

УДК 631.8: 631.67: 633.51: 631.445.41

DOI: 10.35330/1991-6639-2020-6-98-133-144

## **ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЗЕРНОТРАВЯНОПРОПАШНОГО И ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТОВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**Т.П. БИЖОЕВА, Р.В. БИЖОЕВ, А.И. САРБАШЕВА, А.З. КУШХАБИЕВ**

Институт сельского хозяйства –  
филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр  
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»  
360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224  
E-mail: kbniish2007@yandex.ru

*Кабардино-Балкария сохраняет за собой позиции одного из крупных зернопроизводящих регионов в России и поставщика высококачественного зерна. В условиях рыночной экономики актуальным является эффективное использование почвенного плодородия, запасов влаги, минеральных туков, биологических ресурсов и других средств производства при возделывании сельскохозяйственных культур. Однако получение высоких и устойчивых урожаев хорошего качества в современных условиях становится все более труднодостижимым, о чем свидетельствуют увеличивающиеся объемы зерна низкого качества.*

*Причиной тому является нарушение агротехнических требований при возделывании сельскохозяйственных культур. Ни для кого не секрет, что на современном этапе земледелия отмечается деградация почв по сравнению с их состоянием в предыдущие 50 и даже 30 лет, которая усугубляется не только антропогенным воздействием человека, но и степенью возврата в почву органического вещества и элементов питания, который в производственных условиях происходит в крайне незначительных количествах.*

*В статье представлены результаты формирования урожая сельскохозяйственных культур зернотравянопропашного и зернопропашного севооборотов в различных условиях водного и минерального питания в степной зоне Центрального Предкавказья, обобщения эффективности приемов биологизации земледелия. Для достижения поставленной цели были проанализированы многолетние данные в двух длительных полевых стационарных опытах, заложенных в 1948 и в 1979 гг.*

*Нами установлено, что применение минеральных удобрений с использованием биоресурсов способствовало сохранению и воспроизводству почвенного плодородия и получению устойчивых урожаев полевых культур хорошего качества. Для обеспечения продуктивности 1 га сельскохозяйственных угодий до 50-55 ц з. ед. следует использовать наряду с минеральными удобрениями все возможные источники поступления органического вещества в почву. Это внесение навоза под пропашные культуры севооборотов с нормой не менее 30 т/га, возделывание сидеральных культур после уборки колосовых и других рано убираемых предшественников и их заделка, запашка соломы колосовых культур и листостебельной массы кукурузы на месте их произрастания.*

**Ключевые слова:** плодородие почвы, богарный и орошаемый севообороты, органические и минеральные удобрения, урожайность культур, продуктивность севооборотов.

### **ВВЕДЕНИЕ**

На долю земельных ресурсов России приходится более 10% от общей площади мировых сельскохозяйственных угодий. Реальный уровень их плодородия в настоящее время

обусловлен влиянием антропогенных факторов: нарушением круговорота веществ и энергии в агроэкосистеме, потерей гумуса и обменных оснований, снижением буферности почвы и ее подкислением. Интенсификация земледелия в 80-90-е годы 20-го столетия путем развития орошения, механизации и внесения удобрений значительно увеличила продуктивность агроэкосистем и одновременно усилила антропогенную нагрузку на почву. Не являются исключением и почвы Центрального Предкавказья, где также отмечаются активация деградиционных процессов и падение плодородия почв. Особенно остра проблема сохранения почвенного плодородия на орошаемых землях. Интенсификация технологий предполагает прежде всего высокий уровень выноса макроэлементов с получаемым урожаем, возврат которых на современном этапе хозяйствования и экономических отношений невозможен [1, 8].

Основным составляющим почвенного плодородия является органическое вещество почвы. Сравнение материалов агрохимических обследований сельскохозяйственных земель Кабардино-Балкарской Республики, являющейся одним из основных производителей зерновой продукции кукурузы и озимой пшеницы, показало уменьшение содержания гумуса в почвах на 20-40% от 1921-1930 к 1960-1971 гг. [2]. Очередное обследование земель в 2006 г. свидетельствовало о том, что содержание гумуса в почвах уменьшилось на 0,6% и составляло в среднем 3,6%. Площадь пашни с низким содержанием гумуса возросла до 220 тыс. га. Увеличилась площадь пашни с очень низким и низким содержанием подвижного фосфора – до 97 тыс. га, с очень низким и низким содержанием обменного калия – до 23 тыс. га [3].

Снижение урожайности возделываемых культур и продуктивности пашни по причине ухудшения плодородия почв, вовлеченных в сельскохозяйственное производство, обуславливает актуальность разработки приемов его воспроизводства, которые в первую очередь должны быть направлены на восполнение потерь органического вещества и обеспечение положительного баланса гумуса и основных элементов питания. Превышение выноса элементов над их поступлением в почву приводит к некомпенсированному расходу резервов почвенного плодородия и нарушению закона возврата питательных веществ в агроэкосистемах. В Северо-Кавказском федеральном округе свыше 30% земель сельскохозяйственного назначения представлено черноземами обыкновенными. Этой почвенной разностью занята большая часть сельскохозяйственных угодий в Кабардино-Балкарской Республике, Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области, Республике Северная Осетия-Алания, Чеченской Республике, Ингушетии, Дагестане. Вопросам оптимизации минерального питания и увеличения производства сельскохозяйственной продукции уделяется должное внимание, но в целом проблема воспроизводства плодородия почв в конкретных почвенно-климатических условиях освещена недостаточно [4].

Цель наших исследований заключалась в получении показателей эффективности применения разных видов органических удобрений совместно с минеральными для изучения способов оптимизации органического вещества в почве богарного и орошаемых севооборотов и разработки приемов комплексного использования средств химизации и биологических ресурсов в агротехнологии для условий степной зоны Центрального Предкавказья в целях сохранения и воспроизводства почвенного плодородия и повышения продуктивности 1 га севооборотной площади до 5,2-5,9 ц з. ед./га.

Для выполнения цели исследований решались следующие задачи:

- изучить закономерности формирования урожая культур севооборотов – зернотравянопропашного и зернопропашного – в различных условиях водного и минерального питания в конкретных почвенно-климатических условиях;
- установить оптимальные и рациональные нормы минеральных удобрений при использовании органических удобрений под культуры богарного и орошаемого севооборотов.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в лаборатории агрохимии и почвенных исследований и на опытных участках, расположенных в НПУ № 2 ИСХ КБНЦ РАН (с.п. Опытный Терского р-на КБР, степная зона) в двух длительных полевых стационарных опытах, заложенных в 1948 и в 1979 гг., согласно «Методическим указаниям по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями» (Москва: ВАСХНИЛ. ВИУА, 1986) [5] и «Методическим и организационным основам проведения агроэкологического мониторинга в интенсивном земледелии» (Москва: ВАСХНИЛ. ВИУА, 1991) [6].

В экспериментальных богарных и орошаемых зернотравянопропашных севооборотах опыта 1948 года возделывались четыре культуры: кукуруза на зерно (4 поля, или 40%), озимая пшеница (3 поля, или 30%), люцерна на сено (2 поля, или 20%), подсолнечник (1 поле, или 10%). Количество вариантов в опыте – 100, количество делянок – 200. Площадь делянки равнялась 166,5 м<sup>2</sup>, учетная площадь делянки варьировала от 33,6 до 73,2 м<sup>2</sup> в зависимости от культуры и способа учета.

В опыте 1979 г. согласно ротации зернопропашного севооборота в 1-м поле возделывалась в 2017 г. озимая пшеница, в 2018 г. – кукуруза, во 2-м поле соответственно горох, озимая пшеница, в 3-м поле – озимая пшеница, горох. Опыт заложен на трех полях. Количество вариантов в опыте на каждом из трех полей – 20, количество делянок – 80. Площадь делянки равнялась 189 м<sup>2</sup>.

Агротехника возделывания полевых культур соответствовала зональным рекомендациям.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур в неорошаемых условиях определялась условиями вегетационного периода, о чём свидетельствовали собственные длительные исследования и работы других учёных [7].

Климатические условия вегетационного периода 2018 г. (табл. 1) были не вполне благоприятными для роста и развития всех полевых культур и формирования ими урожая. За осенний период 2017 г. с сентября по декабрь включительно выпало 119,2 мм осадков при норме 110,7 мм, что обеспечило хорошее укоренение и развитие посевов озимой пшеницы до конца осенней вегетации при посеве в оптимальные сроки. С января по март 2018 г. осадков выпало 160,3 мм, что почти в 3 раза больше обычного. При этом температурные показатели превышали средние многолетние данные. С апреля по август выпало 283,7 мм осадков при норме 291,7 мм. Температурные показатели в летние месяцы были на 1,4-3,7° выше средней многолетней температуры, что способствовало созданию дефицита влаги для яровых культур. Показатели относительной влажности воздуха во все месяцы вегетации были меньше среднемноголетних величин.

**Таблица 1**

**ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
 ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ В 2017-2018 ГГ.**

Год	Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков за месяц, мм		Относительная влажность, %	
		Текущее	Среднее многол.	Текущее	Среднее многол.	Текущее	Среднее многол.
2017	Сентябрь	20,7	17,3	13,7	36,1	63	74
	Октябрь	11,1	10,5	41,2	30,1	75	82
	Ноябрь	4,9	3,9	23,6	23,5	86	88
	Декабрь	2,1	- 0,9	40,7	21,0	90	90
2018	Январь	- 1,5	- 3,1	27,9	17,9	91	89
	Февраль	2,1	- 2,4	40,4	17,4	90	86
	Март	5,1	2,5	92,0	28,0	79	84
	Апрель	11,9	10,7	16,2	43,5	67	74
	Май	19,4	16,3	87,1	63,5	65	72
	Июнь	22,3	20,6	42,8	77,9	59	69
	Июль	25,9	23,1	34,0	59,9	65	67
	Август	22,7	22,5	43,6	46,9	65	69
	Сентябрь	19,9	17,3	8,4	36,1	65	74

На базе стационарного опыта 1948 г. (табл. 2) согласно схеме опыта возделывались 4 культуры: озимая пшеница Чегет, кукуруза Терек, подсолнечник СПК и люцерна Кевсала 1-го и 2-го года пользования. На базе стационарного опыта, заложенного в 1979 г. (табл. 4), в 1-м поле после озимой пшеницы – кукуруза Камилла СВ, участок гибридизации, во 2-м поле после гороха – озимая пшеница Чегет, в 3-м поле после озимой пшеницы – горох Рассвет.

Урожайность озимой пшеницы Чегет (в опыте 1948 года) в варианте 1 (без удобрений и орошения) через 69 лет проведения исследований составила в среднем 18,6 ц/га. По трём разным предшественникам – люцерне, кукурузе, подсолнечнику – она практически была одинаковой, что статистически доказано. В варианте 4 (без удобрений при орошении) её средняя урожайность равнялась 20,0 ц/га (табл. 3). В опыте 1979 г. урожайность озимой пшеницы в варианте 1 (без удобрений) через 39 лет по предшественнику горох составила 46,2 ц/га (табл. 4 и 5).

Рекомендуемые системы удобрения – минеральная и органоминеральная в неорошаемых условиях (варианты 2 и 3) в среднем в 2018 г. обеспечили большую урожайность озимой пшеницы Чегет, чем урожайность пшеницы в аналогичных вариантах орошаемого севооборота (варианты 5 и 6), на 3,2-2,8 ц/га, что математически достоверно (табл. 3). Это вполне объяснимо. Исходя из сравнительной оценки плодородия почвы в этих вариантах в богарных и орошаемых условиях, когда плодородие почвы в богарных вариантах несомненно лучше, складывающиеся благоприятно для озимой пшеницы погодные условия позволили реализовать преимущество большего содержания гумуса и элементов питания в корнеобитаемом слое почвы для создания большего урожая. Расчётные системы удобрения в орошаемом севообороте (варианты 7 и 8) обеспечили прибавку урожайности культуры в сравнении с рекомендуемыми системами удобрения 5,5-7,6 ц/га, что превосходило НСР<sub>05</sub> в 2,5-2,7 раза (табл. 3).

Наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы Чегет 60,0-63,2 ц/га (табл. 2), в зависимости от предшественника, получена в варианте 8 по расчётной органоминеральной системе удобрения, направленной на воспроизводство почвенного плодородия. В 2018 году большая урожайность озимой пшеницы в этом варианте достигнута по предшественнику люцерна, что достоверно математически.

**Таблица 2**

УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОТРАВЯНОПРОПАШНОГО СЕВОБОРОТА  
В ВАРИАНТАХ ДЛИТЕЛЬНОГО ОПЫТА 1948 ГОДА, Ц/ГА, 2018 Г.

Культура	Без орошения			Орошение 75-80 % НВ					НСР <sub>05</sub> для частных различий	НСР <sub>05</sub> для ороше- ния	НСР <sub>05</sub> для удобр. и взаимод.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Люцерна 1-го г.	32,8	50,7	62,3	49,5	73,2	85,9	81,1	92,3	2,82	1,81	2,28
Люцерна 2-го г.	30,5	56,9	66,9	72,0	92,1	125,0	112,2	144,8	4,40	1,97	3,10
Озимая пшеница	19,9	51,3	58,3	18,5	48,8	55,1	56,1	63,2	2,64	0,84	1,07
Кукуруза	23,0	32,1	36,8	29,8	43,5	48,0	49,3	59,9	4,10	1,30	1,44
Кукуруза	19,6	33,7	36,7	30,0	44,5	50,4	48,6	62,2	4,10	1,30	1,44
Подсолнечник	10,9	14,0	15,6	10,7	13,6	16,2	15,8	17,6	2,60	1,16	1,84
Озимая пшеница	18,1	51,8	57,4	19,8	48,2	57,1	55,8	60,0	2,64	0,84	1,07
Кукуруза	22,6	29,9	36,3	29,4	42,9	49,2	45,4	61,9	4,10	1,30	1,44
Кукуруза	22,4	32,4	37,1	29,0	44,1	48,4	47,4	64,0	4,10	1,30	1,44
Озимая пшеница	17,8	50,8	59,5	21,6	47,4	54,8	55,3	60,2	2,64	0,84	1,07
Продуктивность севооборота, ц з. ед./га	17,4	33,1	38,0	23,1	38,7	45,3	44,0	52,6			

**Примечание: 1-8 – варианты опыта, см. таблицу 3**

В опыте 1979 года несомненное преимущество как предшественник имел горох. Урожайность озимой пшеницы Чегет в контрольном варианте 1 (без удобрений) по гороху превосходила в 1,6-2,0 раза урожайность пшеницы в контроле по кукурузе и подсолнечнику в предыдущие годы исследований и составила в 2018 году 46,2 ц/га, что также более чем в 2 раза превосходило урожайность озимой пшеницы Чегет в 2018 г. в контрольном варианте стационарного опыта 1948 года (табл. 3). Формированию такой урожайности способствовали не только погодные условия, но и своевременная подготовка почвы, посев культуры в оптимальные сроки, соблюдение других агротехнических приемов.

Без орошения эффективность применяемых систем удобрения невелика. При систематическом внесении рекомендуемых минеральных удобрений под культуры севооборота (N<sub>69</sub>P<sub>63</sub>K<sub>45</sub> в среднем за год ротации) в 2018 г. прибавка продуктивности равнялась 15,7 ц з. ед./га к контролю, или 91,0%. Систематическое применение органоминеральной системы удобрения (вариант 3) – навоз 8 т/га + N<sub>44</sub>P<sub>42</sub>K<sub>24</sub> – обеспечило прибавку продуктивности богарного севооборота в отчетном году 20,6 ц з. ед./га к контролю, или 119 % (табл. 3).

Таблица 3

УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА  
В ВАРИАНТАХ ДЛИТЕЛЬНОГО ОПЫТА 1948 Г. В 2018 Г, Ц/ГА

Влагообеспеченность	Варианты удобрений	Озимая пшеница Чегет	Кукуруза Терек	Подсол- нечник СПК	Люцерна Кевсала 2 лет польз.	Продук- тивность 1 га, ц. з. е.
Без орошения	1. Без удобрений	18,6	21,9	10,9	31,6	17,4
	2. Рекомендуемая минеральная система удобрения – N <sub>69</sub> P <sub>63</sub> K <sub>45</sub>	51,3	32,0	14,0	53,8	33,1
	3. Рекомендуемая органоминеральная система удобрения – навоз 8 т/га +N <sub>44</sub> P <sub>42</sub> K <sub>24</sub>	58,4	36,7	15,6	64,6	38,0
Орошение, 75-80% НВ	4. Без удобрений	20,0	29,6	10,7	60,8	23,1
	5. Рекомендуемая минеральная система удобрения – N <sub>69</sub> P <sub>63</sub> K <sub>45</sub>	48,1	43,8	13,6	82,7	38,7
	6. Рекомендуемая органоминеральная система удобрения – навоз 8 т/га + N <sub>44</sub> P <sub>42</sub> K <sub>24</sub>	55,6	49,0	16,2	105,5	45,3
	7. Расчетная минеральная система удобрения – N <sub>141</sub> P <sub>68</sub> K <sub>60</sub>	55,7	47,7	15,8	96,8	44,0
	8. Расчетная органоминеральная система удобрения – навоз 15 т/га +N <sub>87</sub> P <sub>36</sub> K <sub>7</sub>	61,1	62,0	17,6	118,6	52,6
	НСР <sub>05</sub> частных различий	2,64	4,10	2,60	2,82/4,40	
	НСР <sub>05</sub> для орошения	0,84	1,30	1,16	1,81/1,97	
	НСР <sub>05</sub> для удобрений и взаимодей.	1,07	1,44	1,84	2,28/3,10	
	Точность опыта, S <sub>x</sub> , %	3,46	3,69	6,40	2,95/1,85	

В опыте 1979 года (табл. 4) в варианте 2 с применением рекомендуемой минеральной системы удобрения, фактически при последствии в предыдущие годы вносимых удобрений, так как под урожай 2018 года удобрения не вносились ввиду их отсутствия, в 2018 г. произведена лишь ранневесенняя подкормка аммиачной селитрой нормой N<sub>30</sub>, была достигнута урожайность зерна озимой пшеницы Чегет 65,8 ц/га. Эффективность последствия рекомендуемой минеральной системы удобрений при её сочетании с органическими ресурсами в вариантах 6, 10, 14, 18 (последствием навоза, сидератами, соломой зерновых культур, их комплексном применении) на 11,5, 12,3, 13,2, 18,8 ц/га больше, чем в варианте 2 (без органических удобрений, что способствовало получению урожаев зерна озимой пшеницы Чегет по гороху в 2018г соответственно: 77,3; 78,1; 79,0; 84,6 ц/га.

Наибольший урожай гороха, озимой пшеницы и кукурузы в опыте 1979 г. (табл. 4) сформировался в вариантах с применением рекомендуемых минеральных систем удобрения в сочетании с последствием и действием органических удобрений (варианты 6, 10, 14, 18). Уменьшение рекомендуемых доз минеральных удобрений в 2 раза (1/2 РД – варианты 7, 11, 15, 19) снизило урожайность культур орошаемого севооборота на 9-10% по сравнению с показателями урожайности при полной дозе удобрений. Уменьшение урожайности культур при внесении 1/3 от рекомендуемой дозы составило 17-18%.

Наибольшая урожайность гороха Рассвет – 40,7 ц/га (табл. 4), озимой пшеницы Чегет – 84,6 ц/га и кукурузы Камилла СВ – 36,8 ц/га достигнута в 2018 году в опыте 1979 года в варианте 18 с применением рекомендуемой дозы минеральных удобрений в сочетании с комплексным применением всех изучаемых в опыте биоресурсов.

В опыте 1948 г. наибольшая урожайность озимой пшеницы Чегет – 63,2 ц/га, кукурузы Терек – 64,0 ц/га, подсолнечника СПК – 17,6 ц/га (вариант 8, табл. 2), люцерны 1-го и 2-го года

Кевсала – 118,5 ц/га и планируемая продуктивность севооборота – 52,6 ц з. ед./га (вариант 8, табл. 3) отмечены в 2018 году в орошаемом севообороте при применении расчётной органоминеральной системы удобрения (навоз 15 т/га + N<sub>87</sub>P<sub>36</sub> K<sub>7</sub>).

Таблица 4

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ, ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ГОРОХА В ВАРИАНТАХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА 1979 Г., Ц/ГА, 2018 Г.

Варианты	Удобрения		Поле 1 Кукуруза Камилла		Поле 2 Оз. пшеница Чегет		Поле 3 Горох Рассвет	
	Органические	Минеральные	Урожай- ность	Прибавка	Урожай- ность	Прибавка	Урожай- ность	Прибавка
1	0	О	11,1	0	46,2	0	24,9	0
2		NPK	25,4	14,3	65,8	19,6	33,8	8,9
3		1/2 NPK	21,4	10,3	60,1	13,9	32,0	7,1
4		1/3 NPK	15,3	4,2	53,9	7,7	30,8	5,9
5	Навоз 50 т/га 1 раз в 5 лет	О	15,0	3,9	45,8	-0,4	26,9	2,0
6		NPK	27,7	16,6	77,3	31,1	35,8	10,9
7		1/2 NPK	23,2	12,1	67,6	21,4	34,8	9,9
8		1/3 NPK	16,5	5,4	57,7	11,5	33,1	8,2
9	Сидераты (рапс)	О	15,3	4,2	46,6	0,4	26,6	1,7
10		NPK	27,9	16,8	78,1	31,9	35,6	10,7
11		1/2 NPK	22,9	11,8	73,4	27,2	34,4	9,5
12		1/3 NPK	16,7	5,6	68,2	22,0	32,2	7,3
13	Солома	О	14,9	3,8	57,4	11,2	26,8	1,9
14		NPK	28,9	17,8	79,0	32,8	38,0	13,1
15		1/2 NPK	24,3	13,2	74,9	28,7	35,2	10,3
16		1/3 NPK	16,0	4,9	69,7	23,5	33,4	8,5
17	Навоз + солома + сидераты	О	17,6	6,5	60,3	14,1	28,1	3,2
18		NPK	36,8	25,7	84,6	38,4	40,7	15,8
19		1/2 NPK	29,3	18,2	76,8	30,6	38,6	13,7
20		1/3 NPK	20,9	9,8	70,9	24,7	34,5	9,6
НСР <sub>05</sub> для частных различий			1,09		1,22		0,78	
НСР <sub>05</sub> для органических удобрений			0,53		0,62		0,42	
НСР <sub>05</sub> для минеральных удобрений и взаимодействия			0,45		0,55		0,35	
Точность опыта, Sx%			2,54		1,13		1,74	

Необходимо заметить, что формирование урожая яровых культур – кукурузы, подсолнечника, а также накопление зеленой массы люцерны в летние месяцы осложнялось при среднем обеспечении осадками высокими температурными показателями. Было произведено два вегетационных полива кукурузы поливными нормами 680 и 550 м<sup>3</sup>/га, два вегетационных полива люцерны поливными нормами 730 и 580 м<sup>3</sup>/га, один вегетационный полив подсолнечника нормой 400 м<sup>3</sup>/га.

Большие сложности с формированием урожая испытывали растения кукурузы. Потенциальная урожайность не была достигнута, так как у растений были повреждены рыльца озимой совкой, а период опыления был значительно сокращен из-за высоких температур и сгорания пыльцы. В результате не все початки оказались опыленными, почти во всех початках кукурузы отмечалась череззерница. Полученная в результате урожайность кукурузы в вариантах обоих опытов значительно меньше возможного потенциала. Полученные показатели урожайности обработаны математически и достоверны. К сожалению, их низкое значение сказалось на показателе продуктивности севооборота и его полей. Так, продуктивность 1-го поля стационарного опыта 1979 г., занятого кукурузой, ниже продуктивности двух других полей опыта в контрольном варианте в 7-9 раз, в вариантах без

удобрений на органических фонах – в 3-5 раз, при внесении минеральных удобрений и органики – в 2-3 раза. Анализируя продуктивность 1-го севооборотного гектара при длительном применении разных систем удобрения, можно заключить, что она отличается по вариантам опытов в 1,8-3,7 раза в сравнении с контролем (возделыванием сельскохозяйственных культур без удобрений).

Значение показателей урожайности культур зерноотравянопропашного севооборота и его продуктивности в неорошаемых условиях в разные годы подтверждает их зависимость от количества осадков, выпавших в вегетационный период и в целом за год. Средняя продуктивность 1 га в контрольном варианте за 6 анализируемых ротаций севооборота (с 1960 по 2016 гг.) составила 17,2 ц з. ед./га, увеличиваясь от сухих к влажным годам в 2,3-2,5 раза (от 8,5 до 20,3 ц з. ед./га). В 2018 году она равнялась 17,4 ц з. ед./га, т.е. была близка к среднему многолетнему значению.

**Таблица 5**

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЛЕЙ СЕВОБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КУЛЬТУР  
И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ВАРИАНТАХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА 1979 Г.  
В 2018 ГОДУ, Ц З. ЕД./ГА

Варианты	Удобрения		1-е поле – кукуруза Камилла СВ	2-е поле – оз. пшеница Чегет	3-е поле – горох Рассвет	Среднее
	Органические	Минеральные				
1	0	0	8,9	46,2	34,9	30,0
2		НПК	20,3	65,8	47,3	44,5
3		1/2 НПК	17,1	60,1	44,8	40,7
4		1/3 НПК	12,2	53,9	43,1	36,4
5	Навоз, 50 т/га (1 раз в 5 лет) последствие	0	12,0	45,8	37,7	31,8
6		НПК	22,2	77,3	50,1	49,9
7		1/2 НПК	18,6	67,6	48,7	45,0
8		1/3 НПК	13,2	57,7	46,3	39,1
9	Сидераты	0	12,2	46,6	37,2	32,0
10		НПК	22,3	78,1	49,8	50,1
11		1/2 НПК	18,3	73,4	48,2	46,6
12		1/3 НПК	13,4	68,2	45,1	42,2
13	Солома	0	11,9	57,4	37,5	35,6
14		НПК	23,1	79,0	53,2	51,8
15		1/2 НПК	19,4	74,9	49,3	47,9
16		1/3 НПК	12,8	69,7	46,8	43,1
17	Навоз + солома + сидераты	0	14,0	60,3	39,3	37,9
18		НПК	29,4	84,6	57,0	57,0
19		1/2 НПК	23,4	76,8	54,0	51,4
20		1/3 НПК	16,7	70,9	48,3	45,3

Продуктивность 1 га зерноотравянопропашного севооборота без применения удобрений в условиях орошения (вар. 4 в опыте 1948 г.) в 2018 г. составила 23,1 ц з. ед./га (табл. 3), 1 га зернопропашного севооборота (вариант 1 в опыте 1979 г.) – 30,0 ц/га (табл. 5).

Орошение повысило эффективность рекомендуемых минеральной (вариант 5) и органо-минеральной (вариант 6) систем удобрения и увеличило среднегодовую продуктивность орошаемого севооборота в этих вариантах на 123 и 161% соответственно по сравнению с контролем. Применение расчётных систем удобрения (минеральной и органо-минеральной) для сохранения и воспроизводства плодородия почвы и получения продуктивности орошаемого севооборота 52-53 ц з. ед./га увеличило продуктивность 1 га при орошении на 153 и 203% соответственно (табл. 3, 5).



## ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате научных исследований 2018 г. установлено, что эффективность применения разных минеральных и органоминеральных систем удобрения в условиях естественного увлажнения и при орошении на обыкновенном карбонатном черноземе Центрального Предкавказья различалась и зависела в большой степени от водообеспеченности и запасов влаги в почве.

Определено, что при оптимальном сочетании сопутствующих факторов эффективность изучаемых систем удобрения возрастала более чем в 2 раза. Так, в богарном севообороте в 2018 году при применении минеральной и органоминеральной систем удобрения достигнута продуктивность севооборота 33,1 и 38,0 ц з. ед./га при среднем показателе продуктивности за 40 лет исследований (1970-2016 гг.) – 32,1 и 34,4 ц з. ед./га. При этом продуктивность севооборота без внесения удобрений и орошения равнялась 17,4 ц з. ед./га при средней продуктивности богарного не удобряемого севооборота 17,2 ц з. ед./га.

Установлено, что уменьшение в 2 раза рекомендуемых доз минеральных удобрений на фоне органических удобрений уменьшало урожайность культур и продуктивность орошаемого севооборота на 9-10%, внесение 1/3 от рекомендуемой дозы удобрений снижало урожайность культур и продуктивность севооборота на 17-18% в сравнении с показателями при применении всей рекомендуемой дозы удобрений при всех изучаемых вариантах органического удобрения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бижоев В.М.* Обоснование оптимальной системы удобрения в зернотравянопропашном севообороте на чернозёме обыкновенном при орошении в степной зоне Центрального Предкавказья: автореф. дисс. ... доктора с.-х. наук. Владикавказ, 2006. 48 с.
2. *Фианшиев Б.Х., Кумахов В.И.* О почвах районов возделывания кукурузы в Кабардино-Балкарской АССР. Вопросы повышения продуктивности растениеводства в предгорьях Центральной части Северного Кавказа / Межвузовский сборник научных трудов. Нальчик, 1982. С. 16-20.
3. *Бесланев С.М., Хамуков В.Б.* Совершенствование агрохимической службы в Кабардино-Балкарии. Нальчик, 2008. С. 49-97.
4. *Лифаненкова Т.П., Бижоев Р.В., Бижоев М.В.* Мониторинг плодородия чернозёма обыкновенного при длительном орошении и применении систем удобрения в агроландшафтном земледелии Кабардино-Балкарии. Результаты длительных исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями Российской Федераций. М., 2011. С. 352-368.
5. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Часть 1. М.: ВИУА, 1986. 147 с.
6. Методические и организационные основы проведения агроэкологического мониторинга в интенсивном земледелии. М.: ВИУА, 1991. 354 с.
7. *Бижоев В.М., Лифаненкова Т.П., Дзанагов С.Х.* Динамика гумуса в чернозёме при длительном удобрении и орошении // Плодородие. 2006. № 6. С. 32-34.
8. *Лифаненкова Т.П., Бижоев Р.В., Бижоев М.В.* Влияние длительного применения систем удобрения на плодородие чернозема обыкновенного карбонатного в условиях Центрального Предкавказья. Международная научно-практическая конференция «Агро-

сма́рт» – умные решения для сельского хозяйства» Европейского производства социальных и поведенческих наук, 2019. С. 415-426.

## REFERENCES

1. Bizhoyev V.M. *Obosnovaniye optimal'noy sistemy udobreniya v zernotravyanopropashnom sevooborote na chernozome obyknovennom pri oroshenii v stepnoy zone Tsentral'nogo Predkavkaz'ya: avtoref. diss. ... doktora s.-kh. nauk* [Substantiation of the optimal fertilization system in grain-grass-row crop rotation on ordinary chernozem with irrigation in the steppe zone of the Central Ciscaucasia. Abstract of dissertation for degree of Doctor of Agricultural Sciences]. Vladikavkaz, 2006. 48 p.
2. Fiapshev B.Kh., Kumakhov V.I. *O pochvakh rayonov vozdeleyvaniya kukuruzy v Kabardino-Balkarskoy ASSR. Voprosy povysheniya produktivnosti rasteniyevodstva v predgor'yakh Tsentral'noy chasti Severnogo Kavkaza. Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov* [On the soils of the areas of corn cultivation in the Kabardino-Balkarian ASSR. Issues of increasing the productivity of crop production in the foothills of the Central part of the North Caucasus. Interuniversity collection of scientific works]. Nalchik, 1982. Pp. 16-20.
3. Beslaneev S.M., Khamukov V.B. *Sovershenstvovaniye agrokhimicheskoy sluzhby v Kabardino-Balkarii* [Improvement of the agrochemical service in Kabardino-Balkaria]. Nalchik, 2008. Pp. 49-97.
4. Lifanenkova T.P., Bizhoyev R.V., Bizhoyev M.V. *Monitoring plodorodiya chernozoma obyknovennogo pri dlitel'nom oroshenii i primenenii sistem udobreniya v agrolandshaftnom zemledelii Kabardino-Balkarii. Rezul'taty dlitel'nykh issledovaniy v sisteme Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami Rossiyskoy Federatsiy* [Fertility monitoring of ordinary chernozem during long-term irrigation and application of fertilization systems in agricultural landscape agriculture in Kabardino-Balkaria. Results of long-term studies in the system of the Geographic Network of Experiments with Fertilizers of the Russian Federation]. M., 2011. Pp. 352-368.
5. *Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nykh opytakh s udobreniyami* [Guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers]. Part 1. M.: VIUA, 1986. 147 p. 1986.
6. *Metodicheskiye i organizatsionnyye osnovy provedeniya agroekologicheskogo monitoringa v intensivnom zemledelii* [Methodological and organizational foundations of agroecological monitoring in intensive farming]. M.: VIUA, 1991. 354 p.
7. Bizhoyev V.M., Lifanenkova T.P., Dzanagov S.Kh. *Dinamika gumusa v chernozome pri dlitel'nom udobrenii i oroshenii* [Dynamics of humus in chernozem with prolonged fertilization and irrigation] // Fertility. 2006. No. 6. Pp. 32-34.
8. Lifanenkova T.P., Bizhoyev R.V., Bizhoyev M.V. *Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya sistem udobreniya na plodorodiye chernozema obyknovennogo karbonatnogo v usloviyakh Tsentral'nogo Predkavkaz'ya. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Agrosmart» – umnyye resheniya dlya sel'skogo khozyaystva» Yevropeyskogo proizvodstva sotsial'nykh i povedencheskikh nauk* [Influence of long-term use of fertilization systems on the fertility of ordinary carbonate chernozem in the conditions of the Central Ciscaucasia. International scientific and practical conference "Agrosmart - smart solutions for agriculture" of the European production of social and behavioral sciences]. 2019. Pp. 415-426.

## FORMATION OF THE HARVEST OF AGRICULTURAL CROPS OF GRAIN-HERBAL AND GRAIN-MASSED CROP ROTATIONS UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF WATER SUPPLY AND MINERAL NUTRITION IN THE STEPPE ZONE OF THE CENTRAL CISCAUCASIA

T.P. BIZHOEVA, R.V. BIZHOEV, A.I. SARBASHEVA, A.Z. KUSHKHABIEV

Institute of Agriculture –  
branch of FSBSE “Federal scientific center  
«Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»  
360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224  
E-mail: kbniish2007@yandex.ru

*Kabardino-Balkaria retains its position as one of the largest grain-producing regions in Russia and a supplier of high-quality grain. In a market economy, effective use of soil fertility, moisture reserves, mineral fertilizers, biological resources and other means of production in the cultivation of crops is relevant. However, obtaining high and stable yields of good quality in modern conditions is becoming increasingly difficult to achieve, as evidenced by the increasing volumes of poor quality grain.*

*The reason for this is the violation of agrotechnical requirements in the cultivation of agricultural crops. It is not a secret for anyone that at the present stage of agriculture, soil degradation is noted, compared with their state in the previous 50 and even 30 years, which is aggravated not only by human anthropogenic impact, but also by the degree of return of organic matter and nutrient elements to the soil, which in production conditions occurs in extremely small quantities.*

*The article presents the results of the formation of the yield of agricultural crops of grain-grass-tilled and grain-tilled crop rotation under various conditions of water and mineral nutrition in the steppe zone of the Central Ciscaucasia, generalization of the effectiveness of methods of biologization of agriculture. To achieve this goal, long-term data were analyzed in two long-term field stationary experiments, laid down in 1948 and 1979.*

*We have found that the use of mineral fertilizers with the use of biological resources contributed to the preservation and reproduction of soil fertility and obtaining stable yields of field crops of good quality. To ensure the productivity of 1 hectare of agricultural land up to 50 - 55 g.u. all possible sources of organic matter entering the soil should be used along with mineral fertilizers. This is the introduction of manure for row crops of crop rotations with a rate of at least 30 t / ha, the cultivation of green manure crops after harvesting ear crops and other early harvested predecessors and their incorporation, plowing of the straw of the ear crops and the leafy mass of corn in the place of their growth.*

**Keywords:** soil fertility, rainfed and irrigated crop rotation, organic and mineral fertilizers, crop yield, crop rotation productivity.

*Работа поступила 01.11.2020 г.*

### Сведения об авторах:

**Бижоева Тамара Павловна**, к.с.-х.н., в.н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.  
360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.

E-mail: bizhovieva49@mail.ru

**Бижоев Руслан Валерьевич**, н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Сарбашева Асият Идрисовна**, с.н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.

E-mail: sarbashasi59@mail.ru

**Кушхабиев Аслан Зулимбиевич**, к.с.-х.н., с.н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.  
360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.  
E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Information about authors:**

**Bizhueva Tamara Pavlovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading researcher, Institute of Agriculture - branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

E-mail: bizhueva49@mail.ru

**Bizhiov Ruslan Valerievich**, Researcher, Institute of Agriculture - a branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Sarbasheva Asiyat Idrisovna**, Senior researcher, Institute of Agriculture - a branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

E-mail: sarbashasi59@mail.ru

**Kushkhabiev Aslan Zulimbievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher, Institute of Agriculture - a branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru