УДК 631.582

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-80-83

Оригинальное исследование/Original research

Мамиев Д.М.

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», РСО — Алания, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1 Email: d.mamiev@mail.ru

Ключевые слова: травопольный севооборот, структура почвы, сельскохозяйственные культуры, кормовые единицы, переваримый протеин

Для цитирования: Мамиев Д.М. Эффективность травопольного севооборота в предгорной зоне РСО — Алания. Аграрная наука. 2021; 353 (10): 80–83.

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-80-83

Конфликт интересов отсутствует

Dmitry M. Mamiev

North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture — the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Science, RSO — Alania, Mikhailovskoye village, Williams st., 1 Email: d.mamiev@mail.ru

Key words: grass-field crop rotation, soil structure, agricultural crops, feed units, digestible protein

For citation: Mamiev D.M. Efficiency of grassfield crop rotation in the foothill zone of the RSO — Alania. Agrarian Science. 2021; 353 (10): 80–83. (In Russ.)

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-80-83

There is no conflict of interests

Эффективность травопольного севооборота в предгорной зоне **PCO** — Алания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Севообороты остаются ключевым звеном современных систем земледелия и решают весь комплекс задач по рациональному использованию земли, воспроизводству плодородия почвы, ее защите от эрозии, по охране окружающей среды и всего агроландшафта.

Методика. Полевые исследования проводились на выщелоченном черноземе с близким залеганием галечника в условиях лесостепной зоны PCO — Алания. Опыт размещен методом организованных повторений, повторность опыта трехкратная, варианты размещались методом пробных делянок, форма делянки прямоугольная. Общая площадь делянки — 240 м², учетная — 186 м². Закладку опытов, фенологические наблюдения, статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам, описанным в учебно-методическом руководстве Адиньяева Э.Д., Абаева А.А., Адаева Н.Л. (2013).

Результаты. В условиях предгорной зоны PCO — Алания изучаемые культуры травопольного севооборота оказывали положительное влияние на структурно-агрегатные свойства почвы, водопрочность почвенных агрегатов, а также на продуктивность и энергетический потенциал возделываемых культур. Наиболее благоприятно влияли на структуру почвы клевер и озимая пшеница, имеющие более продолжительный период вегетации, хорошо развитую корневую систему, обеспечивающие лучшую защиту почвы осенью и весной от разрушающего действия атмосферных осадков. Пропашные культуры в этом отношении имели низкую оценку. Особенно слабо выражена способность к структурообразованию у картофеля. В результате исследований установлено, что изучаемая почва обладает хорошим структурным состоянием, так как в ней содержится от 52,1 до 55,8% водопрочных агрегатов. Установлено, что объемная масса изменялась по всем культурам севооборота. К концу вегетации практически на всех вариантах наблюдалась тенденция увеличения величины объемной массы. В целом средняя плотность почвы под всеми культурами была оптимальной на протяжении всего периода исследований. Наибольший выход кормовых единиц был отмечен по вариантам: овес + клевер — $9,83\,\text{т/га}$, клевер — $9,49\,\text{т/га}$, кукуруза — $9,49\,\text{т/га}$. Больше переваримого протеина содержалось в урожае клеверов, остальные культуры находились примерно на одном уровне. Более продуктивно травяное звено, где сбор кормовых единиц и переваримого протеина достоверно превышал показатели пропашного звена (7,96 т/га — травяное звено и 6,33 т/га — пропашное).

Efficiency of grass-field crop rotation in the foothill zone of the RSO — Alania

ABSTRACT

Relevance. Crop rotations remain a key element of modern agricultural systems and solve the whole range of tasks for the rational use of land, the reproduction of soil fertility, its protection from erosion, the protection of the environment and the entire agricultural landscape.

Methodology. Field studies were conducted on leached chernozem with a close occurrence of pebbles in the conditions of the forest-steppe zone of the RSO — Alania. The experiment was placed by the method of organized repetitions, the repetition of the experiment is three-fold, the variants were placed by the method of trial plots, the shape of the plot is rectangular. The total area of the plot is $240 \, \mathrm{m}^2$, the accounting area is $186 \, \mathrm{m}^2$. The tab of experiments, phenological observations, and statistical processing of the obtained data were carried out according to the generally accepted methods described in the educational and methodological manual of Adinyaev E.D., Abaev A.A., and Adaev N.L. (2013).

Results. In the conditions of the foothill zone of the RSO — Alania, the studied crops of the grass-field crop rotation had a positive effect on the structural and aggregate properties of the soil, the water resistance of soil aggregates, as well as on the productivity and energy potential of the cultivated crops. Clover and winter wheat had the most favorable effect on the soil structure, having a longer growing season, a well-developed root system, providing better protection of the soil in autumn and spring from the destructive effects of atmospheric precipitation. Row crops in this respect had a low rating. The ability to form structures in potatoes is particularly weak. As a result of the research, it was found that the studied soil has a good structural condition, since it contains from 52.1 to 55.8% of water-bearing aggregates. It was found that the volume mass varied for all crops of the crop rotation. By the end of the growing season, almost all variants showed a tendency to increase the volume mass. In general, the average soil density under all crops was optimal throughout the study period. The highest yield of feed units was noted for the following variants: oats + clover — 9.83 t/ha, clover — 9.49 t/ha, corn — 9.49 t/ha. More digestible protein was contained in the clover crop, the rest of the crops were about the same level. The grass link is more productive, where the collection of feed units and digestible protein significantly exceeded the indicators of the rowed link (7.96 t/ha — grass link and 6.33 t/ha — rowed link).

Поступила: 14 сентября После доработки: 22 сентября Принята к публикации: 27 сентября Received: 14 September Revised: 22 September Accepted: 27 september

Введение

Важным резервом стабилизации земледелия, увеличения урожайности и валовых сборов зерна, кормов и технических культур является дальнейшее совершенствование структуры посевных площадей и севооборотов [1, 2, 3].

Современные условия сельскохозяйственного производства не позволяют в полной мере проводить весь комплекс приемов восстановления плодородия почвы [4, 5].

В системе севооборотов нового поколения предусматривается организация, проведение экономически и экологически безопасных, эффективных способов обработки почвы, формирование интегрированной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, рациональное использование органических и минеральных удобрений, а еще больше возрастает необходимость перехода к биологизированному и энергосберегающему земледелию [6, 7].

Севооборот является непременным условием правильного ведения земледелия. Это важнейшее агротехническое и организационно-экономическое средство в хозяйстве [8, 9].

В современных условиях высокая эффективность севооборотов не вызывает никакого сомнения; ведение земледелия без севооборотов — невозможно.

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в лесостепной зоне РСО — Алания в 2018-2020 гг. Почвы опытного участка представлены выщелоченными черноземами на галечнике, отличаются большим содержанием валовых и доступных запасов азота и фосфора. По содержанию подвижного калия они среднеобеспечены по сравнению с другими почвами. В пахотном слое содержится от 3,3% до 4.7% гумуса. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах нейтральная. Норма осадков, выпадающих за год, составляет 748 мм. Сезонная их динамика постепенно нарастает от зимы к лету, достигая максимума в июне (143 мм). В дальнейшем выпадение осадков снижается, достигая минимума в декабре — феврале (20-27 мм). Относительная влажность воздуха в зоне за вегетационный период составляет около 74%.

Закладку опытов, фенологические наблюдения, статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам, изложенным в учебно-методическом руководстве Адиньяева Э.Д., Абаева А.А., Адаева Н.Л. (2013) [10]. Для посева и посадки использовали сорта культур, внесенные в Госреестр по Северо-Кавказскому региону: овес — Валдин 765, клевер — Орлик, озимая пшеница — Баграт, картофель — Ароза, кукуруза — Краснодарский 291 АМВ.

> Таблица 1. Структурный состав почв под культурами севооборота, % (в среднем за 2018-2020 гг.)

•			•		. , .	•	•
P	Начало вегетации			Конец вегетации			Коэфф.
Вариант	> 10 mm	10-0,25 мм	< 0,25 мм	> 10 mm	10-0,25 мм	< 0,25 мм	структур- ности
Овес + клевер	25,13	67,89	6,98	24,18	72,19	3,63	2,59
Клевер	15,32	81,88	2,80	24,09	72,04	3,87	2,57
Озимая пшеница	13,46	78,53	8,01	28,69	70,22	1,09	2,35
Картофель	27,17	68,42	4,41	25,86	70,14	4,00	2,34
Кукуруза	49,56	48,53	1,88	25,01	69,28	5,71	2,25

лено, что в среднем за 3 года (табл. 1) под различными культурами на глыбистую структуру (в начале вегетации) приходилось от 13,46 (озимая пшеница) до 49,56% (кукуруза), на макроструктуру — от 48,53 до 81,88%, на агрегаты менее 0,25 мм — от 1,88 до 8,01%. Под кукурузу (в начале вегетации) на глыбистую фракцию приходилось 49,56%, а к концу вегетации данный показатель снизился на 25,01%; аналогичная картина складывалась и под картофелем. А под клевером и озимой пшеницей наблюдалась обратная закономерность: в начале вегетации глыбистая фракция составляла соответственно 15,32 и 13,46%, а к концу вегетации возросла до 24,09 и 28,69% соответственно (табл. 1).

К концу вегетации доля пылеватой фракции под озимой пшеницей (культура сплошного способа сева) сократилась с 8,01 до 1,09% и была наименьшей в опыте. Под культурами овес + клевер и клевер этот показатель был равен 3,63 и 3,87% соответственно (в конце вегетации), а в начале — 6,98 и 2,80%. Под картофелем доля пылеватой фракции сократилась с 4,41% (начало вегетации) до 4,00% (конец вегетации), а под кукурузой этот показатель возрастал: с 1,88 до 5,71%. Коэффициент структурности изменялся в пределах 2,25% (кукуруза) и 2,59% (овес + клевер).

Выявлено, что под культурой сплошного способа сева (озимая пшеница) преобладали фракции 10-7, 7-5, 5-3, 3-2, 2-1 мм, которые к концу вегетации увеличивались, а в посевах пропашных культур (картофель, кукуруза) преобладали фракции 2-1, 1-0,5, 0,5-0,25 мм, которые также к концу вегетации увеличивались, особенно в верхнем горизонте почвы (0-10 см). Следует отметить, что у пропашных культур при разрушении глыбистой структуры (0-10 см) увеличивались агрегаты фракций 2-1 и менее 0,25, а при увеличении доли мегаструктуры данные фракции уменьшались.

Доказано, что наиболее благоприятно влияли на структуру посевы клевера и озимой пшеницы, характеризующиеся более продолжительным периодом вегетации, хорошо развитой корневой системой, лучшей защитой почвы осенью и весной от разрушающего действия атмосферных осадков и талых вод и меньшей интенсивностью обработок в период вегетации. Пропашные культуры в данном отношении имели низкую оценку. Особенно слабо выражена способность к структурообразованию у картофеля, после которого в почве остается очень мало корней. Кроме того, при уборке урожая почва подвергается сильному механическому воздействию, происходит разрушение почвенных агрегатов, особенно при высокой или слишком низкой влажности почвы.

В севообороте четко проявилось влияние многолетних трав на водопрочность структурных агрегатов,

ства. Доказано, что структура почвы изменяется в зависимости от возделываемой сельскохозяйственной культуры. Изменение соотношения различных фракций почвы наблюдалось в динамике, как под культу-

рами, так и в слоях почвы. Установ-

Результаты исследований

Структура почвы — важный пока-

затель физического состояния плодородной почвы. Она определяет благоприятное строение пахотного слоя почвы, ее водные, физико-механические и технологические свой-

Table 1. Structural composition of soils under crop rotation crops, % (average for 2018–2020)

82

Таблица 2. Продуктивность звеньев севооборота, т/га (в среднем за 2018–2020 гг.)
Table 2. Productivity of crop rotation links, t/ha (average for 2018–2020)

Звено	Культура	Сбор кормовых единиц, т/га	Сбор переваримого протеина, т/га	
	Овес + клевер	9,83	1,48	
	Клевер	9,49	1,34	
Травяное	Озимая пшеница	4,56	0,39	
	Всего:	23,88	3,21	
	В ср. с 1 га	7,96	1,07	
	Картофель	3,17	0,36	
Пропошино	Кукуруза	9,49	0,48	
Пропашное	Всего:	12,66	0,84	
	В ср. с 1 га	6,33	0,42	

которые обладали большей устойчивостью к разрушению почвы в связи с лучшей ее гумусированностью. В результате исследований установлено, что изучаемая почва обладает хорошим структурным состоянием, так как в ней содержится от 52,1 до 55,8% водопрочных агрегатов.

Известно, что объемная масса почвы дает ориентировочное представление о сложении почвы, степени обеспеченности растений факторами жизни — пищей, водой, воздухом. Отклонение плотности сложения почвы от оптимума в сторону увеличения или уменьшения ухудшает условия жизни растений, снижает урожайность. Плотность сложения почвы зависит от механического состава почвы, содержания перегноя, строения и структурности почвы.

Установлено, что объемная масса изменялась по всем культурам севооборота в зависимости от срока и глубины взятия образца. К концу вегетации практически на всех вариантах наблюдалась тенденция увеличения величины объемной массы. В целом средняя плотность почвы под всеми культурами была оптимальной на протяжении всего периода исследований. Так, объемная масса в среднем за 2 года по варианту овес + клевер (в среднем в слое почвы 0–30 см) в начале вегетации составила 0,96 г/см 3 , в фазу интенсивного роста — 1,13 г/см 3 , а в конце вегетации — 1,21 г/см 3 . Данная тенденция прослеживается по всем культурам севооборота.

Известно, что важным физическим показателем плодородия почвы является строение пахотного слоя.

Установлено, что максимальное увеличение доли твердой фазы почвы в течение вегетации наблюдалось в посевах озимой пшеницы и кукурузы, что объясняется изменением плотности сложения. Наиболее высокие показатели общей пористости в начале вегетации отмечены под культурами: овес + клевер (57,5%), клевер (57,6%) и картофель (58,8%), а в конце вегетации — под клевером (57,1%) и картофелем (59,6%). В посевах многолетних трав твердая фаза в начале вегетации была на уровне 42,4-42,5%, а к концу вегетации она варьировала в пределах 42,9-43,5%. Показатель капиллярной пористости под этими культурами в начале вегетации колебался в пределах 44,8-46,0%, а в конце вегетации — 44,9-46,3%. Выявлено, что от начала вегетации к середине пористость увеличивалась. Это связано с развитием корневых систем растений, а также с поверхностными обработками в посевах пропашных культур. При снижении общей пористости сокращался объем как капиллярных, так и некапиллярных пор. С увеличением глубины объем твердой фазы возрастал, а пористость снижалась, особенно некапиллярная. С глубиной капиллярная пористость увеличивалась, некапиллярная уменьшалась. В целом исследуемая почва обладала оптимальным соотношением фаз почвы.

Установлено, что динамика нитратов под многолетними травами протекала следующим образом: начиная с марта количество нитратов постепенно уменьшалось до фазы цветения, что объясняется интенсивным нарастанием вегетативной массы. В фазу цветения количество нитратов значительно повысилось, и связано это с усилением процесса азотфиксации. После укоса культу-

ры количество их достигало максимума, а в дальнейшем, по мере нарастания вегетативной массы, потребление азота увеличивалось, а содержание нитратов в почве постепенно уменьшалось.

Решающее значение для оценки звеньев имеет их продуктивность, в частности, сбор кормовых единиц и переваримого протеина (табл. 2).

В таблице представлены показатели продуктивности исследуемых звеньев. Установлено, что наибольший выход кормовых единиц был отмечен по вариантам: 1 (овес + клевер — 9,83 т/га), 2 (клевер — 9,49 т/га), 5 (кукуруза — 9,49 т/га). Больше переваримого протеина содержалось в урожае клеверов, остальные культуры находились примерно на одном уровне. Низкой продуктивностью по этому показателю отличались посевы озимой пшеницы и посадки картофеля, соответственно 0,39 и 0,36 т/га (табл. 2). Более продуктивно травяное звено, где сбор кормовых единиц и переваримого протеина достоверно превышал показатели пропашного звена. Так, сбор кормовых единиц (в среднем с 1 га) составил 7,96 т/га (травяное звено), а с пропашного -6,33 т/га. Аналогичные показатели по сбору кормовых единиц составили 1,07 и 0,42 т/га.

Выводы

Наиболее благоприятно влияли на структуру почвы клевер и озимая пшеница. Пропашные культуры в этом отношении имели низкую оценку. Особенно слабо выражена способность к структурообразованию у картофеля.

Изучаемая почва обладает хорошим структурным состоянием, так как в ней содержится от 52,1 до 55,8% водопрочных агрегатов.

Объемная масса изменялась по всем культурам севооборота в зависимости от срока и глубины взятия образца. По варианту овес + клевер (в среднем в слое почвы 0–30 см) она в начале вегетации составила 0,96 г/см³, в фазу интенсивного роста — 1,13 г/см³, а в конце вегетации — 1,21 г/см³. Такая тенденция прослеживалась по всем культурам севооборота.

Наибольший выход кормовых единиц был отмечен по вариантам: овес + клевер — 9,83 т/га, клевер — 9,49 т/га, кукуруза — 9,49 т/га. Больше переваримого протеина содержалось в урожае клеверов, остальные культуры находились примерно на одном уровне. Более продуктивно травяное звено, где сбор кормовых единиц и переваримого протеина достоверно превышал показатели пропашного звена (7,96 т/га — травяное звено и 6,33 т/га — пропашное).

ЛИТЕРАТУРА.

- 1. Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Мисик Н.А., Мамиев Д.М., Кучиев С.Э., Доева Л.Ю., Тедеева А.А., Кокоев Л.П., Шалыгина А.А. Схемы почвозащитных севооборотов в горных условиях РСО-Алания. Владикавказ. 2010. 28с.
- 2. Plotnikov A.M., Sozinov A.V. Economic efficiency of mineral fertilizers use in grain and steam crop rotation. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. C. 012210.
- 3. Терентъев О.В. Воспроизводство плодородия почвы в зерновых севооборотах в Среднем Поволжье. *Достижения науки и техники АПК*. 2007. № 1. С. 48.
- 4. Migulev P.I., Androshchuk V.S., Akimov A.A., Tyulin V.A., Sutyagin V.P. Short crop rotation productivity with adaptive agricultural technologies. *Journal of Critical Reviews*. 2020. T. 7. № 9. C. 1047-1051.
- 5. OlssonS., Alstrom S. Characterisation of bacteria in soils under barley monoculture and crop rotation. *Soil Biology and Biochemistry*. 2000. T. 32. № 10. C. 1443-1451.
- 6. Соловиченко В.Д., Самыкин В.Н. Плодородие почвы и продуктивность выращиваемых культур при разных типах севооборотов, способах обработки почв и уровней удобренности. Достижения науки и техники АПК. 2006. № 8. С. 21-23.
- 7. Середа Н.А., Тарасов А.Л. Воспроизводство плодородия выщелоченного чернозема в севооборотах с сидеральным паром и многолетними травами. *Достижения науки и техники АПК*. 2007. № 11. С. 14-16.
- 8. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Тедеева А.А., Кучиев С.Э. Разработка адаптивно-ландшафтной системы земледелия для предгорной зоны РСО-Алания. Известия Горского государственного аграрного университета. 2012.Т. 49. №4. С.79-83.
- 9. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Шалыгина А.А. Усовершенствованная структура посевных площадей и севооборотов для предгорной зоны РСО-Алания. Известия Горского государственного аграрного университета. 2014.Т. 51. №1. С.32-36.
- 10. Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Адаев Н.Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. Владикавказ, 2013. 651с.

ОБ АВТОРАХ:

Дмитрий Маирбекович Мамиев, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

REFERENCES

- 1. Adinyaev E. D., Abaev A. A., Misik N. A., Mamiev D. M., Kuchiev S. E., Doeva L. Yu., Tedeeva A. A., Kokoev L. P., Shalygina A. A. Schemes of soil-protective crop rotations in mountain conditions of the RSO-Alania. Vladikavkaz. 2010. 28p. (In Russ.)
- 2. Plotnikov A.M., Sozinov A.V. Economic efficiency of mineral fertilizers use in grain and steam crop rotation. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. p. 012210
- 3. Terentyev O. V. Reproduction of soil fertility in grain crop rotations in the Middle Volga region. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* 2007. No. 1. p. 48. (In Russ.)
- 4. Migulev P.I., Androshchuk V.S., Akimov A.A., Tyulin V.A., Sutyagin V.P. Short crop rotation productivity with adaptive agricultural technologies. *Journal of Critical Reviews.* 2020. Vol. 7. No. 9. pp. 1047-1051.
- 5. OlssonS., Alstrom S. Characterisation of bacteria in soils under barley monoculture and crop rotation. *Soil Biology and Biochemistry*. 2000. Vol. 32. No. 10. pp. 1443-1451.
- 6. Solovichenko V. D., Samykin V. N. Soil fertility and productivity of cultivated crops under different types of crop rotations, methods of soil treatment and fertilization levels. *Achievements of science and technology of the Agroindustrial Complex.* 2006. No. 8. pp. 21-23. (In Russ.)
- 7. Sereda N. A., Tarasov A. L. Reproduction of fertility of leached chernozem in crop rotations with sideral steam and perennial grasses. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* 2007. No. 11. pp. 14-16. (In Russ.)
- 8. Mamiev D. M., Abaev A. A., Tedeeva A. A., Kuchiev S. E. Development of an adaptive landscape system of agriculture for the foothill zone of the RSO-Alania. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. T. 49. No. 4. p. 79-83. (In Russ.)
- 9. Mamiev D. M., Abaev A. A., Shalygina A. A. Improved structure of sown areas and crop rotations for the foothill zone of the RSO-Alania. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. T. 51. No. 1. p. 32-36. (In Russ.)
- 10. Adinyaev E. D., Abaev A. A., Adaev N. L. Educational and methodological guide for conducting research in agronomy. Vladikavkaz, 2013. 651p. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Dmitry Mairbekovich Mamiev, Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Производители минеральных удобрений положительно оценивают экспортные квоты

Квоты на экспорт минеральных удобрений позволят повысить надежность обеспечения внутреннего рынка и снять обеспокоенность российских аграриев относительно обеспеченности минеральными удобрениями под весенний сев, считают в Российской ассоциации производителей удобрений.

Как отметил исполнительный директор Ассоциации Максим Кузнецов, своим решением ввести квоты пра-

вительство фактически закрепило существующее распределение минеральных удобрений между внутренним и зарубежными рынками. Поэтому, по его мнению, не ожидается, что эта квота негативно отразится на загрузке производственных мощностей, которая сейчас близка к 100%. Производство удобрений растет – в январе-сентябре, по данным Росстата, рост составил 5.6%.

С другой стороны, квотирование экспортных поставок поддержит благоприятную конъюнктуру на глобальных рынках, поэтому в стоимостном выражении российский несырьевой неэнергетический экспорт только выиграет.