

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-94-104>

УДК 633:631.51:631.445.4



Влияние приёмов возделывания на агрофизические свойства чернозёмных почв и продуктивность полевых культур

Н.И. Девтерова✉

*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»;
г. Майкоп, Российская Федерация,
✉devterovan@gmail.com*

Аннотация. Введение. Трансформация агрофизических параметров и элементов плодородия, вследствие минимизации обработок в севообороте, требует разработки высокоэффективных приёмов возделывания. **Методы.** В краткосрочном опыте изучали влияние чередования вспашки на 25-27 см с обработкой почвы дисковой бороной на 12-16 см в сочетании с минеральным азотным удобрением, комплексным NPK-удобрением на микробиологической основе, на изменение агрофизических показателей и элементов плодородия в чернозёме, выщелоченном слитом. **Цель.** Разработка эффективных приёмов возделывания, способствующих созданию для вегетации растений оптимальных физико-химических параметров, на основе чередования разноглубинных почвенных обработок в севообороте, в сочетании с удобрениями при корректировке их норм для условий южно-предгорной зоны Адыгеи. **Результаты.** Недостаточная водообеспеченность в периоды активного водопотребления в сочетании с превышением норм дневных и среднесуточных температур воздуха способствовали формированию критического <20 мм и отрицательного запаса продуктивной влаги. Оптимальному впитыванию атмосферной влаги в виде дождя способствовал факт разуплотнения почвы под овсом зимующим и пшеницей озимой в слоях. 0...10 и 10...25 см, на фоне дисковых обработок: по овсу, пшенице: 1,19 (в посевах сои); 1,07; 1,03 г/см³. В среднем, показатели плотности исследуемых слоёв: 0...10 см – 1,1; 10...25 см – 1,17; 30...40 см – 1,29 г/см³ не выходили за пределы оптимальных для культур севооборота значений. Большее количество агрономически ценных агрегатов Σ 10...0,25 мм сформировано в слое 0-10 см – 49,3 %, снижение их количества в слоях 10-25 и 30-40 см, в сравнении с посевным слоем 0...10 см, составило 27,75; 37,28 % соответственно. **Заключение.** Использование предложенного приёма способствовало созданию, оптимальных почвенных характеристик, росту продуктивности культур на 11,2-15,4-24,9 %. На лучшем варианте с внесением аммиачной селитры 162,4 кг/га. д. в. N + биопрепарат 6,0 л/га, продуктивность составила 5,42 т/га ЗЕ.

Ключевые слова: обработки почвы, севооборот, минимизация, удобрения, метеоусловия, агрофизические параметры, приёмы возделывания

Для цитирования: Девтерова Н.И. Влияние приёмов возделывания на агрофизические свойства чернозёмных почв и продуктивность полевых культур. *Новые технологии / New technologies*. 2026; 22(3):94-104. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-94-104>

The effect of cultivation practices on the agrophysical properties of chernozem soils and the productivity of field crops

N.I. Devterova ✉

*Research Institute of Agriculture, Maykop State Technological University;
Maikop, the Russian Federation,
✉devterovan@gmail.com*

Abstract. Introduction. Transformation of agrophysical parameters and fertility elements due to the minimization of tillage in crop rotation requires the development of highly effective cultivation practices. **The methods.** A short-term experiment examined the effects of alternating plowing at 25-27 cm depth with disc harrowing at 12-16 cm depth, combined with mineral nitrogen fertilizer and a complex micro-biologically based NPK fertilizer, on changes in agrophysical parameters and fertility elements in leached chernozem. **The goal of the research** was to develop effective cultivation techniques that facilitate the creation of optimal physicochemical parameters for plant vegetation, based on alternating soil cultivation at different depths in crop rotation, combined with fertilizers, while adjusting their rates for the conditions of the southern foothill zone of Adygea. **The results:** insufficient water supply during periods of active water consumption, combined with exceeding the norms of daily and average daily air temperatures, contributed to the formation of a critical <20 mm and a negative reserve of productive moisture. The optimal absorption of atmospheric moisture in the form of rain was facilitated by the fact of soil loosening under oats, overwintering and winter wheat in layers. It was 0...10 and 10...25 cm, against the background of disk cultivation: for oats, wheat: 1.19 (in soybean crops); 1.07; 1.03 g/cm³. On average, the density indicators of the studied layers were as follows: 0...10 cm – 1.1; 10...25 cm – 1.17; 30...40 cm – 1.29 g/cm³ did not go beyond the optimal values for crop rotation crops. A greater amount of agronomically valuable aggregates (10-0.25 mm) was formed in the 0-10 cm layer – 49.3 %, while their amount in the 10-25 and 30-40 cm layers, compared to the 0–10 cm seed layer, decreased by 27.75 %, 37.28 %, and 37.28 %, respectively. **Conclusion.** The proposed method contributed to the creation of optimal soil characteristics and an increase in crop productivity by 11.2-15.4-24.9 %. In the best case scenario, with the application of ammonium nitrate at 162.4 kg/ha, active ingredient N, and biopreparation at 6.0 l/ha, productivity was 5.42 t/ha of ZE.

Keywords: tillage, crop rotation, minimization, fertilizers, meteorological conditions, agrophysical parameters, cultivation practices

For citation: Devterova N.I. The effect of cultivation practices on the agrophysical properties of chernozem soils and the productivity of field crops. *Novye tehnologii / New technologies*. 2026; 22(3):94-104. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-94-104>

Введение. Преимущественное использование в современном растениеводстве ресурсосберегающих технологий, и в частности, применение для возделывания полевых культур дифференциации почвенных обработок в севооборотах, требует разработки приёмов возделывания, учитывающих частичное исключение из системы обработок основной функции вспашки – глубокого рыхления пласта и как следствие изучения трансформации агрофизических параметров и элементов плодородия. Основанием для минимизации почвенных обработок на чер-

нозёмных почвах является факт устойчивости их сложения. Объёмная масса почвы или плотность сложения – это одна из главных физических характеристик её структурного состояния. Оптимальная равновесная плотность пахотного слоя чернозёмных почв равнинной зоны Адыгеи 1,20-1,27 г/см³. Допустимые значения равновесной плотности – 1,25-1,30 г/см³, критические – больше 1,35-1,37 г/см³. В большинстве своем на чернозёмных почвах равновесная плотность превышает предел оптимума (опт. 1,15-1,25 г/см³) [1, с. 22-32; 2, с. 28-46; 3, с. 288-297].

В подпахотном слое при минимизации обработки плотность почвы может достигать 1,42-1,45 г/см³ [4, с. 144-148]. Плотность почвы может увеличиваться с глубиной до 1,45-1,47 г/см³. Изменение показателей оптимальной плотности сложения коррелируют с содержанием гумуса и гранулометрическим составом [5, с. 10; 6, с. 49; 7, с. 7]. При выборе способа обработки следует учитывать, что оптимальная плотность сложения должна быть не только в посевном слое, но и в пахотных и подпахотных слоях. Если равновесная плотность не превышает оптимума, обработку почвы можно минимизировать. Слитые черноземы обладают высоким уровнем потенциального плодородия, но склонны к переуплотнению. Агрохимические и агрофизические свойства этих почв находятся в зависимости от применяемых способов обработки и систем удобрений. Использование отвальных и безотвальных способов обработки в сочетании с внесением удобрений ведёт к снижению процессов деградации [8, с. 467].

Цель исследований: разработка эффективных приёмов возделывания, способствующих созданию для функционирования растений оптимальных физико-химических параметров, на основе использования дифференциации почвенных обработок в севообороте и удобрений, и средств защиты растений при корректировке их норм для условий южно-предгорной зоны Адыгеи.

Методика и методология проведения полевых и лабораторных исследований. Исследования в 2023-2025 гг. проводили на научных полях НИИСХ ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет».

Географические координаты 44,°31' с.ш. и 40°,11' в.д., ЮФО РА Майкопский район, х. Косинов. Район относится к зоне предгорного влажного климата, ГТК 1,2. Годовая сумма осадков от 700 до 1130 мм при характерном для южно-предгорной зоны Адыгеи неравномерном распределении осадков по периодам вегетации сельскохозяйственных культур. Почва опыт-

ного участка – чернозем слитой выщелоченный, слабогумусный, сверхмощный (на делювиальных глинах с наличием в слое 0-100 см. от 60 до 80 % глинистых частиц), характеризующийся невысоким содержанием гумуса в верхних горизонтах и неблагоприятными водно-физическими свойствами [9; с. 39-43; 10, с. 16-17].

Содержание в почвенных пробах гумуса 4,29 % соответствуют низкой группе обеспеченности по методу Тюрина (<5,0 %); рН_{сол.} 5,04; (4,6-5,0 – среднекислая; 5,1-5,5 – слабокислая); рН_{вод.} 6,66; рН_{гидрол.} 5,49; фосфора подвижного – 40,3 мг/кг, повышенная группа обеспеченности по методу Мачигина (31,0-45,0 мг/кг почвы); содержание азота нитратного – 7,75, мг/кг и азота аммиачного – 7,4 мг/кг почвы соответствует низкой группе обеспеченности по Кравкову (5,1-10,0); калия обменного 411,0 мг/кг почвы, высокая группа обеспеченности (401,0-600,0); суммы поглощенных оснований 28,88 мг экв./100 г. почвы (Ca²⁺ 82,2 %; Mg²⁺ 17,8 %).

Закладка опытов проведена в соответствии с методикой полевого опыта Б.А. Доспехова 1985, опытные деланки площадью 50 м², рендомизация, повторение четырёхкратное [11, с. 67-73; с. 311-317].

Исследования проводили в трёхпольном севообороте: на посевах культур, адаптированных к природно-климатическим условиям южно-предгорной зоны Адыгеи: сои сорта Амфор РС1, овса зимующего сорта Мезмай (*Avena sativa* L.), пшеницы озимой сорта Таня (*Triticum aestivum* L.).

Изучали влияние приёмов возделывания на агрофизические свойства и основные показатели почвенного плодородия слитых чернозёмов. Приёмы возделывания включали использование дифференцированного способа обработки почвы в севообороте: чередование вспашки на 25-27 см под первую культуру севооборота – сою с обработкой почвы дисковой бороной (БДМ-4) на глубину 12-16 см – двукратно, под последующие культуры севооборота: овёс зимующий и пшеницу озимую, с при-

менением в вариантах исследований азотных минеральных удобрений различных норм внесения комплексного NPK-удобрения на микробиологической основе и средств защиты растений.

Аммиачную селитру на посевах сои (схема 1) вносили в фазу бутонизации – начала цветения, 115,9 кг/га в физическом весе (40 кг/га. д.в. N). Для борьбы с сорняками вносили гербицид Клоцет КЭ, 1,7 л/га. Две внекорневые подкормки препаратом Азафок проводили в фазу цветения и налива бобов.

Аммиачную селитру на посевах пшеницы озимой и овса зимующего вносили в фазу начала активной вегетации весной, 177,4 кг/га в физическом весе (61,2 кг/га. д. в. N). По посевам зерновых и зимующих культур проводили обработку посевов послевсходовыми гербицидами, фунгицидами, стимуляторами роста, инсектоакарицидами: Старане Премиум 0,375 л/га, Гранстар 20,0 г/га; Балий 0,75 л/га; Гумат Калия «Суфлёр» 150,0 мл/га, Максифол Рутфарм 250,0 мл/га, Кунгфу 150 мл/га. Две внекорневые подкормки препаратом Азафок проводили в фазу колошения и в фазу налива зерна по пшенице озимой и в фазу вымётывания и налива зерна по овсу зимующему. Регистрация микробиологического препарата Азафок проведена на всех культурах

севооборота в дозах, рекомендованных производителем «Щёлково Агрохим» (от 1,0 до 3,0 л/га единовременно). Дозы внесения препарата по вариантам составили: В1. 0,0; В2. (1,0 + 1,0 л/га); В3. (2,0 + 2,0 л/га); В4. (3,0 + 3,0 л/га).

Отбор почвенных проб для определения агрофизических показателей проводили в конце вегетации (в фазу налива зерна) по зерновым, и в фазу образования бобов на растениях сои – это фазы активного роста и созревания, когда растения очень чувствительны к недостатку влаги и питательных веществ [12, с. 32].

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89).

Оценка запасов продуктивной влаги проводилась по шкале А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной [13, с. 146-152].

Плотность сложения почвы – по методу Качинского Н.А. (1987) [14, с. 94-96].

Структурно-агрегатный состав – по методу сухого просеивания Саввинова Н.И. [15, с. 34-36].

Характеристика мягкой пшеницы озимой сорта Таня (*Triticum aestivum* L.)

Сорт Таня относится к группе среднеранних сортов. Сорт полукарликовый, высота растений до 90 см. Высокая потенциальная урожайность – 120 ц/га. Масса 1000 зёрен 43-45 гр.

Схема 1. Внесение азотных минеральных удобрений в сочетании с биопрепаратом на посевах культур севооборота, по вариантам опыта

Scheme 1. Application of nitrogen mineral fertilizers combined with a biopreparation to crop rotation crops, according to experimental variants

Вариант	Соя, 2023г N ₄₀	Овёс зимующий, 2024г N _{61,2}	Пшеница озимая, 2025г N _{61,2}	Итого
1	(1,16 ц/га) Без внесения биопрепарата	(1,77 ц/га) Без внесения биопрепарата	(1,77 ц/га) Без внесения биопрепарата	N _{162,4} (4,70 ц/га)
2	(1,16 ц/га) + биопрепарат 1,0 + 1,0 л/га N ₄₀	(1,77 ц/га) + биопрепарат 1,0 + 1,0 л/га N _{61,2}	(1,77 ц/га) + биопрепарат 1,0 + 1,0 л/га N _{61,2}	N _{162,4} (4,70 ц/га)
3	(1,16 ц/га) + биопрепарат 2,0 + 2,0 л/га N ₄₀	(1,77 ц/га) + биопрепарат 2,0 + 2,0 л/га N _{61,2}	(1,77 ц/га) + биопрепарат 2,0 + 2,0 л/га N _{61,2}	N _{162,4} (4,70 ц/га)
4	(1,16 ц/га) + биопрепарат 3,0 + 3,0 л/га N ₄₀	(1,77 ц/га) + Биопрепарат 3,0 + 3,0 л/га N _{61,2}	(1,77 ц/га) + биопрепарат 3,0 + 3,0 л/га N _{61,2}	N _{162,4} (4,70 ц/га)

Натура зерна 795-810 г/л. По качеству зерна отвечает требованиям ГОСТа, предъявляемым к «ценным» пшеницам, включён в реестр сортов «филлеров». Полевая устойчивость к бурой, жёлтой, стеблевой ржавчинам и септориозу. Засухоустойчивость высокая.

Допущен для возделывания в Северо-Кавказском и Нижне-Волжском регионах РФ. Вегетационный период 217-289 дней [16, с. 53].

Лучшие сроки сева – оптимальные для зоны возделывания. Норма высева 4-5 млн. всхожих семян на 1 га.

Характеристика овса зимующего сорта Мезмай (*Avena sativa* L)

Сорт овса зимующего Мезмай зернового направления, среднеспелый (вегетационный период 228-295 дней). По данным оригинатора (Адыгейский НИИ СХ), урожайность зерна в производственных условиях составляет 4,52 т/га.

Сорт устойчив к бактериальной пятнистости, корончатой и стеблевой ржавчинам, полеганию, зимостоек. Масса 1000 зерен 28-31 граммов. Натура зерна 462-511 г/л [17, с. 47].

В почвенно-климатических условиях Адыгеи при изучении трёх норм высева: 2,0 - 3,5 - 5,0 млн. всхожих зерен на 1,0 га, и трёх сроков сева: раннего – I декада сентября; оптимального – II-III декада сентября; позднего – I декада октября, – урожайность зерна сорта Мезмай варьировала в диапазоне 2,65-6,37 т/га. Сорт является более высокоурожайным в сравнении с другими исследуемыми сортами Подгорный и Гузерипль. Наиболее благоприятны ранний (5-10 сентября) и оптимальный (15-25 сентября), сроки посева, с рекомендованной нормой высева 2,0-3,0 млн. семян на гектар.

Максимум урожайности зерна сорта Мезмай (6,37 т/га), получен на опытных полях НИИСХ ФГБОУ ВО «МГТУ», при посеве по черному пару в оптимальные сроки с рекомендованной нормой высева [18, с. 223-226].

Характеристика микробиологического препарата Азафок

Препарат Азафок зарегистрирован компанией «Щёлково Агрохим» в 2023 году. По

данным производителя, АЗАФОК – это единственное в России комплексное NPK-удобрение на микробиологической основе. Жидкое удобрение содержит консорциум в культуральной жидкости хозяйственно-ценных штаммов 3-х видов полезных бактерий, общий титр не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл, для улучшения питания растений азотом, фосфором и калием. Новое микробиологическое удобрение обеспечивает стабильное питание растений в течение всего сезона, высокую эффективность листового применения, обладает ростостимулирующим действием, фунгицидными и бактерицидными свойствами. Азафок можно применять тремя способами: при обработке посадочного/посевного материала, путём внесения весной в почву, в качестве листовых подкормок (betaren.ru. Щёлково Агрохим. Азафок. Интернет-ресурс) [19].

Результаты исследований. Использование в исследованиях 2023-2025 гг. приёмов возделывания полевых культур, включающих отвальные и безотвальные способы обработки почвы в сочетании с минеральным азотным удобрением, комплексным NPK-удобрением на микробиологической основе, а также проведение обработок посевов послеуборочными гербицидами, фунгицидами, стимуляторами роста, инсектоакарицидами, способствовало оптимизации физико-химических параметров (плотности сложения, гранулометрического состава), росту урожайности, продуктивности культур в севообороте.

Анализ метеоусловий в периоды вегетации растений сои, пшеницы озимой и овса зимующего показал, что во время оптимальных сроков сева сои, в мае 2023 г., наблюдалось переувлажнение – при норме 73 мм, выпало 158,1 мм осадков, что составило 216,6 % месячной нормы. Сумма осадков за период вегетации (апрель 2022 г.-сентябрь 2023 г.) составила 578,4 мм, или 146,0 %, от нормы (396,0 мм) (Интернет-ресурс admin@pogoda360.ru) [20].

На накопление запасов продуктивной влаги, наряду с фактором обработки почвы, большое влияние оказывает фактор погодных

условий, а именно: количество атмосферных осадков, температурный режим.

Наряду с периодами переувлажнения наблюдали превышение нормы дневных и среднесуточных температур воздуха в течение всего периода вегетации. В таблице 1 указано, что отклонение среднесуточных температур составили: апрель 2022 - сентябрь 2023 гг. от нормы: +1,3; -0,1; +1,2; +1,9; +4,7; +3,3 [21].

Данное обстоятельство способствовало высокой степени испарения влаги и формированию неудовлетворительного (критического <20 мм) запаса продуктивной влаги (табл. 2).

Средняя сумма атмосферных осадков сентября 2024-июня 2025 гг. (578,4 мм) приблизительно соответствовала климатической норме – 579 мм. (VK.com Погода и климат/Краснодарский край/Адыгея) [22]. При общем достаточном количестве осадков вегетация пшеницы озимой и овса зимующего проходила в условиях неравномерного распределения влаги по фазам развития. В период оптимальных сроков сева овса зимующего (2-3 декада сентября) и пшеницы озимой (2-3 декада октября) наблюдался недобор осадков: в сентябре при норме 57 мм осадков в месяц выпало 44 мм, что составило 77,2 % от нормы, в октябре при норме 58 мм выпало 51 мм, или 87,9 % от нормы, при более высоком, в сравнении с нормой, температурном режиме: отклонение сентября +3,9 °C; октября +1,6 °C.

Наблюдалось переувлажнение зимнего периода: декабрь 2024-февраль 2025 гг. – 331 мм при норме 317 мм или 104,4 %, что могло способствовать накоплению запаса продуктивной влаги. Весной (март 2025 г.) в фазу начала активной вегетации и кущения, когда растения озимых культур потребляют большое количество питательных веществ и воды из почвы, наблюдался недобор осадков: отклонение составило 18 мм, при норме 47,0 мм выпало 29,0 мм, или 61,7 %. Период созревания зерна и уборки (июнь 2025 г.) также характеризовался недобором осадков – 56,0 мм, при

норме 89 мм выпало 33 мм, или 37,1 %. Таким образом, отмечали недобор осадков при неравномерном характере увлажнения по периодам вегетации, что способствовало формированию отрицательного запаса продуктивной влаги в посевах овса зимующего и пшеницы озимой (табл. 2).

Растения использовали атмосферную влагу в виде дождя, а её оптимальному впитыванию способствовал факт разуплотнения почвы в слоях 0...10 и 10...25 см под овсом зимующим и пшеницей озимой на фоне дисковых обработок. Плотность почвы в посевах культур севооборота.

На слитых черноземах южно-предгорной зоны Адыгеи нормативный оптимум плотности пахотного слоя почвы для возделывания сои составляет 1,15-1,30 г/см³; пшеницы озимой – 1,24-1,27 г/см³, овса зимующего – 1,0-1,2 г/см³ (1,35 г/см³ критическая). При интенсивной эксплуатации земель фактические изменения плотности сложения могут достигать значений 1,40-1,47 г/см³ [5, с. 10; 6, с. 49; 7, с. 7]. В таблице 3 указано что, в целом, показатели объемной массы исследуемых слоёв находятся в оптимальных для культур севооборота пределах (в среднем: в слое 0...10 по сое – 1,19, по овсу зимующему – 1,07 и по пшенице озимой – 1,03 г/см³). Проведение дисковых обработок на меньшую (12-16 см), в сравнении со вспашкой, глубину (25-27 см) способствовало разуплотнению почвы в слоях 0...10 и 10...25 см под овсом зимующим и пшеницей озимой. Средние показатели плотности верхнего посевного слоя почвы (0-10 см), не превысили оптимальных показателей плотности для культур севооборота, а также оказались меньше в сравнении с более глубокими слоями: 0...10 см – 1,1; 10...25 см – 1,17; 30...40 см – 1,29 г/см³. В процентном отношении плотность верхнего слоя почвы по обоим способам обработки оказалась меньшей по сравнению с более глубокими слоями на 6,4...17,3 %. В посевах сои, вниз по профилю, в слоях почвы 10-25; 30-40 см, отмечено увеличение плотности почвы в диапазоне 1,17-1,29 г/см³, максимально 1,30 г/см³.

Таблица 1. Среднесуточные температуры воздуха периода вегетации
апрель 2022-сентябрь 2023 гг.

Table 1. Average daily air temperatures during the growing season
from April, 2022 to September, 2023

Год, месяцы 2023 г.	Температура воздуха, °С				
	дневные	ночные	среднесуточные	норма	Откл, (±)
Апрель	+16	+8	+12	+10,7	+1,3
Май	+20	+12	+16	+16,1	–0,1
Июнь	+25	+16	+20,5	+19,3	+1,2
Июль	+29	+19	+24	+22,1	+1,9
Август	+33	+20	+26,5	+21,8	+4,7
Сентябрь	+27	+14	+20,5	+17,2	+3,3

Таблица 2. Влажность почвы в посевах культур севооборота (средние данные)

Table 2. Soil moisture in crop rotation crops (average data)

Слой почвы, см	Влажность почвы, % /Продуктивная влага, мм						Коэффициенты перевода в мм
	Соя, 2023г	Овёс, зимующий, 2024г	Пшеница озимая, 2025г				
0...10	16,8	0,00	11,8	0,00	15,35	0,00	3,24
10...25	25,15	10,59	18,3	0,00	19,75	0,00	3,24
30...40	27,5	17,05	17,8	0,00	20,1	0,00	3,78
0...40	23,15	0,61	15,97	0,00	18,4	0,00	3,78

Таблица 3. Изменение плотности сложения почвы в зависимости от способов основной
обработки (средние данные)

Table 3. Changes in soil bulk density depending on primary tillage methods (average data)

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Плотность сложения почвы, Р (d), г/см ³			
		Соя, 2023 г.	Овёс, зимующий 2024 г.	Пшеница озимая, 2025 г.	средняя
Вспашка на 25-27см – после- действие вспашки / поверх- ностная обработка на 12-16 см	0...10	1,19	1,07	1,03	1,10
	10...25	1,22	1,15	1,13	1,17
	30...40	1,30	1,28	1,28	1,29
	0...40	1,24	1,17	1,15	1,19

Агрегатный состав почвы

Оптимальные показатели содержания агрегатов Σ 0.25-10 мм в пахотном слое черноземов предкавказских, тяжелосуглинистого гранулометрического состава при антропогенном воздействии находятся в пределах 65-75 %; допустимые 50-65 %; критические <50 [5, с. 10].

Чередование в севообороте способов обработки почвы различной глубины оказало влияние на ее агрегатный состав. Анализ статистических данных за три года исследований, представленных в таблице 4, показал, что, в среднем, наибольшее количество агрономически ценных агрегатов (Σ 10...0,25 мм) отмечено в слое 0-10 см – 49,3 %, снижение их количества в пахотном и подпахотном слоях 10-25 и 30-40 см, в сравнении с посевным слоем 0...10 см, составило 13,68 (27,75) %; 18,38 (37,28) % соответственно. Количество агрегатов в слое 0-10 см по вспашке под посев сои и

по последствию вспашки и двукратного дискования под посев овса зимующего приблизительно одинаково – 57,6; 56,11 % (первый и второй год исследований). Снижение количества ценных агрегатов на третий год исследований отмечено при использовании двукратного дискования под посев пшеницы озимой – 34,2 %. Снижение количества ценных агрегатов в слоях 10-25 и 30-40 см, в сравнении с посевным слоем 0...10 см, составило соответственно при использовании:

– вспашки под посев сои 29,47 (51,2) % и 34,18 (59,34) %;

- последствия вспашки и двукратного дискования под посев овса зимующего 16,5 (29,48) %; 14,76 % (26,3) %;

– двукратного дискования под посев пшеницы в слое в слое 30...40 см 6,2 (18,1) %;

– в слое 10...25 см в посевах пшеницы, отмечали повышение содержания ценных агрегатов на 4,96 (14,5) %.

Таблица 4. Агрегатный состав почвы в зависимости от способов основной обработки (средние данные)

Table 4. Aggregate composition of soil depending on primary tillage methods (average data)

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Количество агрегатов почвы размером Σ 10...0,25 мм в почве по культурами, %			
		Соя, 2023 г.	Овёс, зимующий, 2024 г.	Пшеница озимая, 2025 г.	среднее
Вспашка на 25 – 27см – последствие вспашки / поверхностная обработка 12 – 16 см	0...10	57,6	56,11	34,2	49,3
	10...25	28,13	39,57	39,16	35,62
	30...40	23,42	41,35	28,00	30,92
	0...40	36,38	45,68	33,79	38,62

Таблица 5. Урожайность и продуктивность культур севооборота 2023-2025 гг.

Table 5. Crop yield and productivity of crop rotations 2023-2025

Урожайность по вариантам опыта, т/га, зерновые единицы (т/га ЗЕ)									
Соя, 2023 г.		Овёс, зимующий, 2024 г.		Пшеница озимая, 2025 г.		Средняя в опыте			
т/га	т/га ЗЕ	т/га	т/га ЗЕ	т/га	т/га ЗЕ	т/га	прибавки $\pm$	т/га ЗЕ	Прибавки $\pm$
2,1	2,46	6,50	5,20	5,35	5,35	4,65	$\pm 0,0$	4,34	$\pm 0,0$
2,3	2,69	7,20	5,76	6,02	6,02	5,17	+0,52	4,82	+0,48
2,4	2,81	8,00	6,4	5,82	5,82	5,41	+0,76	5,01	+0,67
2,7	3,16	8,40	6,72	6,38	6,38	5,83	+1,18	5,42	+1,08
НСР ₀₅ +0,53		+0,97		+0,48				Средняя 4,90	

Урожайность культур севооборота

В таблице 5 указано, что за три года исследований, в среднем, в вариантах получена урожайность в диапазоне 4,65-5,83 т/га. Достоверные прибавки урожайности составили: В1. контроль $\pm 0,0$; В2. + 0,52; В3. + 0,76; В4. + 1,18 т/га (НСР₀₅ + 0,53; + 0,97; + 0,48 т/га).

Продуктивность 1 га пашни в среднем за 2023-2025 гг. составила 4,90 т/га ЗЕ (табл. 5). Применение расчётных доз минерального азотного удобрения в фазу интенсивного потребления питательных веществ и возрастающих норм внесения комплексного НРК-удобрения на микробиологической основе – в фазы цветения и налива бобов по сое, колошения и налива зерна по пшенице озимой и вымётывания и налива зерна по овсу обеспечило рост продуктивности возделываемых культур в среднем по: В1. Контроль $\pm 0,0$; В2. + 0,48; В3. + 0,67; В4. + 1,08, т/га ЗЕ, или на 11,2-15,4-24,9 % соответственно.

Наиболее оптимален вариант с внесением 162,4 кг/га д. в. N аммиачной селитры (4,70 ц/га) + биопрепарат Азафок 3,0 + 3,0

л/га, с наиболее высоким уровнем продуктивности 5,42 т/га ЗЕ (рис. 1).

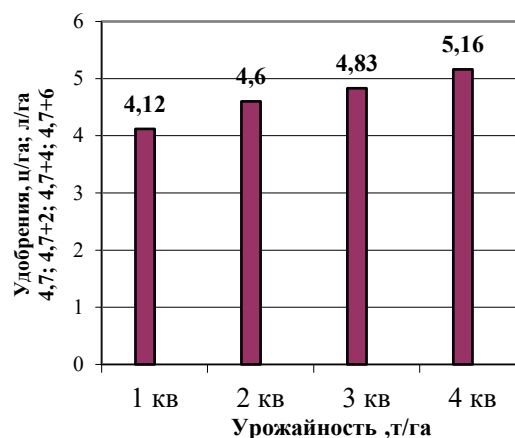


Рис.1. Зависимость урожайности культур севооборота от доз внесения удобрений, биопрепарата и средств химизации

Fig. 1. Dependence of productivity of crop rotations on the application rates of fertilizers, biopreparations and chemicals

Закключение. В природно-климатических условиях южно-предгорной зоны Адыгеи, на черноземных слитых выщелоченных слабогумусных сверхмощных глинистых почвах, на основе анализа данных экспери-

ментальных полевых исследований, отделом земледелия НИИСХ ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» разработан эффективный приём возделывания полевых культур в трёхпольном севообороте, включающий дифференциацию почвенных обработок в сочетании с минеральным азотным удобрением; комплексным NPK-удобрением Азафок на микробиологической основе и средствами защиты растений.

Приём возделывания:

Дифференциация способов обработки почвы в севообороте заключалась в чередовании отвальной обработки – вспашки на 25-27 см под первую культуру севооборота сою, с безотвальной – на 12-16 см, дисковой бороной (БДМ-4) двукратно, под последующие культуры севооборота: овёс зимующий и пшеницу озимую. Проведение последующих агротехнических мероприятий (культивация, боронование) – в рамках существующих технологий.

Применение в вариантах исследований:

1. Азотных минеральных удобрений, на посевах пшеницы озимой и овса зимующего в фазу начала активной вегетации весной, на посевах сои в фазу бутонизации – начала цветения, при корректировке норм их внесения по результатам почвенной диагностики участка исследований.

2. Возрастающих норм внесения комплексного NPK-удобрения Азафок на микробиологической основе, в рекомендованных от 1,0 до 3,0 л/га дозах, одновременно. Дозы внесения препарата в вариантах: 1. 0,0 л/га; 2. (1,0 + 1,0 л/га); 3. (2,0 + 2,0 л/га); 4. (3,0 + 3,0 л/га), в фазы: колоше-

ния и налива зерна по пшенице озимой, вымётывания и налива зерна по овсу и цветения и налива бобов по сое.

3. Средств защиты растений по посевам зерновых и зимующих культур проводили в фазы кущения и трубкования – цветения.

Использование для возделывания полевых культур в трёхпольном севообороте разработанного приёма возделывания способствовало:

– разуплотнению почвы в слоях 0...10 и 10...25 см под овсом, зимующим и пшеницей озимой, при проведении дисковых обработок на меньшую (12-16см), в сравнении со вспашкой, глубину (25-27см);

– оптимизации агрофизического состояния почвы: показатели объёмной массы слоя 0...10 см не выходили за пределы оптимума для культур севооборота значений: по сое 1,19, по овсу, зимующему 1,07 и по пшенице озимой 1,03 г/см³;

– уменьшению плотности посевного слоя почвы 0-10 см, в посевах культур севооборота, в сравнении с более глубокими слоями почвы: 0...10 см – 1,1; 10...25 см – 1,17; 30...40 см – 1,29 г/см³ (6,4...17,3 %.);

– повышению содержания агрономически, ценных агрегатов (Σ 10...0,25 мм) в слое 0-10 см – 49,3 %;

– обеспечению роста продуктивности возделываемых культур в среднем на: В1. Контроль $\pm 0,0$; В2. + 0,48; В3. + 0,67; В4. + 1,08, т/га ЗЕ, или на 11,2 – 15,4 – 24,9 % соответственно.

Наиболее оптимален вариант с внесением 162,4 кг/га. д. в. N (4,70 ц/га) + биопрепарат 3,0 + 3,0 л/га, с наиболее высоким уровнем продуктивности 5,42 т/га ЗЕ.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Онищенко Л.М., Питание и удобрение зерновых, крупяных и зернобобовых культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. 231 с.
2. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых бобовых культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. 56 с.

3. Рекомендации по системе ведения сельского хозяйства в Краснодарском крае. Краснодар, 1981. 556 с.
4. Тарасенко Б.И., Бардак Н.И., Макаренко А.А. Обработка почвы: учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Краснодар: КубГАУ, 2021. 162 с. ISBN 978-5-907474-79-6.
5. Кузнецова И.В., Азовцева Н.А., Бондарев А.Г. Нормативы изменения физических свойств почв степной, сухостепной, полупустынной зон европейской территории России // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2011. Вып. 67. С. 3-19.
6. Шеуджен А.Х. Агробιοгеохимия чернозема. 2-е изд. доп. и перераб. Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2018. 308 с.
7. Современное состояние и продуктивность чернозёма, выщелоченного Западного Предкавказья / Шеуджен А.Х. [и др.] // Вестник КубГАУ. 2019. № 153 (09). С. 2-14.
8. Mamsirov N.I., Chumachenko Y.A., Udhuu A.C. Agrochemical properties of fused chernozem, depending on the methods of basic processiong and the norms of fertilization // Ecology, Environment and Conservation. 2018. Т. 24, № 1. С. 462-471.
9. География Республики Адыгея: учебное пособие / под ред. А.Ш. Бузарова. Майкоп: Адыгейское Республиканское книжное издательство, 2005. 200 с.
10. Шеуджен А.Х., Нецадим Н.Н., Онищенко Л.М. Система удобрения. Агрохимическая характеристика почв и климатические условия Северного Кавказа: учебное пособие / под ред. А.Х. Шеуджена. Краснодар, 2009. 206 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Колос, 1979. 416 с.
12. Девтерова Н.И., Благополучная О.А. Влияние различных приёмов обработки почвы на продуктивность культур и агрофизические свойства слитых чернозёмов // Земледелие. 2019. № 3. С. 31-33.
13. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений).
14. Практикум по почвоведению / под ред. И.С. Кауричева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1980. 272 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для сельскохозяйственных учебных заведений).
15. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов И.П. Васильев, А.М. Тупиков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
16. Сорта и гибриды: каталог / Л.А. Беспалова [и др.]. Краснодар: ЭДВИ, 2025. 172 с.
17. Кузенко М.В., Гудкова Г.Н. Сортовая агротехника зимующего овса // Земледелие. 2014. № 7. С. 46-48.
18. Кузенко М.В. Особенности агротехники возделывания сортов зимующего овса // Актуальные проблемы и инновационные решения в развитии агропромышленного комплекса юга России: сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (2-3 окт. 2025 г.). Майкоп: Магарин О.Г., 2025. 443 с.
19. betaren.ru. Щёлково Агрохим. Азафок. Интернет - ресурс.
20. (Интернет-ресурс admin@pogoda360.ru).
21. <https://world-weather.ru/pogoda/russia/maykop/2023/>.
22. VK.com Погода и климат/Краснодарский край/Адыгея.

REFERENCES

1. Sheudzhen A.Kh., Bondareva T.N., Onishchenko L.M., Nutrition and fertilization of grain, cereal, and legume crops. Krasnodar: KubSAU, 2012. 231 p. [In Russ.].
2. Sheudzhen A.Kh., Nutrition and fertilization of grain and legume crops. Krasnodar: KubSAU, 2012. 56 p. [In Russ.].
3. Recommendations for agricultural management systems in the Krasnodar Territory. Krasnodar, 1981. 556 p. [In Russ.].
4. Tarasenko B.I., Bardak N.I., Makarenko A.A. Soil tillage: a study guide. 3rd ed., revised and add. Krasnodar: KubSAU, 2021. 162 p. ISBN 978-5-907474-79-6. [In Russ.].
5. Kuznetsova I.V., Azovtseva N.A., Bondarev A.G. Standards for changes in the physical properties of soils in the steppe, dry steppe, and semi-desert zones of the European Russia // Bulletin of the V.V. Dokuchaev Soil Science Institute. 2011. Iss. 67. P. 3-19. [In Russ.].

6. Sheudzhen A.Kh. Agrobiogeochemistry of chernozem. 2nd ed. add. and revised. Maikop: Polygraph-YUG, 2018. 308 p. [In Russ.].
7. Current state and productivity of leached chernozem in the Western Ciscaucasia / Sheudzhen A.Kh. [et al.] // Bulletin of KubSAU. 2019. No. 153 (09). P. 2-14. [In Russ.].
8. Mamsirov N.I., Chumachenko Y.A., Udhu A.C. Agrochemical properties of fused chernozem, depending on the methods of basic processing and the norms of fertilization // Ecology, Environment and Conservation. 2018. Vol. 24, No. 1. P. 462-471. [In Russ.].
9. Geography of the Republic of Adygea: a tutorial / edited by A.Sh. Buzarov. Maikop: Adyghe Republican Book Publishing House, 2005. 200 p. [In Russ.].
10. Sheudzhen A.Kh., Neshchadim N.N., Onishchenko L.M. Fertilizer system. Agrochemical characteristics of soils and climatic conditions of the North Caucasus: a tutorial / edited by A.Kh. Sheudzhen. Krasnodar, 2009. 206 p. [In Russ.].
11. Dospekhov B.A. Field experiment methodology. Kolos, 1979. 416 p. [In Russ.].
12. Devterova N.I., Blagopoluchnaya O.A. Effect of various tillage methods on crop productivity and agrophysical properties of uncultivated chernozems // Zemledelie. 2019. No. 3. P. 31-33. [In Russ.].
13. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods for studying the physical properties of soils. 3rd rev. and add. Moscow: Agropromizdat, 1986. 416 p.: ill. (Textbooks and teaching aids for higher educational institutions). [In Russ.].
14. Soil Science Workshop / ed. by I.S. Kaurichev. 3rd revised and add. M.: Kolos, 1980. 272 p.: ill. (Textbooks and teaching aids for agricultural educational institutions). [In Russ.].
15. Practical training in Agriculture / B.A. Dospekhov, I.P. Vasiliev, A.M. Tupikov. 2nd ed., revised and eadd. M: Agropromizdat, 1987. 383 p.: ill. (Textbooks and teaching aids for students of higher educational institutions). [In Russ.].
16. Varieties and hybrids: a catalog / L.A. Bespalova [et al.]. Krasnodar: EDVI, 2025. 172 p. [In Russ.].
17. Kuzenko M.V., Gudkova G.N. Varietal agricultural technology of wintering oats // Zemledelie. 2014. No. 7. P. 46-48. [In Russ.].
18. Kuzenko M.V. Features of agricultural technology for cultivating wintering oat varieties // Current problems and innovative solutions in the development of the agro-industrial complex of southern Russia: a collection of reports based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation (October 2-3, 2025). Maikop: Magarin O.G., 2025. 443 p. [In Russ.].
19. betaren.ru. Shchyolkovo Agrokhim. Azafok. Internet resource.
20. (Internet resource admin@pogoda360.ru).
21. <https://world-weather.ru/pogoda/russia/maykop/2023/>.
22. VK.com Weather and climate/ The Krasnodar Territory/Adygea.

Информация об авторе / Information about the author

Девтерова Наталья Ильинична, старший научный сотрудник отдела земледелия, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385064, Российская Федерация, г. Майкоп, п. Подгорный, ул. Ленина, 48, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5859-2630>, e-mail: devterovan@gmail.com

Natalia I. Devterova, Senior Researcher, Department of Agriculture, Research Institute of Agriculture, Maykop State Technological University; 385064, the Russian Federation, Maikop, 48 Lenin Street, Podgorny, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5859-2630>, e-mail: devterovan@gmail.com

Поступила в редакцию 08.07.2026

Поступила после рецензирования 10.08.2026

Принята к публикации 12.08.2026

Received 08.07.2026

Revised 10.08.2026

Accepted 12.08.2026