

---

УДК 631.4:631.8

ББК 40.3

К 90

**Кумахов В.И.**

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии им. В.М. Кокова, тел. 89034904070, e-mail: kumakhov07@mail.ru*

**Алоев А.С.**

*Соискатель кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии им. В.М. Кокова, e-mail: kbgsha@rambler.ru*

**Воспроизводство почвенного плодородия в зависимости от удобрения,  
растительных остатков в севообороте на черноземе в предгорной зоне  
Кабардино-Балкарской республики  
(Рецензирована)**

**Аннотация**

*Исследуется оптимизация питания сельскохозяйственных культур и агрохимическое обоснование воспроизводства плодородия черноземов в зависимости от видов и доз удобрений, корневых и поверхностных остатков, баланса гумуса в почве.*

**Ключевые слова:** плодородие, почва, урожай, удобрение, корневые остатки, поверхностные остатки, уравнение регрессии, баланс гумуса.

**Kumakhov V.I.**

*Doctor of Agriculture, Professor of Department of Agriculture, Soil Science and Agrochemistry at Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy named after V.M. Kokov, ph. 89034904070, e-mail: kumakhov07@mail.ru*

**Aloev A.S.**

*Applicant for Candidate degree of Department of Agriculture, Soil Science and Agrochemistry at Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy named after V.M. Kokov, e-mail: kbgsha@rambler.ru*

**Reproduction of soil fertility depending on fertilizers and the vegetative  
remains in a crop rotation on the chernozem in a foothill zone  
of the Kabardino-Balkarian Republic**

**Abstract**

*The paper examines optimization of a food of crops and gives agrochemical substantiation of reproduction of chernozem fertility depending on types and doses of fertilizers, the root and superficial remains and on balance of humus in the soil.*

**Keywords:** fertility, soil, crop, fertilizer, root remains, superficial remains, regression equation, balance of humus.

**Введение**

Основатель агрономического почвоведения в нашей стране П.А. Костычев подчеркивал, что изучение почвы, обладающей особым качественным признаком плодородия, для нас является настоящей необходимостью, прежде всего, как среды развития растительной жизни и источника жизненных средств животных и человека [1].

Высказанные положения профессора Костычева П.А., основателя агрономического почвоведения, мы часто забываем, поэтому в настоящее время во многих сельскохозяйственных районах мы не достигаем простого воспроизводства почвенного плодородия. Воздействие человека на природную среду в процессе сельскохозяйственного произ-

---

водства с каждым годом возрастает, и на больших территориях оно уже превышает восстановительный процесс природы.

В научном издании «Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий» под редакцией В.Г. Сычова отмечается: целью программы «Плодородие» должно стать создание условий для увеличения объемов производства качественной сельскохозяйственной продукции на основе сохранения плодородия земель сельскохозяйственного назначения с использованием современных достижений науки, техники и передового опыта [2]. Программа должна решать следующие задачи: сохранение достигнутого уровня плодородия земель сельскохозяйственного назначения в системе земледелия; оптимизация баланса питательных веществ в почвах без отрицательного воздействия на все компоненты окружающей природной среды.

*Цель исследования:* установить с учетом антропогенного воздействия плодородие почв в настоящее время, выявить антропогенное воздействие на параметры плодородия почв и оценить влияние средств химизации на урожайность и воспроизводство почвенного плодородия.

В связи с этим перед нами были поставлены следующие *задачи*:

1. Уточнить с учетом антропогенного воздействия плодородие почв в настоящее время.
2. Установить исходное положение морфологических признаков основных типов почв предгорной зоны Кабардино-Балкарии.
3. Выявить антропогенное воздействие на параметры плодородия почв.
4. Обнаружить регионы с отрицательным балансом гумуса и питательных веществ.
5. Оценить влияние средств химизации на урожайность и качество урожая.
6. Установить среднегодовую потерю питательных веществ.

*Научная новизна.* Впервые в предгорной зоне Кабардино-Балкарии установлены параметры антропогенного воздействия на почвы, обнаружены регионы с отрицательным балансом гумуса и действие на агрохимические показатели и проблемы воспроизводства почвенного плодородия.

Исходя из требований рыночной экономики, принципов земельной собственности, необходимо разработать технологии использования минеральных и органических удобрений на различных почвах в краткоротационных севооборотах. При дороговизне минеральных удобрений и сложности заготовки органических удобрений возникает необходимость четкой разработки системы удобрений на конкретных почвах в краткоротационных севооборотах.

*Методы исследования:* гранулометрический состав по Качинскому с подготовкой почвы пиррофосфатом натрия; агрегатный анализ почв – методом Н.И. Саввинова; плотность почвы методом режущего кольца; плотность твердой фазы – пиктометрическим методом; рН водной вытяжки потенциометрически; подвижный фосфор по Мачигину; подвижный калий по Мачигину.

Агрохимическая характеристика опытного поля приводится в таблице 1. Почвенный покров опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый. Важным показателем любого типа почв является ее способность удовлетворять потребность растений в питательных веществах для формирования высокого урожая. Почвы опытного поля отвечают этим требованиям.

Содержание гумуса в пахотном горизонте 3,7%, запасы гумуса – 85,2 т/га, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 6,8). Содержание подвижного фосфора составляет 65,6 мг/100 грамм почвы, т.е. средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная – 112 мг/100 грамм почвы. По гранулометрическому составу данная почва относится к тяжелосуглинистым почвам. Содержание физической глины составляет 52,2%. По плотности почв (Л.А. Качинский) они относятся с поверхности к све-

жевспаханым, с глубины (40–50 см) – уплотненным (1,02–1,23 г/см<sup>3</sup>), порозность почв (51–56,1%) – удовлетворительным для пахотного слоя [3].

Таблица 1

Физико-химические свойства черноземов опытного участка

Генетические горизонты	Глубина взятия образца, см	Содержание гумуса, %	Запасы гумуса, т/га	РН водной вытяжки	Подвижный по Чирикову		Плотность, г/см <sup>3</sup>	Порозность в % от объема почвы	Структурный состав % 0,25 до 10 см просеиваний		Фактор дисперсности, %	Фактор структурности, %	Степень агрегатности
					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			сухое	мокрое			
A <sub>п</sub>	0–20	3,7	85,2	6,8	65,6	112	1,02	51,1	67,5	61,1	30,1	69,9	25,5
B <sub>1</sub>	40–50	1,8	10	7,0	55,3	102	1,22	56,1	25,3	74,0	36,7	63,2	12,2

По данным результатов микроагрегатного анализа почв в пахотном слое по профилю преобладают агрегаты фракций размером 0,05–0,01 мм и 0,25–0,05 мм, 41 и 24% соответственно; с глубины 0 в горизонте В содержание их несколько уменьшается – 47,2 и 20,9% соответственно. Порозность пахотного слоя неудовлетворительная [4].

При сухом просеивании в пахотном слое и горизонте В преобладают агрегаты фракций размером 1–2 мм и 5–10 мм (соответственно 28,0 и 19,0–21,0%); при мокром просеивании в пахотном слое преобладают фракции размером менее 0,25 мм (37,1%), в горизонте В количество их несколько увеличивается с 41,6, кроме того, в пахотном слое отмечается большое количество фракций с размером 0,25–0,5 мм (33,2%), в горизонте В количество их несколько уменьшается (25,8%). Структурное состояние пахотного и подпахотного слоев хорошее. Исследования проводились в 5-польном севообороте (табл. 2).

Таблица 2

Схема опыта пятипольного севооборота

Схема опыта	Удобрения
Люцерна 1 года	N <sub>35</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>
Люцерна 2 года	P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>
Озимая пшеница	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>
Кукуруза на зерно	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> + 30 т навоза
Озимая пшеница	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>40</sub>

Полевые опыты проводились общепринятыми методами и сопровождалась необходимыми учетами и наблюдениями.

**Результаты исследования**

Урожай озимой пшеницы в значительной степени зависит от предшественников и систем применяемых удобрений. Одним из лучших предшественников являются многолетние травы. Систематическое применение удобрений приводит к изменению пищевого режима почвы, ее агрохимических и биологических свойств. Изменение этих свойств в комплексе с погодными условиями сказалось как на уровне возделываемых культур, так и на качестве основной продукции. Анализ урожайности указывает, что они стабильно выше, чем статистические, и на вариантах без удобрения. Урожайность на 2-х полях севооборота колеблется от 40,3–45 ц/га. Таким образом, внесение полного органо-минерального удобрения в севообороте значительно повышает урожайность

озимой пшеницы. Высокое действие на урожай озимой пшеницы на черноземах оказывает предшественник и удобрения. Удобрения повышали урожайность озимой пшеницы на 4,6 ц/га.

Озимая пшеница от всходов до полного кущения потребляет 30–40% азота, фосфора и калия от всего потребляемого количества. Исследования показали, что система удобрения оказывает неодинаковое воздействие на урожай и качество многолетних трав. Внесение повышенной дозы минеральных удобрений по эффективности приближалось к вариантам с максимальными дозами навоза. При применении умеренных и повышенных доз минеральных удобрений на фоне навоза наиболее эффективной оказалось первое, где навоз и минеральные туки взаимно дополняли друг друга и повышали урожай зеленой массы многолетних трав в севообороте. Таким образом, на первый план выдвигаются задачи эффективного использования органических и минеральных удобрений – основного фактора повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение их качества.

Кукуруза – одна из наиболее урожайных кормовых и зерновых культур в зоне черноземов. Кукуруза обладает огромными потенциальными возможностями для создания рекордных урожаев зерна и зеленой массы. Исследования показывают, что разные системы удобрения оказывают неодинаковые воздействия на урожай и качество кукурузы. В наших опытах на урожай кукурузы действуют не только удобрения, но и система удобрения. Так, на неудобренном варианте урожайность за три года составила 41,2, а на удобренном – 51,3 ц/га, прибавка составила 10,1 ц/га (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность культур в севообороте

Культура в севообороте	Урожайность без удобрений	Урожайность с внесением удобрений	Прибавка
Люцерна 1-го года	42,3	58,3	16
Люцерна 2-го года	52,4	57,3	4,9
Озимая пшеница	28,1	36,3	8,2
Кукуруза на зерно	41,2	51,3	10,1
Озимая пшеница	28,5	33,1	4,6

Природное плодородие почв образуется в результате непрерывно протекающих в этих почвах выветривания, метасоматоза и почвообразовательных процессов, которые развиваются за счет сил природы – солнечной радиации, гидротермических и атмосферных условий, растительных и животных макро- и микроорганизмов, населяющих почву, и других сил природы [5].

Баланс гумуса в почве в значительной мере определяется специализацией севооборота, свойствами почвы, системой удобрения и другими условиями. Так, при введении многолетних бобовых трав в севооборот усиливаются процессы гумификации за счет растительных остатков. Иногда этот агроприем позволяет достичь бездефицитного баланса гумуса. Интенсификация севооборота путем насыщения его пропашными культурами также обуславливает активизацию процессов минерализации гумуса. Для его воспроизводства в этом случае требуются повышенные дозы органических удобрений.

Для поддержания бездефицитного баланса гумуса при современной структуре посевных площадей требуется необходимое внесение органических удобрений.

Урожайность сельскохозяйственных культур тесно взаимосвязана с балансом гумуса в почве. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур приводит к увеличению растительных остатков, что положительно влияет на баланс гумуса.

Таблица 4

Количество растительных остатков, поступающих в почву под отдельные культуры в 5-м севообороте

Культуры севооборота	Дозы удобрений	Урожайность продукта, ц/га	Поверхностные остатки		Корневые остатки		Всего растительных остатков, ц/га
			уравнение регрессии	ц/га	уравнение регрессии	ц/га	
Многолетние травы 1-го года	N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	58,3	0,12×58,3+5,9	12,9	1,02×58,3+4,7	64,2	77,1
Многолетние травы 2-го года	P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	57,3	0,12×57,3+5,9	12,8	1,02×57,3+4,7	63,1	75,9
Озимая пшеница	N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	36,3	0,72×36,3+13,5	25,1	0,71×36,3+10,0	35,8	60,9
Кукуруза на зерно	N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + навоз 40 т	51,3	0,20×51,3+1,6	11,9	0,83×51,3+7,2	49,8	61,7
Озимая пшеница	N <sub>90</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	33,1	0,32×33,1+13,5	24,1	0,71×33,1+10,0	33,5	58,3

Таблица 5

Расчет баланса гумуса в почве

Культуры севооборота	Дозы удобрений	Урож., ц/га	Количество растительных остатков			Коэф-фициент гумификации	Внесено навоза, т/га	Образование гумуса за счет			Кол-во минерализован. гумуса	Баланс гумуса, т/га
			поверхн., ц/га	корнев., ц/га	всего, ц/га			раст. остат., т/га	навоза, т/га	всего, т/га		
Многолетние травы 1-го года	N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	58,3	12,9	64,2	7,7	0,25	–	1,92	–	1,92	0,60	+1,56
Многолетние травы 2-го года	P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	57,3	12,8	63,1	7,6	0,20	–	1,52	–	1,52	0,60	+1
Озимая пшеница	N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	36,3	25,1	35,8	6,0	0,20	–	1,2	–	1,2	1,35	+0,92
Кукуруза на зерно + 40 т навоза	N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + навоз 40 т	51,3	4,9	49,8	6,1	0,20	40	1,22	2,32	3,54	1,56	+1,92

---

Количество растительных остатков, поступающих в почву под отдельные культуры севооборота, приводятся в таблице 4. Самое большое количество растительных остатков накапливается под многолетние травы (75,9). За ним следует кукуруза на зерно, где вносили навоз 40 т/га–61,7 т/га, меньше всех растительных остатков под озимую пшеницу – 38,3 т/га. Количество корневых и растительных остатков рассчитывается по уравнениям регрессии (табл. 4).

На полях севооборота положительный баланс гумуса наблюдается на полях с многолетними травами (табл. 5) и на удобренном фоне под кукурузой на зерно, где вносили 40 т/га. Больше всего гумуса образовалось под кукурузой на зерно – 1,92. При сравнении баланса гумуса на полях с многолетними травами, кукурузой на зерно с внесением 40 т/га навоза преимущество баланса имеют кукуруза на зерно с внесением 40 т навоза.

### Выводы

В систему воспроизводства почвенного плодородия могут входить:

1. Достаточные запасы гумуса в почве, восполнение которого происходит за счет внесения органических удобрений и усиленного развития корневых систем растений.
2. Оптимальное содержание подвижных элементов питания для растений, создаваемое путем внесения минеральных и органических удобрений.
3. Мероприятия, позволяющие наиболее оптимально реализовать, использовать присущее данной почве плодородие и способствовать его увеличению.
4. Регулировать баланс органического вещества, используя посеvy многолетних бобовых трав и травосмеси с бобовыми и злаковыми компонентами.
5. Физический метод, направленный на изменение основных агрофизических свойств почвы: строение пахотного слоя, его плотность, пористость и структурное состояние.

### Примечания:

1. Костычев П.А. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1977.
2. Ефремов Е.Н., Сычов В.Г. Концепция программы агрохимических мероприятий на 2020 год // Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий (к 80-летию ВНИИА) / под ред. В.Г. Сычова. М.: ВНИИА, 2011. 232 с.
3. Ганжора Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению / под ред. проф. Н.Ф. Ганжора. М.: Агроконсалт, 2002. 280 с.
4. Кумахов В.И. Почвы Центрального Кавказа. Нальчик, 2007. 125 с.
5. Шевцов Н.И. Производительность почв в культуре современного богарного и орошаемого земледелия. М., 2008. 327 с.

### References:

1. Kostychev P.A. Selected works. M.: The USSR AS Publishing house, 1977.
2. Efremov E.N., Sychov V.G. The conception of the program of agrochemical actions for 2020 // Innovative solutions of regulation of fertility of agricultural grounds soils (to the 80 anniversary of VNIIA) / ed. by V.G. Sychov. M.: VNIIA, 2011. 232 p.
3. Ganzhora N.F., Borisov B.A., Baybekov R.F. Practical work on soil science / ed. by prof. N.F. Ganzhora. M.: Agrokonsalt, 2002. 280 p.
4. Kumakhov V.I. Soils of the Central Caucasus. Nalchik, 2007. 125 p.
5. Shevtsov N.I. Productivity of soils in the culture of modern dry and irrigated farming. M., 2008. 327 p.