

Эффективность возделывания озимой пшеницы по различным стерневым фонам в агроландшафте зоны Центрального Предкавказья

Е. А. Менькина¹✉, Ю. А. Кузыченко¹

¹Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

✉E-mail: zzigen@list.ru

Аннотация. Результаты исследований посвящены оценке эффективности возделывания озимой пшеницы на различных таксономических элементах (таксонах) агроландшафта: окраине плакора (А1), коренном склоне ЮВ экспозиции (А2), нижней части коренного склона (А3), коренном склоне СВ экспозиции (А4) с применением системы стерневых фонов, включающих три варианта: оставление стерни (контроль); оставление стерни и растительных остатков; удаление стерни и растительных остатков в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. Почвы таксонов легкосреднесуглинистого гранулометрического состава, диапазон агрохимических показателей: гумус – 2,65–3,85 %; P₂O₅ – 15,7–21,1 мг/кг; K₂O – 127,5 – 189,8 мг/кг. Методом размерностей определена возможность по данным влажности и наличию растительных остатков прогнозирования относительной биологической активности почвы с учетом коэффициента адаптации С, полученного экспериментальным путем для определенного типа почвы. За годы исследований количество осадков ранневесеннего периода (марта) составило в среднем 58 мм, а поздневесеннего периода (мая) – 126 мм. Статистическая обработка экспериментальных данных биологической активности почвы по степени разложения льняного полотна при различном уровне увлажнения показала наибольшую биологическую активность в нижней части коренного склона (А3) – 35 %. Установлено существенное увеличение урожайности озимой пшеницы по фациальным элементам А2, А3 и А4 в сравнении с плакором (А1): 4,2; 14,3 и 5,5 ц/га соответственно, причем наибольшая урожайность отмечается в нижней части коренного склона (А3) – 33,3 ц/га. Стерневые фоны не являются значимым фактором в формировании урожая озимой пшеницы, урожайность по стерневым фонам составляет 24,8–25,2 ц/га.

Ключевые слова: целлюлозоразлагающая активность почвы, урожайность, озимая пшеница, стерневые предшественники.

Для цитирования: Менькина Е. А., Кузыченко Ю. А. Эффективность возделывания озимой пшеницы по различным стерневым фонам в агроландшафте зоны Центрального Предкавказья // Аграрный вестник Урала. 2019. № 9 (188). С. 41–46. DOI: 10.32417/article_5daf422c94fce9.03311363.

Дата поступления статьи: 06.06.2019.

Постановка проблемы (Introduction)

Успешной аграрной стратегией развития сельскохозяйственного производства в современных рыночных условиях является переход к адаптивно-ландшафтным системам земледелия [1]. Научно обоснованный подход к почвам с разной агрохимической характеристикой предопределяет 50 % успеха при получении сельскохозяйственной продукции. Характер и интенсивность разложения органических остатков растительного происхождения, попадающих на поверхность и заделываемых обработкой в более или менее глубокие горизонты почвы, представляют собой один из важнейших факторов в дальнейшем ходе всех физических и химико-биологических процессов, которые совершаются в почве. Процессы распада органических остатков в почве есть процессы главным образом биологического характера, принимающие разнообразные формы и направления в зависимости от притока воздуха в почву, той или иной влажности почвы, температурных условий, химических и физических

свойств почвы, то есть факторов, обусловленных климатическими условиями данной местности, ее рельефом, количеством осадков, видом и массой растительных остатков. Следовательно, процессы распада в почве органических остатков являются одной из наиболее чувствительных реакций на всякое изменение тех или иных природно-климатических и почвенных факторов [2, 3].

Достаточно точное представление об интенсивности разложения растительного материала дает метод учета биологической активности почвы по степени и скорости разложения льняной ткани. Так как разложение растительных остатков в почве, в состав которых входит значительное количество клетчатки, определяется наличием в почве доступного азота, то этот метод позволяет судить не только об активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов, но и об интенсивности биологических процессов вообще [4, 5]. Распространение и активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов связаны, как известно, с наличием минерального азота и, следовательно,

но, могут характеризовать обеспеченность почвы и высших растений азотным питанием [6].

Условия увлажнения в весенний период возобновления вегетации озимой пшеницы и наличие растительных остатков в виде почвенно-соломистой мульчи являются основными факторами интенсивности протекания биологических процессов в почве и получения урожайности сельскохозяйственных культур. С другой стороны, немаловажным элементом биологической интенсивности в почве является степень ее гумусированности [7, 8]. Урожайность сельскохозяйственных культур зависит не только от агроклиматических факторов, но и от количества стерневых предшественников в почве. К сожалению, исследований в области взаимосвязи и взаимовлияния оставления растительных остатков на целлюлозолитическую активность почвы в литературе крайне мало. Особую значимость такие исследования приобретают при разработке систем агроландшафтного земледелия в силу широкого разнообразия агрохимических, агрофизических и микробиологических свойств ландшафтообразующих элементов.

Цель исследований – установить эффективность возделывания озимой пшеницы по различным таксономическим элементам агроландшафта на различных стерневых фонах.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились с 1999 по 2002 годы на развернутом в пределах подурочища площадью 200 га агроландшафтном полигоне, включающем различные таксономические элементы (таксоны): окраина плакора А1; коренной склон ЮВ экспозиции А2; нижняя часть коренного склона А3; коренной склон СВ экспозиции (А4). Почвенные и агрохимические показатели таксонов приводятся в таблице 1.

Повторность в стационарном опыте по таксонам трехкратная, с рандомизацией по вариантам внутри повторностей. Размер блока под обработку почвы – 120×14,2 м,

площадь делянки – 57,6 м². Система стерневых фонов включает три варианта: оставление стерни (контроль); оставление стерни и растительных остатков; удаление стерни и растительных остатков. Предшественник – горох на зерно, основной обработки минимальная (культивация 10–12 см), система удобрений и защиты растений рекомендованная для зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Методы исследований: плотность почвы – методом цилиндров по методике АФИ, влажность почвы (%) – термостатно-весовым методом, биологическая активность – методом льняных полотен по методике Б. А. Доспехова, учет урожая – методом комбайнирования, статистическая обработка экспериментальных данных – с помощью программного обеспечения СХSTAT. Применение метода размерностей [9] позволяет оценить относительную биологическую активность почвы М по показателям влажности почвы W и наличия растительных остатков P, $M = f(W, P)$.

Результаты (Results)

Известно, что количественная скорость распада льняного полотна определяется по убыли его массы в сухом состоянии. [10] Представляет интерес оценка относительной интенсивности разложения льняного полотна М (г/см²) при различном запасе продуктивной влаги W (мм) в обрабатываемом слое почвы и массе заделанных в почву растительных остатков P (г/м²) с применением метода размерностей. Уравнение в общем случае имеет вид:

$$M = (W)^{\alpha} \cdot (P)^{\beta}. \quad (1)$$

Размерности левой и правой части уравнения (1):

$$\text{кг}^{-3} \cdot \text{м}^{-4} = (\text{м}^{-3})^{\alpha} \cdot (\text{кг}^{-3} \cdot \text{м}^{-2})^{\beta}.$$

Система уравнений: $(\text{кг}) - 3 = -3\beta$; $(\text{м}) - 4 = -3\alpha - 2\beta$.

После преобразований показатели степени равны:

$$\alpha = 2/3; \beta = 1.$$

Уравнение относительной интенсивности разложения льняного полотна имеет вид: $M = C (W^{2/3} \cdot P)$, то есть биологической активности почвы, в большей степени зависит от массы заделанных в почву растительных остатков

Таблица 1
Характеристика агроландшафтных таксонов по элементам плодородия и рельефу

Таксоны	Показатели						
	Бонитет, баллы	Мощность профиля, см	Содержание физической глины, %	Гумус, %	NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Окраина плакора (А1)	39	63	25	2,65	4,1	16,1	127,5
Коренной склон ЮВ экспозиции (А2)	41	77	28	3,01	1,9	19,1	138,7
Нижняя часть коренного склона (А3)	45	70	31	3,85	3,03	21,1	189,8
Коренной склон СВ экспозиции (А4)	50	78	34	2,98	3,14	15,7	179,8

Table 1
Characteristic of agrolandscape taxons on elements of fertility and a relief

Taxons	Indicators						
	Site class, points	Power of a profile, cm	Content of physical clay, %	Humus, %	NO ₃ , mg/kg	P ₂ O ₅ , mg/kg	K ₂ O, mg/kg
Outskirts of a plakor (A1)	39	63	25	2.65	4.1	16.1	127.5
Radical slope of southeast of an exposition (A2)	41	77	28	3.01	1.9	19.1	138.7
Lower part of radical slope (A3)	45	70	31	3.85	3.03	21.1	189.8
Radical slope of northeast of an exposition (A4)	50	78	34	2.98	3.14	15.7	179.8

Биологической активности почвы при различных сроках ее оценки в среднем по фациям, %

Таблица 2

Сроки закладки льняных полотен (фактор В)	Фациальное расположение (фактор А):				Среднее по фактору В / разница с контролем
	Окраина плакора (А1)	Коренной склон ЮВ экспозиции (А2)	Нижняя часть коренного склона (А3)	Коренной склон СВ экспозиции (А4)	
Ранневесенний	10,3	16,9	29,9	18,8	18,9
Поздневесенний	15,9	33,7	40,1	35,2	31,2/12,3
Среднее по фактору А / разница с контролем	13,1/-	25,3/12,2	35,0/21,9	27,0/13,9	-
НСР ₀₅ фактора А = 9,5 % ($F_{\phi} = 8,3 > F_{\tau} = 3,3$) НСР ₀₅ фактора В = 6,7 % ($F_{\phi} = 15,2 > F_{\tau} = 4,6$) НСР ₀₅ фактора АВ = 13,5 % ($F_{\phi} = 0,7 < F_{\tau} = 8,7$)					

Biological activity of the soil at various terms of its assessment on average in fatsias, %

Table 2

Terms of laying of linen cloths (factor B)	Facial arrangement (factor A)				Average on a factor B / a difference with control
	Outskirts of a plakor (A1)	Radical slope of southeast of an exposition (A2)	Lower part of radical slope (A3)	Radical slope of northeast of an exposition (A4)	
Early spring	10.3	16.9	29.9	18.8	18.9
Late spring	15.9	33.7	40.1	35.2	31.2/12.3
Average on a factor A / a difference with control	13.1/-	25.3/12.2	35.0/21.9	27.0/13.9	-
least significant difference ₀₅ factor A = 9.5 % ($F_{\phi} = 8.3 > F_{\tau} = 3.3$) least significant difference ₀₅ factor B = 6.7 % ($F_{\phi} = 15.2 > F_{\tau} = 4.6$) least significant difference ₀₅ factors AB = 13.5 % ($F_{\phi} = 0.7 < F_{\tau} = 8.7$)					

Влияние фациального расположения и стерневых фонов на урожайность озимой пшеницы, ц/га

Таблица 3

Фоны удобрений (фактор В)	Фациальное расположение (фактор А)				Среднее по фактору В / разница с контролем
	Окраина плакора (А1)	Коренной склон ЮВ экспозиции (А2)	Нижняя часть коренного склона (А3)	Коренной склон СВ экспозиции (А4)	
Оставление стерни (контроль)	19,3	23,0	32,7	25,4	25,1
Оставление стерни и растительных остатков	19,2	22,9	32,6	24,4	24,8
Удаление стерни и растительных остатков	18,6	23,8	34,5	23,8	25,2
Среднее по фактору А / разница с контролем	19,0/-	23,2/4,2	33,3/14,3	24,5/5,5	-
НСР ₀₅ фактора А = 2,6 ц /га ($F_{\phi} = 42,5 > F_{\tau} = 3,0$) НСР ₀₅ фактора В = 2,3 ц /га ($F_{\phi} = 0,06 < F_{\tau} = 8,7$) НСР ₀₅ фактора АВ = 4,6 ц /га ($F_{\phi} = 0,3 < F_{\tau} = 3,8$)					

Influence of facial arrangement and the sternevykh of backgrounds on productivity of a winter wheat, c/ha

Table 3

Backgrounds of fertilizers (factor B)	Facial arrangement (factor A)				Average on a factor B / a difference with control
	Outskirts of a plakor (A1)	Radical slope of southeast of an exposition (A2)	Lower part of radical slope (A3)	Radical slope of northeast of an exposition (A4)	
Leaving of an eddish (control)	19.3	23.0	32.7	25.4	25.1
Leaving of an eddish and vegetable remains	19.2	22.9	32.6	24.4	24.8
Removal of an eddish and vegetable remains	18.6	23.8	34.5	23.8	25.2
Average on a factor A / a difference with control	19.0/-	23.2/4.2	33.3/14.3	24.5/5.5	-
least significant difference ₀₅ factor A = 2.6 c/ha ($F_{\phi} = 42.5 > F_{\tau} = 3.0$) least significant difference ₀₅ factor B = 2.3 c/ha ($F_{\phi} = 0.06 < F_{\tau} = 8.7$) least significant difference ₀₅ factors AB = 4.6 c/ha ($F_{\phi} = 0.3 < F_{\tau} = 3.8$)					

(P) и в определенной степени от влажности почвы (W). На основании этого уравнения, зная исходные данные по влажности и наличию растительных остатков, возможно спрогнозировать относительную биологическую активность почвы с учетом коэффициента адаптации C, полученного экспериментальным путем для определенного типа почвы [11, 12].

За годы исследований количество осадков ранневесеннего периода (марта) составило в среднем 58 мм, а поздневесеннего периода (мая) – 126 мм. Статистическая обработка экспериментальных данных биологической активности почвы по степени разложения льняного полотна при различном уровне увлажнения в среднем по таксонам показала существенное увеличение ее по фациальным элементам А2, А3 и А4 в сравнении с плакором (А1): 12,2; 21,9 и 13,9 % соответственно, причем наибольшая биологическая активность отмечается в нижней части коренного склона (А3) – 35 % (таблица 2). Опреде-

ление более интенсивных сроков проявления биологической активности в ранне- и поздневесенние периоды показало значимое различие с большей ее интенсивностью в поздневесенний срок, равное 12,3 %.

Статистическая обработка экспериментальных данных урожайности озимой пшеницы (таблица 3) показала существенное увеличение ее по фациальным элементам А2, А3 и А4 в сравнении с плакором (А1): 4,2; 14,3 и 5,5 ц/га соответственно, причем наибольшая урожайность отмечается в нижней части коренного склона (А3) – 33,3 ц/га. Стерневые фоны не являются значимым фактором в формировании урожая озимой пшеницы, урожайность по стерневым фонам составляет 24,8–25,2 ц/га.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Установлена наибольшая биологическая активность в нижней части коренного склона (А3), составляющая 35 %, при наибольшей урожайности озимой пшеницы 33,3 ц/га.

Библиографический список

1. Кирюшин В. И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3–8.
2. Коваленко Е. В., Малахов Н. В. Изменение численности и активности почвенной биоты в агроэкосистемах разной интенсивности // Агробиологический вестник. 2016. № 3. С. 44–48.
3. Гедгафова Ф. В., Улигова Т. С., Горобцова О. Н., Темботов Р. Х. Биологическая активность черноземных почв Центрального Кавказа (в пределах терского варианта поясности Кабардино-Балкарии) // Почвоведение. 2015. № 12. С. 1474–1482.
4. Менькина Е. А., Куприченко М. Т. Сезонная динамика биологической активности в агро- и биогенных почвах Ставропольского края // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 2 (14). С. 64–76. DOI: 10.25637/TVAN.2018.02.06.
5. Горобцова О. Н., Улигова Т. С., Темботов Р. Х., Хакунова Е. М. Оценка уровня биологической активности агрогенных и естественных черноземов Кабардино-Балкарии // Почвоведение. 2017. № 5. С. 614–624.
6. Белюченко И. С. Особенности развития бактериальной микрофлоры почв в северных районах Кубани // Экологический вестник Северного Кавказа. 2018. Т. 14. № 4. С. 38–42.
7. Алибий Ф. М., Гятов А. В., Кушхова Б. А. Влияние температурного режима и осадков на динамику урожайности основных сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе в 2010–2016 гг. / Аграрный вестник Урала. 2018. № 8 (175). С. 10–17.
8. Шаповалова Н. Н., Менькина Е. А. Агробиологическое состояние и биологическая активность почвы в последствии длительного применения минеральных удобрений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (73). С. 43–46.
9. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1981. 448 с.
10. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. М.: КолосС, 2004. 424 с.
11. Кузыченко Ю. А., Кулинцев В. В., Полянкина А. Ф. Мульчирование почвы в системе основной обработки под кукурузу на зерно в условиях Восточного Предкавказья // Земледелие. 2016. № 5. С. 36–38.
12. Кузыченко Ю. А., Кулинцев В. В., Годунова Е. И., Рындин В. М. Дифференциация систем основной обработки почвы под культуры полевых севооборотов в зоне Центрального Предкавказья: монография. Ставрополь: АГРУС, 2017. 243 с.

Об авторах:

Елена Александровна Менькина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, +7 918 747-49-97, zzigen@list.ru

Юрий Алексеевич Кузыченко¹, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории обработки почвы

¹Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

Efficiency of cultivation of a winter wheat on various sternevy backgrounds in an agrolandscape of a zone of the Central Ciscaucasia

E. A. Menkina¹✉, Yu. A. Kuzychenko¹

¹North Caucasus Federal agricultural research center, Mikhailovsk, Russia

✉E-mail: zzigen@list.ru

Abstract. The research results are devoted to assessing the effectiveness of cultivating winter wheat on various taxonomic elements (taxa) of the agrolandscape: the outskirts of the plakor (A1), the root slope of the SE exposure (A2), the lower part of the root slope (A4), the root slope of the SV exposure (A4) using the stubble system backgrounds, including three options: stubble (control); leaving stubble and plant residues; removal of stubble and plant residues in the zone of unstable moistening of the Central Ciscaucasia. Soils of taxa of light-loamy granulometric composition, range of agrochemical parameters: humus 2.65–3.85 %; P₂O₅ 15.7–21.1 mg/kg; K₂O 127.5–189.8 mg/kg. The method of dimensions determined the possibility, according to the humidity and the presence of plant residues, to predict the relative biological activity of the soil, taking into account the adaptation coefficient C, obtained experimentally for a specific type of soil. Over the years of research, the amount of precipitation of the early spring period (March) averaged 58 mm, and of the late spring period (May) 126 mm. Statistical processing of experimental data on the biological activity of the soil, according to the degree of decomposition of flax linen at different levels of moisture, showed the greatest biological activity in the lower part of the root slope (A3) – 35 %. Established a significant increase in the yield of winter wheat on the facial elements A2, A3 and A4 in comparison with the poster (A1), amounting to 4.2; 14.3 and 5.5 c/ha, respectively, with the highest yield observed in the lower part of the root slope (A3) – 33.3 c/ha. Stubble backgrounds are not a significant factor in the formation of a crop of winter wheat, the yield on stubble backgrounds is 24.8–25.2 c/ha.

Keywords: cellulose decomposing soil activity, yield, winter wheat, stubble precursors.

For citation: Menkina E. A., Kuzychenko Yu. A. Effektivnost' vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy po razlichnym sternevym fonam v agrolandshafte zony tsentral'nogo Predkavkaz'ya [Efficiency of cultivation of a winter wheat on various sternevy backgrounds in an agrolandscape of a zone of the Central Ciscaucasia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 9 (188). Pp. 41–46. DOI: 10.32417/article_5daf422c94fce9.03311363. (In Russian.)

References

1. Kiryushin V. I. Zadachi nauchno-innovatsionnogo obespecheniya zemledeliya Rossii [Problems of scientific and innovative ensuring agriculture of Russia] // Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 3–8. (In Russian.)
2. Kovalenko E. V., Malakhov N. V. Izmeneniye chislennosti i aktivnosti pochvennoy bioty v agroekosistemakh raznoy intensivnosti [Change of number and activity of a soil biota in agroecosystems of different intensity] // Agrochemical Herald. 2016. No. 3. Pp. 44–48. (In Russian.)
3. Gedgafova F. V., Uligova T. S., Gorobtsova O. N., Tembotov R. Kh. Biologicheskaya aktivnost' chernozemnykh pochv TSentral'nogo Kavkaza (v predelakh terskogo varianta poyasnosti Kabardino-Balkarii) [Biological activity of chernozem soils of the Central Caucasus (within the Terek variant of Kabardino-Balkaria belt)] // Eurasian Soil Science. 2015. No. 12. Pp. 1474–1482. (In Russian.)
4. Menkina E. A., Kuprichenkov M. T. Sezonnaya dinamika biologicheskoy aktivnosti v agro- i biogenykh pochvakh Stavropol'skogo kraya [Seasonal dynamics of biological activity in agro-and biogenous soils of Stavropol Krai] // Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki. 2018. No. 2 (14). Pp. 64–76. DOI: 10.25637/TVAN.2018.02.06. (In Russian.)
5. Gorobtsova O. N., Uligova T. S., Tembotov R. Kh., Khakunova E. M. Otsenka urovnya biologicheskoy aktivnosti agrogenykh i estestvennykh chernozemov Kabardino-Balkarii [Assessment of level of biological activity of agrogene and natural chernozems of Kabardino-Balkaria] // Eurasian Soil Science. 2017. No. 5. Pp. 614–624. (In Russian.)
6. Belyuchenko I. S. Osobennosti razvitiya bakterial'noy mikroflory pochv v severnykh rayonakh Kubani [Features of development of bacterial microflora of soils in the northern Regions of Kuban] // The North Caucasus Ecological Herald. 2018. T. 14. No. 4. Pp. 38–42. (In Russian.)
7. Aliby F. M., Gyatov A. V., Kushkhova B. A. Vliyaniye temperaturnogo rezhima i osadkov na dinamiku urozhaynosti osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na Severnom Kavkaze v 2010–2016 gg. [Influence of temperature condition and rainfall on dynamics of productivity of the main crops in the North Caucasus in 2010–2016] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 8 (175). Pp. 10–17. (In Russian.)
8. Shapovalova N. N., Men'kina E. A. Agrokhimicheskoye sostoyaniye i biologicheskaya aktivnost' pochvy v posledeystvii dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobreniy [An agrochemical condition and biological activity of the soil in an after-effect of prolonged use of mineral fertilizers] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. No. 5 (73). Pp. 43–46. (In Russian.)

9. Metody podobiya i razmernosti v mekhanike [Methods of similarity and dimension in mechanics]. Moscow: Nauka, 1981. 448 p. (In Russian.)
10. Praktikum po zemledeliyu [A workshop on agriculture] // I. P. Vasil'yev, A. M. Tulikov, G. I. Bazdyrev [et al.]. Moscow: KolosS, 2004. 424 p. (In Russian.)
11. Kuzychenko Yu. A., Kulintsev V. V., Polyankina A. F. Mul'chirovaniye pochvy v sisteme osnovnoy obrabotki pod kuku-ruzu na zerno v usloviyakh Vostochnogo Predkavkaz'ya [Mulching of the soil in the system of the main processing under corn on grain in the conditions of East Ciscaucasia] // Zemledelie. 2016. No. 5. Pp. 36–38. (In Russian.)
12. Kuzychenko Yu. A. Differentsiatsiya sistem osnovnoy obrabotki pochvy pod kul'tury polevykh sevooborotov v zone Tsentralnogo Predkavkaz'ya: monografiya [Differentiation of systems of the main processing of the soil under the cultures of field crop rotations in a zone of the Central Ciscaucasia: monograph] / Yu. A. Kuzychenko, V. V. Kulintsev, E. I. Godunova, V. M. Ryndin Stavropol: AGRUS, 2017. 243 p. (In Russian.)

Authors' information:

Elena A. Menkina¹, candidate of agricultural sciences, senior scientific researcher of laboratory of soil science and agrochemistry, +7 918 747-49-97, zzigen@list.ru

Yuriy A. Kuzychenko¹, doctor of agricultural sciences, chief researcher of laboratory of processing of the soil

¹North Caucasus Federal Agricultural Research Center, Mikhailovsk, Russia