23	6,54±0,22

Так, наименьшее ее количество, 5,46 т/га, в среднем за годы проведенных исследований было получено в варианте внесения $N_{109} P_{62} K_{75}$ (5 т/га). Внесение $N_{131} P_{74} K_{90}$ (6 т/га) способствовало образованию корневой системы в количестве 5,94 т/га. Наибольшее значение корневой массы отмечено в варианте при внесении максимальной дозы $N_{157} P_{90} K_{108}$ (7 т/га), которое в среднем за трехлетний период опытов составило 6,54 т/га.

Заключение

Установлено, что максимальный сбор зерна с посевов суходольного риса был получен в варианте поддержания влажности почвы не ниже 80% НВ с переменной глубиной увлажнения 0,4 и 0,6 м при внесении $N_{157} P_{90} K_{108}$, который составил за трехлетний период исследований 6,95 т/га. Также установлено, что при регулировании водного и питательного режимов почвы можно направленно формировать корневую систему аэробного риса при капельном орошении.

Библиографический список

1. *Абду Н.М., Дубенок Н.Н., Кружилин И.П., Ганиев М.А., Родин К.А.* Опыт капельного орошения риса // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 3. С. 14–17.
2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
3. *Качинский Н.А.* О структуре почвы, ее дифференциальной порозности // В кн.: Докл. VI Международному конгрессу почвоведов. М., 1956. С. 35–45.
4. *Костяков А.Н.* Основы мелиорации. М.: Сельхозиздат, 1952. 750 с.
5. *Кружилин И.П., Ганиев М.А., Любушкин С.Н. и др.* Возделывание риса при орошении дождеванием // Мелиорация и водное хозяйство. 2009. № 1. С. 28–31.
6. *Кружилин И.П., Ходяков Е.А., Кружилин Ю.И., Салдаев А.М., Галда А.В.* Способ определения поливных норм при капельном орошении томатов // Патент № 2204241, 20.05.2003.
7. Методические рекомендации ВАСХНИЛ по постановке опытов и проведению исследований по программированию урожая полевых культур. М.: Колос, 1978. 64 с.
8. Опытное дело в полеводстве / Сост. Г.Ф. Никитенко. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.
9. *Роде А.А.* Методы изучения водного режима почв. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 244 с.
10. *Abdou N.M., Doubenok N.N., Kruzhilin I.P., Ganiv M.A., Melikhov V.V., Bolotin A.G., Rodin K.A.* Water-Saving technology of drip irrigated aerobic rice // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2015. № 3. P. 47–56.
11. *Adusumilli N. Rao I.* Drip irrigation system for higher resources use efficient rice production with reduced global warming potential // A review of the 4th International Rice Congress, 27 Oct – 1 Nov. 2014. Bangkok, Thailand.
12. *Bouman B.A.M., Hengsdijk H., Hardy B., Bindraban P.S., Tuong T.P., Ladha J.K.* Water-wise rice production // Proc. International Workshop on Water-wise Rice Production, 8–11 April, 2002, Los Baños, Philippines. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. P. 143–154.
13. *Bouman B., Peng S., Castañeda A., Visperas R.* Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. Agric Water Manage, 2005. P. 87–105.
14. *Castaneda A.R., Bouman B.A.M., Peng S., and Visperas R.M.* Mitigating water scarcity through an aerobic system of rice production in new directions for a diverse planet // Proc. Int. Crop Science Congress, Brisbane, Australia. 26 Sep – 1st Oct., 2002. P. 1–6.

15. *Dakshina Murthy K.M., Goud E.R.K., and Rajaiah P.* Studies on the effect of drip and sprinkler irrigation systems on growth and yield of rice in Northern Telangana zone of Andhra Pradesh // Abstracts of Int. Rice Research Conference and Int. Rice Congress, New Delhi, India. October 9-13, ICAR, New Delhi. 2006. P. 358–359.

16. Irrigation equipment and drip systems // NETAFIM Product guide. Israel, 2000. 53 p.

17. *Peng S, Bouman B.A.M., Visperas R.M., Castañeda A., Nie L., Park H.K.* Comparison between aerobic and flooded rice in the tropics: agronomic performance in an eight-season experiment // Field Crops Res. 2006. P. 252–259.

18. *Reddy M.D., Reddy S.N., and Ramulu V.* Evaluation of rice cultures for aerobic system // Agric. Sci. Dig. 2010. P. 129–132.

19. FAOSTAT database, FAO (2009) URL: <http://faostat.fao.org/default.aspx>.

PRODUCTIVITY OF AEROBIC RICE UNDER DRIP IRRIGATION

N.N. DUBENOK¹, I.P. KRUZHILIN², N.M. ABDOU¹,
M.A. GANIEV², K.A. RODIN²

(¹ Russian Timiryazev State Agrarian University;
² All-Russian research Institute of Irrigated Agriculture)

Under the optimal combination of soil water and nutritious regimes, productivity of plants increases, as they are able to use the reserves of moisture and nutrients in accordance with the biological needs. The interaction between these factors favorably affected the activity of growth and development of plants.

Field experiment was carried out for 3 years (2013–2015.) on the experimental field of All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture (VNIIOZ, Volgograd) with cultivating Volgograd rice variety. The interaction effects of the combination of water regimes and doses of mineral fertilizers (NPK) on rice yield, yield components, formation of the root system of rice under drip irrigation system were studied in three replications.

Key words: rice, rice yield, yield structure, the root system of rice, regime of drip irrigation, application of fertilizers.

Дубенок Николай Николаевич — д. с.-х. н., проф., академик РАН, зав. кафедрой лесоводства и мелиорации ландшафтов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-40-25; e-mail: ndubenok@mail.ru).

Кружилин Иван Пантелеевич — д. с.-х. н., проф., академик РАН, гл. науч. сотр. ФГБНУ ВНИИОЗ (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9; тел.: (8442) 60-24-36; e-mail: vniiioz@yandex.ru).

Абду Наср Махмуд — асп. кафедры лесоводства и мелиорации ландшафтов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-40-25; e-mail: nasr.abdo@mail.ru).

Ганиев Муслим Абдулаевич — к. т. н., зав. сектором орошения риса ФГБНУ ВНИИОЗ (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9; тел.: (8442) 60-23-25; e-mail: vnioz@yandex.ru).

Родин Константин Анатольевич — к. с.-х. н., ст. науч. сотр. ФГБНУ ВНИИОЗ (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9; тел.: (8442) 60-23-22; e-mail: vnioz@yandex.ru).

Dubenok Nikolay Nikolaevich — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, a member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Forestry and Land Reclamation, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-40-25; e-mail: ndubenok@mail.ru).

Kruzhilin Ivan Panteleevich — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, a member of the Russian Academy of Sciences, chief researcher of All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (400002, Volgograd, Timiryazeva str., 9; tel.: (8442) 60-24-36; e-mail: vnioz@yandex.ru).

Abdou Nasr Mahmoud — PhD-student of the Department of Forestry and Land Reclamation, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-40-25; e-mail: nasr.abdo@mail.ru).

Ganiev Muslim Abdulaevich — PhD in Engineering Sciences, Head of the Sector of Irrigated Rice, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, (400002, Volgograd, Timiryazeva str., 9; tel.: (8442) 60-23-25; e-mail: vnioz@yandex.ru).

Rodin Konstantin Anatolyevich — PhD in Agricultural Sciences, Senior researcher of All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (400002, Volgograd, Timiryazeva str., 9; tel.: (8442) 60-23-22; e-mail: vnioz@yandex.ru).