

Д.М. Мамиев

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства — филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», с. Михайловское, Республика Северная Осетия — Алания, Россия

✉ d.mamiev@mail.ru

Поступила в редакцию:
28.03.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
27.09.2023

Dmitry M. Mamiev

North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture — branch of the Federal Center «Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Mikhailovskoye village, Republic of North Ossetia — Alania, Russia

✉ d.mamiev@mail.ru

Received by the editorial office:
28.03.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
27.09.2023

Агрофизические свойства почвы в зависимости от культур травопольного севооборота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Агрофизическое состояние почвы имеет важное значение для успешного развития сельскохозяйственного производства.

Цель исследования — изучить влияние культур травопольного севооборота на агрофизические, биологические свойства почвенного плодородия и продуктивность культур в лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания.

Методика. Исследования проводились в 2020–2022 гг. в полевом стационарном севообороте в условиях лесостепной зоны Республики Северная Осетия — Алания. Почва опытного участка представлена черноземами, выщелоченными на галечнике. Закладка опытов, фенологические наблюдения, статистическая обработка полученных данных проводились по общепринятым методикам.

Результаты. Установлено, что в начале вегетации глыбистая фракция под культурами севооборота изменялась от 13,34 до 49,45%, в макроструктуре — от 48,42 до 81,77%, на агрегат толщиной 0,25 мм — от 1,77 до 7,99%. К концу вегетации доля пылеватой фракции под озимой пшеницей сократилась с 8,01 до 1,09%. Коэффициент структурности варьировал от 2,22% (кукуруза) до 2,49% (овес + клевер). Исследования показали, что изучаемая почва имеет хорошую структуру, так как в ней содержится от 46 до 66,2% водопропрочных агрегатов. На посевах овес + клевер (в среднем (0–30 см) слое почвы) плотность почвы была 0,95 г/см³ в начале вегетационного периода, 1,19 г/см³ — в период интенсивного роста, 1,22 г/см³ — в конце вегетации. Более продуктивны травяные звенья, где сбор кормовых единиц (16,37 т/га) превышает показатели пропашного звена на 1,98 т/га. В целом обменная энергия травопольного звена севооборота на 2,17 ГДж/га больше пропашного и составила 13,43 ГДж/га.

Ключевые слова: травопольный севооборот, сельскохозяйственные культуры, плотность почвы, структурно-агрегатный состав почвы, биологическая активность почвы, продуктивность, энергетическая эффективность

Для цитирования: Мамиев Д.М. Агрофизические свойства почвы в зависимости от культур травопольного севооборота. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 84–87. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-84-87>

© Мамиев Д.М.

Agrophysical properties of soil depending on crops of grass field crop root summary

ABSTRACT

Relevance. The agrophysical state of the soil is essential for the successful development of agricultural production. The purpose of the study is to study the influence of grass-field crop rotation on the agrophysical, biological properties of soil fertility and crop productivity in the forest-steppe zone of North Ossetia — Alania.

Methodology. The studies were carried out in 2020–2022 in the field stationary crop rotation of the in the conditions of the forest-steppe zone of the North Ossetia — Alania. The soil of the experimental plot is represented by leached chernozems on pebbles. Bookmarking experiments, phenological observations, statistical processing of the data obtained was carried out according to generally accepted methods.

Results. It was found that at the beginning of the growing season, the lumpy fraction under crop rotation varied from 13.34 to 49.45%, in the macrostructure — from 48.42 to 81.77%, for an aggregate 0.25 mm thick — from 1.77 up to 7.99%. By the end of the growing season, the proportion of dusty fraction under winter wheat decreased from 8.01 to 1.09%. The structural coefficient varied from 2.22% (corn) to 2.49% (oats + clover). Studies have shown that the studied soil has a good structure, since it contains from 46.0 to 66.2% of water-stable aggregates. On crops of oats + clover (average (0–30 cm) soil layer), the soil density was 0.95 g/cm³ at the beginning of the growing season, 1.19 g/cm³ — during the period of intensive growth, 1.22 g/cm³ — in the end of the growing season. This trend is manifested in all crop rotation crops. It should be noted that grass links are more productive, where the collection of fodder units (16.37 t/ha) exceeds the indicators of the tilled link by 1.98 t/ha. In general, the exchange energy of the grass-field link of the crop rotation turned out to be 2.17 GJ/ha more than the tilled one and amounted to 13.43 GJ/ha.

Key words: grass-field crop rotation, agricultural crops, soil density, structural-aggregate composition of soil, soil biological activity, productivity, energy efficiency

For citation: Mamiev D.M. Agrophysical properties of soil depending on crops of grass field crop root summary. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 84–87 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-84-87>

© Mamiev D.M.

Введение/Introduction

В настоящее время в структуре севооборотов Республики Северная Осетия — Алания основное место занимают экономически выгодные культуры: в степной зоне — озимая пшеница, в предгорной — кукуруза на зерно и частично картофель. Ежегодное возделывание этих культур приводит к ухудшению агрофизических свойств почв и их истощению, поэтому севооборот необходимо конструировать, а не просто организовывать и использовать [1, 2].

Севообороты входят в систему земледелия. В агрономии среди агротехнических приемов севооборотов играют первостепенную роль. Культура земледелия с каждым годом повышается на фоне научного применения минеральных удобрений, регуляторов роста, качественной обработки почвы, защиты растений от временного воздействия вредителей, болезней, вредителей и сорняков [3, 4].

При правильном чередовании сельскохозяйственных культур ежегодно повышается урожайность. Научно обоснованная структура посевных площадей является основой севооборотов. В севооборотах, в которых чередуются пропашные культуры с культурами сплошного сева, уменьшение нитратов связано с потреблением их культурами и разложением корневой системы [5].

В значительной степени агрофизические свойства почвы составляют ее плодородие. Основной показатель состояния почвы — ее плотность. Плотность почвы влияет на водный, воздушный и тепловой режим почвы, на интенсивность микробиологических процессов в почве и в конечном итоге на урожайность [6, 7].

Причина невысоких урожаев сельскохозяйственных культур — их возделывание на уплотненной почве, которая зависит от влажности почвы, нарушения обмена почвенного и атмосферного воздуха, кислородного баланса в почве, что затрудняет дыхание корней. При увеличении плотности почвы урожайность сельскохозяйственных культур снижается из-за недостатка кислорода в почве и избытка углекислого газа, в результате чего снижается активность почвы [8, 9].

Физическое состояние почвы определяется тем, что при благоприятном водно-воздушном режиме усиливается развитие микроорганизмов в почве, которые способствуют усвоению питательных веществ и (для растений) улучшают условия питания [10, 11].

В связи с этим актуальной задачей в современном сельскохозяйственном производстве является разработка эффективных и высокопродуктивных севооборотов.

Цель исследования — выявить действие культур травопольного севооборота на физические, биологические показатели почв и на продуктивность культур в лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания.

Задачи исследования — изучить структурно-агрегатный состав почвы, определить объемную массу, пористость почвы под культурами севооборота, выявить общую биологическую активность почвы и действие культур севооборота на их урожайность.

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

Исследования проводились в 2020–2022 гг. в полевом стационарном севообороте Северо-Кавказского

научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства — филиала Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» в условиях лесостепной зоны Республики Северная Осетия — Алания.

Почва опытного участка представлена черноземами, выщелоченными на галечнике, отличается большим содержанием валовых и доступных запасов азота и фосфора. По содержанию подвижного калия — среднеобеспечена (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 — около 74%.

Схема опыта

1. Овес + многолетние травы (на зеленую массу).
2. Многолетние травы (на зеленую массу).
3. Озимая пшеница.
4. Картофель.
5. Кукуруза.

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 полевых опытов и статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Методике полевого опыта¹ с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel (США).

Плотность почвы определяли согласно ГОСТ 5180-2015². Структурно-агрегатный состав почвы и водопрочность агрегатов проводили методом сухого и мокрого просеивания по Н.И. Саввинову⁴, общую биологическую активность почвы — по методике Е.Н. Мишустина, А.Н. Петровой⁴, методом разложения льняного полотна. Степень распада и убыли сухого веса льняной ткани учитывали через каждые 30 (1-й срок), 60 (2-й срок), 90 (3-й срок) дней.

Уборка урожая осуществлялась ручным способом.

Обменную энергию определяли расчетным методом, используя коэффициенты, предложенные Ж. Аксельсоном³.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания изучено влияние культур травопольного севооборота на агрофизические, биологические свойства и продуктивность культур.

Одно из основных морфологических свойств почвы — ее структура. Она определяет состояние структуры пахового слоя, его водные, физико-механические и технологические свойства. Структура почвы определяется взаимосвязью различных размеров почвенных агрегатов. Отмечается, что структура почвы изменяется в зависимости от выращивания сельскохозяйственных культур [12].

¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по Требованию. 2013; 349.

² ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

³ Махаев Е.А., Первов Н.Г., Пузанова В.В., Аникин А.С. Методика расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ. Дубровицы. 2008; 30.

⁴ Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Адаев Н.Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии // Владикавказ. 2013; 649.

В начале вегетационного периода глыбистая фракция под культурами севооборота изменялась от 13,34 до 49,45%, в макроструктуре — от 48,42 до 81,77%, на агрегат толщиной 0,25 мм — от 1,77 до 7,99%. По кукурузе (в начале вегетационного периода) на долю глыбистой фракции вышло 49,45%, к концу вегетационного периода этот показатель снизился до 23,91%. Такая же тенденция наблюдалась и у картофеля. Между клевером и озимой пшеницей сложилась иная картина: в начале вегетации глыбистая фракция составила 15,21% и 13,35%, к концу вегетации она возросла на 23,98% и 28,58%. В конце вегетационного периода доля пылеватой фракции под озимой пшеницей снизилась с 7,96 до 1,05%, что стало самым низким показателем. Среди культур овес + клевер и клевер это значение составило, соответственно, 3,52% и 3,76% (в конце вегетации) и 6,87% и 2,69% (в начале вегетации). На посадках картофеля доля данной фракции снизилась с 4,3 до 3,89%. Пылеватая фракция на посевах кукурузы выросла с 1,77 до 5,6%. Коэффициент структурности варьировал от 2,22% (кукуруза) до 2,49% (овес + клевер).

На структуру почвы положительное влияние оказали посевы сплошного сева (клевер, озимая пшеница), а пропашные культуры (кукуруза, картофель) в этом отношении оценивались негативно.

Исследования показали, что изучаемая почва имеет хорошую структуру, так как в ней содержится от 46 до 66,2% водопрочных агрегатов. Объемная масса в зависимости от сроков и глубины взятия образцов почвы была разной по изучаемым культурам. Объемная масса к концу вегетационного периода увеличивалась. Средняя плотность почвы между всеми культурами была оптимальной в течение всего периода исследований.

За годы исследований на посевах овес + клевер (в среднем (0–30 см) слое почвы) плотность почвы была 0,95 г/см³ в начале вегетационного периода, 1,19 г/см³ — в период интенсивного роста, 1,22 г/см³ — в конце вегетации. Эта тенденция проявляется во всех культурах севооборота (табл. 1).

Установлено, что 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%, а в конце — 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

Рис. 1. Влияние культур севооборота на биологическую активность почвы в предгорной лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания, %

Fig. 1. The influence of crop rotation crops on the biological activity of the soil in the foothill forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia — Alania, %



Таблица 2. Продуктивность и энергетическая ценность культур севооборота в предгорной лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания

Table 2. Productivity and energy value of crop rotation crops in the foothill forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia — Alania

Вариант	Урожай, т/га	Сбор кормовых единиц, т/га	Обменная энергия, ГДж/га
Овес + клевер	26,4	5,28	3,96
Клевер	29,8	5,96	4,47
Озимая пшеница	4,20	5,33	4,75
Картофель	21,4	5,35	4,92
Кукуруза	4,90	5,59	6,34
НСР _{0,5}		0,12	0,35

общей пористости сокращался объем как капиллярных, так и некапиллярных пор.

Исследования биологических показателей плодородия выщелоченного чернозема показали, что на активность разложения целлюлозы влияют увлажнение, аэрация почвы, биология культуры, минеральные удобрения, особенности агротехники (рис. 1).

Установлено, что согласно шкале, оценивающей разложение целлюлозы, интенсивность разложения на выщелоченном черноземе слабая. Максимальная убыль льняной ткани за 90 суток экспозиции во все годы исследований отмечена под посевами пропашных культур (картофеля — 27%, кукурузы — 26,3%). Менее интенсивно разложение шло под посевами клевера второго года жизни (20,2%).

Итоговым показателем, определяющим эффективность различных полевых севооборотов, является урожайность культур, входящих в севооборот (табл. 2).

Зеленая масса овес + клевер составила 26,4 т/га, клевера 2-го года жизни — 29,8 т/га, урожай зерна озимой пшеницы — 4,2 т/га, кукурузы — 4,9 т/га, картофеля — 21,4 т/га.

Установлено, что наибольший выход кормовых единиц был отмечен по кукурузе (5,59 т/га) и на посевах клевера (5,96 т/га), на посевах овес + клевер сбор кормовых единиц составил 5,28 т/га, озимой пшеницы — 5,33 т/га, на посадке картофеля — 5,35 т/га.

Следует отметить, что более продуктивные травяные звенья, где сбор кормовых единиц (16,37 т/га) превышает показатели пропашного звена (на 1,98 т/га).

Таблица 1. Строение пахотного слоя почвы в лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания

Table 1. The structure of the arable soil layer in the forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia — Alania

Чередование культур	Пористость (начало вегетации), %			Пористость (конец вегетации), %		
	общая	капиллярная	некапиллярная	общая	капиллярная	некапиллярная
Овес + клевер	57,5	46,0	11,5	56,5	46,3	10,2
Клевер	57,6	44,8	12,8	57,1	44,9	12,2
Озимая пшеница	55,9	45,4	10,5	53,8	42,6	11,2
Картофель	58,8	40,1	18,7	59,6	40,0	19,6
Кукуруза	55,0	43,0	12,0	53,1	39,9	13,2

По обменной энергии возделываемых культур и звена севооборота преимущество имел травопольный. Наиболее высокие показатели обменной энергии в травопольном звене севооборота были по клеверу (4,47 ГДж/га), а в пропашном звене — по кукурузе на зерно (6,34 ГДж/га). В целом обменная энергия травопольного звена севооборота оказалась на 2,17 ГДж/га больше пропашного и составила 13,43 ГДж/га.

Выводы/Conclusion

Установлено, что в лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания наибольшее влияние

на агрофизические свойства почвы в пятипольном травопольном севообороте оказывали культуры сплошного сева (клевер и озимая пшеница), а пропашные культуры (кукуруза и картофель) уступают по данным показателям. Коэффициент структурности почвы варьировал от 2,22% (кукуруза) до 2,49% (овес + клевер).

Выявлено, что более продуктивны травяные звенья, где сбор кормовых единиц (16,37 т/га) превышает показатели пропашного звена (на 1,98 т/га). Обменная энергия травопольного звена севооборота оказалась на 2,17 ГДж/га больше пропашного и составила 13,43 ГДж/га.

Автор несет ответственность за работу, представленные данные и ответственность за плагиат.

The author is responsible for the work, the data presented and responsibility for plagiarism.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамиев Д.М., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А. Структура севооборотов для горной зоны Республики Северная Осетия — Алания в адаптивно-ландшафтном земледелии. *Научная жизнь*. 2014; (6): 72–76. <https://elibrary.ru/tlclgfl>
2. Кумсиев Э.И., Мамиев Д.М. Экологические проблемы горных ландшафтных экосистем Северного Кавказа. *Научная жизнь*. 2014; (4): 77–80. <https://elibrary.ru/tdvqnh>
3. Савенков В.П. Зависимость продуктивности и экономической эффективности плодосменного севооборота от различных систем основной обработки почвы. *Вестник КрасГАУ*. 2023; (1): 3–8. <https://elibrary.ru/aodxxy>
4. Чибис В.В. Особенности формирования полевых севооборотов для органического земледелия в условиях лесостепи Западной Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (5): 51–57. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-5-51-57>
5. Чебохачов Е.Я., Муртаев В.Н. Эффективность почвозащитной системы земледелия в условиях освоения залежных земель в Приенисейской Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2020; (4): 66–73. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-4-66-73>
6. Юшкевич Л.В., Чибис В.В. Особенности формирования полевых севооборотов в условиях лесостепи Западной Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2021; (9): 3–9. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-9-3-9>
7. Дмитриев Н.Н. Агроэкономическая эффективность плодосменных севооборотов с сидерацией и фитомелиорацией. *Вестник ИРГСХА*. 2020; 101: 14–22. <https://elibrary.ru/spbkeg>
8. Боинчан Б.П. Эффективность севооборотов и бессменных посевов в Республике Молдова. *Плодородие*. 2022; (1): 32–38. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.124.09>
9. Колмыков А.В. Севообороты как организационно-территориальная основа повышения эффективности использования земель. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2010; (3): 116–121. <https://elibrary.ru/zrvxun>
10. Карабутов А.П., Соловichenko В.Д., Никитин В.В., Навольнева Е.В. Воспроизводство плодородия почв, продуктивность и энергетическая эффективность севооборотов. *Земледелие*. 2019; (2): 3–8. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10201>
11. Винокуров И.Ю., Ильин Л.И., Коновалова Л.К., Чернов О.С., Корчагин А.А. Эффективность севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия на почвах Владимирского ополья. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(10): 54–56. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-11012>
12. Адиньяев Э.Д., Кучиев С.Э., Басиева Л.Ж. Динамика агрегатного состава почвы под различными культурами в горной зоне Северной Осетии. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2010; 47(2): 10–13. <https://elibrary.ru/nczpl>

ОБ АВТОРАХ

Дмитрий Маирбекович Мамиев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства — филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», d.mamiev@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6057-3511>

ул. Вильямса, 1, с. Михайловское, Республика Северная Осетия — Алания, 363110, Россия

REFERENCES

1. Mamiev D.M., Kumsiev E.I., Shalygina A.A. Structure of crop rotations for the mountain zone of the Republic of North Ossetia — Alania in adaptive and landscape agriculture. *Scientific life*. 2014; (6): 72–76 (In Russian). <https://elibrary.ru/tlclgfl>
2. Kumsiev E.I., Mamiev D.M. Ecological problems of mountain landscape ecosystems of North Caucasus. *Scientific life*. 2014; (4): 77–80 (In Russian). <https://elibrary.ru/tdvqnh>
3. Savenkov V.P. Dependence of crop rotation productivity and economic efficiency on various basic tillage systems. *Bulletin of KSAU*. 2023; (1): 3–8 (In Russian). <https://elibrary.ru/aodxxy>
4. Chibis V.V. The field crop rotations formation features for organic farming in the Western Siberia forest-steppe conditions. *Bulletin of KSAU*. 2022; (5): 51–57 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-5-51-57>
5. Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N. The efficiency of soil-protective system of farming in the development of fallow lands in the Yenisei Siberia. *Bulletin of KSAU*. 2020; (4): 66–73 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-4-66-73>
6. Yushkevich L.V., Chibis V.V. Field crop rotations formation features in the Western Siberia forest steppe. *Bulletin of KSAU*. 2021; (9): 3–9 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-9-3-9>
7. Dmitriev N.N. Agro-economic efficiency of fruit crop rotations with sideration and phytomelioration. *Vestnik IrGSCA*. 2020; 101: 14–22 (In Russian). <https://elibrary.ru/spbkeg>
8. Boinchin B.P. Efficiency of cropped rotations and permanent crops in the Republic of Moldova. *Plodородие*. 2022; (1): 32–38 (In Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.124.09>
9. Kolmykov A.V. Crop rotations as an organizational and territorial basis for improving the efficiency of land use. *Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*. 2010; (3): 116–121 (In Russian). <https://elibrary.ru/zrvxun>
10. Karabutov A.P., Solovichenko V.D., Nikitin V.V., Navolneva E.V. Reproduction of Soil Fertility, Productivity and Energy Efficiency of Crop Rotations. *Zemledelie*. 2019; (2): 3–8 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10201>
11. Vinokurov I.Yu., Ilyin L.I., Konovalova L.K., Chernov O.S., Korchagin A.A. Efficiency of Crop Rotations in Adaptive-Land-landscape Farming Systems in the Vladimir Opolie Region. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018; 32(10): 54–56 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-11012>
12. Adinyayev E.D., Kuchiev S.E., Basieva L.Zh. Dynamics of the aggregate composition of the soil under various crops in the mountainous zone of North Ossetia. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2010; 47(2): 10–13 (In Russian). <https://elibrary.ru/nczpl>

ABOUT THE AUTHORS

Dmitry Mairbekovich Mamiev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Department of Adaptive Landscape Agriculture, North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture — branch of the Federal Center «Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», d.mamiev@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6057-3511>

1 Williams Str., Mikhailovskoye village, Republic of North Ossetia — Alania, 363110, Russia