

УДК 633.12:633.18:631.82:631.53.04
DOI 10.26897/0021-342X-2017-6-29-41

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ГРЕЧИХИ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* L.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И СПОСОБА ПОСЕВА

Н.Н. ДУБЕНОК¹, О.А. ЗАЯЦ², Е.А. СТРИЖАКОВА²

(¹ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

² Волгоградский государственный аграрный университет)

Исследования проводились в системе рисового севооборота в чеках ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия с районированным сортом гречихи «Саулык». Установлены особенности роста, развития и формирования урожая зерна при использовании гречихи в качестве сопутствующей культуры рисового севооборота. Обоснованы оптимальный уровень минерального питания и ширина междурядий в посевах при возделывании гречихи в рисовых чеках. Для получения наибольшего чистого дохода при возделывании гречихи в рисовых чеках целесообразно посев культуры проводить широкорядным способом с шириной междурядий 0,3 м, а минеральные удобрения вносить дозой $N_{60}P_{30}$.

В среднем за годы исследований на участках с естественным плодородием максимальная площадь листьев гречихи составила 26,1–28,5 тыс. $m^2/га$, суммарный фотосинтетический потенциал – 1168–1247 тыс. m^2 дн./га, продуктивность фотосинтеза (в среднем за вегетационный период) – 2,0–2,11 $г/м^2$ в сут., общая сухая биомасса посева – 2,42–2,64 т/га, число растений – 80–84 шт./ m^2 , число соцветий на растении – 9,3–10,3 шт., масса 1000 семян – 29,8–31,1 г, количество и масса семян с одного растения – 32,3–33,7 шт. и 0,99–1,05 г, соответственно. Применение минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{30}$ способствовало увеличению площади листьев – на 2,68–4,22 тыс. $m^2/га$, фотосинтетического потенциала – на 193–229 тыс. m^2 дн./га, ЧПФ – на 1,53–1,59 $г/м^2$. В совокупности это позволило сформировать посева, накопленная сухая масса которых на 2,55–2,82 т/га больше, чем на контроле. Внесение оптимальной дозы удобрений позволило улучшить структуру урожая зерна гречихи за счет статистически значимого увеличения числа соцветий на растении (на 2,2–2,7 шт.), количества семян с одного растения (на 24,0–26,3 шт.), массы семян с одного растения (на 0,94–1,02 г), массы 1000 семян (на 2,7–4,0 г).

Выявлена сильная зависимость урожайности гречихи от уровня минерального питания (HCP_{05} по фактору А 0,04 т/га): внесение минеральных удобрений позволило увеличить урожайность на 0,52–0,94 т/га. На участках с естественным плодородием урожайность гречихи составила 0,79–0,88 т/га, при внесении удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ – 1,33–1,47 т/га, а при внесении $N_{60}P_{30}$ или $N_{90}P_{45}$ достигала 1,66–1,82 т/га. Характерно, что в посевах с шириной междурядий 0,3 м урожайность повышалась на 0,06–0,15 т/га (HCP_{05} по фактору В 0,04 т/га), а с шириной 0,45 м статистически существенных изменений урожайности выявлено не было.

Ключевые слова: гречиха, сопутствующая культура, севооборот, рис, запасы почвенной влаги, способ посева, удобрение, продуктивность, урожай, фотосинтез.

Введение

Гречиха – одна из важнейших продовольственных культур, способная обеспечить рентабельное производство во всех регионах ее возделывания. Доля гречневой крупы в суммарном объеме потребления россиян составляет 20%. Ценность гречихи обусловлена ее уникальными пищевыми и лечебно–диетическими свойствами, а также ее агрономическим использованием, как предшественника, в качестве медоносной, пожнивной и поукосной культуры [9, 19].

В Российской Федерации гречиху возделывают во многих регионах страны, но современный уровень производства не удовлетворяет постоянно растущего спроса внутреннего и экспортного рынка. За период с 1992 г. по 2016 г. посевы гречихи в России сократились на 30% (рис. 1): если в 1992–2003 гг. посевные площади этой культуры составляли в среднем 1388 тыс. га, то в 2004–2016 гг. – 1068 тыс. га. Однако в последние годы наблюдается рост урожайности гречихи: с 5,9 ц/га в 1992–2003 гг. до 8,6 ц/га в 2004–2016 гг. [17]

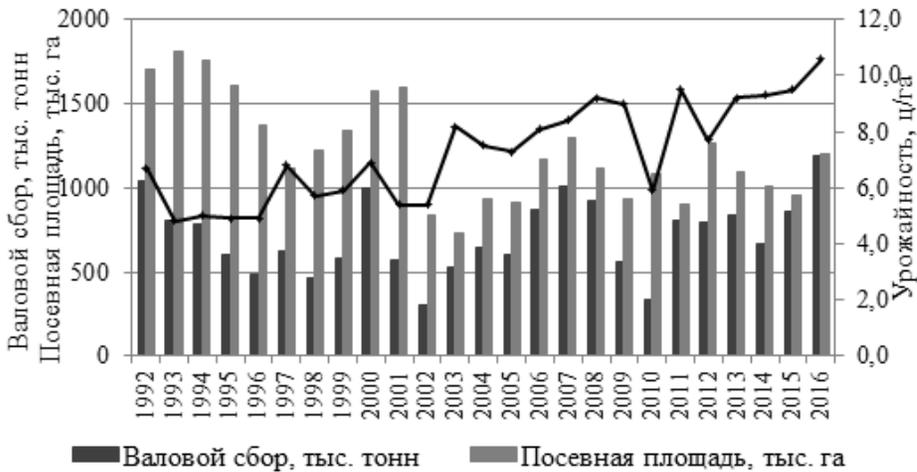


Рис. 1. Динамика посевных площадей, валового сбора и урожайности гречихи (в Российской Федерации в хозяйствах всех категорий)

В 2016 г. в России было собрано 1186 тыс. тонн зерна гречихи, что почти в два раза больше, чем в 2014 году. Такой рост производства связан с увеличением посевных площадей на 20% и получением самой высокой за последние 25 лет средней урожайности зерна – 10,6 ц/га.

По величине и устойчивости урожаев гречиха уступает всем зерновым культурам. Средняя урожайность этой культуры в России за 1992–2016 гг. составила 0,73 т/га. При этом гречиха может обеспечивать урожайность на уровне 2,5–3,0 т/га и более. Для повышения урожайности и увеличения объемов производства гречихи необходимо совершенствование технологии возделывания культуры. Вопросы по изучению эффективности технологий возделывания гречихи раскрыты в работах А.Н.

Анохина, Н.Н. Дубенка [7,8], И.Н. Елагина [9], В.Н. Наумкина [13], М.Н. Шумковой [18] и других ученых.

Биологические особенности и агрономические свойства гречихи позволяют использовать ее в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов. Одной из важнейших задач введения сопутствующих культур в рисовые севообороты является улучшение агроэкологической обстановки и мелиоративного состояния почв рисовых чеков. Исследования по разработке адаптивных технологий возделывания сопутствующих культур рисовых севооборотов освещены в работах В.В. Бородычева [1,2,3], Э.Б. Дедовой [3], М.Н. Лытова (2007) [2] и др.

Включение гречихи в звено рисового севооборота благоприятно скажется на продуктивности основной культуры – риса, позволит восстановить почвенное плодородие, мелиоративную и экологическую обстановку на участке. В связи с этим вопросы совершенствования технологии возделывания гречихи в рисовых чеках весьма актуальны.

Целью исследования являлась разработка технологии управления продукционным процессом при возделывании гречихи в рисовых чеках, обеспечивающей эффективное использование минеральных удобрений и остаточных запасов почвенной влаги на формирование урожайности зерна на уровне 1,8 т/га в условиях Калмыкии.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Оценить возможность и эффективность использования гречихи в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов Калмыкии.

2. Определить показатели фотосинтетической деятельности посевов, особенности формирования структуры урожая и урожайности зерна гречихи в зависимости от изучаемых приемов возделывания.

3. Обосновать уровень минерального питания и оценить эффективность применения минеральных удобрений при возделывании гречихи с целью получения товарного зерна.

4. Обосновать и сделать предложения производству по оптимальным способам посева гречихи в рисовых чеках Калмыкии.

5. Определить экономическую эффективность технологических приемов возделывания гречихи в рисовых чеках Калмыкии.

Экспериментальное обоснование эффективности возделывания гречихи в рисовых чеках в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов проводилось в рамках двухфакторного полевого опыта:

– фактор А – уровень минерального питания (вариант А1 – без удобрений; вариант А2 – внесение удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ на планируемую урожайность 1,0 т/га; вариант А3 – внесение удобрений дозой $N_{60}P_{30}$ на планируемую урожайность 1,5 т/га; вариант А4 – внесение удобрений дозой $N_{90}P_{45}$ на планируемую урожайность 2,0 т/га);

– фактор В – ширина междурядий (вариант В1 – 0,15 м; вариант В2 – 0,30 м; вариант В3 – 0,45 м).

Опыты проводились методом расщепленных делянок в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки 60 м².

Для определения содержания гумуса в почве был использован метод И.В. Тюрина [4]. Содержание подвижных соединений фосфора и калия в почве определялось

методом Б.П. Мачигина [5], азота – методом И.В. Тюрина и Н.М. Кононовой [5]. Содержание нитратного азота определялось при помощи колориметрического метода [12]. При определении расчетных доз внесения минеральных удобрений пользовались методом элементарного баланса [16]. Влажность почвы определяли термостатно–весовым методом [6]. Изучение водного режима осуществлялось с использованием метода водного баланса по А.Н. Костякову. Для определения площади листьев был использован метод высеков [15]. Для оценки фотосинтетической активности растений гречихи расчетными способами определяли фотосинтетический потенциал посева и чистую продуктивность фотосинтеза [14,15]. Математическая обработка полученных данных проводилась общепринятыми методами с использованием современных компьютерных программ [6].

Исследование проводили в системе рисового севооборота в чеках ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия. В посевах использовали районированный среднеранний сорт гречихи Саулык. Норма высева 2,5 млн. шт./га. Агротехника возделывания гречихи в опытах разрабатывалась на основе зональных рекомендаций с дополнением вариантами изучаемых приемов [9]. Предшественником во все годы являлся рис. Почвы опытного участка бурые полупустынные зональные с низким содержанием гумуса (1,14–1,28 %), доступных форм азота (37,3–38,6 мг/кг почвы) и фосфора (25,5–29,1 мг/кг почвы) и высоким содержанием калия (269–317 мг/кг почвы). Доля натрия в пахотном слое составила 4,5–5,0% от емкости поглощения.

Плотность сложения пахотного горизонта почвы достигает 1,28 т/м³, плотность твердой фазы – 2,5 т/м³, максимальная гигроскопичность – 9,4 %, общая пористость – около 50%, наименьшая влагоемкость – 25–26 %, влажность завядания – 14%. Гранулометрический состав почв опытного участка представлен суглинками. В верхнем горизонте (до 0,2 м) залегают средние суглинки, а в слое от 0,2 м до 1,0 м располагаются тяжелые суглинки.

Опыты показали, что динамика роста и формирования урожая гречихи существенно зависит от условий естественной влагообеспеченности и эффективности использования посевами почвенной влаги. Важным показателем условий влагообеспеченности гречихи являются весенние запасы влаги в период вегетации. В рисовых чеках после возделывания основной культуры остается значительный запас почвенной влаги. На момент посева гречихи запасы влаги в 0,8–метровом слое почвы составляли 2545–2608 м³/га, что соответствует влажности почвы в пределах 89,0–91,2 % НВ. К началу уборки влажность почвы с учетом всех вариантов опыта и изменения погодных условий находилась на уровне 45,5–59,5 % НВ.

Анализ изменения водного режима почвы в зависимости от изучаемых факторов показал, что с увеличением дозы удобрений и междурядного расстояния, содержание доступной влаги в почве снижается за счет более интенсивного потребления влаги на транспирацию и формирование урожая.

За вегетационный период посева гречихи на остаточной после риса влаге потребляли от 2260 до 2700 м³/га воды. Доля почвенной влаги в суммарном водопотреблении гречихи составила 37,3–50,4%. Применение удобрений способствовало увеличению суммарного водопотребления гречихи на 67–150 м³/га; на широкорядных посевах суммарное водопотребление в сравнении с рядовым возросло на 52–125 м³/га.

Установлено, что увеличение уровня минерального питания гречихи сопровождалось повышением эффективности расходования воды на 38–50 %. Наиболее эффективно, от 1253 м³/т в 2011 году до 1748 м³/т в 2010 году, вода в рисовых чеках на формирование урожая зерна гречихи расходуется при внесении минеральных удобрений дозой, не менее N₆₀P₃₀ и посеве с шириной междурядий 0,3 м.

Продолжительность вегетационного периода гречихи с учетом всех вариантов опыта и изменения погодных условий изменялась от 67 до 77 суток. Растения наибольшей высоты (от 74,9 см в 2010 г. до 90,4 см в 2008 г.) формировались при внесении удобрений дозой N₆₀P₃₀ в посевах с шириной междурядий 0,3 м. Применение минеральных удобрений обеспечило увеличение средней высоты растений на 3,5–5,4 см (при НСР₀₅ = 1,56).

Таблица 1

**Показатели фотосинтетической деятельности
в посевах гречихи в рисовых чеках (в среднем за 2007–2012 гг.)**

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал посева, тыс. м ² дн./га	Чистая продуктивность фотосинтеза посева, г/м ² сут.	Общая сухая биомасса посева, т/га	Интенсивность накопления сухого вещества, кг/га в сут.
без удобрений	0,15	28,3	1211	2,00	2,42	34,8
	0,30	28,5	1247	2,11	2,64	37,3
	0,45	26,1	1168	2,09	2,45	34,3
N ₃₀ P ₁₅	0,15	30,0	1341	2,99	4,01	56,5
	0,30	30,5	1387	3,18	4,41	61,7
	0,45	28,8	1284	3,14	4,03	56,0
N ₆₀ P ₃₀	0,15	32,1	1429	3,52	5,04	70,5
	0,30	32,8	1476	3,69	5,46	76,2
	0,45	30,0	1361	3,67	5,00	69,2
N ₉₀ P ₄₅	0,15	31,8	1418	3,49	4,95	69,7
	0,30	32,5	1475	3,65	5,39	75,3
	0,45	29,6	1346	3,59	4,84	66,8

Анализ динамики нарастания площади листьев показал, что активное нарастание площади листьев гречихи происходит в период от начала цветения до плодообразования. В фазу начала побурения площадь листового аппарата достигает максимума за вегетационный период – в среднем от 26,1 до 32,8 тыс. м²/га (НСР₀₅ по фактору А – 0,28 тыс. м²/га, НСР₀₅ по фактору В – 0,24 тыс. м²/га). Фотосинтетический потенциал значительно изменялся по годам исследований: от 1093–1387 тыс. м²/га в 2010 г. до 1223–1606 тыс. м²/га в 2012 г. Чистая продуктивность фотосинтеза принимает наибольшие значения, в среднем 3,14–5,07 г/м² сут., в период от начала цветения до

начала плодообразования, и снижается в период активного формирования хозяйственно–ценной части урожая (табл. 1).

Повышение дозы удобрений до $N_{60}P_{30}$ обеспечило увеличение максимальной площади листьев на 1,72–4,22 тыс. $m^2/га$, фотосинтетического потенциала на 116–229 тыс. $m^2дн./га$, чистой продуктивности фотосинтеза на 0,99–1,59 $г/м^2$ в сут., общей сухой биомассы посева на 1,58–2,82 т/га и интенсивности накопления сухого вещества на 21,7–38,8 т/га в сут. (в сравнении с вариантами без удобрений). Применение способа посева с шириной междурядий 0,3 м способствовало увеличению фотосинтетического потенциала на 36–57 тыс. $m^2дн./га$ при совокупном росте продуктивности фотосинтеза на 0,02–0,19 $г/м^2$ в сут. в сравнении с посевом гречихи через 0,15 м или 0,45 м. В совокупности применение минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{30}$ и широкорядного (0,3 м) способа посева обеспечило формирование наибольшей в опыте сухой биомассы посева – от 4,60 т/га в 2010 г. до 6,18 т/га в 2012 г. ($НСР_{05}$ по фактору А 0,12 т/га, $НСР_{05}$ по фактору В 0,11 т/га).

Таблица 2

Структура урожая гречихи при выращивании в рисовых чеках
(в среднем за 2007–2012 гг.)

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Число растений к уборке, шт./ m^2	Количество соцветий на растении, шт.	Количество семян с одного растения, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г
без удобрений	0,15	83	9,3	32,3	0,99	30,6
	0,30	84	10,3	33,7	1,05	31,1
	0,45	80	9,5	33,1	0,99	29,8
$N_{30}P_{15}$	0,15	87	10,6	46,6	1,54	33,1
	0,30	86	11,8	50,5	1,71	33,8
	0,45	82	10,7	50,7	1,62	32,0
$N_{60}P_{30}$	0,15	88	11,6	56,3	1,93	34,3
	0,30	88	13	59,0	2,07	35,1
	0,45	84	11,7	59,4	1,98	33,3
$N_{90}P_{45}$	0,15	89	11,8	54,4	1,87	34,3
	0,30	90	12,8	57,7	2,01	34,9
	0,45	84	11,5	57,1	1,89	33,2
$НСР_{0,05}$	фактор А	3,0	0,58	2,29	0,079	1,20
	фактор В	2,6	0,50	1,99	0,069	1,04
	А×В	5,2	1,00	3,97	0,138	2,08

Исследования показали, что все элементы структуры урожая зерна гречихи изменяются в той или иной степени в зависимости от технологии возделывания и под влиянием факторов внешней среды (табл. 2).

Один из важнейших показателей продуктивности гречихи – число сохранившихся к уборке растений на единице площади посева. Применение минеральных удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ в сравнении с вариантами, где удобрения не вносили, не обеспечило статистически значимого увеличения числа сохранившихся к уборке растений. Внесение минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{30}$ и $N_{90}P_{45}$ сопровождалось увеличением числа сохранившихся растений на 4–6 шт./м² (в сравнении с контролем). При увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,45 м число сохранившихся к уборке растений сократилось на 3–5 шт./м².

Наши исследования показывают, что внесение минеральных удобрений способствовало увеличению числа соцветий и количества сформированных плодов на одном растении гречихи на 1,2–2,7 шт. и 14–26 шт. соответственно. Некоторое увеличение количества плодоносящих соцветий (на 1,0–1,4 шт.) наблюдалось при увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,3 м. Достоверное влияние способа посева на количество семян с одного растения отмечалось только на вариантах с внесением удобрений: увеличение ширины междурядий приводило к повышению числа семян на 3–4 шт.

Масса семян с одного растения гречихи при внесении удобрений увеличивалась на 0,55–1,02 г. Статистически значимая прибавка массы семян с одного растения обеспечивалась за счет увеличения ширины междурядий с 0,15 до 0,30 м только на удобренных участках. Применение широкорядного (0,3 м) способа посева на данных вариантах позволило увеличить продуктивность одного растения на 0,14–0,17 г.

На массу 1000 семян статистически достоверное влияние оказывали только условия минерального питания. При внесении удобрений и последовательном увеличении дозы масса 1000 семян возрастала на 2,2–4,0 г (в сравнении с контролем).

Совокупность элементов структуры урожая определяла уровень продуктивности зерна гречихи. Урожайность гречихи существенно изменялась как по годам исследований, так и по вариантам опыта (табл. 3).

Анализ действия изучаемых факторов на продуктивность гречихи показал, что минеральные удобрения обеспечивали достоверные прибавки урожая. Внесение удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ способствовало увеличению зерновой продуктивности посевов на 0,52–0,59 т/га или 63,4–68,4 %. Повышение дозы удобрений до $N_{60}P_{30}$ и $N_{90}P_{45}$ обеспечило прибавку урожая на 0,81–0,94 т/га. При всех способах посева наиболее продуктивными зарекомендовали себя варианты с уровнем минерального питания $N_{60}P_{30}$. Посевы, на которых применялась максимальная доза удобрений, отличались более низкой урожайностью. Уровень минерального питания $N_{90}P_{45}$ приводит к понижению влагосодержания активного слоя почвы, и, таким образом, уже к этапу формирования и роста зерна гречихи из-за создающегося дефицита запасов почвенной влаги снижается эффективность использования вносимых удобрений. В связи с этим, во влажном 2008 году наибольшая урожайность гречихи была получена на участках, где удобрения вносили дозой $N_{90}P_{45}$.

Исследования показали, что при посеве широкорядным (0,30 м) способом (в сравнении с рядовым) урожайность гречихи увеличивалась на 0,06–0,15 т/га. При

увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,45 м статистически существенных изменений урожайности выявлено не было. Увеличение междурядного расстояния с 0,3 м до 0,45 м сопровождалось снижением урожайности гречихи на 0,09–0,22 т/га. Это связано с тем, что при малой плотности посевов значительная доля влаги расходовалась на испарение с почвы и формирование зеленой массы в ущерб будущему урожаю.

Таблица 3

Урожайность гречихи в зависимости от уровня минерального питания при разных способах посева

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Урожайность, т/га						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя
без удобрений	0,15	0,82	0,92	0,81	0,57	0,87	0,91	0,82
	0,30	0,84	0,98	0,84	0,62	0,90	1,10	0,88
	0,45	0,80	0,85	0,72	0,76	0,77	0,83	0,79
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,40	1,47	1,34	1,14	1,33	1,37	1,34
	0,30	1,45	1,52	1,42	1,41	1,46	1,53	1,47
	0,45	1,31	1,35	1,28	1,29	1,33	1,40	1,33
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,69	1,85	1,70	1,46	1,72	1,76	1,70
	0,30	1,74	1,95	1,72	1,52	1,98	2,02	1,82
	0,45	1,65	1,67	1,68	1,43	1,71	1,82	1,66
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,68	1,92	1,59	1,48	1,61	1,66	1,66
	0,30	1,68	2,17	1,65	1,51	1,91	1,95	1,81
	0,45	1,52	1,78	1,54	1,4	1,62	1,70	1,59
НСР _{0,05} , т/га	фактор А	0,05	0,06	0,08	0,05	0,06	0,08	0,04
	фактор В	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,07	0,04
	А×В	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,14	0,08

Выращивание гречихи в рисовых чеках экономически выгодно: уровень рентабельности при сочетании широкорядного способа посева с шириной междурядий 0,3 м и внесением минеральных удобрений в наших исследованиях составил 83–104 %.

Таким образом, агробиологические свойства гречихи при соблюдении агротехнических требований позволяют использовать ее в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов. Для формирования урожайности зерна на уровне 1,8 т/га и получения наибольшего чистого дохода при выращивании гречихи в системе рисовых севооборотов рекомендуется: посев проводить с шириной междурядий 0,3 м, что обеспечивает лучшие показатели формирования урожая и его структуры; минеральные удобрения вносить дозой N₆₀P₃₀, что позволяет существенно

активизировать фотосинтетическую деятельность растений и накопление биомассы посева, тем самым, увеличивая уровень потенциальной продуктивности.

Библиографический список

1. *Бородычев В.В.* Адаптивные технологии возделывания сопутствующих культур рисовых севооборотов Сарпинской низменности [Текст]: монография / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, С.Б. Адыев, Г.Н. Кониева, И.А. Ниджляева. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. 224 с.
2. *Бородычев В.В.* Новые сопутствующие культуры в рисовых севооборотах [Текст] / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, Т.В. Репенко, А.В. Кравченко // Мелиорация и водное хозяйство, 2007. – №3. С. 19–21.
3. *Бородычев В.В.* Эколого–энергетическая эффективность рисовых агроландшафтов Сарпинской низменности / В.В. Бородычев, А.В. Левина, Э.Б. Дедова, Е.Н. Очирова // Плодородие. – 2011. – N 2. С. 21–22.
4. *Воробьева А.А.* Химический анализ почв [Текст]: учебник / А.А. Воробьева. – М.: Изд–во МГУ, 1998. 272 с.
5. ГОСТ 26205 – 91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО: изд. офиц. – Введ. 1993–07–01. – М.: Комитет стандартизации и метрологии, 1992. 8 с.
6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. *Дубенок Н.Н.* Минеральное питание гречихи как фактор эффективного использования влаги в рисовых чеках [Текст] / Н.Н. Дубенок, О.А. Заяц, Е.А. Стрижакова // Плодородие. – 2016. – № 1(88). С. 38–40.
8. *Дубенок Н.Н.* Особенности водопотребления и использования остаточной после риса влаги посевами гречихи [Текст] / Н.Н. Дубенок, О.А. Заяц / Проблемы управления водными и земельными ресурсами. Материалы международного научного форума. Проблемы управления водными и земельными ресурсами. Материалы Международного научного форума. В 3–х ч. Ч. 2. Москва, 2015 г. – М.: Изд–во РГАУ–МСХА, 2015. С. 208–218.
9. *Елагин И.Н.* Возделывание гречихи [Текст] / И.Н. Елагин. – М.: Россельхозиздат, 1966. 192 с.
10. Комплексное использование водных ресурсов республики Калмыкия [Текст] / Составление и редакция С.Б. Адыева, Э.Б. Дедовой, М.А. Сазанова. – Элиста: ЗАОр «НПП» Джангар», 2006. 200 с.
11. *Кумскова Н.Д.* Гречиха: монография [Текст] / Н.Д. Кумскова. – Благовещенск: Изд–во Даль ГАУ, 2005. 128 с.
12. Лабораторно–практические занятия по почвоведению: учебное пособие [Текст] / Л.Н. Александрова, О.А. Найденова; под ред. Л.Н. Александровой. – 4–е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. – 1986. 295 с.
13. *Наумкин В.Н.* Продуктивность гречихи в зависимости от режима питания и плотности посева [Текст] / В.Н. Наумкин, И.И. Драп, И.И. Воробьев // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 3. С.19–20.

14. *Ничипорович А.А.* Фотосинтетическая деятельность растений в посевах [Текст] / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. 136 с.
15. Практикум по физиологии растений [Текст] / Н.Н. Третьяков, Т.В. Карнаухова, Л.А. Паничкин и др.; под ред. Н.Н. Третьякова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.
16. *Филин В.И.* Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая [Текст] / В.И. Филин. – Волгоград: ВГСХА, 1994. 274 с.
17. Центральная база статистических данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>
18. *Шумкова М.Н.* Опыт возделывания проса и гречихи [Текст] / М.Н. Шумкова. – Казань: Татарское кн. изд-во, 1962. С. 41–79.
19. *Якименко А.Ф.* Гречиха [Текст] / А.Ф. Якименко. – М.: Колос, 1982. 196 с.

FORMATION OF BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM ESCULENTUM L.*) PRODUCTIVE CAPACITY DEPENDING ON THE LEVEL OF MINERAL FERTILIZATION AND SOWING METHOD

N.N. DUBENOK¹, O.A. ZAYATS², YE.A. STRIZAKOVA²

(¹ Russian Timiryazev State Agrarian University;
² Volgograd State Agrarian University)

The paper describes the results of studies conducted in the system of rice crop rotation patterns in state unitary enterprise “Kharada”, the Oktyabrsky district of the Republic of Kalmykia with regionalized buckwheat Saulyk variety. The authors have determined specific features of growth, development and yield formation when using buckwheat as a concomitant crop in the rice crop rotation pattern. The authors have also determined the optimal level of mineral nutrition and inter-row spacing in the buckwheat cultivation in rice check plots. To obtain the highest net income in the cultivation of buckwheat in rice check plots it is advisable to carry out wide-row sowing with row-spacing width of 0.3 m, and applying mineral fertilizers at a rate of $N_{60}P_{30}$.

In average in the research period, in the areas of natural fertility, the maximum area of buckwheat leaves has amounted to 26.1–28.5 thousand m^2/ha , the total photosynthetic potential – 1168–1247 thousand m^2 days/ha, the productivity of photosynthesis (in average for a vegetation period) – 2.0–2.11 g/m^2 per day, the total dry biomass of seeds – 2.42–2.64 t/ha, the number of plants – 80–84 pieces/ m^2 , the number of inflorescences in a plant – 9.3–10.3 pieces, the weight of 1000 seeds – 29.8–31.1 grams, the number and weight of seeds per a plant 32.3–33.7 pieces and 0.99–1.05 g, respectively. The use of mineral fertilizers at a rate of $N_{60}P_{30}$ has contributed to an increase in the leaf area – by 2.68–4.22 thousand m^2/ha , the photosynthetic capacity – by 193–229 thousand m^2 of days/ha, the net productivity of photosynthesis – 1.53–1.59 g/m^2 . The introduction of optimal rates of fertilizers has improved the yield structure of buckwheat at the expense of a statistically significant increase in the number of inflorescences per a plant (2.2–2.7 pieces), the number of seeds per a plant (24.0–26.3 pieces), the weight of seeds per a plant (0.94–1.02 g), and the weight of 1000 seeds (2.7–4.0 g).

The studies have revealed a strong dependence of the buckwheat yield on the level of mineral nutrition (the least significant difference – $LSD_{05} = 0.04$ t/ha): the application of mineral fertilizers has allowed to increase productivity by 0.52–0.94 t/ha. In areas of natural fertility, the buckwheat yield has amounted to 0.79–0.88 t/ha; 1.33–1.47 t/ha at a fertilizer application rate of $N_{30}P_{15}$, and at $N_{60}P_{30}$ or

N₉₀P₄₅ it has even reached 1.66–1.82 t/ha. Characteristically, in crops sown at a row spacing width of 0.3 m, the yield has increased by 0.06–0.15 t/ha (the least significant difference LSD₀₅ = 0,04 t/ha), while at a width of 0.45 m, no statistically significant changes of productivity have been identified.

Key words: *buckwheat, concomitant crop, crop rotation, rice, soil moisture, sowing method, fertilizer, productivity, harvest, photosynthesis.*

References

1. *Borodychev V.V. Adaptivnyye tekhnologii vozdeleyvaniya soputstvuyushchikh kul'tur risovykh sevooborotov Sarpinskoy nizmennosti [Adaptive technologies of cultivating concomitant crops in rice crop rotation patterns of the Sarpinsky lowland] [Text]: Monograph / V.V. Borodychev, E.B. Dedova, S.B. Ad'yayev, G.N. Koniyeva, I.A. Nidzhlyayeva. – Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskiy GAU, 2012. 224 p.*
2. *Borodychev V.V. Noviyе soputstvuyushchiye kul'tury v risovykh sevooborotakh [New concomitant crops in rice crop rotation patterns] [Text] / V.V. Borodychev, M.N. Lytov, T.V. Repenko, A.V. Kravchenko // Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo, 2007. – No. 3. P. 19–21.*
3. *Borodychev V.V. Ekologo–energeticheskaya effektivnost' risovykh agrolandshtaftov Sarpinskoy nizmennosti [Ecological and energy efficiency of rice agrolandscapes of the Sarpinsky lowland] / V.V. Borodychev, A.V. Levina, Ye.B. Dedova, Ye.N. Ochirova // Plodorodiye. – 2011. – No. 2. P. 21–22.*
4. *Vorob'yeva A.A. Khimicheskiy analiz pochv [Chemical analysis of soils] [Text]: Textbook / A.A. Vorob'yeva. – M.: Izd–vo MGU, 1998. 272 p.*
5. *GOST 26205 – 91 Pochvy. Opredeleniye podvizhnykh soyedineniy fosfora i kaliya po metodu Machigina v modifikatsii TsINAO [Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the method of Machigin as modified by TsINAO]: izd. ofits. – Vved. 1993–07–01. – M.: Komitet standartizatsii i metrologii, 1992. 8 p.*
6. *Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)] [Text] / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.*
7. *Dubenok N.N. Mineral'noye pitaniye grechikhi kak faktor effektivnogo ispol'zovaniya vlagi v risovykh chekakh [Mineral nutrition of buckwheat as a factor of effective using moisture in rice check plots] [Text] / N.N. Dubenok, O.A. Zayats, Ye.A. Strizhakova // Plodorodiye. – 2016. – No. 1(88). P. 38–40.*
8. *Dubenok N.N. Osobennosti vodopotrebleniya i ispol'zovaniya ostatochnoy posle risa vlagi posevami grechikhi [Specific features of water consumption and the use of residual moisture for buckwheat growing after rice] [Text] / N.N. Dubenok, O.A. Zayats / Problemy upravleniya vodnymi i zemel'nymi resursami. Materialy mezhdunarodnogo nauchnogo foruma. Problemy upravleniya vodnymi i zemel'nymi resursami. Materialy Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma. In three parts. Part 2. Moscow, 2015. – M.: Izd–vo RGAU–MSKha, 2015. P. 208–218.*

9. *Yelagin I.N. Vozdelyvaniye grechikhi [Buckwheat cultivation] [Text] / I.N. Yelagin. – M.: Rossel'khozizdat, 1966. 192 p.*
10. *Kompleksnoye ispol'zovaniye vodnykh resursov respubliki Kalmykiya [Complex use of water resources of the Republic of Kalmykia] [Text] / Sostavleniye i redaktsiya S.B. Ad'yayeva, E.B. Dedovoy, M.A. Sazanova. – Elista: ZAOr “NPP Dzhangar”, 2006. 200 p.*
11. *Kumskova N.D. Grechikha [Buckwheat]: Monograph [Text] / N.D. Kumskova. – Blagoveshchensk: Izd–vo Dal' GAU, 2005. 128 p.*
12. *Laboratorno–prakticheskiye zanyatiya po pochvovedeniyu: uchebnoye posobiye [Laboratory and practical classes on soil science: Study manual] [Text] / L.N. Aleksandrova, O.A. Naydenova; pod red. L.N. Aleksandrovoy. – 4th ed., reviewed and extended. – L.: Agropromizdat. – 1986. 295 p.*
13. *Naumkin V.N. Produktivnost' grechikhi v zavisimosti ot rezhima pitaniya i plotnosti poseva [Buckwheat yield in correlation with a nutrition mode and seeding density] [Text] / V.N. Naumkin, I.I. Drap, I.I. Vorob'yev // Zernovoye khozyaystvo. – 2001. – No. 3. P.19–20.*
14. *Nichiporovich A.A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rasteniy v posevakh [Photosynthetic activity of planted crops] [Text] / A.A. Nichiporovich. – M.: Izd–vo AN SSSR, 1961. 136 p.*
15. *Praktikum po fiziologii rasteniy [Practical training course on plant physiology] [Text] / N.N. Tret'yakov, T.V. Karnaukhova, L.A. Panichkin et al.; ed. by N.N. Tret'yakov. – 3rd ed., reviewed and extended. – M.: Agropromizdat, 1990. 271 p.*
16. *Filin V.I. Spravochnaya kniga po rasteniyevodstvu s osnovami programmirovaniya urozhaya [Reference book on plant growing with the basics of harvest programming] [Text] / V.I. Filin. – Volgograd: VGSKhA, 1994. 274 p.*
17. *Tsentral'naya baza statisticheskikh dannykh [Central database of statistical data] [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.gks.ru/>*
18. *Shumkova M.N. Opyt vzdelyvaniya prosa i grechikhi [Experience of cultivating millet and buckwheat] [Text] / M.N. Shumkova. – Kazan': Tatarskoye kn. izd–vo, 1962. P. 41–79.*
19. *Yakimenko A.F. Grechikha [Buckwheat] [Text] / A.F. Yakimenko. – M.: Kolos, 1982. 196 p.*

Дубенок Николай Николаевич – д. с.-х. н., проф., академик РАН, зав. кафедрой сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: ndubenok@timacad.ru).

Заяц Ольга Александровна – к. с.-х. н., доц. Волгоградского государственного аграрного университета (400002, Волгоград, пр. Университетский, 26; e-mail: OlgaAZ15@gmail.com).

Стрижакова Елена Алексеевна – к. с.-х. н., доц. Волгоградского государственного аграрного университета (400002, Волгоград, пр. Университетский, 26; e-mail: strizhael@gmail.com).

Nikolai N. Dubenok – DSc (Ag), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Farm Land Reclamation, Forestry and Land Management, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; e-mail: ndubenok@timacad.ru)

Olga A. Zayats – PhD (Ag), Associate Professor, Volgograd State Agrarian University (400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26; e-mail: OlgaAZ15@gmail.com).

Yelena A. Strizhakova – PhD (Ag), Associate Professor, Volgograd State Agrarian University (400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26; e-mail: strizhael@gmail.com).