

УДК 631.8; 631.67

DOI: 10.35330/1991-6639-2020-6-98-121-132

ПРИЁМЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В АГРОТЕХНОЛОГИИ НА ЧЕРНОЗЁМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ*

Т.П. БИЖОЕВА, Р.В. БИЖОЕВ, А.И. САРБАШЕВА, Р.А. ГАЖЕВА

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

Дегградация почвы – распространенное явление в мире. Хотя качество почвы может быть улучшено путем рекультивации, большинство антропогенных воздействий (в т.ч. сельскохозяйственная деятельность, иные виды землепользования, рекреационное воздействие и т.д.) снижают качество почвы, прямо или косвенно вызывая ее дегградацию (Assessment, 2010). Дегградация почв и потеря их плодородия – цепная реакция, которую трудно остановить. Она приводит к уменьшению запасов гумуса и количества иных питательных веществ – азота, калия, фосфора, микроэлементов, увеличению кислотности почв, их переуплотнению. Наблюдаются ухудшение структуры и гранулометрического состава, переувлажнение, засоление почв, их разрушение и утрата в результате водной и ветровой эрозии, а также в виде механического удаления плодородного слоя при строительных и горнодобывающих работах. Часто проблемы, связанные с дегградацией почв, вызваны несоблюдением технологий возделывания культур, обеспечивающих сохранение и улучшение почвенного плодородия [1].

Почва – это особое природное тело. Она представляет собой сложную систему, которая живёт и развивается по своим законам. Поэтому под плодородием нужно понимать весь комплекс почвенных свойств и процессов, определяющих нормальное развитие растений.

К основным приемам повышения эффективного плодородия относятся рациональное применение органических и минеральных удобрений, известкование и гипсование почв, система обработки, орошение и осушение, введение научно обоснованных севооборотов, мероприятия по борьбе с эрозией, возделывание наиболее урожайных сортов и др.

Северо-Кавказский регион характеризуется развитым орошаемым земледелием. Поэтому определение приёмов регулирования почвенного плодородия, обеспечивающих высокую продуктивность севооборотов на орошаемых землях и стабильную урожайность культур, – одна из главных задач в регионе. Чернозёмы карбонатные занимают в нём 5247 тыс. га орошаемых земель, что составляет 33 % всей пашни. В Кабардино-Балкарской Республике из 322 тыс. га пашни 127,5 тыс. га орошаемых земель, из них более 50 % карбонатные чернозёмы [2].

Анализ почвенно-агрохимического обследования земель показал, что содержание гумуса в почвах республики к 1960-1970 гг. по сравнению с 1921-1930 гг. уменьшилось на 20-40 %. По материалам очередного агрохимического обследования, в 2006 году 220 тыс. га пашни в Кабардино-Балкарии имели низкое содержание гумуса в почве. За 40 лет наблюдений оно уменьшилось на 0,6 % и составляет в среднем 3,6 %. Увеличилась площадь пашни с очень низким количеством подвижного фосфора – до 97 тыс. га, с очень низким и низким содержанием обменного калия – до 23 тыс. га [3].

Ключевые слова: плодородие почвы, богарный и орошаемый севообороты, вынос элементов, органические и минеральные удобрения, урожайность, продуктивность.

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИСХ КБНЦ РАН (№ 0212-2019-0255) «Установить на основе базы данных эффективности применения систем удобрения способы устойчивого производства растениеводческой продукции заданного количества, качества и сохранения плодородия чернозёма обыкновенного карбонатного в конкретных агроландшафтных условиях Центрального Предкавказья».

ВВЕДЕНИЕ

Современные экологические проблемы, возникшие в результате антропогенной перегрузки и нерационального использования природных ресурсов, несомненно, отразились на состоянии почв сельскохозяйственного назначения Кабардино-Балкарии.

Особенно актуальна проблема сохранения почвенного плодородия на орошаемых землях, где при интенсивном использовании пашни и ускоренной минерализации органического вещества на фоне резкого уменьшения объёмов применения органических и минеральных удобрений, неумелого использования поливной воды, недостаточной доли многолетних трав в севооборотах повсеместно происходит ухудшение качества почвенного плодородия и как следствие – уменьшение продуктивности возделываемых культур [4].

Внесение органических и минеральных удобрений призвано повысить эффективное плодородие почвы, прежде всего путем оптимизации ее пищевого режима в течение вегетационного периода или отдельных фаз развития растений. При систематическом внесении удобрений в значительных дозах создается новый пищевой режим почвы, действующий в многолетнем цикле, который можно рассматривать как один из элементов потенциального ее плодородия.

Комплексное влияние факторов сельскохозяйственного производства на продуктивность культур и плодородие используемой почвы возможно оценить лишь в результате продолжительных исследований в длительных стационарных полевых опытах. Они позволяют изучить изменение показателей почвенного плодородия, морфологических, агрохимических, физических и водных ее свойств. Эффективность орошения, влияние предшественников, средств химизации, окупаемость удобрений, а также разработка технологических приемов для получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур заданного количества и качества в конкретных природно-климатических условиях при воспроизводстве плодородия почвы формирует наибольший экономический эффект и экологическую безопасность сельскохозяйственного производства [5, 6].

Результаты многолетних исследований в длительных стационарных полевых опытах позволили сформировать практические и теоретические знания по эффективности применения систем удобрения с целью реализации возможностей орошаемого земледелия для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур в конкретных агроландшафтных и почвенно-климатических условиях.

Длительные полевые исследования включены в Государственный реестр Географической сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации под № 037 и № 082, являются старейшими в Северо-Кавказском регионе.

Полевой стационарный опыт 1948 г. (реестровый номер № 037) был заложен в 1947-1948 гг. профессором П.Е. Простаковым на территории Малокабардинской опытно-оросительной станции (ныне ИСХ КБНЦ РАН) в виде 10-польных севооборотов, развернутых в пространстве всеми полями в богарных и орошаемых условиях, в двукратном повторении для изучения эффективности разных систем удобрения, изменения урожайности культур, продуктивности пашни, динамики пищевого и водного режимов почвы и показателей ее плодородия. Размер первого опытного поля составлял 1000 м². Каждое поле имело три фона питания: без удобрений, минеральные удобрения, органо-минеральные удобрения, площадь фона – 333,3 м². Площадь опытного 10-польного севооборота составляла 1 га. Вся площадь, занимаемая опытом вместе с дорогами и оросительной сетью, составляла 5,0 га. Чтобы избежать влияния орошения на нитрификацию и водный режим почвы на богаре, орошаемые севообороты расположили отдельным массивом за оросительной сетью. Фоны орошения и удобрения с момента закладки устойчиво сохраняли.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Научно-исследовательская работа проводилась на базе двух длительных стационарных полевых опытов, заложенных в 1948 и в 1979 гг. на экспериментальных полях научно-производственного участка № 2 ИСХ КБНЦ РАН (степная зона, с.п. Опытное Терского района КБР).

Научно-исследовательская работа проводится в двух длительных полевых стационарных опытах, заложенных в 1948 и в 1979 гг., согласно «Методическим указаниям по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями» и «Методическим и организационным основам проведения агроэкологического мониторинга в интенсивном земледелии». При отборе растительных и почвенных проб руководствовались методическими указаниями Всероссийского НИИ агрохимии (1975, 1976). Агрохимические анализы почвы и растений выполнялись на базе лаборатории химических анализов ИСХ КБНЦ РАН по следующим методикам: содержание гумуса в почве определяли по методу Тюрина, рН – на потенциометре, нитраты в почве определяли методом Грандвааль-Ляжу с дисульфифеноловой кислотой, подвижный фосфор – по Мачигину, обменный калий – на пламенном фотометре, азот в растительных образцах определяли микрометодом Кьельдаля, для качества урожая: сырой протеин – по Кьельдалю, крахмал – по Эверсу, клейковину – ГОСТ 13586-1, жир – методом обезжиренного остатка по Рушковскому [7, 8, 9, 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, материнской породой является мицеллярно-карбонатный лессовидный суглинок преимущественно эолового происхождения. На глубине 100-140 см отмечали наличие галечникового слоя. Интенсивная вертикальная фильтрация и дренированность этих почв позволяли сбрасывать избыток поливной воды в зону грунтовых вод, залегающих на глубине 12-15 м, иногда глубже. Возможность выноса фильтрационными водами растворимых веществ из почвы могла иметь негативные последствия для их плодородия, что обуславливало практическое значение исследований пищевого режима при орошении в данном месте. Аналогичные условия, как указывал П.Е. Простаков, имели место почти на всей территории Кабардино-Балкарии, Северной Осетии, Чеченской Республики, Ингушетии, Дагестана и на значительной территории предгорной зоны Северного Кавказа.

Исследованиями установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур в неорошаемых условиях определяется климатическими условиями вегетационного периода, о чём свидетельствуют собственные длительные исследования и работы других учёных.

Климатические условия вегетационного периода 2016-2017 гг. были не совсем благоприятными для роста и развития полевых культур и формирования ими урожая. За осенний период – с сентября по декабрь включительно – выпало 145,0 мм осадков при норме 110,7 мм, что обеспечило хорошее укоренение и развитие посевов озимой пшеницы, посеянной в оптимальные сроки, до конца осенней вегетации. С января по март выпало осадков всего 42,1 мм, что на 21,2 мм меньше обычного, при температурных показателях, превышающих многолетние. С апреля по август выпало 247,5 мм осадков (при норме 291,7 мм). Температурные показатели в летние месяцы были на 1,4 – 3,7° выше средних многолетних. Показатели относительной влажности воздуха во все месяцы вегетации были меньше среднемноголетних величин (табл. 1).

В длительном исследовании 1948 г. возделывались, согласно схеме опыта, 4 культуры: озимая пшеница Чегет, кукуруза Стелла, подсолнечник Донской крупноплодный и люцерна Манычская 1-го и 2-го года пользования. В опыте 1979 г. – на первом поле после гороха озимая пшеница Чегет, на втором поле – горох Старт (предшественник озимая пшеница), на третьем поле – озимая пшеница Чегет (по предшественнику кукуруза).

Таблица 1

**ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА КУЛЬТУР В 2016-2017 ГГ.**

Год	Месяц	Температура воздуха, °С		Сумма осадков за месяц, мм		Относительная влажность, %	
		текущее	среднее мн.	текущее	среднее мн.	текущее	ср. мн.
2016	Сентябрь	19,0	17,3	44,9	36,1	65	74
	Октябрь	9,4	10,5	67,1	30,1	82	82
	Ноябрь	4,1	3,9	9,1	23,5	73	88
	Декабрь	- 2,5	- 0,9	23,9	21,0	77	90
2017	Январь	- 2,1	- 3,1	23,8	17,9	85	89
	Февраль	- 0,7	- 2,4	0	17,4	78	86
	Март	6,3	2,5	18,3	28,0	78	84
	Апрель	11,3	10,7	40,5	43,5	71	74
	Май	16,9	16,3	79,5	63,5	76	72
	Июнь	21,7	20,6	69,6	77,9	66	69
	Июль	26,8	23,1	34,3	59,9	59	67
	Август	26,0	22,5	23,6	46,9	62	69
	Сентябрь	20,7	17,3	13,7	36,1	63	74

Урожайность озимой пшеницы Чегет в варианте без удобрений и орошения через 68 лет проведения опыта составила в среднем 26,8 ц/га, по трём разным предшественникам практически была одинаковой, что статистически доказано. В опыте 1979 г. урожайность озимой пшеницы в варианте без удобрений через 38 лет проведения опыта по предшественнику кукуруза равнялась 24,2 ц/га, по гороху – 39,6 ц/га (табл. 2, 3, 4).

Таблица 2

**УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОТРАВЯНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА
В ВАРИАНТАХ ДЛИТЕЛЬНОГО ОПЫТА 1948 ГОДА, Ц/ГА. 2017 Г.**

Культура	Без орошения			Орошение 75-80 % НВ					НСР ₀₅ для частных различий	НСР ₀₅ для орошения	НСР ₀₅ для удобр. и взаимод.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Люцерна 1 г.	35,4	57,7	66,6	49,8	73,6	86,5	84,2	93,5	1,82	0,81	1,28
Люцерна 2 г.	46,9	86,4	91,1	37,3	119,2	131,0	126,5	142,4	3,47	1,55	2,45
Оз. пшеница	32,0	42,7	50,8	33,0	43,7	52,1	45,2	55,7	3,47	1,56	1,42
Кукуруза	3,4	6,3	8,0	40,0	60,4	63,2	70,6	74,4	3,93	1,76	1,96
Кукуруза	3,5	6,6	6,7	40,9	61,5	65,1	65,7	76,2	3,93	1,76	1,96
Подсолнечник	3,9	6,0	6,8	9,8	15,8	20,2	16,8	22,1	1,04	0,46	0,28
Озимая пшеница	29,0	40,7	47,3	27,4	43,2	49,8	45,7	54,6	3,47	1,56	1,42
Кукуруза	3,5	7,4	7,4	37,8	66,0	71,5	77,5	78,0	3,93	1,76	1,96
Кукуруза	3,5	6,7	7,4	37,2	59,3	67,9	72,0	81,5	3,93	1,76	1,96
Озимая пшеница	25,4	38,1	45,7	24,9	38,6	46,7	42,7	53,9	3,47	1,56	1,42
Продуктивность севооборота, ц з.е./га	14,4	22,4	25,5	28,7	44,3	50,1	49,2	56,3			

Рекомендуемые системы удобрения: минеральная и органо-минеральная в неорошаемых (богарных) условиях в среднем за 3 года исследований – 2015-2017 гг. – обеспечили урожайность озимой пшеницы Южанка и Чегет, равную продуктивности пшеницы в таких же вариантах орошаемого севооборота (статистически достоверно). Расчётные системы удобрения в орошаемом севообороте обеспечили прибавку урожайности культуры в сравнении с рекомендуемыми дозами.

Таблица 3

УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА В ОПЫТЕ 1948 Г. В 2017 Г., Ц/ГА

Влагообеспеченность	Варианты удобрений	Озимая пшеница Чегет	Кукуруза Стелла	Подсолнечник Донской крупноплод.	Люцерна Маньчжурская 2 лет польз.	Продуктивность 1 га, ц.з.е.
Без орошения	1. Без удобрений	28,8	3,5	3,9	41,2	14,4
	2. Рекомендуемая минеральная система удобрения N ₆₉ P ₆₃ K ₄₅	40,5	6,8	6,0	72,1	22,4
	3. Рекомендуемая органо-минеральная система удобрения – навоз 8 т/га +N ₄₄ P ₄₂ K ₂₄	47,9	7,4	6,8	78,9	25,5
Орошение, 75-80% НВ	4. Без удобрений	28,4	39,0	9,8	62,2	28,7
	5. Рекомендуемая минеральная система удобрения – N ₆₉ P ₆₃ K ₄₅	41,8	61,8	15,8	96,4	44,3
	6. Рекомендуемая органо-минеральная система удобрения – навоз 8 т/га + N ₄₄ P ₄₂ K ₂₄	49,5	66,9	20,2	108,8	50,1
	7. Расчетная минеральная система удобрения – N ₁₄₁ P ₆₈ K ₆₀	44,5	71,5	16,8	105,4	49,2
	8. Расчетная органо-минеральная система удобрения – навоз 15 т/га +N ₈₇ P ₃₆ K ₇	54,7	77,5	22,1	118,0	56,3
	НСР ₀₅ частных различий	3,47	3,93	1,04	1,82/3,47	
	НСР ₀₅ для орошения	1,56	1,76	0,46	0,81/1,55	
	НСР ₀₅ для удобрений и взаимодей.	1,42	1,96	0,28	1,28/2,45	
	Точность опыта, S _x , %	6,69	6,09	2,37	1,22/3,01	

Таблица 4

ВЛИЯНИЕ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ГОРОХА В ВАРИАНТАХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА 1979 Г., Ц/ГА, 2017 Г.

Варианты	Удобрения		Поле 1 – оз. пшеница Чегет		Поле 2 – горох Старт		Поле 3 – оз. пшеница Чегет		Продуктивность, ц з.е./га
	органические	минеральные	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	
1	0	О	39,6	0	30,2	0	24,2	0	35,4
2		НПК	49,7	10,1	36,2	6,0	43,9	19,7	48,1
3		1/2 НПК	48,1	8,5	34,0	3,8	38,5	14,3	44,7
4		1/3 НПК	43,8	4,2	31,2	1,0	34,2	10,0	40,6
5	Навоз 50 т/га 1 раз в 5 лет	О	46,5	6,9	31,4	1,2	25,6	1,4	38,7
6		НПК	59,7	20,1	36,9	6,7	46,5	22,3	52,6
7		1/2 НПК	56,6	17,0	34,3	4,1	44,2	20,0	49,6
8		1/3 НПК	54,2	14,6	32,2	2,0	36,6	12,4	45,3
9	Сидераты (рапс)	О	41,0	1,4	32,1	1,9	26,7	2,5	37,5
10		НПК	54,0	14,4	36,8	6,6	47,0	22,8	50,8
11		1/2 НПК	50,6	11,0	34,2	4,0	42,4	18,2	47,0
12		1/3 НПК	46,5	6,9	31,9	1,7	36,0	11,8	42,4
13	Солома	О	47,0	7,4	32,2	2,0	27,2	3,0	39,8
14		НПК	55,4	15,8	38,1	7,9	47,2	23,0	52,0
15		1/2 НПК	51,1	11,5	35,1	4,9	42,4	18,2	47,5
16		1/3 НПК	48,1	8,5	32,9	2,7	37,6	13,4	43,9
17	Навоз + солома + сидераты	О	52,9	13,3	33,4	3,2	28,1	3,9	42,6
18		НПК	59,6	20,0	38,5	8,3	48,7	24,5	54,1
19		1/2 НПК	56,7	17,1	34,9	4,7	43,6	19,4	49,7
20		1/3 НПК	55,0	15,4	34,5	4,3	37,5	13,3	46,9
	НСР ₀₅ для частных различий		1,93		1,15		1,15		
	НСР ₀₅ для органических удобрений		0,96		0,58		0,56		
	НСР ₀₅ для минеральных удобрений и взаимодействия		0,84		0,51		0,52		
	Точность опыта, S _x %		3,53		1,79		1,74		

Наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы Чегет – 53,9-55,7 ц/га и Южанка – 55,1 – 57,0 ц/га, в зависимости от предшественника, получена по расчётным органоминеральным дозам удобрения, направленным на воспроизводство почвенного плодородия. Лучшим предшественником в 2016 году для озимой пшеницы оказалась кукуруза, что достоверно статистически. В 2017 году большая урожайность озимой пшеницы достигнута по предшественникам люцерна и подсолнечник.

В опыте 1979 года несомненное преимущество как предшественник имел горох. Урожайность озимой пшеницы Чегет в контрольном варианте без удобрений по гороху превосходила в 1,6 раза продуктивность пшеницы в контроле по кукурузе. Также различия усугубили другие обстоятельства: более поздний посев пшеницы по кукурузе, худшая подготовка почвы.

Таблица 5

СРЕДНЯЯ УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВОБОРОТА В ОПЫТЕ 1948 Г.
ЗА ТРИ ГОДА ИССЛЕДОВАНИЙ – 2015-2017 ГГ., Ц/ГА

Влагообеспеченность	Варианты удобрений	Озимая пшеница Чегет	Кукуруза Стелла	Подсолнечник Донской крупноплод.	Люцерна Манычская 2 лет польз.	Продуктивность 1 га, ц.з.е.
Без орошения	9. Без удобрений	26,8	9,3	8,9	43,8	16,7
	10. Рекомендуемая минеральная система удобрения – N ₆₉ P ₆₃ K ₄₅	46,6	19,9	12,4	72,4	29,5
	11. Рекомендуемая органо-минеральная система удобрения – навоз 8 т/га +N ₄₄ P ₄₂ K ₂₄	51,2	25,0	14,4	81,5	33,6
Орошение, 75-80% НВ	12. Без удобрений	27,0	36,8	12,8	63,4	28,1
	13. Рекомендуемая минеральная система удобрения – N ₆₉ P ₆₃ K ₄₅	46,1	63,3	18,6	104,4	47,3
	14. Рекомендуемая органо-минеральная система удобрения – навоз 8 т/га + N ₄₄ P ₄₂ K ₂₄	51,7	71,0	21,8	118,2	54,9
	15. Расчетная минеральная система удобрения – N ₁₄₁ P ₆₈ K ₆₀	49,9	78,1	21,4	118,8	55,0
	16. Расчетная органо-минеральная система удобрения – навоз 15 т/га +N ₈₇ P ₃₆ K ₇	57,6	87,7	26,0	128,7	62,0

В опыте 1979 года определено, что рекомендуемая минеральная система удобрения (в 2015 под урожай 2016 г. – N₉₀P₆₀K₆₀) сформировала урожайность зерна озимой пшеницы Южанка 45,0 ц/га, в 2017 г. вследствие минеральных удобрений при этой системе (удобрения в опыте под урожай 2017 г. не вносились ввиду их отсутствия) позволило получить 43,9 и 49,7 ц/га зерна озимой пшеницы Чегет. Эффективность рекомендуемой минеральной системы удобрений при её сочетании с органическими ресурсами (последствием навоза, сидератами, соломой зерновых культур, при их комплексном применении) на 3,0, 3,8, 4,1, 6,8 ц/га больше, что способствовало получению урожаев зерна в 2016 г.: 48,0; 48,8; 49,1; 51,8 ц/га, а в 2017 г. по гороху: 59,7; 54,0; 55,4; 59,6 ц/га соответственно (табл. 4).

В 2016 и 2017 гг. отмечено меньшее влияние биологических ресурсов на формирование урожая полевых культур в связи с длительным их неприменением по организационным, климатическим, техническим и экономическим причинам при отсутствии, например, требуемого количества навоза и техники для его внесения. Имеет место уменьшение положительного эффекта изучаемых биоресурсов, в предыдущие годы положительное влияние на формирование урожая полевых культур было более значимым. В 2016 году последствие применяемой органики статистически достоверно увеличивало урожайность гороха. Уро-

жайность озимой пшеницы и кукурузы увеличилась достоверно лишь в варианте с использованием органических удобрений в комплексе. В 2017 году последствие биоресурсов достоверно для посева озимой пшеницы по гороху.

В опыте 1979 г. (табл. 4) наибольший урожай гороха, озимой пшеницы, кукурузы – в предыдущие годы исследований – получен в вариантах с применением рекомендуемых минеральных систем удобрения в сочетании с последствием и действием органических удобрений. Уменьшение рекомендуемых доз минеральных удобрений в 2 раза (1/2 РД) снизило урожайность культур орошаемого севооборота и его продуктивность на 9-10 % по сравнению с показателями урожайности при полной дозе удобрений. Уменьшение урожайности культур и продуктивности севооборота при внесении 1/3 от рекомендуемой дозы составило 17-18 %.

Наибольшая урожайность гороха Старт – 38,5 ц/га, озимой пшеницы Чегет – 59,6 ц/га и наибольшая продуктивность 1 севооборотного гектара – 54,1 з. ед. получена в 2017 году в исследовании 1979 года в варианте с применением рекомендуемой дозы минеральных удобрений в сочетании с комплексным применением всех изучаемых в опыте биоресурсов (табл. 4, б).

В опыте 1948 г. наибольшая урожайность озимой пшеницы Чегет – 54,7 ц/га, кукурузы Стелла СВ – 77,5 ц/га, подсолнечника Донской крупноплодный – 22,1 ц/га, люцерны 1-го и 2-го года Манычская – 118,0 ц/га и планируемая продуктивность севооборота – 56,3 ц/га отмечены в 2017 году в орошаемом севообороте при применении расчётной органо-минеральной системы удобрения (навоз 15 т/га + N₈₇P₃₆ K₇) (табл. 2, 3).

Таблица 6

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗВЕНА СЕВОБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАБОРА КУЛЬТУР И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ВАРИАНТАХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА 1979 Г., Ц З. ЕД./ГА

Варианты	Удобрения		2015 г. 1 поле – оз. пшеница 2 поле – кукуруза 3 поле – оз. пшеница	2016 г. 1 поле – горох 2 поле – оз. пшеница 3 поле – кукуруза	2017 г. 1 поле – оз. пшеница 2 поле – горох 3 поле – оз. пшеница	Среднее
	органические	минеральные				
1	0	0	28,0	26,3	35,4	29,9
2		НРК	43,1	41,1	48,1	44,1
3		1/2 НРК	38,6	37,8	44,7	40,4
4		1/3 НРК	34,4	34,2	40,6	36,4
5	Навоз, 50 т/га (1 раз в 5 лет) последствие	0	32,2	27,3	38,7	32,7
6		НРК	43,9	43,4	52,6	46,6
7		1/2 НРК	40,5	39,8	49,6	43,3
8		1/3 НРК	36,7	35,5	45,3	39,2
9	Сидераты	0	31,7	27,1	37,5	32,1
10		НРК	44,2	42,9	50,8	46,0
11		1/2 НРК	40,6	39,6	47,0	42,4
12		1/3 НРК	36,5	36,0	42,4	38,3
13	Солома	0	32,9	27,8	39,8	33,5
14		НРК	48,1	44,3	52,0	48,1
15		1/2 НРК	43,1	41,3	47,5	44,0
16		1/3 НРК	40,1	37,5	43,9	40,5
17	Навоз + солома + сидераты	0	37,6	30,3	42,6	36,8
18		НРК	51,9	48,0	54,1	51,3
19		1/2 НРК	46,9	43,6	49,7	46,7
20		1/3 НРК	41,5	39,9	46,9	42,8

Анализируя продуктивность одного севооборотного гектара при длительном применении разных систем удобрения, можно заключить, что она отличается в вариантах опытов в 1,8-3,7 раза в сравнении с контролем – возделыванием сельскохозяйственных культур без удобрений. Значение показателей урожайности культур зернотравянопропашного севообо-

рота 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. За 3 года исследований, отличающихся по климатическим показателям, она равнялась 16,7 ц з. ед./га, изменяясь в неблагоприятные засушливые годы от 14,2 (2015 г.), 14,4 (2017 г.) до 21,4 ц з. ед./га во влажный год (2016 г.).

Без орошения эффективность применяемых систем удобрения невелика. При систематическом внесении рекомендуемых минеральных удобрений под культуры севооборота – $N_{69}P_{63}K_{45}$ в среднем за год ротации – за 2015-2017 гг. – прибавка продуктивности равнялась 12,8 ц/га з. ед. к контролю, или 76,6 %. Систематическое применение органо-минеральной системы удобрения (вариант 3) – навоз 8 т/га + $N_{44}P_{42}K_{24}$ – обеспечило прибавку продуктивности севооборота в среднем за 3 года (2015-2017 гг.) 16,9 ц з. ед./га, или 10-12 %.

Продуктивность 1 га зернотравянопропашного севооборота без применения удобрений в условиях орошения (опыт 1948 г.) за 3 года наблюдений составила 28,1 ц з. ед./га, 1 га зернопропашного севооборота (опыт 1979 г.) – 29,9 ц/га.

Орошение повысило эффективность рекомендуемых минеральной (вариант 5) и органо-минеральной (вариант 6) систем удобрения и увеличило среднегодовую продуктивность орошаемого севооборота в этих вариантах на 183,2 и 228,7 % по сравнению с контролем. Применение расчётных систем удобрения (табл. 5) – 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 229,3 и 271,3 % соответственно.

ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате научных исследований в 2015 – 2017 гг. установлено, что эффективность применения разных минеральных и органо-минеральных систем удобрения в условиях естественного водообеспечения и при орошении на черноземе обыкновенном карбонатном Центрального Предкавказья различается и зависит в большой степени от водного режима почвы.

Определено, что при оптимальном сочетании сопутствующих факторов эффективность изучаемых систем удобрения возрастает в 2-4 раза. Так, в богарном севообороте в 2016 году достигнута наибольшая продуктивность севооборота в сравнении с другими 7 влажными годами за 40 лет исследований (1970-2016 гг.) – 41,6 и 47,8 ц з. ед./га при среднем показателе продуктивности – 32,1 и 34,4 ц з. ед./га. При этом продуктивность севооборота без внесения удобрений и орошения равнялась 21,4 ц з. ед./га. Средняя продуктивность богарного неудобряемого севооборота во влажные годы составляла 20,1 ц з. ед./га.

Установлено, что уменьшение в 2 раза рекомендуемых доз минеральных удобрений снижает урожайность культур и продуктивность орошаемого севооборота на 9-10%. Внесение 1/3 от рекомендуемой дозы удобрений снижает урожайность культур и продуктивность севооборота на 17 – 18 % в сравнении со значениями при применении всей рекомендуемой дозы удобрений при всех изучаемых вариантах органического удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутовский Р.О. Деградация почвы: современное состояние проблемы // Фонд устойчивое развитие. 2010. № 3.

2. Фиатиев 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 сб. научных трудов. Нальчик, 1982. С. 16-20.

3. Беспанеев С.М., Хамуков В.Б. Совершенствование агрохимической службы в Кабардино-Балкарии. Нальчик, 2008. С. 39-47.

4. Бижоева Т.П. Комплексное использование средств химизации и биологических ресурсов при воспроизводстве плодородия орошаемого чернозема обыкновенного карбонатного в степной зоне Центрального Предкавказья // В сборнике научных докладов Всероссийской научно-практической конференции «Состояние почв Центрального Черноземья России и проблема воспроизводства их плодородия». Каменная степь, 23-24 июня 2015 г. С. 92-96.

5. 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 Федерации (к 70-летию Геосети). Москва, 2011. С. 352-368.

6. Лифаненкова Т.П., Бижоев Р.В., Бижоев М.В. Влияние длительного применения систем удобрения на плодородие чернозема обыкновенного карбонатного в условиях Центрального Предкавказья // Influence of Long-Term Application of Fertilizer Systems on Fertility of Ordinary Carbonate Chernozem in the Conditions of the Central Ciscaucasia International Scientific and Practical Conference “AgroSMART – Smart solutions for agriculture” The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences Pages, 2019. С. 415-426.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

8. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / Под общ. ред. акад. Паникова В.Д. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т удобрений и агропочвоведения им. Прянишникова Д.Н. М.: [б. и.], 1975. Часть 1. Методика проведения опытов и анализ почв. М.: ВАСХНИЛ, ВИУА, 1975. 168 с.

9. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / Подгот. В.Г. Минеевым и др. Часть 2. Программа и методы исследования почв. М.: ВАСХНИЛ, ВИУА, 1983. 172 с.

10. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / Подгот. Минеевым В.Г. и др. Часть 3. Анализ растений. М.: ВАСХНИЛ, ВИУА, 1985. 132 с.

REFERENCES

1. Butovsky R.O. *Degradatsiya pochvy: sovremennoye sostoyaniye problem // Fond ustoychivoye razvitiye* [Soil degradation: current state of the problem // Sustainable development fund]. No. 3. 2010.

2. Fiapshv B.Kh., Kumakhov V.I. *O pochvakh rayonov vzdelyvaniya kukuruzy v Kabardino-Balkarskoy ASSR* [On the soils of the areas of corn cultivation in the Kabardino-Balkarian Autonomous Soviet Socialist Republic] // *Voprosy povysheniya produktivnosti rasteniyevodstva v predgor'yakh Tsentral'noy chasti Severnogo Kavkaza. Mezhvuzovskiy sb. nauchnykh trudov* [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. 39-47.

4. Bizhueva T.P. *Kompleksnoye ispol'zovaniye sredstv khimizatsii i biologicheskikh resursov pri vosproizvodstve plodorodiya oroshayemogo chernozema obyknovennogo karbonatnogo v stepnoy zone Tsentral'nogo Predkavkaz'ya* [Complex use of chemicals and biological resources in the reproduction of the fertility of irrigated ordinary carbonate chernozem in the steppe zone of the Central Ciscaucasia] // *V sbornike nauchnykh dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sostoyaniye pochv Tsentral'nogo Chernozem'ya Rossii i problema vosproizvodstva ikh plodorodiya». Kamennaya step', 23-24 iyunya 2015 g.* [In the collection of scientific reports of the All-Russian scientific and practical conference "The state of soils of the Central Chernozem of Russia, and the problem of reproduction of their fertility" 23-24 June 2015 Kamennaya Steppe town]. 2015. Pp. 92-96.

5. Lifanenkova T.P., Bizhoyev R.V., Bizhoyev M.V. *Monitoring plodorodiya chernozema obyknovennogo pri dlitel'nom oroshenii i primenenii sistem udobreniya v agrolandshaftnom zemledelii Kabardino-Balkarii* [Fertility monitoring of ordinary chernozem during long-term irrigation and the use of fertilization systems in agro-landscape agriculture in Kabardino-Balkaria] // *Rezultaty dlitel'nykh issledovaniy v sisteme Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami Rossiyskiy Federatsiy (k 70-letiyu Geoseti)* [Results of long-term studies in the system of the Geographic network of experiments with fertilizers of the Russian Federation (to the 70th anniversary of the Geoset)]. M., 2011. Pp. 352-368.

6. 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* [The influence of long-term use of fertilizer systems on the fertility of ordinary carbonate chernozem in the conditions of the Central Ciscaucasia] // *Influence of Long-Term Application of Fertilizer Systems on Fertility of Ordinary Carbonate Chernozem in the Conditions of the Central Ciscaucasia International Scientific and Practical Conference "AgroSMART – Smart solutions for agriculture"* The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences Pages, 2019. Pp. 415-426.

7. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment technique]. M.: Agropromizdat, 1985. 352 p.

8. *Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nykh opytakh s udobreniyami. Pod obshch. red. akad. Pannikova V.D.; Vsesoyuz. akad. s.-kh. nauk im. V.I. Lenina. Vsesoyuz. nauch.-issled. in-t udobreniy i agropochvovedeniya im. Pryanishnikova D.N. M.: [b. i.], 1975* [Guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers. Under general editorship of acad. Pannikova V.D.; All-Union. Academy of Agriculture n.a. Lenin. All-Union. scientific research. Institute of Fertilizers and Agrosoil Science. Pryanishnikova D.N. M.: [library issue], 1975] // Part 1. Technique of experiments and soil analysis / M.: VASKHNIL, VIUA, 1975. 168 p.

9. *Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nykh opytakh s udobreniyami* [Guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers] / Prepared by V.G. Mineev et al. Part 2. Program and methods of soil research. M.: VASKHNIL, VIUA, 1983. 172 p.

10. *Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nykh opytakh s udobreniyami* [Guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers] / Prepare Mineev V.G. and other Part 3. Analysis of plants. M.: VASKHNIL, VIUA, 1985. 132 p.

METHODS OF INTEGRATED USE OF MEANS OF CHEMISTRY AND BIOLOGICAL RESOURCES IN AGROTECHNOLOGY ON ORDINARY CHERNOZEM CARBONATE SOIL OF CENTRAL CISCAUCASIA*

T.P. BIZHOEVA, R.V. BIZHOEV, A.I. SARBASHEVA, R.A. GAZHEVA

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

Soil degradation is a common phenomenon in the world and Europe. Although soil quality can be improved through reclamation, most anthropogenic impacts (including agricultural activities, other land uses, recreational impacts, etc.) reduce soil quality, directly or indirectly causing soil degradation (Assessment, 2010). Soil degradation and loss of soil fertility is a chain reaction that is difficult to stop. It leads to a decrease in humus reserves and the amount of other nutrients - nitrogen, potassium, phosphorus, trace elements, an increase in soil acidity, and their overconsolidation. There is a deterioration in the structure and particle size distribution, waterlogging, salinization of soils, their destruction and loss as a result of water and wind erosion, as well as in the form of mechanical removal of the fertile layer during construction and mining operations. Often the problems associated with soil degradation are caused by non-compliance with crop cultivation technologies that ensure the preservation and improvement of soil fertility [1].

Soil is a special natural body. It represents a complex system that lives and develops according to its own laws. Therefore, fertility should be understood as the whole complex of soil properties and processes that determine the normal development of plants.

The main methods of increasing effective fertility include the rational use of organic and mineral fertilizers, liming and gypsum of soils, a processing system, irrigation and drainage, the introduction of scientifically based crop rotations, measures to combat erosion, the cultivation of the most productive varieties, etc.

The North Caucasian region is characterized by developed irrigated agriculture. Therefore, the determination of methods for regulating soil fertility, ensuring high productivity of crop rotations on irrigated lands and stable crop yields is one of the main tasks in the region. Carbonate chernozems occupy 5247 thousand hectares of irrigated land in it, which is 33% of the total arable land. In the Kabardino-Balkarian Republic, out of 322 thousand hectares of arable land, 127.5 thousand hectares are irrigated land, of which more than 50% are carbonate chernozems [2].

The analysis of the soil-agrochemical survey of lands showed that the humus content in the soils of the republic by 1960-1970, compared with 1921-1930, decreased by 20-40%. According to the materials of the next agrochemical survey, in 2006 220 thousand hectares of arable land in Kabardino-Balkaria had a low humus content in the soil. Over 40 years of observation, it decreased by 0.6% and averages 3.6%. The area of arable land with a very low amount of mobile phosphorus increased - up to 97 thousand hectares, with a very low and low content of exchangeable potassium - up to 23 thousand hectares [3].

Keywords: soil fertility, rainfed and irrigated crop rotations, removal of elements, organic and mineral fertilizers, productivity, productivity.

Работа поступила 11.10.2020 г.

* The work was carried out within the framework of the state task of the Institute of Agriculture KBSC RAS (No. 0212-2019-0255) “To establish, on the basis of the database, the effectiveness of the application of fertilization systems, methods of sustainable production of crop products of a given quantity, quality and fertility preservation of ordinary carbonate chernozem in specific agrolandscape conditions Central Ciscaucasia”.

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: bizhоеva49@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

Гажева Рада Анатольевна, м.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:

Bizhоеva Tamara Pavlovna, Candidate of Agricultural Sciences, Leading 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: bizhоеva49@mail.ru

Bizhоеv 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

Gazheva Rada Anatolyevna, Junior 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