

**Kh.A. Khusainov** – Head Department of Agriculture, Candidate of Biological Sciences. E-mail: haron-h14@mail.ru  
**A.V. Tuntaev** – Researcher of the Department of Agriculture,  
**F.D. Elmurzaeva** – Junior Researcher of the Department of Agriculture,  
**Chechen Scientific Research Institute of Agriculture**  
**366021, Chechenskaya Respublica, Grozny, ul. Lilovaya, 1**

The studies assessed the effectiveness of mineral fertilizers and the biological product V417 by the aftereffect of green manure (oil radish) during plowing, disking and chiseling on the content of mobile potassium in the arable (0-25 cm) layer of chernozem typical medium-thick medium-humus heavy loamy, underlain by pebbles and the yield of spring oats. Initial indicators when starting the experiment: the content of humus in the arable soil layer (according to Tyurin) is 4.2%, mobile phosphorus and potassium (according to Machigin) is 15 and 233 mg/kg, the reaction of the soil environment is neutral (pH<sub>KCl</sub> 7.1), uneven depth of pebble (50-100 cm). The crops of spring oats (variety Konkur) were placed according to the predecessor corn in a four-field grain-row crop rotation of peas – winter wheat – corn for grain – oats. During the research, on average over 2 years, a decrease in the content of mobile potassium was observed in the variant without fertilizers, biological preparations and green manure for all soil cultivation methods. The greatest decrease - by 34 mg or 14.5% relative to the initial content of 233 mg/kg was noted during plowing and the supply of soil with mobile potassium in this option moved from the supply group with an average potassium content to the group with a low content (199 mg/kg of soil) according to the Machigin method. During disking and chiseling, the initial average level of soil supply with mobile potassium is maintained, despite a slight decrease in its quantity. The application of mineral fertilizers, a biological product and their combined use against the background of the aftereffect of green manure made it possible to increase the amount of mobile potassium and the yield of oats during plowing by 23-44 mg/kg and 0.2-1.0 t/ha, and when disking - by 20-76 mg /kg and 0.38-1.29 t/ha, with chiseling - by 27-63 mg/kg and 0.48-1.19 t/ha, respectively. The greatest increase in the content of mobile potassium - 76 mg/kg (up to 275 mg/kg) and oat yield - 1.29 t/ha (up to 2.64 t/ha) was achieved in the variant with the combined application of N80P60K60 and a biological product for the aftereffect of green manure against the background disking, although the increase was within the level of the initial average provision according to the Machigin method. The values of the potassium balance and its intensity for all soil treatments increased from negative in variants without fertilizers (-24-32 kg/ha with an intensity of 40-47%), when using chemicalization and biologization means, increased to 76-101 kg/ha and an intensity of 212-235%. The highest potassium balance - 101 kg/ha and its intensity of 235% was noted during disking in the variant with the combined application of mineral fertilizer and a biological product for the aftereffect of green manure.

Key words: yield of spring oats, content and balance of mobile potassium, methods of basic tillage, biological product, green manure, fertilizers.

УДК 631.41

DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.11

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**

**К.Х. Хатков<sup>1</sup>, к.с.-х.н., А.В. Морозов<sup>1,2</sup>, д.с.-х.н., Е.С. Морозова<sup>2</sup>, к.э.н.**

**<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»  
385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, д.191, Россия**

**<sup>2</sup>Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»  
385140, Республика Адыгея, пос. Яблоновский, ул. Связи, д. 11, Россия  
E-mail: kazbek\_ra@mail.ru**

Многолетние почвенные исследования и агрохимическая оценка сельскохозяйственных угодий Республики Адыгея показывают незначительную, но устойчивую тенденцию к снижению потенциального плодородия почв (содержание гумуса) и, соответственно, к ухудшению качества почвенного покрова. За каждый тур агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий Республики Адыгея содержание гумуса в почве снижается в среднем на 0,068 %, что составляет 0,014 % в год свидетельствует о развитии процессов дегумификации.

Ключевые слова: мониторинг, плодородие почвы, гумус, Республика Адыгея.

Для цитирования: Хатков К.Х., Морозов А.В., Морозова Е.С. Изменение содержание гумуса в почвах Республики Адыгея при длительном сельскохозяйственном использовании // Плодородие. – 2024. - №4. – С. 50-55. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.11.

В процессе длительного сельскохозяйственного использования земельных ресурсов человек оказывает влияние на факторы почвообразования, уровень плодородия почв и их продуктивность. Изменение свойств пахотных почв при многолетнем интенсивном сельскохозяйственном использовании рассматривается как особый этап

эволюции, который характеризуется взаимодействием природных и антропогенных факторов почвообразования. Выявить характер и направленность природно-антропогенных изменений свойств пахотных почв возможно при длительных стационарных мониторинговых исследованиях.

**Цель исследования** - изучить влияние длительного (35-летний период наблюдений) интенсивного сельскохозяйственного использования земель на изменение содержания гумуса в почвах Республики Адыгея и установить характер и направленность природно-антропогенных изменений почвенного плодородия; предложить пути совершенствования методологических подходов к изучению плодородия почв и продуктивности земель сельскохозяйственного назначения для обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственного производства.

**Методика.** Использовали классические методы агрохимии и почвоведения [4]. Для оценки показателей почвенного плодородия применяли маршрутный метод отбора почвенных образцов в пределах элементарных участков (20 га) и условной площади 50 га. Отбор почвенных проб проводили в пахотном слое [4]. Содержание органического вещества в почве (гумуса) определяли по ГОСТу 26213-91 [1].

Кроме того были использованы общенаучные методы: системный подход, анализ и синтез, аналогия и моделирование [2, 7, 10].

**Результаты и их обсуждение.** Концептуальный подход при оценке состояния почвенного плодородия и

продуктивности земель основан на связи региональной системы земледелия с почвенно-климатическими условиями.

Исследования построены на принципах системного анализа, обобщения во времени и пространстве эмпирических знаний и фактов, полученных в системе агрохимического мониторинга почв в сочетании с данными «мониторинга использования земель и мониторинга состояния земель» [6]. В результате будут получены новые интегрированные, целостные знания о широкомасштабных почвенных процессах, которые происходят на землях сельскохозяйственного назначения Республики Адыгея под влиянием природных и антропогенных факторов.

Принцип системного подхода использован в процессе формирования эколого-агрохимического состояния почв в современных природно-антропогенных условиях, где современная система земледелия Республики Адыгея рассматривается как сложная открытая динамическая система со свободным «входом» и «выходом» (рис. 1). В процессе формирования эколого-агрохимического состояния почв информационная система земледелия имеет вид обратной связи.

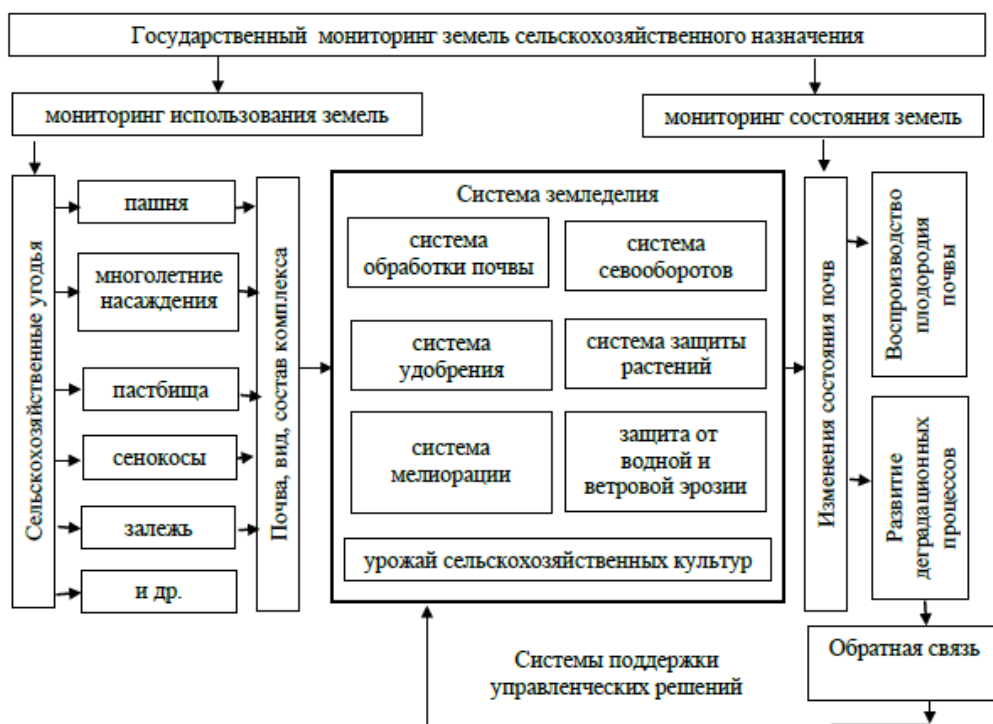


Рис. 1. Процесс формирования эколого-агрохимического состояния земель

Информационной базой научных исследований служат данные многолетних наблюдений «государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения», которые получают с использованием: наземных съемок, почвенных наблюдений и обследований, землеустроительной документации, материалов инвентаризации и обследования земель, а также материалов с тестовых (валидационных) полигонов [6].

В системе «государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения» и агрохимического мониторинга почв тестовым (валидационным) полигоном в Республике Адыгея являются земли научно-исследовательского института (далее - НИИ) сельского

хозяйства ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» (далее – «МГТУ»).

Тестовый (валидационный) полигон - это часть сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокосы, пастбища, залежь и др.) НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ», с типичной структурой почвенного покрова для Республики Адыгея.

Тестовый полигон на землях НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ» выбран для организации и проведения систематических, комплексных, детализированных мониторинговых исследований качественного и количественного состояния земель сельскохозяйственного назначения и агрохимического состояния почв, в том числе показателей плодородия почв и

продуктивности земель, оценки и прогнозирования развития зональных особенностей почвенных процессов, обусловленных природными и антропогенными факторами, а также для разработки, адаптации и внедрения региональных систем земледелия.

**Материалы исследований.** Ним относятся материалы агрохимического обследования ФГБУ «Центр агрохимической службы «Адыгейский»; архивные материалы почвенного обследования и оценки использования и

состояния земель сельскохозяйственного назначения «Кубаньгипрозем»; материалы НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ»; нормативная, справочная и методическая литература по вопросам почвоведения, охраны земель, системы земледелия, землеустройства и т.д. [5, 8, 9, 10].

Уровни анализа и систематизации данных в системе мониторинговых исследований представлены на рисунке 2.

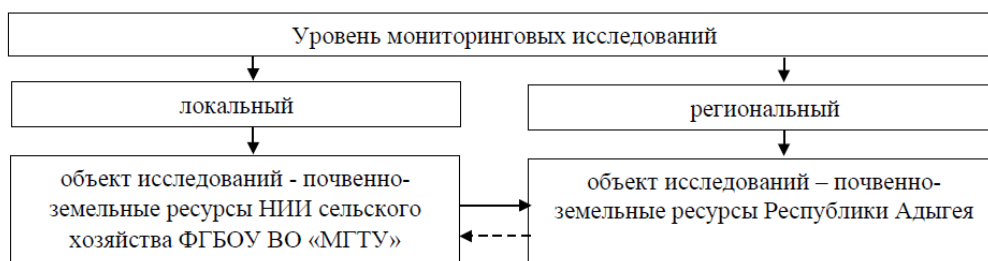


Рис. 2. Уровни мониторинговых исследований

**Характеристика землепользования.** Согласно геоморфологическому и геологическому районированию, Республика Адыгея относится к предгорью Северо-Западного Кавказа. Площадь республики 7,8 тыс. км<sup>2</sup>, из них 3,3 тыс. км<sup>2</sup> (43 % от общей площади) - земли сельскохозяйственного назначения, в том числе пахотных

земель – 2,4 тыс. км<sup>2</sup>. Запасы гумуса в различных типах почв Республики Адыгея, как правило, увеличиваются в направлении от серых лесных почв (очень низкий и низкий уровень обеспеченности) к черноземам выщелоченным (высокий уровень обеспеченности) (рис. 3).

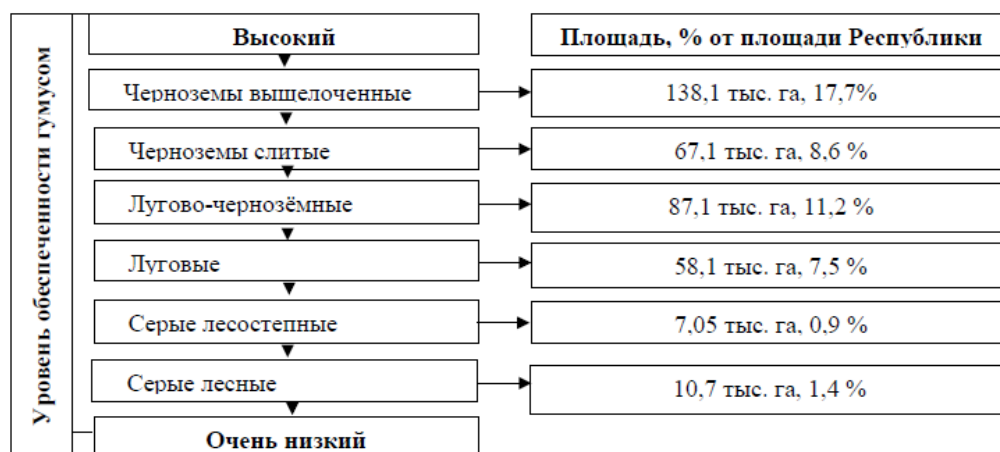


Рис. 3. Типы почв Республики Адыгея и их площади

Тестовый (валидационный) полигон (НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ») расположен в северо-западной части муниципального образования города Майкоп. Общая площадь хозяйства (тестового полигона) составляет 3341 га, в том числе сельскохозяйственных угодий 3100 га, из них пашни 2705 га. Распаханность территории 87 %. Почвообразующие породы представлены плейстоценовыми аллювиальными отложениями равнинных рек с покровом лессовидных пород.

Площадь пашни, расположенной на межбалочных водоразделах с уклоном до 10°, на которых рекомендуются почвозащитные мероприятия, составляет 1008 га. Остальная пашня имеет уклоны 1-2° – 1141 га, 2-3° – 489 га, 3-5° – 58 га.

Разнообразие почв НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ» обусловлено характером почвообразующих пород, рельефом местности, климатическими и гидрологическими условиями. Почвенный покров представлен, в основном, почвами черноземного и лугово-степного типов. Черноземы составляют 82,3 % земель хозяйства. Представлены они в основном двумя видами: черноземами выщелоченными уплотненными (2483 га) и черноземами выщелоченными слитыми (266 га). В южной части землепользования (долина р. Белой) под влиянием специфических гидрогеологических и геоморфологических факторов долинных почвообразовательных процессов (близкое залегание грунтовых вод), сформировались лугово-черноземные и лугово-черноземные почвы (380 га) (рис. 4).

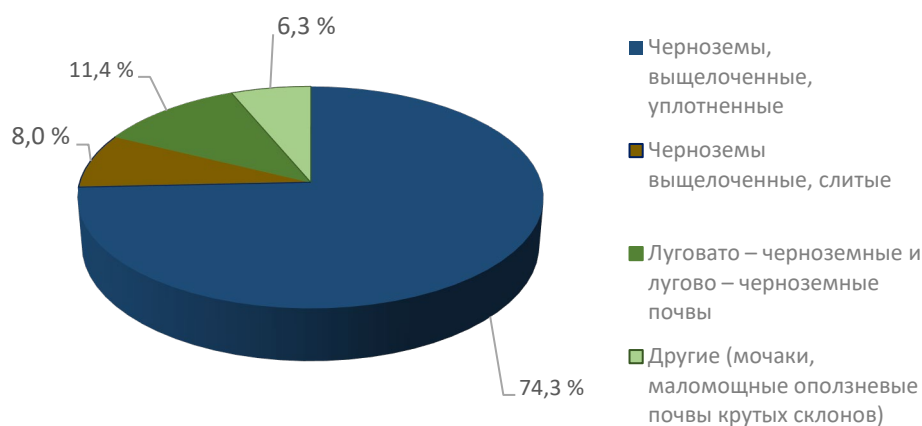


Рис. 4. Структура почвенного покрова научно-исследовательского института сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ»

Сравнительный анализ многолетней динамики средневзвешенного содержания гумуса в почвах Республики Адыгея и НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ» представлена на рисунке 5.

Анализ данных многолетних агрохимических наблюдений показывает, что средневзвешенное содержание гумуса в почвах НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ» выше, чем по Республике Адыгея. Это объясняется разработкой и внедрением научно обоснованной зональной адаптивно - ландшафтной системой земледелия (табл. 1).

Полученная линейная модель (линия тренда, коэффициенты корреляции и детерминации) изменения средневзвешенного содержания гумуса в почвах Республики Адыгея в процессе длительного интенсивного сельскохозяйственного использования земель, свидетельствует о незначительном, но устойчивом снижении почвенного плодородия. За каждый тур агрохимического обследования (1 раз в 5 лет) происходит снижение содержания гумуса в почве в среднем на 0,068%, что составляет 0,014 % в год, что свидетельствует о развитии процессов дегумификации (рис. 5, табл. 2).

Полученная линейная модель изменения содержания гумуса в почвах на сельскохозяйственных угодьях

НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ» свидетельствует о незначительном, но устойчивом снижении почвенного плодородия. За каждый тур агрохимического обследования (1 раз в 5 лет) происходит снижение содержания гумуса в почве в среднем на 0,048%, что составляет 0,010 % в год, что свидетельствует о развитии процессов дегумификации (рис. 5, табл. 2).

1. Сравнительная оценка средневзвешенного содержания гумуса в почвах Республики Адыгея

| Годы      | Тур обследования | Содержание гумуса в почвах Республики Адыгея, % | НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ» |                     |
|-----------|------------------|---|---|---------------------|
|           |                  |   | содержание гумуса в почвах, %           | отклонение (+/-), % |
| 1984–1988 | IV               | 4,0   | 5,2                                     | +1,2                |
| 1989–1993 | V                | 3,9   | 5,1                                     | +1,2                |
| 1994–1998 | VI               | 3,9   | 5,0                                     | +1,1                |
| 1999–2003 | VII              | 3,6   | 4,9                                     | +1,3                |
| 2004–2007 | VIII             | 3,5   | 4,8                                     | +1,3                |
| 2008–2012 | IX               | 3,7   | 4,7                                     | +1,0                |
| 2013–2016 | X                | 3,6   | 4,5                                     | +0,9                |
| 2017–2020 | XI               | 3,5   | 5,1                                     | +1,6                |

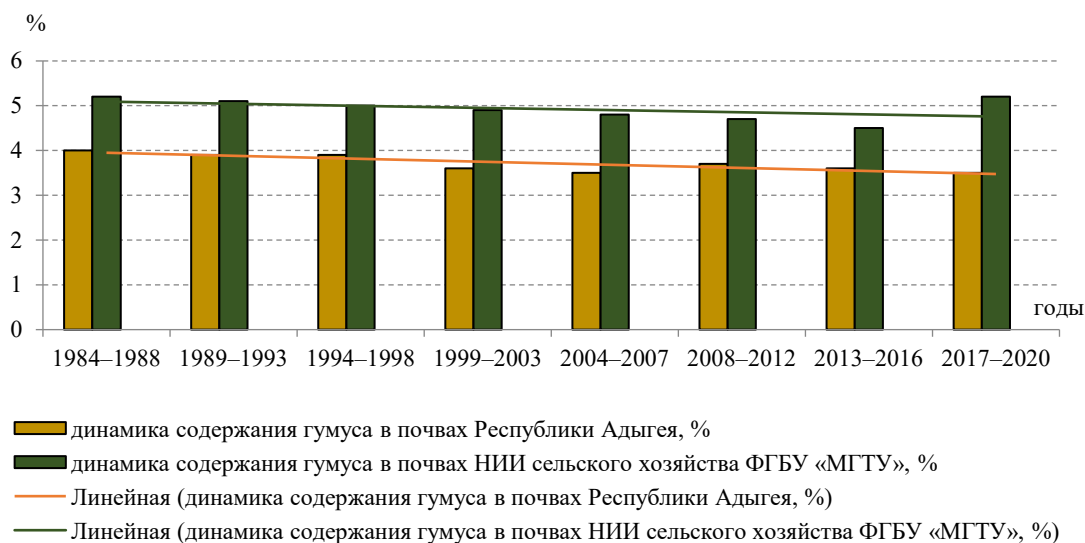


Рис. 5. Динамика содержания гумуса в почвах Республики Адыгея и НИИ сельского хозяйства ФГБУ «МГТУ»

## 2. Статистическая характеристика рядов изменения содержания гумуса в почвах Республики Адыгея

| Показатель                      |   | Республика Адыгея       | НИИ сельского хозяйства<br>ФГБОУ ВО «МГТУ» |
|---------------------------------|---|-------------------------|--|
| Число наблюдений                | $n$   | 8                       | 8  |
| Средняя арифметическая величина | $X_{cp.} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$ | 3,7                     | 4,9  |
| Минимальное значение            | $X_{min}$                                     | 3,5                     | 4,5  |
| Максимальное значение           | $X_{max}$                                     | 4,0                     | 5,2  |
| Размах вариации                 | $R = X_{max} - X_{min}$                       | 0,5                     | 0,7  |
| Интервал                        | $h = \frac{X_{max} - X_{min}}{n}$             | 0,0625                  | 0,0875                                     |
| Уравнение регрессии             |   | $y = -0,0679x + 4,0179$ | $y = -0,0476x + 5,1393$                    |
| Коэффициент: корреляции (r)     |   | 0,8483                  | 0,4679                                     |
| детерминации (R <sup>2</sup> )  |   | 0,7196                  | 0,2189                                     |

Сравнительная оценка обеспеченности почв гумусом Республики Адыгея представлено в таблице 3.

По результатам многолетних почвенных исследований Республики Адыгея можно утверждать, что за последние 35 лет практически исчезли почвы с очень высоким и высоким содержанием гумуса. Сократились площади среднегумусных почв с содержанием гумуса 6,1-7,0 %, их удельный вес в структуре пахотных земель республики снизился до 8,0 %. Вместе с тем, увеличилась площадь пахотных земель с низким и очень низким содержанием гумуса до 83,0 % (см. табл. 3).

Основными причинами развития данных почвенных деградационных процессов и негативного воздействия

их на эффективность ведения сельскохозяйственного производства, являются: недостаточное количество вносимых в почву органических удобрений (рис. 6); нарушение научно обоснованных доз внесения минеральных удобрений и микроудобрений; недостаточное внимание мелиоративным (химическая мелиорация почв) и почвозащитным мероприятиям.

Так, под урожай 2023 г. в сельскохозяйственных организациях Республики Адыгея всего внесено органических удобрений 16086,7 т, что составляет 0,2 т/га посева (см. рис. 6). Площадь, на которой внесены органическими удобрения, составила 873 га (1,0 % от общей посевной площади).

## 3. Сравнительная оценка обеспеченности почв Республики Адыгея гумусом

| Республика, хозяйство                      | Уровень обеспеченности почв гумусом |      |         |      |         |      |            |     |         |     |               |   |
|--|-------------------------------------|------|---------|------|---------|------|------------|-----|---------|-----|---------------|---|
|  | очень низкий                        |      | низкий  |      | средний |      | повышенный |     | высокий |     | очень высокий |   |
|  | тыс. га                             | %    | тыс. га | %    | тыс. га | %    | тыс. га    | %   | тыс. га | %   | тыс. га       | % |
| Республика Адыгея                          | 173,8                               | 73,0 | 23,3    | 10,0 | 17,7    | 8,0  | 12,2       | 5,0 | 9,4     | 4,0 | -             | - |
| НИИ сельского хозяйства<br>ФГБОУ ВО «МГТУ» | -                                   | -    | -       | -    | 2,1     | 95,0 | 0,01       | 5,0 | -       | -   | -             | - |

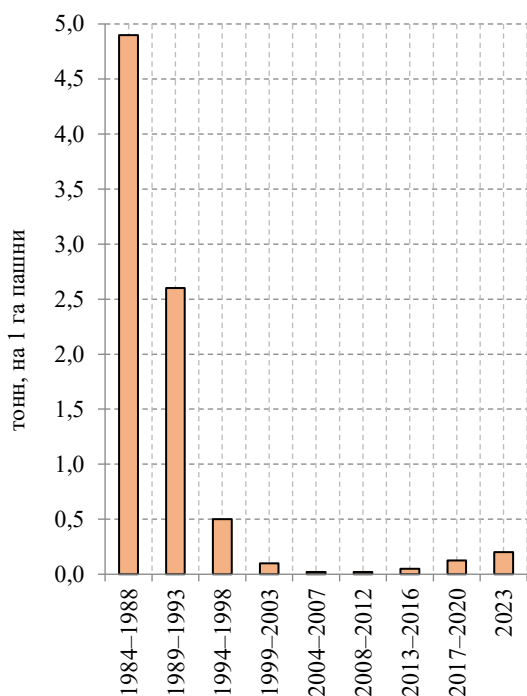


Рис. 6. Динамика внесения органических удобрений в Республике Адыгея

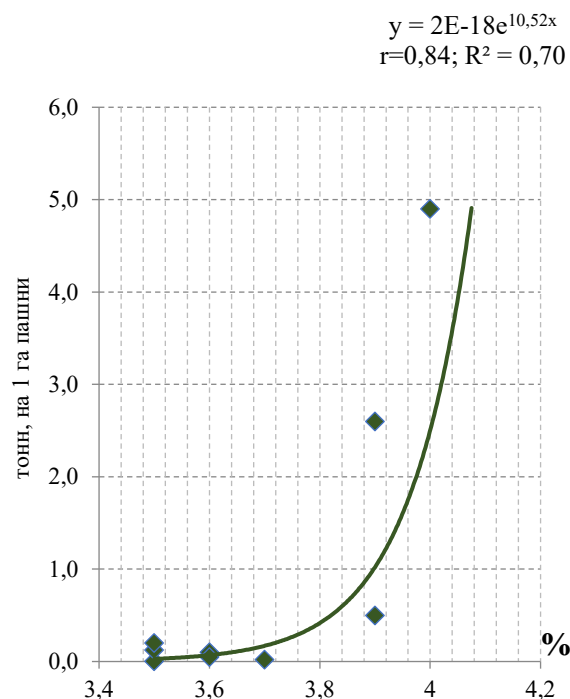


Рис. 7. Зависимость содержания гумуса в почвах Республики Адыгея от внесения органических удобрений



Зависимость содержания гумуса в почвах Республики Адыгея от внесения органических удобрений представлена на рисунке 7. Уравнение экспоненциальной линии тренда, коэффициенты корреляции ( $r=0,84$ ) и детерминации ( $R=0,70$ ) свидетельствуют, что увеличение доз внесения органических удобрений способствует приостановлению процессов дегумификации, а в дальнейшем - последовательному нарастанию и интенсивности накопления гумуса.

**Заключение.** 1. Агрохимическая оценка сельскохозяйственных угодий Республики Адыгея свидетельствует о незначительной, но устойчивой тенденции к снижению потенциального плодородия почв (содержание гумуса) за последние 35 лет. За каждый тур агрохимического обследования (1 раз в 5 лет) происходит снижение средневзвешенного содержания гумуса в почве в среднем на 0,068%. Это составляет 0,014 % в год, что свидетельствует о развитии процессов дегумификации.

2. Основными причинами развития данных почвенных деградационных процессов и негативного воздействия их на эффективность ведения сельскохозяйственного производства, являются: недостаточное количество вносимых в почву органических удобрений; нарушение научно обоснованных доз внесения минеральных удобрений и микроудобрений; недостаточное внимание мелиоративным (химическая мелиорация почв) и почвозащитным мероприятиям.

3. В условиях постоянного увеличения объемов полученной сельскохозяйственной продукции и темпов роста антропогенного воздействия на почвенные ресурсы возрастает роль региональных подсистем мониторинга земель и агрохимического мониторинга состояния почв. Региональные подсистемы мониторинга земель и агрохимического мониторинга состояния почв, должны рассматриваться как важный компонент современной системы поддержки научно обоснованных управленческих решений, обеспечения воспроизводства плодородия почв и сохранения продуктивности земель сельскохозяйственного назначения.

4. Дальнейшее совершенствование методологических подходов организации и ведения региональной

подсистемы мониторинга земель и агрохимического мониторинга состояния почв Республики Адыгея возможно на основе тестовых (валидационных) полигонов. Тестовым полигоном в системе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Республики Адыгея служат земли НИИ сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ».

5. Анализ результатов данных многолетних наблюдений на тестовом (валидационном) полигоне показывает, что средневзвешенное содержание гумуса в почвах НИИ сельского хозяйства ФГБУ ВО «МГТУ» выше, чем по Республике Адыгея. Это связано с разработкой и внедрением научно обоснованной, зональной, адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

#### **Литература**

1. ГОСТ 26213-91: Методы определения органического вещества. – М.: Государственный стандарт СССР, 1991. – 6 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений / Б. А. Доспехов. – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Информационная система «Почвенно-географическая база данных России»: [сайт]. – URL: <https://soil-db.ru/> (дата обращения: 20.01.2024).
4. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.
5. Об утверждении Порядка государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения: Приказ МСХ РФ (утвержден 24 мая 2022 г. - № 150).
6. Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения : Приказ МСХ РФ (утвержден 24 декабря 2015 г. - № 664).
7. Образцов А.С. Системный метод: применение в земледелии / А. С. Образцов. – М. : Агропромиздат, 1990. – 302 с.
8. Положение о формировании планов проведения почвенных, геоботанических и других обследований земель сельскохозяйственного назначения, а также о проведении таких обследований : Постановление Правительства Российской Федерации (утверждено 05 марта 2021 г. - № 325).
9. Правила ведения государственного реестра земель сельскохозяйственного назначения : Постановление Правительства Российской Федерации (утверждены 02 февраля 2023 г. - № 154).
10. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: учеб. пособие / А.С. Образцов. – СПб.: Бизнес-пресса, 2000. – 326 с.

#### **THE CHANGE IN THE HUMUS CONTENT IN THE SOILS OF THE REPUBLIC OF ADYGEA UNDER THE INFLUENCE OF LONG-TERM AGRICULTURAL USE**

**K.H. Khatkov<sup>1</sup>, Ph.D. of Agricultural Sciences., A.V. Morozov<sup>1,2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences,  
Scientific Research Institute of Agriculture of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
"Maikop State Technological University"  
385000, Maykop, Pervomayskaya str., 191, Russia  
E.S. Morozova, Ph.D. in Economics,  
Branch of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Maikop State Technological University"  
in the village of Yablonovsky,  
385140, Republic of Adygea, village Yablonovsky, Svyazi str., 11, Russia  
E-mail: kazbek\_ra@mail.ru**

Long-term soil research and agrochemical assessment of agricultural land in the Republic of Adygea shows a slight but steady trend towards a decrease in potential soil fertility (humus content) and, accordingly, a deterioration in the quality of soil cover. For each round of agrochemical survey of agricultural land in the Republic of Adygea, the humus content in the soil decreases by an average of 0,0679%, which is 0,01358% per year, which indicates the development of dehumification processes.

Keywords: monitoring, soil fertility, humus, Republic of Adygea.