

Виктория Викторовна Келер

Красноярский государственный аграрный университет, директор Института агроэкологических технологий, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Россия, Красноярск, e-mail: vica_kel@mail.ru

Алена Абду-Хамидовна Деменова

Красноярский государственный аграрный университет, аспирант кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, Россия, Красноярск, e-mail: ad-enis@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ**

Гречиха является весьма ценной продовольственной культурой, широко востребованной не только на российском, но и на мировом агропродовольственном рынке. Гречиха относится к псевдозерновым и поэтому представляет особый интерес для диверсификации севооборотов и пригодна для органического земледелия. Вопрос о причинах получения низких урожаев зерна гречихи при высоком биологическом потенциале урожайности давно занимает ученых. Существуют две группы причин, снижающих урожайность культуры: первая – агротехнические, вторая – биологические. К агротехническим причинам относят посев гречихи по плохим и засоренным предшественникам, нередко по весновспашке, недостаточную борьбу с сорняками до посева, недостаточное минеральное питание, несвоевременный посев, плохой уход за растениями, недостаток опылителей, осыпаемость зерна, большие потери зерна при уборке. К биологическим причинам относят диморфизм цветков. Цель работы – определение влияния стимулятора роста, удобрения и предшественников на урожайность гречихи посевной в условиях Сибири. Исследовалась роль внесения аммиачной селитры и применения стимулятора роста Зеребра Агро в формировании продуктивности данной культуры, а также изучалось влияние предшественников на величину ее урожая. В качестве объекта исследования использовали шесть сортов гречихи посевной: Диккуль, Даша, Землячка, Темп, Зарина, Дружина. Анализ показателей силы влияния в наших исследованиях выявил, что урожайность гречихи на 19 % зависит от предшественника, на 12 % от средств интенсификации, на 29 % от взаимодействия предшественника и средств интенсификации и на 39 % от неучтенных факторов.

Ключевые слова: гречиха, урожайность, зерновые, стимулятор роста, предшественник, сорт, удобрения, интенсификация.

Victoria V. Keler

Krasnoyarsk State Agrarian University, director of the institute of agroecological technologies, professor of the department of plant growing, selection and seed farming, candidate of agricultural sciences, associate professor, e-mail: vica_kel@mail.ru

Alain A. Demeneva

Krasnoyarsk State Agrarian University, graduate student of department of plant growing, selection and seed farming, Russia, Krasnoyarsk, e-mail: ad-enis@mail.ru

**THE INFLUENCE OF VARIOUS ELEMENTS OF TECHNOLOGY OF CULTIVATION
ON THE PRODUCTIVITY OF BUCKWHEAT**

Buckwheat is a very valuable food crop, widely demanded not only in the Russian, but also in the world agrofood market. Buckwheat belongs to pseudo-grain crops and therefore is of particular interest for diver-

sifying crop rotations and is suitable for organic farming. The question of the reasons for obtaining low yields of buckwheat grain with a high biological potential of productivity has long been studied by the scientists. There are two groups of reasons reducing crop yield: the first is agrotechnical, the second is biological. Agrotechnical reasons include sowing buckwheat after poor and littered predecessors, often by spring plowing, insufficient weed control before sowing, insufficient mineral nutrition, untimely sowing, poor plant care, the lack of pollinators, grain crumbling, large grain losses during harvesting. Biological reasons include flower dimorphism. The aim of the work is to determine the effect of growth stimulator, fertilizer and predecessors on the yield of buckwheat in Siberia. The role of the introduction of ammonium nitrate and the use of the growth stimulator Zerebra agro in the formation of the productivity of this crop, and also the influence of predecessors on the size of its yield were studied. Six varieties of buckwheat were used as the object of the study: Dikul, Dasha, Zemlyachka, Temp, Zarina, Druzhina. The analysis of the power of the influence indicators in the studies revealed that buckwheat yield depended by 19 % on the predecessor, by 12 % on the means of intensification, by 29 % on the interaction of the predecessor and means of intensification, and by 39 % on unaccounted factors.

Keywords: buckwheat, yield, cereals, growth stimulant, predecessor, variety, fertilizers, intensification.

Введение. Гречиха нашла применение во многих отраслях: в пищевой промышленности, медицине, фармакологии, пчеловодстве, производстве удобрений и кормопроизводстве [1]. Увеличение производства зерна гречихи невозможно без использования в технологии ее возделывания минеральных удобрений, на долю которых приходится от 31 до 60 % формирования урожая [2]. В исследованиях многих авторов установлена высокая эффективность как различных видов, так и способов внесения минеральных удобрений, создающих благоприятные условия для повышения урожая и качества зерна гречихи [3]. Эффективность удобрений под гречиху зависит от агроклиматической характеристики района ее возделывания, почвенных особенностей, предшественника и агротехники [4, 5].

Предшественники для гречихи, как и для многих сельскохозяйственных культур, имеют важное значение. Лучшие предшественники для гречихи – пропашные и зернобобовые культуры, хорошие – озимые зерновые, под которые вносились органические и минеральные удобрения, что дает возможность исключить внесение азотных удобрений [6].

Рост и развитие растений – это сложный физиолого-биохимический процесс, который регулируется фитогормонами. Стимуляторы роста включаются в систему физиологических процессов растительной клетки и ускоряют транспорт питательных веществ при соответствующих условиях питания, увлажнения, температурного режима. Рациональный способ использования микроудобрений и регуляторов роста – это предпосевная обработка семян и обработка растений во время вегетации. Эффективность

регуляторов роста доказана на многих сельскохозяйственных культурах – зерновых, рапсе, сахарной свекле, подсолнечнике, картофеле и др. Однако ярко выраженная специфичность реакции полевых культур на применение стимуляторов роста значительно зависит от сортовых особенностей и почвенно-климатических условий региона.

Цель работы. Определение влияния стимулятора роста, удобрения и предшественников на урожайность гречихи посевной в условиях Сибири.

Задачи:

- 1) выяснить вклад применения стимулятора роста Зеребра Агро в урожайность гречихи посевной;
- 2) установить роль внесения аммиачной селитры в формировании продуктивности данной культуры;
- 3) изучить влияние предшественников на величину ее урожая.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования использовали шесть сортов гречихи посевной: Диколь, Дружина, Даша, Землячка, Зарина и Темп. В качестве защиты от сорных растений применяли гербицид Агритокс, ВК 0,7 л/га, в качестве стимулятора роста Зеребра Агро, ВР 0,1 л/т. Основное действующее вещество препарата Зеребра Агро – коллоидное серебро (500 миллиграмм на 1 литр) и полигексаметиленбигуанид гидрохлорида (100 миллиграмм на 1 литр). Проводили предпосевную обработку семян препаратом Зеребра Агро согласно инструкции, расход рабочей жидкости – 10 л/т. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднемогучим среднегумусным, тяжелосугли-

нистым. Обработка почвы осуществлялась согласно требованиям зональных систем земледелия и общепринятым рекомендациям для Красноярской лесостепи.

Для оценки эффективного плодородия весной до закладки опыта отбирали почвенные образцы, в которых определяли количество подвижного фосфора и обменного калия по методу Чирикова [7], содержание нитратного азота определяли дисульфифеноловым методом [8] в ФГБУ ГЦАС «Красноярский». Агрохимический анализ почвы по предшественникам показал, что обеспеченность P_2O_5 и K_2O высокая и очень высокая, NO_3 азотом низкая и очень низкая. В качестве азотного удобрения перед посевом внесена аммиачная селитра под планируемую урожайность 40 ц/га. Фосфор и калий в связи с высокой обеспеченностью не вносили.

После проведенного предварительно анализа почвы на обеспеченность питательными элементами семена данного перечня сортов были посеяны в третью декаду мая селекционной сеялкой ССФК-7 с нормой высева 3,0 млн всх./га, способ сева – рядовой, глубина 5 см. Общая площадь делянки 12 м², учетная 10 м², повторность четырехкратная, способ размещения делянок последовательный.

В качестве фонов использовали: 1) поле-предшественник – пшеница, без интенсификации при возделывании гречихи; 2) поле-

предшественник – картофель, без интенсификации при возделывании гречихи; 3) поле-предшественник – кукуруза, без интенсификации при возделывании гречихи; 4) поле-предшественник – пшеница, с применением регулятора роста по гречихе; 5) поле-предшественник – картофель, с применением регулятора роста по гречихе; 6) поле-предшественник – кукуруза, с применением регулятора роста по гречихе; 7) поле-предшественник – пшеница, с применением удобрения по гречихе; 8) поле-предшественник – картофель, с применением удобрения по гречихе; 9) поле-предшественник – кукуруза, с применением удобрения по гречихе; 10) поле-предшественник – пшеница, с применением удобрения и регулятора роста по гречихе; 11) поле-предшественник – картофель, с применением удобрения и регулятора роста по гречихе; 12) поле-предшественник – кукуруза, с применением удобрения и регулятора роста по гречихе. Полученные результаты обработали статистически с использованием программного пакета «Excel».

Результаты исследования и их обсуждение. Для решения поставленных на исследование задач материалы, полученные в результате полевых опытов, были сгруппированы и обработаны методами математической статистики. Результаты статистической обработки отражены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты статистического анализа данных по урожайности гречихи посевной на зерновом предшественнике при различных фонах возделывания

Фон	Lim	\bar{x}	m	CV,%	δ	P
Зерновой	8,0-20,7	13,9±4,5	1,75	30,9	st	-
Зерновой + Зеребра Агро	29,8-43,3	34,9±4,9	1,90	13,4	20,9	2,26E-05
Зерновой + аммиачная селитра	30,9-50,4	37,7±8,9	3,44	22,4	23,8	0,004
Зерновой + Зеребра Агро + аммиачная селитра	20,7-54,7	30,5±13,5	5,24	42,0	16,6	0,03
НСР 5 %					10,0	

Установлено, что на зерновом предшественнике самый высокий урожай был получен при использовании удобрения, а самый низкий – без использования средств интенсификации. На втором месте по урожайности на данном пред-

шественнике идет фон с использованием стимулятора роста, следом за ним фон, на котором применялись и удобрения, и стимулятор роста. Примечательно, что фон, на котором использовали и удобрения, и стимулятор роста, по уро-

жайности ниже, чем фоны, где средства интенсификации использовались поодиночке. Возможно, это связано с тем, что гречиха при избыточном питании имеет склонность к израстанию, то есть энергия пошла на образование вегетативной массы, а не урожая.

Согласно данным таблицы 1, выявлено, что наибольшее отклонение от контроля (то есть наиболее высокую урожайность) на зерновом предшественнике имели варианты с удобрением и со стимулятором роста. Наименьшее отклонение от контроля имел вариант с полным комплексом интенсификации. Размах изменчивости составил по фону без интенсификации от 8,0 до 20,7 ц/га при среднем показателе 13,9 ц/га. На фоне с использованием стимулятора роста лимит был от 29,8 ц/га у сорта Землячка до 43,3 ц/га у сорта Дружина, средний показатель равен 34,9 ц/га. Показатели размаха изменчивости на фоне с использованием и стимулятора, и удобрения составили от 20,7 ц/га (сорт Земляч-

ка) до 54,7 ц/га (сорт Зарина), среднее – 30,5 ц/га.

При проведении дисперсионного анализа установлено, что различия с контролем у всех вариантов с зерновым предшественником в высокой степени значимы статистически ($p > 0,01$ и $p > 0,05$) у вариантов зерновой + аммиачная селитра ($p = 0,004$), у варианта зерновой + Зеребра Агро ($p = 2,26E-05$) и у варианта зерновой + аммиачная селитра + Зеребра Агро ($p = 0,03$).

Таблица 2 показывает, что на картофельном предшественнике самый высокий урожай был получен при использовании удобрения, а самый низкий – с использованием стимулятора роста. На втором месте по урожайности на данном предшественнике идет фон без использования средств интенсификации, следом за ним фон, на котором применялись и удобрения, и стимулятор роста. Использование Зеребра Агро в данном случае приводило к существенному снижению урожайности.

Таблица 2

Результаты статистического анализа данных по урожайности гречихи посевной по предшественнику картофель при различных фонах возделывания

Фон	Lim	χ	m	CV,%	δ	P
Картофель	30,9-47,4	39,8±6,7	2,6	15,9	st	-
Картофель + стимулятор	21,05-38,8	31,7±7,3	2,8	21,9	-8,1	0,003
Картофель + удобрение	29,7-50,74	41,9±7,6	2,9	17,2	2,1	0,24
Картофель + стимулятор + удобрение	19,9-38,4	32,3±6,9	2,7	20,4	-7,6	0,03
НСР 5%					8,17	

Установлено, что использование Зеребра Агро на предшественнике картофель как в чистом виде, так и при применении аммиачной селитры приводило к существенному снижению урожайности, на что указывают показатели отклонения от контроля на обоих вариантах. Размах изменчивости составил по фону без интенсификации от 30,9 ц/га (сорт Зарина) до 47,4 ц/га (сорт Дикуль), средний показатель по сортам на данном фоне составил 39,8 ц/га. При применении стимулятора роста размах изменчивости составил от 21,1 ц/га (сорт Зарина) до 38,8 ц/га (сорт Дикуль), средний показатель по фону – 31,7 ц/га. Размах изменчивости на фоне с применением удобрений от 29,7 ц/га (сорт Зарина) до

50,7 ц/га (сорт Дикуль), среднее – 41,9 ц/га. Показатели размаха изменчивости на фоне с использованием и стимулятора, и удобрения составил от 19,9 ц/га (сорт Зарина) до 38,4 ц/га (сорт Даша), среднее – 32,3 ц/га. Согласно дисперсионному анализу, различия с контролем у этих вариантов в высокой степени статистически значимы ($p > 0,01$) у вариантов предшественник картофель + Зеребра Агро ($p=0,003$) и статистически значимы ($p > 0,05$) у варианта предшественник картофель + аммиачная селитра + Зеребра Агро ($p=0,03$).

На предшественнике кукурузы самый высокий урожай был получен при использовании аммиачной селитры и стимулятора роста, а са-

мый низкий – без средств интенсификации и с использованием Зеребра Агро, их показатели урожайности практически на одном уровне. На втором месте по урожайности на данном пред-

шественнике идет фон с применением удобрения. Также из рисунка видно, что показатели урожайности на данном предшественнике павно растут (табл. 3).

Таблица 3

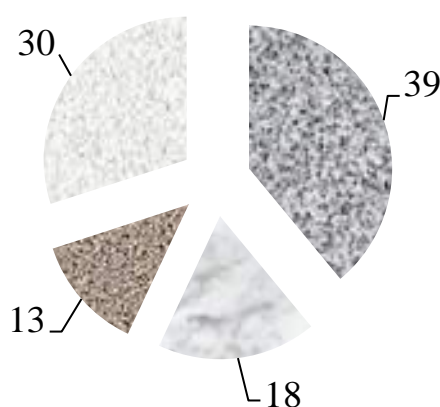
Результаты статистического анализа данных по урожайности гречихи посевной по предшественнику кукуруза при различных фонах возделывания

Фон	Lim	χ	m	CV,%	δ	P
Кукуруза	17,5-32,8	23,8±6,5	2,5	26,0	st	-
Кукуруза + стимулятор	20,1-27,9	23,9±3,3	1,3	13,1	0,05	0,98
Кукуруза + удобрение	13,1-33,4	25,7±8,7	3,4	32,3	1,86	0,47
Кукуруза + стимулятор + удобрение	23,3-32,9	29,5±3,7	1,5	49,6	5,63	0,05
НСР 5%					6,86	

Данные таблицы 3 указывают, что наибольшее отклонение от контроля (то есть наиболее высокую урожайность) по предшественнику кукуруза имели варианты предшественник + аммиачная селитра + Зеребра Агро (на 5,63 ц/га) и предшественник + аммиачная селитра (1,86 ц/га). Наименьшее отклонение от контроля имел вариант предшественник кукуруза + стимулятор роста (0,05). Размах изменчивости составил по фону без интенсификации от 17,5 ц/га (сорт Диккуль) до 32,8 ц/га (сорт Дружина), средний показатель по сортам на данном фоне составил 23,8

ц/га. Показатели размаха изменчивости на фоне с использованием и стимулятора, и удобрения составил от 23,3 ц/га (сорт Темп) до 32,9 ц/га (сорт Землячка), средняя продуктивность – 29,5 ц/га.

Согласно дисперсионному анализу, различия с контролем статистически значимы ($p > 0,05$) у варианта предшественник кукуруза + аммиачная селитра + Зеребра Агро ($p=0,05$), у остальных вариантов различия не значимы статистически.



Анализ показателей силы влияния факторов на урожайность гречихи, %

Анализ показателей силы влияния (отношение факториальной дисперсии к общей, выраженное в процентах) показал, что урожайность гречихи на 18,75 % зависит от предшественника, на 12,27 % от средств интенсификации, на 29,49 % от взаимодействия предшественника и средств интенсификации и на 39,49 % от неучтенных факторов (см. рис.).

Заключение. Самой отзывчивой на применение изученных средств интенсификации была гречиха, посеянная по зерновому и картофельному предшественникам в чистом виде или с использованием аммиачной селитры. Низкой урожайностью характеризовалась культура, возделываемая по зерновому и кукурузному предшественникам без интенсификации, а также по картофельному с применением Зеребра Агро. Анализ показателей силы влияния установил, что урожайность гречихи на 19 % зависит от предшественника, на 12 % от средств интенсификации, на 30 % от взаимодействия предшественника и средств интенсификации и на 39 % от неучтенных факторов.

Литература

1. Кружилин И.П., Колотова Ю.И. Сочетание антропогенно регулируемых факторов для получения планируемой урожайности гречихи в условиях среднего Приамурья // Вестник КрасГАУ. 2017. № 8(131). С. 3–9.
2. Глазова З.И. Оценка некоторых элементов агротехники гречихи // Земледелие. 2012. № 5. С. 17–21.
3. Фесенко А.Н. Сравнительный анализ потенциала ремонтантности и семяобразования сортов гречихи различного морфотипа // Земледелие. 2015. № 1. С. 42–44.
4. Keler V.V. Buckwheat productivity depending on agrotechnological techniques of growing in the Krasnoyarsk forest-steppe // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2019. P. 22–29.
5. Сальников А.И. Биологические особенности гречихи и их использование при возделывании ее в Пермском крае. Пермь: Пермская ГСХА, 2008. 134 с.
6. Лapa B.B., Босак B.H. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. Минск, 2002. 183 с.
7. Гинсбург К.Е. Методы определения фосфора в почве // Агротехнические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 106 с.
8. Шарков И.Н. Метод оценки потребности в органических удобрениях для создания бездефицитного баланса углерода в почве // Агротехника. 1986. № 2. С. 109–117.

Literatura

1. Kruzhillin I.P., Kolotova Ju.I. Sochetanie antropogenno reguliruemym faktorov dlja polucheniya planiruemoj urozhajnosti grechihy v uslovijah srednego Priamur'ja // Vestnik KrasGAU. 2017. № 8(131). S. 3–9.
2. Glazova Z.I. Ocenka nekotoryh jelementov agrotehniki grechihy // Zemledelie. 2012. № 5. S. 17–21.
3. Fesenko A.N. Sravnitel'nyj analiz potencijala remontantnosti i semjaobrazovanija sortov grechihy razlichnogo morfotipa // Zemledelie. 2015. № 1. S. 42–44.
4. Keler V.V. Buckwheat productivity depending on agrotechnological techniques of growing in the Krasnoyarsk forest-steppe // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2019. P. 22–29.
5. Sal'nikov A.I. Biologicheskie osobennosti grechihy i ih ispol'zovanie pri vozdelevanii ee v Permskom krae. Perm': Permskaja GSHA, 2008. 134 s.
6. Lapa V.V., Bosak V.N. Mineral'nye udobrenija i puti povysheniya ih jeffektivnosti. Minsk, 2002. 183 s.
7. Ginsburg K.E. Metody opredelenija fosfora v pochve // Agrohimicheskie metody issledovanija pochv. M.: Nauka, 1975. 106 s.
8. Sharkov I.N. Metod ocenki potrebnosti v organicheskih udobrenijah dlja sozdaniya bezdeficitnogo balansa ugljeroda v pochve // Agrohimija. 1986. № 2. S. 109–117.