

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Научная статья

УДК 633.63:631.51.022

DOI 10.24888/2541-7835-2023-30-68-74

ТРАНСФОРМАЦИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТЕ

Гулидова Валентина Андреевна^{1✉}, Захаров Вячеслав Леонидович²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Липецкая область, Елец, Россия

¹guli49@yandex.ru[✉]

²zaharov7979@mail.ru

Аннотация. В процессе развития сельского хозяйства совершенствуются способы и приемы обработки почвы. Обработка почвы определяется многими факторами, которые могут быть природными и антропогенными. Механической обработкой изменяются физические, физико-химические и биологические процессы в почве. Сочетанием различных приемов и способов обработки в зерно-травянопропашном севообороте удастся изменить многие процессы как в сторону повышения, так и ухудшения эффективного плодородия почвы. Цель исследований – установить характер трансформации физико-химических свойств почвы под влиянием основной обработки почвы в зерно-травянопропашном севообороте с яровым рапсом. В стационарном опыте в 9-польном зерно-травянопропашном севообороте (1-клевер 1 года пользования на один укос, 2 – озимая пшеница, 3 – сахарная свекла, 4 - яровой ячмень, 5 – горох, 6 – озимая пшеница, 7 – яровой рапс, 8 – кукуруза на силос, 9 – ячмень + клевер) изучали следующие технологические операции обработки почвы: отвальная, плоскорезная, комбинированная. Культуры севооборота возделывали по интенсивным технологиям, рекомендованным для Центрально-Черноземного региона. Предпосевная обработка на всех вариантах заключалась в ранневесеннем бороновании с последующей культивацией на глубину заделки семян. По степени неблагоприятного воздействия способы обработки почвы располагаются в следующей последовательности: комбинированная, отвальная, плоскорезная под культуры севооборота. Для сохранения физико-химических свойств почвы и повышения производительной способности чернозема следует отдавать предпочтение комбинированной обработке, где вспашка в девятипольном севообороте занимает от 33 до 45%. На этом варианте за ротацию севооборота собрано продукции 4,94 т/га к.ед., по плоскорезной – 4,57 т/га к.ед. по отвальной 4,81– т/га к.ед.

Ключевые слова: обработка почвы, комбинированная, плоскорезная, отвальная, зерно-травянопропашной севооборот, обменная кислотность, гидролитическая кислотность, сумма поглощенных оснований.

Для цитирования: Гулидова В.А., Захаров В.Л. Трансформация физико-химических свойств чернозема при длительном применении основной обработки почвы в севообороте // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 4(30). С.68-74. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-30-68-74>

Original article

TRANSFORMATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM WITH PROLONGED USE OF BASIC TILLAGE IN CROP ROTATION

Valentina A. Gulidova^{1✉}, Vyacheslav L. Zakharov²

^{1,2} Bunin Yelets State University, Lipetsk region, Yelets, Russia

¹guli49@yandex.ru✉

²zaxarov7979@mail.ru

Abstract. *In the process of development of agriculture, methods and methods of tillage are being improved. Soil cultivation is determined by many factors, which can be natural and anthropogenic. Mechanical processing changes the physical, physico-chemical and biological processes in the soil. The purpose of the research is to establish the nature of the transformation of the physico-chemical properties of the soil under the influence of basic tillage in the grain-grass crop rotation with spring rape. In a stationary experiment in 9-full grain-grass crop rotation (1—clover of 1 year of use for one mowing, 2 – winter wheat, 3 - sugar beet, 4 – spring barley, 5 – peas, 6 – winter wheat, 7 – spring rapeseed, 8 – corn for silage, 9 - barley + clover) the following technological operations of tillage were studied: dump, flat-cut, combined. Crop rotation crops are cultivated according to intensive technologies recommended for the Central Chernozem region. Pre-sowing treatment on all variants consisted of early spring harrowing with subsequent cultivation to the depth of seed embedding. The combination of various techniques and methods of cultivation in the grain-grass row crop rotation makes it possible to change many processes both in the direction of increasing and worsening the effective soil fertility. According to the degree of adverse impact, the methods of tillage are arranged in the following increasing sequence: combined, dump, flat-cut for crop rotation crops. To preserve the physical and chemical properties of the soil and increase the productive capacity of chernozem, preference should be given to combined cultivation, where plowing in a nine-field crop rotation takes from 33 to 45%. In this variant, 4.94 t/ha of production units were collected for rotation of the crop rotation, 4.57 t/ha of production units were collected for flat-cutting, and 4.81 t/ha of production units were collected for dump.*

Keywords: *tillage, combined, flat-cutting, moldboard, grain-grass-rowed crop rotation, exchangeable acidity, hydrolytic acidity, sum of absorbed bases.*

For citation: *Gulidova V.A., Zakharov V.L. Transformation of physico-chemical properties of chernozem with prolonged use of basic tillage in crop rotation. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2023, no. 4(30), pp. 68-74. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-30-68-74>.*

Введение

В результате агрогенной трансформации чернозёмов ЦЧР по усреднённым данным выявлено, что сумма поглощённых оснований снизилась на 20 %, а гидролитическая кислотность повысилась на 15 % [5]. Под влиянием длительного внесения минеральных удобрений на чернозёмах наблюдалось уменьшение содержания лабильных гуминовых кислот [11]. В модельных опытах установлено, что при взаимодействии почвы с минеральными удобрениями на фоне кислотных осадков рН почвенного раствора может снизиться на 0,3-2,5 единицы [17]. В условиях центральной части лесостепи Среднего Поволжья антропогенное воздействие на чернозёмы привело к снижению общего, органического и азота лабильных соединений и азотминерализующей способности [12]. Современная система земледелия предусматривает разные способы обработки почвы, в том числе классическую отвальную, безотвальную, чизельную, плоскорезную, минимальную обработку и их сочетание [4, 16, 18]. Обработка почвы - самый трудоемкий элемент в технологии любой культуры, поэтому товаропроизводители сельскохозяйственной продукции изыскивают возможности её удешевления за счет снижения затрат на этот агроприем. Безотвальные приемы обработки почвы по затратам значительно меньше, чем по вспашке. Так, например, затраты на плоскорезную обработку почвы на 34-35% меньше затрат, чем на вспашку [2, 4]. Система обработки почвы, ее состав, последовательность и сроки проведения конкретных агроприемов, технология их выполнения значительно определяют физико-химические свойства почвы, ее микробиологиче-

скую активность и тем самым изменяют уровень плодородия. Это связано с тем, что способ и степень рыхления почвы определяют соотношение в ней влаги и воздуха, которые влияют не только на водо- и воздухопроницаемость всего почвенного слоя, но и изменяют условия для жизнедеятельности в нем почвенных микроорганизмов, определяющих доступность для растений питательных веществ. Нарастание антропогенной нагрузки на почву ведет к ухудшению их качественных показателей, особенно это касается черноземных почв, которые интенсивно используются в сельском хозяйстве. В них постоянно снижается органическое вещество (гумус) [3, 6, 9, 13, 16], уменьшается содержание подвижного фосфора и обменного калия, увеличивается обменная кислотность [15]. Цель исследований – установить характер трансформации физико-химических свойств почвы под влиянием основной обработки почвы в зернотравянопропашном севообороте с яровым рапсом.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2008-2018 гг. на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института рапса (г. Липецк). Почва - чернозём выщелоченный. В стационарном опыте в девятипольном зернотравянопропашном севообороте (1-клевер 1 года пользования на один укос, 2 – озимая пшеница, 3 – сахарная свекла, 4 - яровой ячмень, 5 – горох, 6 – озимая пшеница, 7 – яровой рапс, 8 – кукуруза на силос, 9 – ячмень + клевер) мы изучали следующие технологические операции обработки почвы: отвальную – контроль, отвальная вспашка под все культуры севооборота: под озимую пшеницу после клевера 1 года пользования на один укос - на 20-22 см; под сахарную свеклу – на 30-32 см; под яровой ячмень, горох, яровой рапс и ячмень с подсевом клевера – на 20-22 см; под озимую пшеницу после гороха – на 25-27 см; под кукурузу на силос – на 25-27 см; плоскорезную – под озимую пшеницу после клевера 1 года пользования на укос, яровой ячмень, горох, озимую пшеницу после гороха, яровой рапс и ячмень с подсевом клевера – 20-22 см; под сахарную свеклу – 30-32 см, под кукурузу на силос – 25-27 см; комбинированную (отвально-безотвальную) (45% вспашки в севообороте) – под озимую пшеницу после клевера 1 года пользования на укос, яровой ячмень безотвальное рыхление плугом со стойками СИБИМЭ на 25-27 см, под сахарную свеклу вспашка на 20-22 см с последующим чизелеванием на 40 см, под горох, яровой рапс и ячмень с подсевом клевера – вспашка на 25-27 см, под озимую пшеницу после гороха комбинированная обработка агрегатом АКП-2,5 – на 10-12 см, под кукурузу на силос чизельная обработка на 40-45 см. Культуры севооборота возделывали по интенсивным технологиям, рекомендованным для Центрального Чернозёмного Региона. Предпосевная обработка на всех вариантах заключалась в ранневесеннем бороновании с последующей культивацией на глубину заделки семян. Агрохимические анализы почвы выполнены по инструкции ЦИНАО [10]: содержание гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова [1]; подвижного фосфора и обменного калия – по методу Ф.В. Чирикова [14] на фотоэлектроколориметре КФК-2 и пламенном фотометре ФПА-2; гидролитическая кислотность и сумма обменных оснований – титриметрическим методом по Каппэну; рН солевой вытяжки – ионометрическим методом на иономере ЭВ-74 [1]. Математическую обработку проводили по методике Доспехова [7]. Оценку почв проводили согласно учебному пособию В.Д. Иванова и Е.В. Кузнецовой [8].

Результаты исследований и их обсуждение

После ротации девятипольного зернотравянопропашного севооборота произошло снижение обменной кислотности почвы в слое 0-20 см на 0,27-0,32 единиц, особенно сильно проявившееся на фоне комбинированной обработки. Так, $pH_{\text{сол}}$ на вариантах с отвальной и плоскорезной обработками было 5,80, тогда как на комбинированной обработке этот показатель составил 5,85. В слое 20-40 см обменная кислотность снизилась только на двух вариантах – при отвальной обработке - на 0,55 единиц и при плоскорезной обработке – на 0,15 единиц. На вариантах с комбинированной обработкой изменений не произошло. Раскисление

почвы связано с тем, что перед закладкой опыта, перед основной обработкой мы провели известкование 8 полей севооборота (поле под клевером не известковали) в количестве 6 т/га извести. Выявили, что гидролитическая кислотность повышалась по всем обработкам почвы, но наиболее ярко выражен этот процесс был на вариантах с плоскорезной обработкой. Так, в слое 0-20 см превышение составило 1,53 мг-экв/100 г, в слое 20-40 см – 1,15 мг-экв/100 г (табл.1).

Таблица 1. Изменение физико-химических свойств почвы под влиянием основной обработки почвы в конце ротации 9-типольного зернотравянопропашном севообороте (в среднем за 11 лет)

Обработка почвы	Глубина	Обменная кислотность	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	Емкость поглощения	Степень насыщенности почвы основаниями
	см	pH _{сол}	мг-экв/100 г почвы			%
Отвальная	0-20	5,80	6,12	42,80	35,6	82,0
	20-40	6,15	5,52	43,30	38,8	82,0
	0-40	6,00	5,82	43,05	37,2	82,0
Плоскорезная	0-20	5,80	6,83	41,2	35,7	81,0
	20-40	5,75	5,69	42,0	37,8	78,0
	0-40	5,80	6,26	41,6	36,8	79,5
Комбинированная	0-20	5,85	5,87	44,1	37,4	85,0
	20-40	5,60	4,85	41,9	38,7	82,0
	0-40	6,00	5,36	43,0	38,0	83,5
Перед закладкой исследований	0-20	5,53	5,30	32,26	37,8	80,9
	20-40	5,60	4,54	33,66	36,5	88,1
	0-40	5,56	4,92	32,96	37,2	84,5

На вариантах, где мы сочетали безотвальную обработку с отвальной, подкисление почвы происходило медленнее, чем по другим обработкам. Отвальная обработка занимала промежуточное положение между плоскорезной и комбинированной обработками. В слое 0-20 см увеличение гидролитической кислотности было на 0,57-1,53 мг-экв/100 г, в более глубоких (20-40 см) слоях – на 0,31-1,15 мг-экв/100 г. Это указывает на то, что подкисление подпахотного горизонта происходило медленнее, чем пахотного. Следовательно, существенным фактором подкисления черноземных почв являются внесенные удобрения.

Величина суммы поглощенных оснований в слое 0-20 см увеличилась на 10,54 мг-экв/100 г (на 32,7%) по отвальной обработке, по плоскорезной – на 8,94 (27,7%) и по комбинированной – на 11,84 мг-экв/100 г (36,7%) в сравнении с исходными показателями. Аналогичная тенденция сохранилась и в более глубоких горизонтах (20-40 см) почвы: соответственно – на 28,6; 24,8 и 24,5%. В целом, по всему обрабатываемому слою 0-40 см увеличение суммы поглощенных оснований по вспашке было на 30,6%, по плоскорезной обработке – на 26,2%, комбинированной – на 30,5%. Увеличение суммы поглощенных оснований и возрастание гидролитической кислотности сдвинули показатели степени насыщенности почвы основаниями и емкости поглощения в сторону постепенного раскисления. Так, степень насыщенности почвы основаниями в пахотном горизонте (0-20 см,), по сравнению с показателями при закладке опыта, увеличилась на 1,1-4,1%, тогда как в подпахотном горизонте (20-40 см) произошло её существенное снижение, например, при плоскорезной обработке – на 10,1%. Комбинированная обработка почвы в севообороте сдерживала снижение суммы обменных катионов в сравнении с плоскорезной.

Применение разных способов основной обработки почвы в севообороте по-разному влияло на трансформацию агрохимических показателей пахотного слоя. Плоскорезная обработка в конце ротации девятипольного зернотравянопропашного севооборота больше дру-

гих обработок увеличивала содержание подвижного фосфора в слое 0-20 см. Увеличение составило 3,77 мг/100 г почвы. Сочетание отвальных и безотвальных обработок также приводило к увеличению фосфора на 2,83 мг/100 г. По отвальной обработке в этом слое практически не изменилось содержание P₂O₅. В более глубоких горизонтах (20-40 см) почвы содержание подвижного фосфора было значительно ниже исходных данных по всем обработкам (табл.2).

Таблица 2. Изменение агрохимических свойств почвы под влиянием основной обработки почвы в конце ротации 9-типольного зернотравянопропашном севообороте (в среднем за 11 лет)

Обработка почвы	Глубина	P ₂ O ₅	K ₂ O	Общий азот
	см	мг/100 г почвы		%
Отвальная	0-20	10,18	18,28	0,815
	20-40	7,27	13,95	0,780
	0-40	8,73	16,12	0,798
Плоскорезная	0-20	13,84	18,40	0,874
	20-40	7,52	14,08	0,808
	0-40	10,68	16,24	0,841
Комбинированная	0-20	12,9	18,73	0,955
	20-40	7,82	12,51	0,886
	0-40	10,36	15,62	0,921
Перед закладкой исследований	0-20	10,07	17,90	0,805
	20-40	10,54	16,83	0,781
	0-40	10,30	17,36	0,793

Было установлено, что положительный баланс по обемному калию был по всем обработкам, но только в слое 0-20 см. Превышение в сравнении с исходным уровнем составило от 0,38 до 0,83 мг/100 г почвы. В слое 20-40 см баланс по калию был отрицательным по всем обработкам: от 2,75 (плоскорезная) до 4,32 мг/100 г (комбинированная).

Содержание общего азота в конце ротации девятипольного севооборота повышалось по плоскорезной и комбинированной обработкам. По отвальной обработке этого не наблюдалось. Комбинированная обработка повышала содержание общего азота в слое 0-20 см в сравнении со вспашкой на 17,2% и по сравнению с плоскорезной – на 9,3%, в слое 20-40 см – на 13,6 и 9,6% соответственно. Следовательно, для сохранения физико-химических свойств почвы и повышения производительной способности чернозема следует отдавать предпочтение комбинированной обработке, где вспашка в девятипольном севообороте занимает от 33 до 45%. На этом варианте за ротацию севооборота собрано продукции 4,94 т/га к.ед., по плоскорезной – 4,57 т/га к.ед. по отвальной 4,81 т/га к.ед.

Выводы

1. По степени неблагоприятного воздействия на почву системы обработки почвы полагаются в следующей возрастающей последовательности: комбинированная, отвальная, плоскорезная под культуры севооборота.

2. Для сохранения физико-химических свойств почвы и повышения производительной способности чернозема следует отдавать предпочтение комбинированной обработке, где вспашка в девятипольном севообороте занимает от 33 до 45%. На этом варианте за ротацию севооборота собрано продукции 4,94 т/га к.ед., по плоскорезной – 4,57 т/га к.ед., по отвальной 4,81 т/га к.ед.

Список источников

1. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Колос, 1976. 280 с.
2. Борин А.А., Коровина О.А., Лощинина А.Э. Обработка почвы в севообороте // Земледелие. 2013. № 2. С. 20-22.
3. Влияние приемов биологизации и различных способов обработки почвы на показатели плодородия и урожайность культур севооборотов / А.А. Дедов, М.А. Несмеянова, А.В. Дедов, В.И. Воронин // Вестник Воронежского ГАУ. 2016. № 3 (50). С. 47-56.
4. Гулидова В.А. Современные тенденции обработки почвы в Центральном Черноземье // Актуальные агросистемы. 2021. №3. С. 22-27.
5. Девятова Т.А. Антропогенная динамика и биодиагностика экологического состояния черноземов ЦЧР: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Воронеж, 2006. 42 с.
6. Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А. Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота // Агрохимия. 2016. № 6. С. 3-8.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 351 с.
8. Иванов В.Д., Кузнецова Е.В. Оценка почв: учебное пособие. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2004. 287 с.
9. Изменение потенциального плодородия чернозема при разных способах основной обработки почвы // В.И. Турусов, А.М. Новичихин, В.М. Гармашов, С.А. Гаврилова // Земледелие. 2013. № 7. С. 12-14.
10. Инструкция ЦИНАО по проведению массовых анализов почв в зональных агрохимических лабораториях. М.: Колос, 1973. 55 с.
11. Когут Б.М. Трансформация гумусового состояния черноземов при их сельскохозяйственном использовании: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Москва, 1996. 45 с.
12. Надежкина Е.В. Эколого-агрохимические аспекты регулирования азотного режима черноземных почв лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Казань, 2004. 47 с.
13. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия / А.Ф. Витер, В.И. Турусов, В.М. Гармашов, С.А. Гаврилова. Воронеж: изд-во «Истоки», 2011. 208 с.
14. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. 6-е изд. М.: Колос, 1968. 496 с.
15. Почвы Липецкой области / Ю.И. Сискевич, В.А. Никоноренков, О.В. Долгих и др. Липецк: изд-во «Позитив Л», 2018. 209 с.
16. Сдобников С.С. Пахать или не пахать?: (Новое в обраб. и удобрении полей). - Москва: Б. и., 1994. - 288 с.
17. Стекольников К.Е. Карбонатно-кальциевый режим и гумусовое состояние черноземов лесостепи ЦЧЗ: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Воронеж, 2011. 47 с.
18. Черкасов Г.Н., Казанцев С.И. Ресурсосберегающие приемы в адаптивно-ландшафтном земледелии // Владимирский земледелец. 2013. № 3. С. 5-8.

References

1. Aleksandrova L.N., Najdenova O.A. Laboratory and practical classes in soil science. 3rd ed., reprint. and add. Leningrad: Kolos Publ., 1976. 280 p.
2. Borin A.A., Korovina O.A., Loshchinina A.E. Tillage in crop rotation. Agriculture, 2013, no. 2, pp. 20-22.

3. The influence of biologization techniques and various methods of tillage on fertility indicators and crop yields of crop rotations. A.A. Dedov, M.A. Nesmeyanova, A.V. Dedov, V.I. Voronin. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University, 2016, no. 3 (50), pp. 47-56.
4. Gulidova V.A. Modern trends of tillage in the Central Chernozem region. Actual agricultural systems, 2021, no. 3, pp. 22-27.
5. Devyatova T.A. Anthropogenic dynamics and biodiagnostics of the ecological state of chernozems of the Central Black Earth Region: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences. Voronezh, 2006. 42 p.
6. Dedov A.A., Dedov A.V., Nesmeyanova M.A. Dynamics of decomposition of plant residues in typical chernozem and productivity of crop rotation crops. Agrochemistry, 2016, no. 6, pp. 3-8.
7. Dospekhov B.A. Methodology of field experience: ed. 6th. Moscow: Al'yans Publ., 2011. 351 p.
8. Ivanov V.D., Kuznecova E.V. Soil assessment: a textbook. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publ., 2004. 287 p.
9. Changes in the potential fertility of chernozem with different methods of basic tillage. V.I. Turusov, A.M. Novichihin, V.M. Garmashov, S.A. Gavrilova. Agriculture, 2013, no. 7. pp. 12-14.
10. Instruction manual of the Central Institute of petrochemical services of Agriculture for conducting mass soil analyses in zonal agrochemical laboratories. Moscow: Kolos Publ., 1973. 55 p.
11. Kogut B.M. Transformation of the humus state of chernozems in their agricultural use: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Moscow, 1996. 45 p.
12. Nadezhkina E.V. Ecological and agrochemical aspects of regulation of the nitrogen regime of chernozem soils of the forest-steppe of the Middle Volga region: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences. Kazan, 2004. 47 p.
13. Tillage as a factor of soil fertility regulation. A.F. Viter, V.I. Turusov, V.M. Garmashov, S.A. Gavrilova. Voronezh: Istoki Publ., 2011. 208 p.
14. Peterburgskij A.V. Workshop on agronomic chemistry. 6th ed. Moscow: Kolos Publ., 1968. 496 p.
15. Soils of the Lipetsk region. Yu.I. Siskevich, V.A. Nikonorenkov, O.V. Dolgih, A.B. Ah-tyrcev, V.D. Sushkov. Lipetsk: Limited liability company «Pozitiv L» Publ., 2018. 209 p.
16. Sdobnikov S.S. Plow or plow? (New in the processing and fertilization of fields). Moscow: Without a publisher, 1994. 288 p.
17. Stekol'nikov K.E. Carbonate-calcium regime and humus state of chernozems of the forest-steppe of the Central Park: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Voronezh, 2011. 47 p.
18. Cherkasov G.N., Kazancev S.I. Resource-saving techniques in adaptive landscape farming. Vladimir farmer, 2013, no. 3, pp. 5-8.

Информация об авторах

В.А. Гулидова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

В.Л. Захаров – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Information about the authors

V.A. Gulidova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products;

V.L. Zakharov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products.