

ОТКЛИК ГРЕЧИХИ НА ВНЕСЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В АГРОСЕРУЮ ПОЧВУ

Ч. С. Барова¹, О. А. Ульянова², Е. Н. Белоусова², А. А. Белоусов², В. А. Ханипова²

¹Тувинский аграрный техникум, г. Кызыл, Республика Тыва, Россия
saaya.chajzat@bk.ru

²Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия
kora64@mail.ru

АННОТАЦИЯ. Оценено влияние минеральных удобрений на уровень обеспеченности гречихи элементами питания в течение вегетационного сезона. Результаты тканевого анализа растений указывают на слабую обеспеченность культуры фосфором и калием. Формирование урожайности гречихи свидетельствовало о значимом влиянии применяемых минеральных удобрений в сравнении с контролем.

Ключевые слова: минеральные удобрения, гречиха, тканевая диагностика, листовой анализ, агро-серая почва.

Актуальность. Гречиха (*Fagopyrum Gaertn*) – одна из наиболее ценных крупяных культур в России, возделываемая как источник ценных диетических продуктов питания и составная часть кормовой базы. По урожайности гречиха уступает основным зерновым культурам, что во многом связано с особенностями реакции растений на элементы питания [1]. Высокая отзывчивость гречихи на удобрения обуславливается большой потребностью в питательных веществах. На формирование 1 т зерна и соответствующего количества соломы, гречиха потребляет: азота – 44 кг, фосфора – 30 кг, калия 75 кг. Повышенную потребность этой культуры в удобрениях можно объяснить тем, что она усваивает из почвы минеральные вещества за небольшой срок, так как ее вегетационный период не продолжительный [2]. В условиях земледельческой зоны Красноярского края сельскохозяйственные культуры в начале вегетации испытывают азотно-фосфорное голодание. Поэтому внесение азотных и фосфорсодержащих удобрений является фактором для получения устойчивых урожаев [3–5]. Особенностью гречихи является способность усваивать фосфор и калий из труднодоступных соединений, в том числе из фосфоритной муки.

Цель работы – исследовать влияние доз фосфоритной муки и сульфоаммофоса на обеспеченность растений элементами минерального питания, а также урожайность гречихи.

Условия, объекты и методы исследования. Исследования были проведены в производственных посевах ООО учхоза «Миндерлинское» в Красноярской лесостепи Красноярского геоморфологического округа, расположенного в пределах Чулымо-Енисейского денудационного плато юго-западной окраины Средней Сибири. Его географическое положение определяется координатами 56°26' с.ш. и 92°54' в.д. Объект исследований – агросерая среднегумусная среднемощная легкоглинистая почва на красно-бурой глине.

Исходная агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: содержание гумуса – 3,89% (по Тюрину), рНН₂O – 6,4, гидролитическая кислотность – 0,3–3,5, содержание подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 77 и 216 мг/кг, соответственно. Схема опыта была представлена следующими вариантами: 1) контроль; 2) фосфоритная мука – Рф (0,5 т/га) + сульфат аммония – На (100) + калий сернокислый – Кс (60); 3) фосфоритная мука – Рф (1 т/га) + сульфат аммония – На (100) + калий сернокислый – Кс (60); 4) фосфоритная мука – Рф (1,5 т/га) + сульфат аммония – На (100) + калий сернокислый – Кс (60); 5) сульфоаммофос – САФ (30) + Кс (60); 6) сульфоаммофос – САФ (40) + Кс (60); 7) сульфоаммофос – САФ (50) + Кс (60).

Исследования проводились в севообороте: кукуруза – яровая пшеница – гречиха – соя – картофель – яровая пшеница. Посев гречихи

сорта Жданка проведён 2 июня пневматической сеялкой Быстрица-6. Метод размещения делянок на опытном поле – систематический последовательный, число повторностей – 4, общая площадь делянки – 120 м², учетная – 48 м², форма – прямоугольная. Элементы методики полевого опыта были выбраны исходя из агро-экологических параметров плодородия агро-серых почв. Отбор почвенных проб проводили из слоев 0–10 и 10–20 см, рандомизированно. Урожай учитывали методом пробного снопа. В почвенных пробах определяли реакцию среды – ионометрически, подвижный фосфор и калий – по Ф.В. Чирикову. В фазы ветвления

и цветения гречихи отбирали растительные пробы в пятикратной повторности с каждой из делянок опытных вариантов и анализировали по экспресс-методу В.В. Церлинг; определение валового содержания элементов питания в органах растений проводили после мокрого их озоления [6]. Исследования были сосредоточены на изучении реакции растений гречихи в период ее вегетации на внесенные минеральные удобрения. Метеорологические условия вегетационного периода характеризовались повышенным температурным фоном и дефицитом осадков относительно нормы.

Таблица 1. Результаты тканевой диагностики минерального питания гречихи

Вариант	Элемент питания	Балл обеспеченности		Урожайность, ц/га
		Июнь (фаза ветвления)	Июль (фаза цветения)	
1 Контроль	N-NO ₃	1,6	0,2	4,6
	P ₂ O ₅	2,7	2,4	
	K ₂ O	0,3	0,8	
2. Рф (0,5 т/га) + Na (100) + Кс (60)	N-NO ₃	4,2	1,0	15,2
	P ₂ O ₅	2,1	2,2	
	K ₂ O	0,7	1,0	
3. Рф (1 т/га) + Na (100) + Кс (60)	N-NO ₃	3,7	1,1	16,7
	P ₂ O ₅	3,1	2,3	
	K ₂ O	1,9	0,5	
4. Рф (1,5 т/га) + Na (100) + Кс (60)	N-NO ₃	2,5	1,3	10,2
	P ₂ O ₅	1,5	2,4	
	K ₂ O	1,0	1,2	
5. САФ (30) + Кс (60)	N-NO ₃	2,0	0,8	15,0
	P ₂ O ₅	2,5	2,6	
	K ₂ O	0,5	0,8	
6. САФ (40) + Кс (60)	N-NO ₃	3,4	0,9	13,4
	P ₂ O ₅	2,4	2,8	
	K ₂ O	0,5	1,0	
7. САФ (50) + Кс (60)	N-NO ₃	4,0	1,5	15,2
	P ₂ O ₅	1,4	2,9	
	K ₂ O	0,9	0,7	
НСР ₀₅	N-NO ₃	Fφ < F05	Fφ < F05	4,2
	P ₂ O ₅	1,3	Fφ < F05	
	K ₂ O	0,9	Fφ < F05	

Обсуждение результатов. Корневая система гречихи характеризуется слабым развитием, но очень высокой физиологической активностью. В связи с этим нами была проведена тканевая диагностика растений гречихи с целью выявления уровня обеспеченности культуры элементами питания в период вегетации (табл. 1). Полученные данные тканевой диагностики указывают, в целом, на слабую обеспеченность растений гречихи фосфором и, особенно, калием в фазу ветвления. Однако, совместное внесение сульфата аммония и фосфоритной муки в дозе 1 т/га, способствовало увеличению концентрации неорганических фосфатов и калия в клеточном соке растений. К фазе цветения наблюдалось перераспреде-

ние элементов питания в растительном организме. Так, во всех вариантах опыта наблюдалось существенное снижение обеспеченности гречихи минеральным азотом, обусловленное расходом его на формирование урожайности. Полученные данные по урожайности гречихи свидетельствуют о значимом влиянии применяемых минеральных удобрений в сравнении с контролем.

Анализ данных, представленных в таблице 2, свидетельствует о неравномерном распределении по органам поступивших в растения гречихи элементов минерального питания. Содержание азота, фосфора и калия колеблется по органам растений в широких пределах. Меньшее количество азота находит-

Таблица 2. Содержание элементов питания в разных органах растений гречихи, %

Вариант*	C	N	C: N	P	K	N: P	N: K
корни							
1. Контроль	36,03±5,50	0,42±0,19	85,79	0,87±0,12	0,12±0,02	0,48	3,5
2. Рф (0,5 т/га) + Na (100) + Кс (60)	42,07±5,73	0,40±0,14	105,18	1,12±0,02	0,16±0,02	0,36	2,5
3. Рф (1 т/га) + Na (100) + Кс (60)	39,85±0,88	0,32±0,13	124,53	1,10±0,02	0,15±0,04	0,29	2,1
4. Рф (1,5 т/га) + Na (100) + Кс (60)	37,64±5,93	0,44±0,28	85,55	1,04±0,12	0,12±0,02	0,42	3,7
5. САФ (30) + Кс (60)	29,59±5,48	0,44±0,18	67,25	1,09±0,02	0,24±0,08	0,40	1,8
6. САФ (40) + Кс (60)	32,26±2,49	0,39±0,26	82,72	1,06±0,05	0,25±0,08	0,37	1,6
7. САФ (50) + Кс (60)	36,31±7,68	0,41±0,14	88,56	0,99±0,09	0,09±0,02	0,41	4,6
Зерно							
1. Контроль	39,62±4,62	1,60±0,04	24,76	0,78±0,10	0,06±0,006	2,04	26,7
2. Рф (0,5 т/га) + Na (100) + Кс (60)	36,37±7,11	1,64±0,11	22,18	1,11±0,02	0,06±0,001	1,48	27,3
3. Рф (1 т/га) + Na (100) + Кс (60)	33,84±4,34	1,51±0,05	22,41	1,15±0,02	0,06±0,007	1,32	25,2
4. Рф (1,5 т/га) + Na (100) + Кс (60)	52,29±7,83	1,52±0,07	34,40	0,99±0,11	0,05±0,001	1,54	30,2
5. САФ (30) + Кс (60)	31,99±6,70	1,51±0,08	21,19	1,09±0,04	0,07±0,01	1,39	21,6
6. САФ (40) + Кс (60)	31,67±5,22	1,54±0,07	20,56	1,08±0,03	0,06±0,001	1,42	25,7
7. САФ (50) + Кс (60)	45,20±4,04	1,65±0,06	27,39	1,13±0,02	0,07±0,002	1,46	23,6
надземная биомасса (кроме зерна)							
1. Контроль	43,14±3,97	0,61±0,05	70,72	0,98±0,09	0,34±0,08	0,62	1,8
2. Рф (0,5 т/га) + Na (100) + Кс (60)	42,85±10,05	0,58±0,04	73,88	1,09±0,03	0,41±0,01	0,53	1,4
3. Рф (1 т/га) + Na (100) + Кс (60)	41,88±4,47	0,49±0,02	85,47	1,11±0,04	0,45±0,03	0,44	1,1
4. Рф (1,5 т/га) + Na (100) + Кс (60)	32,35±9,79	0,47±0,03	68,83	1,09±0,08	0,40±0,08	0,43	1,2
5. САФ (30) + Кс (60)	33,16±5,64	0,50±0,04	66,32	1,05±0,03	0,45±0,02	0,48	1,1
6. САФ (40) + Кс (60)	38,39±4,50	0,51±0,09	75,27	0,94±0,09	0,31±0,08	0,54	1,6
7. САФ (50) + Кс (60)	35,78±3,52	0,57±0,05	62,77	1,00±0,04	0,45±0,03	0,57	1,3

ся в корнях и надземной биомассе гречихи в зависимости от варианта опыта. В корнях количество азота варьирует от 0,39 до 0,44%, а в надземной биомассе – от 0,49 до 0,61%. Наибольшее его содержание приходится на зерно и изменяется от 1,51 до 1,65%. Следует отметить, что максимальными значениями азота отличаются варианты (№ 2 и № 3) с фосфоритной мукой в дозе 0,5 т/га и 1,0 т/га и вариант (№ 7) с применением сульфоаммофоса, внесенным в дозе 50 кг д.в./га.

Фосфор является жизненно необходимым элементом питания для растений, который отвечает за рост и развитие растений, накопление сахаров и формирование генеративных органов. Наименьшее содержание фосфора отмечено на контроле независимо от органа растений гречихи. В удобренных вариантах количество фосфора увеличилось на 12% в надземной биомассе, на 28% в корнях и на 46% в зерне гречихи к контролю. Максимальное значение фосфора в органах растений обнаружено в вариантах (№ 2 и № 3) с фосфоритной мукой (дозы 0,5 и 1 т/га) сульфатом аммония и сульфатом калия и варьировали от 1,094 до 1,146% в зависимости от органа растения гречихи (см. табл. 2).

Калий один из основных элементов питания растений, участвующий в углеводном и белковом обмене. Он усиливает образование сахаров в листьях и передвижение их в другие органы растений, улучшает поступление воды в клетки растений, понижает процесс испарения, растения становятся более устойчивыми к засухе. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о неравномерном распределении калия по органам растения гречихи. Преобладающее содержание калия выявлено в надземной биомассе по сравнению с корнями и зерновой частью растений гречихи. По-видимому, у созревающих растений гречихи происходит отток калия через корневую систему в надземную биомассу и почву. В надземной биомассе количество калия варьировало от 0,31% до 0,45% в зависимости от варианта опыта. Под действием удобрений его количество возросло на 18–32% к контролю. В корнях растений содержание калия изменялось в пределах 0,09–0,25%. Следует отметить, что при внесении сульфоаммофоса (вариант № 5 и № 6) в до-

зах 30 и 40 кг д.в., этот показатель увеличился в 2 раза. Полученные результаты свидетельствуют о меньшей концентрации калия в запасающем органе-зерне, составляющем 0,05–0,07% в зависимости от варианта.

Заключение

Таким образом, поступающие в растения минеральные элементы питания азот, фосфор и калий распределяются по органам гречихи неравномерно, и их содержание колеблется по органам растений в широких пределах. Полученные данные по урожайности гречихи свидетельствуют о значимом влиянии применяемых минеральных удобрений в сравнении с контролем. Прибавки урожая гречихи к контролю составляют от 5,6 до 12,1 ц/га. Наибольшая урожайность гречихи в размере 16,7 ц/га сформировалась при внесении в агросерую почву фосфоритной муки в дозе 1 т/га, сульфата аммония и калия сернокислого в дозах 100 и 60 кг д.в./га, соответственно. Отметим, что содержание макроэлементов в зерновой части культуры этого варианта составило 1,5% азота, при соотношении N: P = 1,32 и N: K=25,2. Увеличение дозы внесения до 1,5 т/га фосфоритной муки зафиксировало снижение урожайности гречихи в 1,6 раза в сравнении с оптимальным вариантом. Однако урожайность гречихи в этом варианте оказалась в 2,2 раза выше контроля.

THE RESPONSE OF BUCKWHEAT TO THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS TO AGROGRAY SOIL

Ch. S. Barova¹, O. A. Ulianova², E. N. Belousova², A. A. Belousov², V. A. Khanipova²

¹Tuva Agrarian College, Kyzyl, Republic of Tuva, Russia

saaya.chajzat@bk.ru

²Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

kora64@mail.ru

ABSTRACT. The influence of mineral fertilizers on the level of provision of buckwheat with nutrients during the growing season is estimated. The results of tissue analysis of plants indicate a weak availability of phosphorus and potassium in the culture. The formation of buckwheat yields indicated a significant effect of the applied mineral fertilizers in comparison with the control.

Keywords: *mineral fertilizers, buckwheat, tissue diagnostics, leaf analysis, agrogray soil*

Литература

- ¹ Никитина В. И., Вагнер В. В. Влияние способов посева и норм высева на посевные качества семян и сохранность растений к уборке сортов гречихи // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 3–11.
- ² Вахов В. М., Одинцев А. В., Козил В. Н. Влияние условий выращивания на урожайность гречихи в колочной лесостепи Алтая // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 5. С. 25–27.
- ³ Белоусова Е. Н., Белоусов А. А., Демьяненко Т. Н., Ульянова О. А. Проблемы подвижного фосфора в земледелии Красноярского края / Современные проблемы и перспективы развития агрохимии, земледелия и смежных наук о плодородии почв и продуктивности полевых культур в Сибири. Материалы международной научно-производственной конференции с международным участием / Е. Н. Белоусова, А. А. Белоусов, Т. Н. Демьяненко, О. А. Ульянова // Красноярск, 2023. С. 155–160.
- ⁴ Белоусова Е. Н., Белоусов А. А. Трансформация азотсодержащих соединений чернозема выщелоченного в условиях минимизации основной обработки // Проблемы агрохимии и экологии. 2021. № 3–4. С. 3–8.
- ⁵ Белоусов А. А., Белоусова Е. Н., Ульянова О. А., Демьяненко Т. Н., Барова Ч. С. О. Оценка агроэкологических параметров плодородия агросерых почв при закладке полевого опыта // Вестник КрасГАУ. 2023. № 5 (194). С. 81–88.
- ⁶ Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 655 с.