



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

УДК 633.12: 631.67

И.П. Кружилин, Ю.И. Колотова

СОЧЕТАНИЕ АНТРОПОГЕННО РЕГУЛИРУЕМЫХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАНИРУЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ГРЕЧИХИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

I.P. Kruzhilin, Yu.I. Kolotova

THE COMBINATION OF ANTHROPOGENICALLY REGULATED FACTORS TO OBTAIN THE PLANNED YIELD OF BUCKWHEAT IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE AMUR

Кружилин И.П. – д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. Всероссийского НИИ орошаемого земледелия, г. Волгоград. E-mail: vniioz@yandex.ru

Колотова Ю.И. – соискатель каф. техносферной безопасности и природообустройства, специалист по учебно-методической работе факультета строительства и природообустройства Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск. E-mail: kolotova.yuliya@mail.ru

Kruzhilin I.P. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chief Staff Scientist, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd. E-mail: vniioz@yandex.ru

Kolotova Yu.I. – Applicant, Chair of Technosphere Safety and Environmental Engineering, Specialist in Educational and Methodical Work, Department of Construction and Environmental Engineering, Far East State Agricultural University, Blagoveshchensk. E-mail: kolotova.yuliya@mail.ru

Цель работы: обоснование оптимального водного режима почвы, обеспечивающего в сочетании с внесением расчетных доз минеральных удобрений стабильное получение урожайности не ниже 1,5 т/га зерна. В статье представлены результаты четырехлетних исследований, связанных с обоснованием сочетания водного режима почвы и внесения удобрений, обеспечивающих стабильное получение на орошаемых землях Среднего Приамурья: 1,0; 1,5 и 2,0 т/га зерна гречихи летних сроков посева. Установлено, что без орошения и удобрений в разные годы урожайность её изменялась в пределах 0,55–0,63 т/га. Для гарантированного получения урожайности 1,0 т/га на посевах гречихи необходимо поддерживать водный режим с влажностью почвы в слое 0,4 м не ниже 60 % наименьшей влагоемкости (НВ); 1,5 т/га – 70 % НВ в сочетании

с внесением $N_{40}P_{80}K_{20}$ и 2,0 т/га – 80 % НВ и внесением $N_{50}P_{100}K_{30}$ кг/га действующего вещества. Для каждого варианта водного режима определены суммарное водопотребление, регламент поливов, а также эталонные показатели характеристики хода формирования агроценоза, обеспечивающего выход на получение планируемого урожая гречихи: густота стояния растений, высота стебля, максимальная площадь листьев, фотосинтетический потенциал, абсолютная масса 1000 семян. В связи с полеганием части растений в варианте формирования 2,0 т/га зерна и снижением из-за этого урожая производству рекомендуется ориентироваться на проведение поливов при предполивной влажности почвы 70 % НВ.

Ключевые слова: Среднее Приамурье, орошение, минеральные удобрения, водопотребление, урожайность гречихи.

The work purpose was the justification of optimum water mode of the soil providing stable obtaining productivity in combination with introduction of settlement doses of mineral fertilizers not lower than 1.5 t/hectare of grain. The results of the four years' researches connected with justification of the combination of the water mode of the soil and the application of fertilizers providing stable receiving on the irrigated lands of the Middle Amur are presented in the study: 1.0; 1.5 and 2.0 t/hectare of grain of buckwheat of summer terms of crops. It was established that without irrigation and fertilizers in different years its productivity changed within 0.55–0.63 t/hectare. For the guaranteed obtaining productivity of 1.0 t/hectare on crops of buckwheat it is necessary to support water mode with humidity of the soil in a layer of 0.4 m not lower than 60 % of the smallest moisture capacity (SMC); 1.5 t/hectare – 70 % of SMC in combination with introduction of $N_{40}P_{80}K_{20}$ and 2.0 t/hectare – 80 % of SMC and introduction of $N_{50}P_{100}K_{30}$ of kg/hectare of active ingredient. For each option of water mode total water consumption, the regulations of watering, and also reference indicators of the characteristic of the course of formation of the agrocenosis providing the way to receiving the planned buckwheat crop is defined: the density of standing of plants, stalk height, the maximum area of leaves, photosynthetic potential, absolute weight is 1000 seeds. Due to the drowning of part of plants in option of formation of 2.0 t/hectare of grain and decrease as in growing this crop it is recommended to be guided by carrying out watering in preirrigation humidity of the soil of 70 % of SMC.

Keywords: the Middle Amur, irrigation, mineral fertilizers, water consumption, buckwheat productivity.

Введение. Гречиха, возделываемая в Амурской области, является ценной крупяной культурой. В её зерне содержится 10–15 % легкоусвояемого белка, до 70 % углеводов, 2,0–2,5 % жиров, ценные для здоровья человека аминокислоты, микроэлементы, витамины группы В, Р, РР и др. Все это обуславливает уникальность лечебно-диетических свойств гречневой крупы,

в том числе и для детского питания. Она нашла применение во многих отраслях: в пищевой промышленности, медицине, фармакологии, пчеловодстве, производстве удобрений, кормопроизводстве, а также в изготовлении строительных материалов, например теплоизоляционных плит [1, 2].

Гречиха – влаголюбивая культура, с изменяющейся в различные периоды роста и развития потребностью в воде. Недостаток влаги в любой период сопровождается стрессами и приводит к снижению урожая.

Учет особенностей физиологии культуры, свойств почв, пищевого режима, погодных условий, ограниченности ресурсов и др. является необходимым условием разработки и обоснования водного режима почвы, отвечающего современным требованиям аграрной науки. Неполный учет комплекса природных, технологических и экономических факторов приводит к недобору урожая, избыточным затратам, снижению плодородия почв и ухудшению мелиоративного состояния земель.

В Амурской области в первой половине теплого периода года высокая испаряемость и малое количество выпадающих атмосферных осадков обуславливают иссушение верхних горизонтов почвы. Для ликвидации дефицита влаги возникает необходимость в проведении регулярных поливов.

Естественное содержание элементов питания в почве характеризуется как недостаточное для получения высоких урожаев. В условиях орошения потребность в них возрастает, поэтому необходимый уровень питания должен обеспечиваться внесением дополнительного количества минеральных удобрений.

Цель исследований. Обоснование оптимального водного режима почвы, обеспечивающего в сочетании с внесением расчетных доз минеральных удобрений стабильное получение урожайности не ниже 1,5 т/га зерна.

Задачи:

- установить реакцию растений гречихи на динамику водного режима в активном слое почвы при различных уровнях предполивной влажности;
- дать анализ и оценку влияния водного режима почвы на обеспечивающий его регламент

поливов для возделывания гречихи на орошаемых землях в различных погодных условиях;

- определить основные показатели фотосинтетической деятельности гречихи при формировании различных уровней урожайности;

- определить влияние уровней урожайности на величину и структуру суммарного водопотребления гречихи.

Объекты и методы исследований. Полевые исследования проводились в 2010–2011 гг. и 2013–2014 гг. на опытном поле отдела семеноводства Дальневосточного государственного аграрного университета (село Грибское). Повторность опытов трехкратная. Площадь опытных делянок по водному режиму почвы составляет 72 м², дозам внесения удобрений – 24 м².

Схема опыта по водному режиму почвы (фактор А) включает четыре варианта: 1. Без полива (контроль). 2. Поливы при снижении влажности в расчетном слое почвы до 60 % НВ. 3. Поливы при снижении влажности в расчетном слое почвы до 70 % НВ. 4. Поливы при снижении влажности в расчетном слое почвы до 80 %. Схема опыта по дозам удобрений (фактор В) включает четыре варианта: 1. Без удобрения (контроль). 2. N₃₀P₆₀. 3. N₄₀P₈₀K₂₀. 4. N₅₀P₁₀₀K₃₀ – рассчитанные на получение урожайности соответственно 1,0; 1,5; 2,0 т/га зерна.

Способ полива – дождевание сборно-разборной установкой с распылителями «Роса-3». Для предотвращения стока оросительной воды и эрозии почвы поливная норма подавалась частями, учёт оросительной воды по вариантам орошения проводили с помощью дождемеров. Расчетная глубина промачивания почвы поливами – 0,4 м.

Закладку полевых опытов и сопутствующие наблюдения осуществляли по методике полевого опыта Б.А. Доспехова [3] и методическим рекомендациям Всероссийского НИИ орошаемого земледелия [4]. Дозы минеральных удобрений под планируемую урожайность гречихи рассчитывали балансовым методом. Влажность почвы определяли термостатно-весовым способом, сроки поливов назначали по достижении фактической влажности почвы до предполивного порога, предусмотренного схемой опыта. В фенологических наблюдениях начало фазы отмечали при наступлении у 10 % растений, полную фазу – у 75 %. Площадь листьев определяли

методом высечек, массу растений – аналитическими весами CASMWP 300Н.

В опытах использовали районированный сорт гречихи Амурская местная. Минеральные удобрения вносились под зяблевую вспашку, а половинная доза азота под предпосевную культивацию. Посев гречихи проводили сплошным способом с нормой посева 3,5 млн всхожих зёрен на гектар. Агротехника в опытах соответствовала рекомендациям возделывания гречихи в Амурской области [5].

Результаты учетов обрабатывали методами дисперсионного и регрессионного анализов [6].

Результаты исследований и их обсуждение. По гидротермическим условиям вегетационного периода годы исследований характеризовались следующим образом: 2010 и 2013 гг. – влажные; 2010 г. – с засушливыми весной и первым месяцем лета, ГТК за период вегетации гречихи составил 2,5 и 2,8; 2011 г. – слабозасушливый, ГТК составил 1,2; 2014 г. – сухой, ГТК – 0,7. В 2011 г. сумма осадков в мае–августе была на уровне среднесуточной величины и составила 394 мм, а в 2010 и 2013 гг. за этот же период их выпало соответственно 521 и 659 мм, что в 1,3 и 1,6 раза превысило норму. Однако за период апрель–июнь 2010 г. ГТК был ниже 1,0 и характеризовался как засушливый. Сумма среднесуточных температур за период май–август также изменялась по годам: наиболее высокой она оказалась в 2014 г. – 3036 °С при норме 2619 °С, а наиболее низкой – в 2013 г. и составила 2486 °С.

Чередование сухой ясной погоды с периодами выпадения осадков, связанное с признаками континентальности циклонического характера климата, обуславливало недостаток влаги в почве в период посева и в разрывах выпадения муссонных дождей. На контрольных вариантах гречихи (без полива) влажность почвы в периоды разрывов выпадения осадков опускалась ниже предела, предусмотренного схемой опыта в вариантах с орошением, что вызывало угнетение растений и снижение урожайности.

В связи с тем, что посев гречихи приходится на вторую декаду июня, а количество осадков в весенний период во все годы исследований недостаточное для получения дружных всходов, был проведен послепосевной полив во всех вариантах с нормой 200 м³/га и последующим

проведением вегетационных поливов согласно вариантам водного режима почвы. Так, для поддержания водного режима почвы не ниже 70 % НВ в 2010 и 2013 гг. оросительная норма составила 900 м³/га, в сухих 2011 и 2014 гг. она увеличилась до 1250 м³/га, а число поливов с 3 до 4.

С повышением предполивного порога влажности почвы до 80 % НВ в годы по сумме осадков, близкой к среднемуголетней и выше, оросительная норма при 5 поливах составила

1200 м³/га. В сухие 2011 и 2014 годы она была максимальной и при 6 поливах составила 1450 м³/га.

В варианте с предполивным порогом влажности 60 % НВ оросительная норма во влажные 2010 и 2013 гг. составила 650 м³/га. В сухие годы (2011, 2014) она увеличилась до 1100 м³/га. Количество вегетационных поливов в этом варианте опыта варьировало от 2 до 3. Урожайность гречихи представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Урожайность гречихи в зависимости от водообеспеченности посевов
(среднее за 2010–2014 гг.), т/га**

Доза удобрений	Предполивной порог влажности почвы, % НВ			
	Без орошения	60	70	80
Без удобрений	0,63	1,05	1,26	1,32
N ₃₀ P ₆₀	0,76	1,17	1,45	1,56
N ₄₀ P ₈₀ K ₂₀	0,93	1,27	1,59	1,75
N ₅₀ P ₁₀₀ K ₃₀	0,96	1,30	1,61	2,02

Оценка эффективности водного режима почвы при орошении, наряду с уровнем урожайности, делается по таким показателям, как коэф-

фициент водопотребления и затраты оросительной воды на формирование 1 т товарной продукции (табл. 2).

Таблица 2

**Удельные затраты воды на получение продукции по вариантам водного режима почвы
(средние данные за 2010–2014 гг.)**

Предполивная влажность почвы, % НВ	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Затраты оросительной воды на 1 т зерна, м ³ /т
60	3137	875	1,17	2719	742
70	3303	1075	1,59	2096	676
80	3647	1325	2,02	1821	611

Анализ полученных данных показывает, что наиболее продуктивно на формирование урожая влага использовалась в варианте с назначением поливов при влажности почвы 80 % НВ, при этом коэффициент водопотребления составил 1824 м³/т. Суммарное водопотребление на этом варианте составило 3647 м³/га, а затраты оросительной воды на создание одной тонны зерна – 674 м³, тогда как в двух других вариантах водного режима они возросли до 715 и 743 м³/т.

Важным показателем прогнозирования режимов орошения культуры является установление расхода воды по межфазным периодам (табл. 3). Используя закономерности изменения потребления воды растениями, представляется возможным прогнозировать динамику запасов почвенной влаги и сроки проведения очередных поливов, способствующих поддержанию водного режима почвы в необходимых для получения планируемых урожаев пределах.

Водопотребление растений гречихи по межфазным периодам в разных вариантах водного режима почвы (средние данные за 2010–2014 гг.), м³/га

Предполивная влажность почвы, % НВ	Посев – всходы	Всходы – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – плодообразование	Плодообразование – уборка
60	224,1	482,3	933,2	959,8	537,8
70	236,9	496,6	983,7	1094,9	580,2
80	227,9	523,7	1084,0	1172,6	638,3

Так, в период *посев – всходы* суммарный расход воды во всех вариантах водного режима почвы за четыре года исследований был минимальным и изменялся в пределах 224,1–236,9 м³/га. В связи с нарастанием вегетативной и корневой массы, повышением среднесуточных температур воздуха в последующие межфазные периоды расход воды растениями гречихи увеличивался, достигая максимума в период *цветение – плодообразование*. В среднем за годы исследований в варианте с предполивным порогом влажности 60 % НВ он составил 959,8 м³/га, а в

вариантах с назначением поливов при влажности почвы 70 и 80 % НВ в этот период увеличился до 1094,9 и 1172,6 м³/га соответственно. Объем потребляемой растениями влаги в течение суток повышался соответственно нарастанию вегетативной массы.

Для контроля процесса формирования планируемого урожая гречихи следует использовать такие показатели: густота стояния растений на 1 м², масса 1000 зерен, высота растений, максимальная площадь листьев, фотосинтетический потенциал (ФП) (табл. 4).

Таблица 4

Сочетание антропогенно регулируемых факторов для получения планируемой урожайности гречихи

Урожайность, т/га		Сочетание факторов		Густота стояния растений, шт/м ²	Высота растений, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² ·дн/га	Масса 1000 зерен, кг·10 ⁻³
Планируемая	Фактическая	Водный режим, не ниже, % НВ	Дозы удобрений					
0,5–0,65	0,63	Без орошения	Без удобрений	232	0,90	23,10	890,52	20,1
1,0	1,05	60	Без удобрений	254	0,92	39,18	1060,19	21,8
1,5	1,59	70	N ₄₀ P ₈₀ K ₂₀	274	0,98	51,12	1647,91	22,6
2,0	2,02	80	N ₅₀ P ₁₀₀ K ₃₀	303	1,04	53,78	2246,85	24,6

На естественном фоне (без орошения и без внесения удобрений) гречиха способна давать урожайность на уровне 0,5–0,65 т/га зерна, при примерно такой характеристике агроценоза: густота стояния – 232 шт/м², высота растений –

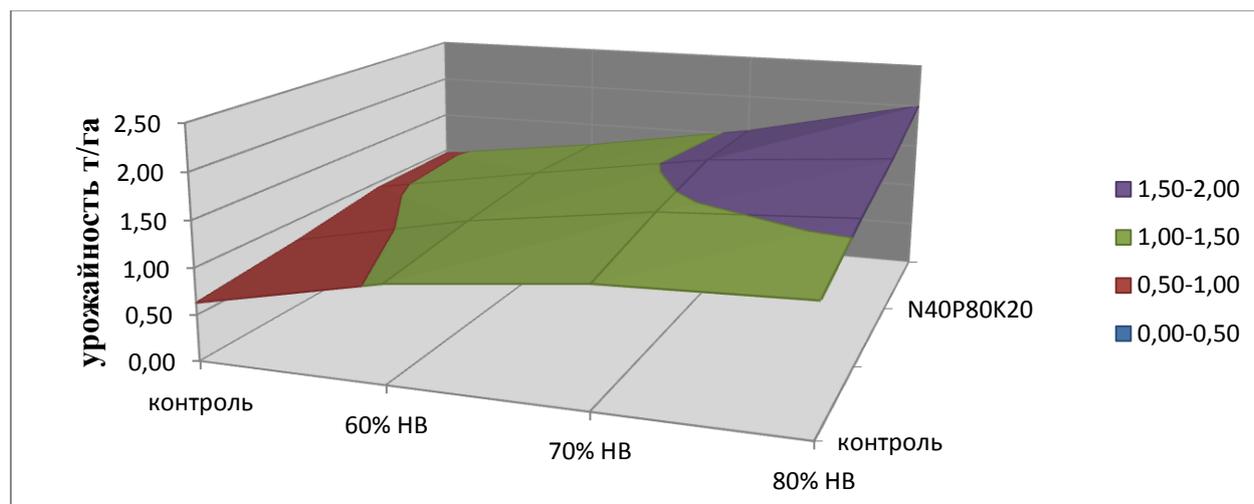
0,9 м, максимальная площадь листьев – 23,10 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал – 890,52 тыс. м²·дн/га, масса 1000 зерен – 20,1 кг·10⁻³.

На варианте с предполивной влажностью почвы не ниже 80 % НВ и без внесения удобрений фотосинтетический потенциал составил 1720,36 тыс. м²·дн/га, густота стояния – 286 шт/м², высота растений – 1,02 м, урожайность – 1,32 т/га.

Максимальная урожайность (2,02 т/га зерна), была получена при сочетании водного режима почвы не ниже 80 % НВ и внесении удобрений в дозе N₅₀P₁₀₀K₃₀. Однако из-за полегаемости в этом варианте водного режима почвы и снижения в связи с этим урожайности до уровня вари-

анта с предполивным порогом влажности 70 % НВ нами в производстве рекомендуется поливать гречиху при снижении влажности почвы до 70 % НВ. Контрольные показатели формирования хода такой урожайности: густота стояния – 274 шт/м², максимальная площадь листьев – 51,12 тыс. м²/га, ФП – 1647,91 тыс. м²·дн/га, масса 1000 зерен – 22,6 кг·10⁻³.

Динамика урожайности гречихи при разном сочетании антропогенно регулируемых факторов, водного и пищевого режимов представлена на рисунке.



Двухмерное изображение формирования урожайности гречихи в связи с изучаемыми факторами (среднее за 2010–2014 гг.), т/га

Выводы. Размещение гречихи летних сроков посева на орошаемых лугово-черноземовидных почвах Амурской области при сочетании водного режима почвы с допустимым снижением влажности до 70 % НВ и внесением удобрений N₄₀P₈₀K₂₀ способно формировать фотосинтетический потенциал на уровне 1647,91 тыс. м²·дн/га, обеспечивает устойчивое получение урожайности не ниже 1,5 т/га.

Во влажные годы для поддержания такого водного режима требуется проведение после-посевного и 2 вегетационных поливов с оросительной нормой 900 м³/га, в сухие количество поливов увеличивается до 4, а оросительная норма – 1250 м³/га.

Повышение предполивного порога влажности до 80 % НВ сопровождается увеличением числа поливов до 6, а оросительной нормы – до 1450 м³/га при урожайности гречихи около 2,0 т/га. Однако из-за полегания части растений фактическая урожайность её при более высоких затратах оросительной воды и удобрений скла-

дывается примерно равновеликой с вариантом, где влажность почвы поддерживалась не ниже 70 % НВ. С учетом этого производству рекомендуется на посевах гречихи поддерживать влажность почвы в слое 0,4 м не ниже 70 % НВ.

Водопотребление по межфазным периодам гречихи от посева до цветения возрастает от 204 до 1130 м³/га, а среднесуточное по вариантам водного режима изменяется в пределах 39,6–51,1 м³/га.

Минимальный показатель энергии урожая (6550,2 МДж/га) получен в варианте без орошения и без внесения удобрений, где урожайность составила 0,63 т/га, а коэффициент энергетической эффективности 1,45. Максимальное количество энергии (24260,0 МДж/га) было получено в варианте с предполивной влажностью почвы 80 % НВ и дозой внесения минеральных удобрений N₅₀P₁₀₀K₃₀, коэффициент энергетической эффективности повысился до 3,39.

Литература

1. Кумскова Н.Д. Гречиха. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2004. – 144 с.
2. Гречиха на Дальнем Востоке / А.А. Моисеенко, Л.М. Моисеенко, А.Г. Клыков [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 276 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1979. – 416 с.
4. Плешаков В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения: рекомендации. – Волгоград: Изд-во ВНИИОЗ, 1983. – 149 с.
5. Зональная система земледелия Амурской области. – Благовещенск, 2002. – 372 с.
6. Кирюшин Б.Д., Усманов Р.Р. Васильев И.П. Основы научных исследований в агрономии. – М.: Колос, 2009. – 398 с.

Literatura

1. Kumskova N.D. Grechiha. – Blagoveshhensk: Izd-vo Dal'GAU, 2004. – 144 s.
2. Grechiha na Dal'nem Vostoke / A.A. Moiseenko, L.M. Moiseenko, A.G. Klykov [i dr.]. – M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2010. – 276 s.
3. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta. – M., 1979. – 416 s.
4. Pleshakov V.N. Metodika polevogo opyta v uslovijah oroshenija: rekomendacii. – Volgograd: Izd-vo VNIIOZ, 1983. – 149 s.
5. Zonal'naja sistema zemledelija Amurskoj oblasti. – Blagoveshhensk, 2002. – 372 s.
6. Kirjushin B.D., Usmanov R.R. Vasil'ev I.P. Osnovy nauchnyh issledovanij v agronomii. – M.: Kolos, 2009. – 398 s.



УДК 635.21:631.86:631.67

Э.И. Шафеева, А.В. Комиссаров,
Ф.Ф. Ардуванова

ДИНАМИКА РОСТА НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕРАННЕГО КАРТОФЕЛЯ СОРТА
НЕВСКИЙ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

E.I. Shafeeva, A.V. Komissarov,
F.F. Arduvanova

THE DYNAMICS OF GROWTH OF THE AERIAL PARTS OF MEDIUM EARLY POTATO VARIETIES
"NEVSKY" IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Шафеева Э.И. – ассист. каф. кадастра недвижимости и геодезии Башкирского государственного аграрного университета, г. Уфа. E-mail: shafeeva20081@rambler.ru

Комиссаров А.В. – д-р с.-х. наук, проф. каф. кадастра недвижимости и геодезии Башкирского государственного аграрного университета, г. Уфа. E-mail: alek-komissaro@yandex.ru

Ардуванова Ф.Ф. – канд. пед. наук, доц. каф. математики Башкирского государственного аграрного университета, г. Уфа. E-mail: fluza.arduvanova@yandex.ru

Shafeeva E.I. – Asst, Chair of Inventory of Real Estate and Geodesy, Bashkir State Agricultural University, Ufa. E-mail: shafeeva20081@rambler.ru

Komissarov A.V. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Inventory of Real Estate and Geodesy, Bashkir State Agricultural University, Ufa. E-mail: alek-komissaro@yandex.ru

Arduvanova F.F. – Cand. Ped. Sci., Assoc. Prof., Chair of Mathematics, Bashkir State Agricultural University, Ufa. E-mail: fluza.arduvanova@yandex.ru

В 2014–2016 гг. в южной лесостепи Республики Башкортостан на черноземе выщелоченном был заложен полевой многофакторный

опыт, целью которого было изучить влияние органических удобрений на состояние надземной части растений среднераннего картофе-