



Научная статья

УДК 631.51:633.854.78:631.559

doi: 10.55186/25876740_2026_69_5_724

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ НИЖНЕГО ДОНА

И.А. Авдеенко, Р.А. Каменев

Донской государственный аграрный университет,
Ростовская область, поселок Персиановский, Россия

Аннотация. Подсолнечник является основной масличной культурой в Ростовской области, ограничение площадей его возделывания не более 15% пашни делает актуальным изучение способов основной обработки почвы. Цель исследований — оценить влияние основной обработки почвы при возделывании гибридов подсолнечника на изменение состояния почвы, показателей структуры урожая и итоговую урожайность. Исследования проводили с 2021 по 2023 гг. в условиях неустойчивого увлажнения Нижнего Дона (Приазовская зона Ростовской области). Опыт двухфакторный: фактор А (способ основной обработки почвы) предусматривал два варианта: контроль — минимальная обработка на глубину 10–12 см; отвальная обработка на глубину 23–25 см. Фактор Б — гибриды подсолнечника: Тристан, Самурай КЛ и Имми. Посев, наблюдения, учеты и анализ данных осуществляли по общепринятым в агрономии методиками. Отвальная обработка почвы в сравнении с минимальной обеспечивала увеличение основных элементов структуры урожая подсолнечника: диаметра корзинки на 8,9%, количества семян в корзинке на 3,5%, массы 1000 семян на 3,9%, массы семян с корзинки на 5,29%, что закономерно привело к повышению урожайности на 0,19 т/га (+8,0%). Наибольшей отзывчивостью на способ обработки почвы характеризовался гибрид Имми, тогда как гибрид Самурай КЛ проявил высокую пластичность и стабильность элементов продуктивности. Полученные данные можно использовать для совершенствования технологии выращивания подсолнечника. При выращивании гибридов подсолнечника в зоне неустойчивого увлажнения Нижнего Дона, для повышения урожайности, после озимой пшеницы необходимо проводить отвальную вспашку на глубину 23–25 см.

Ключевые слова: отвальная обработка, минимальная обработка, структура урожая, гибриды подсолнечника, урожайность

Original article

EFFECT OF PRIMARY TILLAGE ON SOIL FERTILITY INDICATORS AND PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER HYBRIDS UNDER INSUFFICIENT MOISTURE CONDITIONS IN THE LOWER DON REGION

I.A. Avdeenko, R.A. Kamenev

Don State Agrarian University, Rostov region, Persianovskij, Russia

Abstract. Sunflower is the main oilseed crop in the Rostov Region. Since the sown area under this crop is limited to no more than 15% of arable land, the study of primary tillage methods is of particular relevance. The aim of this research was to evaluate the effect of primary tillage on soil condition, yield structure components, and final yield of sunflower hybrids. The study was conducted from 2021 to 2023 under conditions of unstable moisture supply in the Lower Don region (Azov zone of the Rostov Region). The experiment was a two-factor design: Factor A (primary tillage method) included two treatments — control: minimum tillage to a depth of 10–12 cm; and moldboard plowing to a depth of 23–25 cm. Factor B comprised sunflower hybrids Tristan, Samurai KL, and Immi. Sowing, observations, recordings, and data analysis were performed according to standard agronomic methodologies. Compared to minimum tillage, moldboard plowing provided an increase in the main yield structure components of sunflower: head diameter by 8.9%, number of achenes per head by 3.5%, 1000-achene weight by 3.9%, and achene weight per head by 5.29%, which consistently resulted in a yield increase of 0.19 t/ha (+8.0%). The hybrid Immi showed the highest responsiveness to tillage method, whereas the hybrid Samurai KL exhibited high plasticity and stability of productivity components. The obtained data can be used to improve sunflower cultivation technology. When growing sunflower hybrids in the zone of unstable moisture in the Lower Don region, in order to increase yield, moldboard plowing to a depth of 23–25 cm should be carried out after winter wheat.

Keywords: moldboard tillage, minimum tillage, yield structure, sunflower hybrids, crop yield

Введение. Среди масличных культур, возделываемых в России, подсолнечник прочно удерживает лидирующие позиции. На его долю приходится подавляющая часть отечественного производства растительного масла, и эта роль вряд ли изменится в ближайшей перспективе: культура хорошо вписывается в севообороты большинства зернопроизводящих регионов страны, даёт стабильный доход и пользуется устойчивым спросом на рынке. Подсолнечное масло, богатое линолевой и олеиновой кислотами, занимает значимое место в рационе питания россиян, а переработка маслосемян обеспечивает сырьём целый ряд смежных отраслей — от пищевой промышленности до производства технических жиров [5].

Тем не менее разрыв между биологическим потенциалом культуры и урожаями, которые реально получают хозяйства, остаётся весьма зна-

чительным. Подсолнечник плохо переносит отклонения от агротехнических требований и это особенно заметно в начальный период вегетации, когда слабообразованные растения остро реагируют на любые неблагоприятные факторы — от сорного ценоза до неудовлетворительного физического состояния почвы. По различным оценкам, четверть конечного результата определяется именно грамотностью выбранной технологии возделывания, что придаёт этому вопросу вполне конкретное экономическое измерение [7].

Борьба с сорняками — один из тех элементов технологии, где цена ошибки особенно высока. До момента смыкания рядков подсолнечник крайне уязвим: сорняки опережают его в росте, перехватывают влагу и питательные вещества, подавляя развитие культурных растений. Степень ущерба при этом сильно варьирует в зависимости от засорённости конкретного поля

и видового состава сорной растительности, что требует дифференцированного подхода к защите посевов [8, 14]. На сегодняшний день в производстве применяются четыре основные системы контроля засорённости: классическая — с внесением почвенных гербицидов до всходов и проведением не менее двух междурядных культиваций, а также Клеарфилд, Клеарфилд Плюс и Экспресс Сан, основанные на применении гербицидов по вегетирующим растениям генетически устойчивых к ним гибридов. Последние три системы постепенно вытесняют классическую схему: они сокращают число механических обработок, снижают общую гербицидную нагрузку и при этом обеспечивают надёжный контроль даже в условиях высокой засорённости [9, 10, 15].

Параллельно с проблемой защиты посевов в современном земледелии нарастает дискуссия об интенсивности основной обработки



почвы. Затраты на неё составляют в среднем около 40% от совокупных энергетических расходов при производстве растениеводческой продукции, и сокращение этой цифры до 10–15% давно стало одним из ориентиров ресурсосбережения [11]. Отсюда — широкое распространение минимальных технологий обработки, включая Strip-Till и No-Till, при которых механическое воздействие на почву либо резко ограничивается, либо исключается полностью. Их сторонники указывают на снижение затрат, лучшее сохранение продуктивной влаги, защиту от эрозии и активизацию почвенной биоты [3, 13, 16].

Однако практика даёт и противоположные примеры. В ряде исследований показано, что длительный отказ от глубокой обработки ухудшает агрофизические свойства пахотного слоя: нарастает переуплотнение, снижается влагоёмкость, ухудшается газообмен, падает уровень минерального питания. Для подсолнечника с его мощной стержневой корневой системой эти изменения особенно критичны — переуплотнённая почва создаёт механическое препятствие для развития корней и ограничивает доступ к влаге в глубоких горизонтах [1, 14, 15]. При этом и чрезмерная рыхлость не менее вредна: она нарушает капиллярный подъём воды и ослабляет контакт корневой системы с почвенными частицами. Иными словами, обе крайности — дефицит и избыток обработки — снижают продуктивность культуры, и оптимум здесь определяется конкретными почвенно-климатическими условиями, а не общими рекомендациями [4].

Вопрос о том, какая система основной обработки почвы в сочетании с современными гербицидными технологиями способна обеспечить наилучшие результаты в конкретном регионе, требует экспериментального изучения. Имеющиеся данные из различных зон нередко противоречат друг другу, что лишний раз подчёркивает необходимость локальных исследований, учитывающих специфику местных почв, климата и сложившейся структуры производства. Без такой базы любые агрономические решения рискуют оказаться либо избыточно затратными, либо недостаточно эффективными для сохранения почвенного плодородия и получения стабильных урожаев [12].

Цель исследований — оценить влияние основной обработки почвы при возделывании гибридов подсолнечника на изменение состояния почвы, показателей структуры урожая и итоговую урожайность.

Ограничение площадей возделывания подсолнечника в Ростовской области не более 15% пашни делает актуальным изучение способов основной обработки почвы.

Методы исследования. Экспериментальная часть работы, включая закладку полевых опытов и последующий цикл наблюдений, выполнялась в строгом соответствии с общепринятыми в агрономии методическими положениями,

разработанными Б.А. Доспеховым [2] и В.Ф. Моисейченко [6] с 2021 по 2023 годы на полях УНПК Учхоз Донское Донского ГАУ, территориально расположенного в условиях недостаточного увлажнения Нижнего Дона (приазовская зона Ростовской области). Опыт двухфакторный: Фактор А (способ основной обработки почвы) предусматривал два варианта: контроль — минимальная обработка почвы дисковым на глубину 10–12 см; отвальная обработка вспашкой на глубину 23–25 см. Фактор Б — гибриды подсолнечника: Тристан, Самурай КЛ и Имми. Технология возделывания подсолнечника после озимой пшеницы — общепринятая зональная.

Почвы представили черноземом обыкновенным, со слабоволнистым рельефом. Регион характеризуется среднегодовой температурой воздуха 8,5°C, при сумме активных температур 3532°C, со средней суммой осадков за год от 450 до 500 мм. Среднемесячная температура воздуха превышала на 0,3–4,5°C к среднемесячным значениям, с наибольшим повышением к среднемесячным значениям на 3,5°C или 15,8% в августе. В отдельные месяцы наблюдали снижение показателей на 0,5–1,7°C (табл. 1).

Сумма активных температур варьировала от 3127,8 до 3572,3°C, что на 86,2–530,7°C или 2,8–17,4% больше среднемесячных значений 3041,6°C. Рассматривая показатель в средних значениях по месяцам, отмечаем, что даже несмотря на понижение показателя в 2023 году относительно средних значений на 20,4–71,1°C (май, июнь) и в 2021 году на 32,0°C (сентябрь). В среднем за годы исследований увеличение суммы активных температур варьировало от 3,0 до 16,1% или в среднем на 8,3%.

В годы исследований фиксировали сильный дефицит осадков в период вегетации подсолнечника.

Так, в 2021 году количество осадков к средним было ниже всего на 15,1 мм или 7,0%, ГТК в данный период составил 0,7 и в целом значительно отличался от многолетних значений. В 2022 году дефицит влаги был на 79,9 мм или 52,4% более выраженным, с ГТК = 0,3. 2023 год был наиболее увлажнённым с общим количеством осадков 348,2 мм, что на 49,9% больше многолетних значений, с ГТК = 1,1.

Вышеперечисленное непосредственно отразилось на условиях выращивания подсолнечника, что позволило оценить как сортовую реакцию растений, так и влияние обработки почвы на продуктивность подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения.

Результаты и обсуждения. В зависимости от способа обработки почвы существенно варьировали показатели, определяющие в том числе и качество почвы. Перед посевом подсолнечника количество продуктивной влаги в метровом слое почвы на 15,6% были больше по отвальной обработке почвы. При учете показателя перед уборкой наблюдали аналогичную

ситуацию лучшего влагонакопления в варианте отвальной обработки почвы (+25,2%).

Аналогичную ситуацию наблюдали при анализе плотности почвы, которая перед посевом подсолнечника по минимальной обработке в слое 0–5 см была на 0,09 г/см³ или на 10,5% больше, чем по отвальной обработке, что непосредственно связано с отсутствием механического воздействия. В слоях 5–10 и 10–20 см разница между вариантами обработки была минимальной. К моменту уборки плотность почвы возросла по естественным причинам по обоим вариантам обработки, однако при отвальной обработке почвы наблюдали в среднем меньшую плотность на 0,11 г/см³ или 8,0% (рис. 1).

Интересные изменения наблюдали по интенсивности разложения льняного полотна, который принят за показатель биологической активности почвы (рис. 2). Несмотря на увеличение биологической активности по минимальной обработке почвы на 3,8% в слое почвы 0–5 см, нельзя утверждать о более высоком показателе в целом по данному варианту обработки. Отвальная обработка почвы способствовала увеличению биологической активности почвы в корнеобитаемом слое 10–20 см до 19,4%, что на 2,4% больше, чем по минимальной обработке почвы.

По минимальной обработке почвы к моменту уборки подсолнечника показатель биологической активности в среднем по слою почвы 0–30 см на 6,2% больше, чем по отвальной обработке, однако данные показатели закономерно выше за счёт наличия растительных остатков — концентрированного источника пищи для микроорганизмов.

Анализ данных таблицы 2 показал, что способ обработки почвы оказывал существенное влияние на формирование элементов структуры урожая подсолнечника, однако степень этого влияния значительно варьировала в зависимости от гибрида. В среднем по гибридам отвальная обработка почвы способствовала увеличению диаметра корзинки на 1,7 см (+8,9%), количества семян в корзинке на 27,7 шт. (+3,57%), массы 1000 семян на 2,3 г (+3,9%) и массы семян с корзинки на 2,4 г (+5,2%) относительно минимальной обработки.

Наиболее выраженная реакция на способ обработки почвы установлена у гибрида Имми, у которого при отвальной обработке диаметр корзинки увеличился на 3,3 см или на 18,8%, количество семян 7,4%, масса 1000 семян на 4,4 г или +7,7%, а масса семян с корзинки на 5,2 г (11,6%) по сравнению с минимальной обработкой, что говорит о низкой экологической пластичности гибрида. У гибрида Тристан также отмечена существенная реакция при отвальной обработке диаметра корзинки увеличился на 2,0 см (+10,9%), количество семян — на 11 шт. (+1,4%), масса 1000 семян — на 1,5 г (+2,6%), а масса семян с корзинки — на 1,8 г (+3,9%) по сравнению с минимальной обработкой.

Таблица 1. Погодные условия за период вегетации подсолнечника, 2021–2023 гг.

Table 1. Meteorological conditions during the sunflower growing season, 2021–2023

Месяц	Сумма активных температур выше 10°C				Среднемесячная температура воздуха, °C				Количество осадков, мм			
	СМ*	2021	2022	2023	СМ*	2021	2022	2023	СМ*	2021	2022	2023
Май	519,4	539,0	467,0	448,3	16,8	17,9	15,1	15,8	49,1	48,0	16,1	118,7
Июнь	630,3	650,0	718,1	609,9	20,9	21,7	23,9	20,3	59,7	56,4	0,3	37,3
Июль	717,5	804,4	747,7	730,8	23,3	25,9	24,1	23,6	44,7	68,4	25,7	78,0
Август	686,0	775,4	826,8	787,0	22,2	25,0	26,7	25,4	41,1	26,8	27,6	57,5
Сентябрь	488,4	456,4	501,5	551,8	16,4	15,5	16,7	18,4	37,7	17,6	29,2	56,7
Итого	3041,6	3225,2	3261,1	3127,8	---	---	---	---	232,3	217,2	98,9	348,2
ГТК	---	---	---	---	---	---	---	---	0,8	0,7	0,3	1,1

Примечание: СМ* — среднемесячное значение показателя



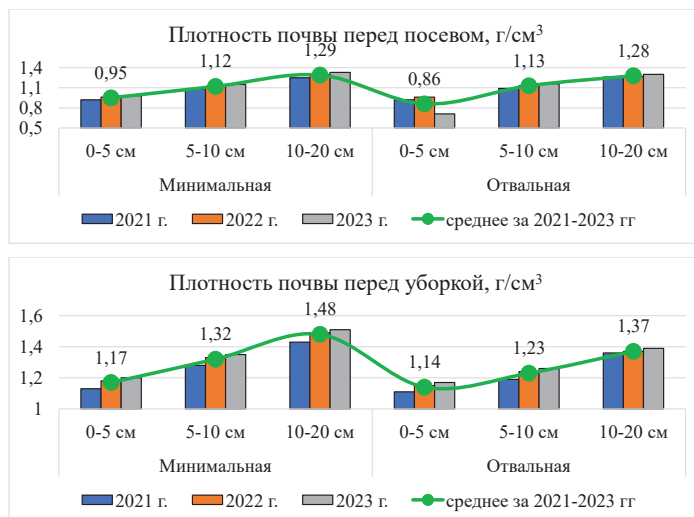


Рисунок 1. Плотность почвы по датам учета, г/см³
Figure 1. Soil bulk density by sampling dates, g/cm³

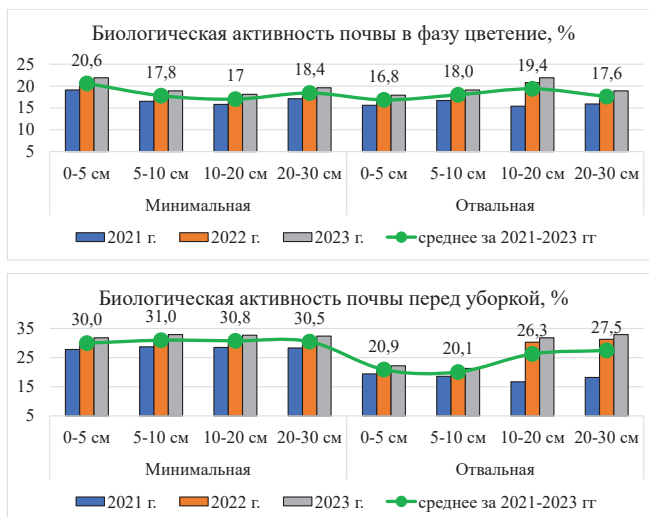


Рисунок 2. Биологическая активность почвы по датам учета, %
Figure 2. Soil biological activity by sampling dates, %

Гибрид Самурай КЛ, напротив, проявил значительно меньшую отзывчивость на изменение способа обработки почвы: диаметр корзинки оставался неизменным (21,0 см) при обоих вариантах, а масса семян с корзинки практически не различалась (48,4 и 48,3 г при отвальной и минимальной обработках соответственно), что свидетельствует о высокой экологической пластичности данного гибрида и его способности поддерживать стабильную продуктивность в изменяющихся условиях агротехники.

Важно отметить, что наибольший вклад в формирование преимуществ отвальной обработки вносил гибрид Имми, у которого реак-

ция по элементам структуры урожая была существенной по всем признакам. У гибрида Самурай КЛ различия по структуре урожая были минимальными, тем не менее отвальная обработка также обеспечивала незначительное преимущество по количеству семян и массе 1000 семян, что в совокупности с показателями Тристана формировало положительный эффект отвальной обработки в целом по опыту.

Увеличение показателей структуры урожая напрямую коррелирует с урожайностью гибридов подсолнечника по вариантам опыта (рис. 3).

Повышение массы 1000 семян в среднем по гибридам на 2,4 г или 5,2% при отвальной

обработке почвы обеспечили формирование урожайности 2,56 т/га, что на 0,19 т/га или 8,0% больше, чем при минимальной обработке. Вторым элементом структуры урожая с существенным изменением является диаметр корзинки, который увеличился на 8,9% при отвальной обработке, что в совокупности с увеличением прочих элементов обеспечило существенное увеличение урожайности гибридов подсолнечника.

Гибрид подсолнечника Тристан формировал урожайность от 2,23 до 2,58 т/га по отвальной обработке почвы и от 2,11 до 2,48 т/га по минимальной обработке почвы. Улучшение условий произрастания для данного гибрида в среднем за годы исследований обеспечило прибавку 0,11 т/га или 4,7% урожая. Гибрид подсолнечника Самурай КЛ формировал урожайность от 2,54 до 2,64 т/га по отвальной обработке почвы и от 2,22 до 2,56 т/га по минимальной обработке почвы. Анализ урожайных данных наиболее продуктивного гибрида Имми показал, что наибольшая урожайность формируется по отвальной обработке почвы от 2,62 до 2,71 т/га и от 2,31 до 2,57 т/га — по минимальной обработке почвы, с уменьшением урожайности в годы большего увлажнения.

Урожайность гибридов в средних значениях за период исследований по способу обработки почвы урожайность возрастает на 0,19 т/га или 8,0% при отвальной обработке почвы, что является существенным. Повышение урожайности достоверно при $HCP_{0,95}$ равно: по фактору $A = 0,08$ т/га, по фактору $B = 0,10$ т/га, по взаимодействию факторов $AB = 0,14$ т/га.

Область применения результатов. Результаты исследований актуальны сельхозтоваропроизводителям, возделывающим подсолнечник по технологии Clearfield в условиях неустойчивого увлажнения Нижнего Дона и в регионах со схожими почвенно-климатическими условиями. Полученные данные можно использовать для совершенствования технологии выращивания подсолнечника. При выращивании гибридов подсолнечника в зоне неустойчивого увлажнения Нижнего Дона, для повышения урожайности, после озимой пшеницы необходимо проводить отвальную вспашку на глубину 23-25 см.

Список источников

1. Абдулнатилов М.Г., Далгатова И.Д. Водопотребление подсолнечника при разных сроках основной обработки почвы и влагозарядкового полива в Западном Прикаспии // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 3 (74). С. 46-51.

Таблица 2. Структура урожая гибридов подсолнечника (среднее за 2021-2023 гг.)
Table 2. Yield structure of sunflower hybrids (average for 2021–2023)

Гибрид	Обработка почвы	Диаметр корзинки, см	Количество семян в корзинке, шт	Масса 1000 семян, г	Масса семян с корзинки, г
Тристан	отвальная	20,3	791	60,0	47,4
	минимальная	18,3	780	58,5	45,6
Среднее по гибриду		19,3	786	59,3	46,5
Самурай КЛ	отвальная	21,0	828	61,9	48,4
	минимальная	21,0	812	60,9	48,3
Среднее по гибриду		21,0	820	61,4	48,4
Имми	отвальная	20,9	816	61,5	50,0
	минимальная	17,6	760	57,1	44,8
Среднее по гибриду		19,3	788	59,3	47,4
Среднее по обработке почвы					
отвальная		20,7	811,7	61,1	48,6
минимальная		19,0	784,0	58,8	46,2
Фактор А — $HCP_{0,95}$		-	9,2	1,08	0,87
Фактор В — $HCP_{0,95}$		-	11,4	1,32	1,07
Взаимодействие факторов АВ — $HCP_{0,95}$		-	16,1	1,87	1,51

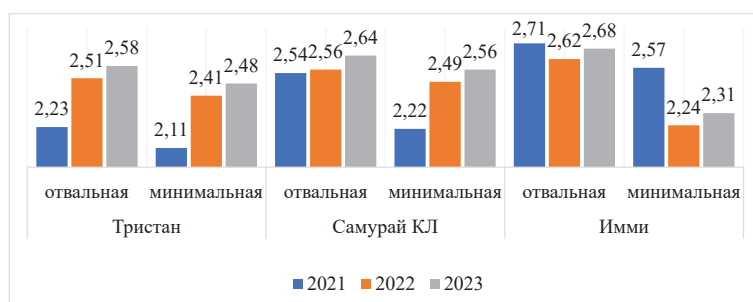


Рисунок 3. Урожайность гибридов подсолнечника, т/га
Figure 3. Yield of sunflower hybrids, t/ha



2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта : с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Ермолаев С.Н., Дуюн Н.В., Михайлов Д.А., Тупикова Е.И. Влагодобеспеченность, агрохимические и агрофизические свойства почвы и урожайность подсолнечника и ярового ячменя в звене севооборота в зависимости от технологий возделывания в условиях юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2024. № 2 (42). С. 30-40.
4. Лекарев А.В., Солодовников А.П., Гудова Л.А. Оценка элементов структуры урожая и параметров адаптивности сортов и гибридов подсолнечника в степном Поволжье // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 30-34. DOI: 10.28983/asj.y202110pp30-34.
5. Летучий А.В., Пшенцова А.И., Минеева Л.Н., Ерюшев М.В., Бажина Е.В. Управление технологическим процессом производства подсолнечника // Аграрный научный журнал. 2024. № 9. С. 30-34. DOI: 10.28983/asj.y20249pp30-34.
6. Моисейченко В.Ф., Трифонова М.Ф., Заверюха А.Х., Ещенко В.Е. Основы научных исследований в агрономии. Москва : Колос, 1996. 336 с.
7. Несмеянова М.А., Быканов Б.А. Обработка почвы и ее роль в формировании плодородия почвы // Аграрный научный журнал. 2025. № 4. С. 35-40. DOI: 10.28983/asj.y20254pp35-40.
8. Оказова З.П., Мамсиров Н.И., Амаева А.Г., Тхакушинова Л.Н. Критический период вредности сорняков как элемент экологизации технологии возделывания подсолнечника // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 6 (402). С. 705-707. DOI: 10.55186/25876740_2024_6_705.
9. Оконов М.М., Плещакчев Ю.Н., Эвиев В.А., Джаббаров Н.И., Курепина Н.Л., Фомин С.Д. Оценка влияния способов обработки почвы на урожайность подсолнечника на южно-черноземных почвах западной зоны Республики Калмыкия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2026. № 1 (85). С. 513-523. DOI: 10.32786/2071-9485-2026-01-54.
10. Рябцева Н.А. Влияние системы основной обработки почвы на засоренность почвы и посевов подсолнечника // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2024. № 1 (51). С. 5-12.
11. Субботин А.Г., Степанова Н.В., Летучий А.В., Полетаев И.С., Панфилов А.В. Особенности формирования габитуса растений, урожайности и качества маслосемян различных по скороспелости гибридов подсолнечника в условиях Саратовского правобережья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 1. С. 7-13.
12. Фетюхин И.В., Авдеенко И.А. Влияние обработки почвы на её структуру и урожайность гибридов подсолнечника в условиях Ростовской области // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (46). С. 70-76.
13. Hu M., Li Y., Chen Zh., Lv K., Xiong Yu., Huang G. Drip irrigation combined with organic fertilizers improves crop N uptake and yield by reducing soil salinity and N loss in saline-alkali sunflower farmlands // Soil and Tillage Research. 2026. Vol. 255. Art. number 106789. DOI: 10.1016/j.still.2025.106789. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198725003435?via%3Dihub=&_cf_chl_tk=IKXiNDXldMdkMBQ912b9tzHXl_V2DmmzULKwAiW7uSs-1783788265-1.0.1.1-SZVv8vt.sTkHAYVJiGz1KySq15LFPqPwP6EHtGjGd4.
14. Seddaiu G., Iocola I., Farina R., Orsini R., Iezzi G., Roggero P.P. Long term effects of tillage practices and N fertilization in rainfed Mediterranean cropping systems: durum wheat, sunflower and maize grain yield // European Journal of Agronomy. 2016. Vol. 77 (5). P. 166-178. DOI: 10.1016/j.eja.2016.02.008. Дата обращения: 08.07.2026.
15. Muhsin S.J., Ramadhan M.N., Nassir A.J. Effect of organic manure and tillage depths on sunflower (*Helianthus annuus* L.) production // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 735. № 1. Art. number 012070. doi: 10.1088/1755-1315/735/1/012070. http://www.researchgate.net/publication/350988531_Effect_of_organic_manure_and_tillage_depths_on_sunflower_Helianthus_annuus_L_production.
16. Paul P.L.C., Bell R.W., Barrett-Lennard E.G., Kabir E. Variation in the yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) due to differing tillage systems is associated with variation in solute potential of the soil solution in a salt-affected coastal region of the Ganges Delta // Soil and Tillage Research. 2020. Vol. 197. Art. number 104489. DOI: 10.1016/j.still.2019.104489. <http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198719308049?via%3Dihub>.
17. Abdulnatiev, M.G. & Dalgatova, I.D. (2023). *Vodopotreblenie podsolnechnika pri raznykh srokakh osnovnoy obrabotki pochvy i vlagozaryadkovogo poliva v Zapadnom Prikaspii* [Sunflower water consumption at different periods of basic tillage and water-charging irrigation in the western Caspian Region]. Bulletin of Michurinsk state agrarian university, no. 3 (74), pp. 46-51.
18. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta : s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [Field experience methodology : with the basics of statistical processing of research results], Moscow, Agropromizdat.
19. Ermolaev, S.N., Dyyun, N.V., Mikhajlov, D.A. & Tupikova, E.I. (2024). *Vlagodobespechennost', agrokhimicheskie i agrofizicheskie svoystva pochvy i urozhajnost' podsolnechnika i yarovogo yachmenya v zvene sevooborota v zavisimosti ot tekhnologii vozdelvaniya v usloviyakh yugo-zapadnoj chasti Tsentral'no-Chernozomyonogo regiona* [Moisture supply, agrochemical and agrophysical properties of soil and yield of sunflower and spring barley in the crop rotation link depending on cultivation technologies in the conditions of the southwestern part of the Central Chernozem region she]. Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives, no. 2 (42), pp. 30-40.
20. Lekarev, A.V., Solodovnikov, A.P. & Gudova, L.A. (2021). *Otsenka elementov struktury urozhaya i parametrov adaptivnosti sortov i gibridov podsolnechnika v stepnom Povolzh'e* [Assessment of the elements of the yield structure and the parameters of adaptability of varieties and hybrids of sunflower in the steppe Volga region]. Agrarian Scientific Journal, no. 10, pp. 30-34. DOI: 10.28983/asj.y202110pp30-34.
21. Letuchiy, A.V., Pshentsova, A.I., Mineeva, L.N., Eryushov, M.V. & Bazhina, E.V. (2024). *Upravlenie tekhnologicheskimi protsessom proizvodstva podsolnechnika* [Management of the technological process of sunflower production]. Agrarian Scientific Journal, no. 9, pp. 30-34. DOI: 10.28983/asj.y20249pp30-34.
22. Moiseychenko, V.F., Trifonova, M.F., Zaveryukha, A.Kh. & Eshchenko, V.E. (1996). *Osnovy nauchnykh issledovaniy v agronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy], Moscow, Kolos.
23. Nesmeyanova, M.A. & Bykanov, B.A. (2025). *Obrabotka pochvy i ee rol' v formirovaniy plodorodiya pochvy* [Tillage and its role in the formation of soil fertility]. Agrarian Scientific Journal, no. 4, pp. 35-40. DOI: 10.28983/asj.y20254pp35-40.
24. Okazova, Z.P., Mamsirov, N.I., Amaeva, A.G. & Tkachukshinova, L.N. (2024). *Kriticheskij period vrednosti sornyakov kak element ekologizatsii tekhnologii vozdelvaniya podsolnechnika* [Critical period of harmfulness of weeds as an element of environmentalization of sunflower cultivation technology]. International agricultural journal, no. 6(402), pp. 705-707. DOI: 10.55186/25876740_2024_6_705.
25. Okonov, M.M., Pleskachev, Yu.N., Eviev, V.A., Dzhaborov, N.I., Kurepina, N.L. & Fomin, S.D. (2026). *Otsenka vliyaniya sposobov obrabotki pochvy na urozhajnost' podsolnechnika na yuzhno-chernozemnykh pochvakh zapadnoj zony Respubliki Kalmykiya* [The assessment of the tillage methods impact on the sunflower yields in the southern chernozem soils of the western zone of the Kalmykia Republic]. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, no. 1 (85), pp. 513-523. DOI: 10.32786/2071-9485-2026-01-54.
26. Ryabtseva, N.A. (2024). *Vliyaniye sistemy osnovnoy obrabotki pochvy na zasorenennost' pochvy i posevov podsolnechnika* [The influence of the basic tillage system on the soil and sunflower infestation]. Bulletin of Don State Agrarian University, no. 1 (51), pp. 5-12.
27. Subbotin, A.G., Stepanov, N.V., Letuchiy, A.V., Poletaev, I.S. & Panfilov, A.V. (2026). *Osobennosti formirovaniya gabitusa rasteniy, urozhajnosti i kachestva masloseyan razlichnykh po skorospelosti gibridov podsolnechnika v usloviyakh Saratovskogo pravoberezh'ya* [Features of the formation of plant habit, yield and quality of oilseeds of various sunflower hybrids in terms of precocity in the conditions of the Saratov right bank]. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy, no. 1, pp. 7-13.
28. Fetyukhin, I.V. & Avdeenko, I.A. (2022). *Vliyaniye obrabotki pochvy na eyo strukturu i urozhajnost' gibridov podsolnechnika v usloviyakh Rostovskoy oblasti* [The influence of tillage on soil structure and yield of sunflower hybrids in the conditions of the Rostov region]. Bulletin of Don State Agrarian University, no. 4 (46), pp. 70-76.
29. Hu, M., Li, Y., Chen, Zh., Lv, K., Xiong, Yu. & Huang, G. (2026). Drip irrigation combined with organic fertilizers improves crop N uptake and yield by reducing soil salinity and N loss in saline-alkali sunflower farmlands. Soil and Tillage Research, vol. 255, art. number 106789. doi: 10.1016/j.still.2025.106789. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198725003435?via%3Dihub=&_cf_chl_tk=IKXiNDXldMdkMBQ912b9tzHXl_V2DmmzULKwAiW7uSs-1783788265-1.0.1.1-SZVv8vt.sTkHAYVJiGz1KySq15LFPqPwP6EHtGjGd4.
30. Seddaiu, G., Iocola, I., Farina, R., Orsini, R., Iezzi, G. & Roggero, P.P. (2016). Long term effects of tillage practices and N fertilization in rainfed Mediterranean cropping systems: durum wheat, sunflower and maize grain yield. European Journal of Agronomy, vol. 77 (5), pp. 166-178. DOI: 10.1016/j.eja.2016.02.008 (accessed 08 July 2026).
31. Muhsin, S.J., Ramadhan, M.N., Nassir, A.J. (2021). Effect of organic manure and tillage depths on sunflower (*Helianthus annuus* L.) production. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 735, no. 1, art. number 012070. DOI: 10.1088/1755-1315/735/1/012070. http://www.researchgate.net/publication/350988531_Effect_of_organic_manure_and_tillage_depths_on_sunflower_Helianthus_annuus_L_production.
32. Paul, P.L.C., Bell, R.W., Barrett-Lennard, E.G. & Kabir, E. (2020). Variation in the yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) due to differing tillage systems is associated with variation in solute potential of the soil solution in a salt-affected coastal region of the Ganges Delta. Soil and Tillage Research, vol. 197, art. number 104489. DOI: 10.1016/j.still.2019.104489. <http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198719308049?via%3Dihub>.

Информация об авторах:

Авдеенко Ирина Алексеевна, аспирант кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7111-7933>, irinaawdeenko@yandex.ru

Каменев Роман Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0725-2190>, r.camenew2010@yandex.ru

Information about the authors:

Irina A. Avdeenko, postgraduate student of the department of agriculture and technology of storage of crop products, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7111-7933>, irinaawdeenko@yandex.ru

Roman A. Kamenev, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of agrochemistry and ecology named after professor E.V. Agafonov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0725-2190>, r.camenew2010@yandex.ru

