УДК 631.58:631.421.1

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОГО И ПРАКТИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ РГАУ – МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

А.И. Беленков,*
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
М.А. Мазиров,**
доктор биологических наук, профессор
Ш.М. Бобомурадов,***
доктор биологических наук, директор
В.А. Николаев,**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**НФЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, Московская обл.*

***Институт почвоведения и агрохимических исследований. г. Ташкент*

****ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва*

Аннотация. В статье обобщаются и резюмируются результаты внедрения и освоения принципов технологии точного земледелия на базе Центра точного земледелия (ЦТЗ), созданного в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева для подготовки нового поколения специалистов аграрного профиля. По итогам многолетних исследований определены оптимальная конструкция посевов и посадок сельскохозяйственных культур, определен азотный статус посевов озимой пшеницы для проведения своевременной и качественной подкормки. Намечены путисовершенствования системы применения гербицидов и возможности их дифференцированного внесения. Проведена оценка содержания элементов питания почвы каждого участка поля в результате отбора почвенных проб с целью формирования карты плодородия.Представ лены урожайные данные по культурам зернопропашного севооборота, при этомможно отметить тенденцию превышения урожайности с.-х. культур по точной технологии в сравнении с традиционной. Приведены данные за три ротации опытного севооборота по урожайности с.-х. культур по различным приемов обработки. Установлено, что первоначально для викоовсяной смеси и озимой пшеницы лучше зарекомендовал себя прямой посев, затемна лидирующие позиции вышла вспашка. Картофель лучше отзывался на отвальную обработку, превосходя минимальную на 3.1 т/га.На ячмене вначале лидировала минимальная обработка, в последующем - отвальная.

Ключевые слова: полевой опыт, технология, точная, традиционная, обработка почвы, отвальная, минимальная, нулевая, урожайность культур, результаты опыта.

Цитирование. Беленков А.И., Мазиров М.А., Николаев В.А. Результаты научного и практического освоения точного земледелия в полевом опыте РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия НВ АУК. 2019. 4(56). ...-....DOI:

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Центр точного земледелия (ЦТЗ) был создан с целью организации и реализации учебной, научно-исследовательской и инновационной деятельности на основе использования современных агротехнологий и принципов точного земледелия [1, 2].

Основными задачами деятельности Центра точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева являлись: отработка на базе полевого стационарного опыта современных технологий точного земледелия; проведение комплексных научных исследований; освоение и внедрение, разработанных учёными университета элементов технологий точного земледелия; обучение студентов, профессорско-преподавательского состава, привлечённых научных работников, практиков АПК; организация и проведение курсов повышения квалификации, конференций, симпозиумов, семинаров.На базе Центра проводились исследования по разработке сортовой агротехники с.-х. культур, способов и приемов энергосберегающих, почвозащитных обработок, эффективных способов посева, приемов ухода, уборки урожая с использованием современной техники, оборудованной системой GPS. Велась разработка и усиленно пропагандировалась высокоэффективные экологически безопасные системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней.

Материалы и методы. Для изучения агроэкологической эффективности технологии точного земледелия на опытном поле Полевой опытной станции университета был заложен стационарный полевой опыт общей площадью около 6 га, в котором демонстрировались две технологии возделывания сельскохозяйственных культур - традиционная и точная, основанная на принципах точного земледелия. Также в опыте изучались по два приема основной обработки почвы под каждую культуру севооборота. Для всех четырех контрольным вариантом была вспашка оборотным плугом на 20-22 см, вторым вариантом для вики с овсом и озимой пшеницы была нулевая обработка (прямой посев), под картофель и ячмень проводилась минимальная обработка на 12-14 см.

В опыте предусматривался зернопропашной севооборот с чередованием культур: викоовсяная смесь на корм - озимая пшеница с пожнивным посевом горчицы на сидерат – картофель – ячмень [3]. Имеющийся в университете комплекс оборудования и машин обеспечивал реализацию основных элементов технологии точного земледелия, в частности, дифференцированное внесение удобрений, учитывающее пестроту почвенного плодородия, применение средств защиты растений с учетом фитосанитарного состояния агроландшафта, проведение агротехнических мероприятий с использованием приборов параллельного вождения и спутниковой системы глобального позиционирования [4].

Результаты и обсуждения. В качестве примера внедрения отдельных элементов точного земледелие являлось изучение различных способов посева и посадки с.-х. культур. Так, в случае традиционного земледелия посев зерновых культур осуществлялся на отвальном фоне с использованием маркера сеялкой Д-9-30, на варианте точного земледелия применяли систему автопилотирования, на базе навигационного оборудования системы GPS. На варианте нулевой и минимальной обработок, в первом случае по вике с овсом и озимой пшеницы применяли сеялку DMC-3 только с использованием автопилота, во втором, посев ячменя осуществляли Д-9-30. Маркер при работе сеялки DMC-3 использовать не удалось в силу конструктивных и технических недоработок. Результаты четырехлетнего испытания различных сеялок, использованных в опыте и способов посева с.-х. культур приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Ширина стыковых междурядий и величина отклонений от стандартной величины междурядий сеялки (в среднем за 2008-2011 гг.)

Культура	Сеялка Д-9-30 (отвальный фон)				DMC 3(нулевой фон)	
	По маркеру		Автопилот		Автопилот	
	Ширина стыкового междурядья, см	Отклонение, см	Ширина стыкового междурядья, см	Отклонение, см	Ширина стыкового междурядья, см	Отклонние, см
Ячмень	15,1	+3.1	13.4	+1.4	12.7*	+0,7
Вика+овес	14,0	+2,0	12.3	+0,3	19.1	+0,3
Оз. пшеница	16,8	+4,8	13.8	+1,8	19.2	+0,4

Примечание: ширина междурядий сеялок: Д-9-30 -12 см, DMS–18,8 см.*Ячмень на минимальном фоне высевался сеялкой Д-9-30 со стандартным междурядьем 12,0 см.

Агротехнические требования по ширине стыковых междурядий в случае использования названных сеялок не должно превышать ±2,5 см. В среднем за 4 года исследований по зерновым культурам при посеве по маркеру обнаруживалось превышение приводимого агротребования (+3.1 см для ячменя и +4.8 для озимой пшеницы). При посеве по автопилоту по всем культурам, включая кормовую, выдерживались установленные рекомендации, т.е. размер стыковых междурядий не превышал 2,5 см. Использование сеялки DMC 3 на нулевой обработке обеспечивало величину смежных междурядий с отклонением в пределах +0,3 по викоовсяной смеси +0,4 см по озимой пшенице. На минимальном фоне посев ячменя Д-9-30 обеспечивал ширину стыкового междурядья +0,7 см, что укладывалось в заявленные параметры (рисунок 1).



Рисунок 1 - Вид посевов ячменя, осуществленного по маркеру (слева) и по автопилоту (справа)

Посадка картофеля осуществлялась картофелесажалкой GL-34T со стандартным междурядьем 75 см с применением автопилота и маркера. Траектория движения агрегата, с использованием системы GPS, повторялась на варианте точного земледелия в ходе проведения гребнеобразования. По традиционной технологии возделывания картофеля движением агрегата в ходе проведения гребнеобразования управлял механизатор [5] (таблица 2).

Таблица 2 - Ширина смежных междурядий и расположение растений картофеля на гребне при различных технологиях возделывания

Год	Ширина междурядий при посадке, см		Расположение растений на гребне, см	
	маркер	автопилот	маркер	автопилот
2009	от 65-до 81	75 ± 2,8	от центра ± 6-10	от центра ± 2,8
2010	от 60-до 80	75 ± 3,3	от центра ± 5-15	от центра ± 3.3
2011	от 70 до 90	75 ± 1,5	от центра ± 5-15	от центра ± 1.5
среднее	от 65 до 83	75 ± 2,5	от центра ±5-13	от центра ± 2.5

ISSN 2181-0826 4/2023 y.

Ширина стыковых междурядий между проходами картофелесажалки по технологиям различалась в отдельные годы незначительно, составляя по традиционной технологии интервал в среднем от 60-65 до 80-85 см, т.е. отклонение от стандартного междурядья сажалки (75 см) в пределах от -15 до +15 см. При использовании автопилота ширина стыковых междурядий разнилась 1,5-3,3 см. Важным условием развития полноценного растения картофеля является его расположение по отношению к центральной части гребня, формируемое в ходе проведения гребнеобразования после появления всходов. Проведение гребнеобразования в посадках картофеля, которые возделывались по традиционной технологии, обеспечивало формирование растений картофеля с отклонениями от центра от 5 до 15 см (рисунок 2). При выполнении технологии точного земледелия растения картофеля располагались практически по центру рядка с отклонением порядка 1,5-3,5 см. Последнее позволяло формировать полноценные, хорошо развитые и выполненные клубни, что увеличивало урожайность (рисунок 3).



a b

Рисунок 2 - Возможные проблемы при гребнеобразовании без автопилота: a) сужение гребня; b) отклонение от центра



Рисунок 3 - Посадка картофеля и гребнеобразование по автопилоту

В течение нескольких вегетационных сезонов сотрудники Центра точного земледлия периодически обследовали поля озимой пшеницы с помощью приборов GreenSeeker® RT 200 (Германия) и N-sensor® ALS (США) (рисунок 4, 5).



Рисунок 4 - Система RT-200 Green Seeker в работе



Рисунок 5 - Работа системы NSensor ALSc машиной для внесения удобрений

Главной целью данных обследований было оценить азотный статус озимой пшеницы для проведения своевременной и качественной подкормки азотом. Был разработаналгоритм дифференцированного внесения азотных удобрений для формирования урожая озимой пшеницы высокого качества. Алгоритм разработан на основе карт биомассы, построенных с помощью оптических датчиков. Информация, получаемая при эксплуатации указанных приборов, представлялась в виде электронных карт, обрабатывается при помощи компьютерной программы SMSAdvanced и представлялась в виде ГИС. Разработанный алгоритм внесения азотных удобрений в фазу выхода в трубку (ЕС 30–36) приведен на рисунке 6.



Рисунок 6 - Алгоритм внесения азотных удобрений на озимой пшенице в фазу выхода в трубку (ЕС 30–36)

Согласно данному алгоритму при снижении биомассы посева ниже средней стандартной доза вносимых удобрений увеличивалась, что должно привести к выравниванию биомассы посевов. Но, если биомасса посева в какой-либо части поля снижалась до определенного критически низкого значения, то удобрение здесь давалось в минимальной дозировке или не вносилось совсем. Таким образом, этот алгоритм предлагает три сценария внесения удобрений:1 — внесение повышенных доз для выравнивания отстающих в развитии посевов, 2 — внесение средних доз для нормально развитых посевов и 3 — внесение минимальных (нулевых) доз для выбракованных частей поля, где состояние посевов неудовлетворительное.

После возобновления вегетации озимой пшеницы после зимы отмечена большая неоднородность посевов, свя-занная с неравномерностью перезимовки растений, с разными технологиями ухода и разнообразием почвенных свойств. Первая подкормка озимой пшеницы аммиачной селитрой проводилась в конце апреля - начале мая в режиме online. Стандартная доза удобрений на варианте тради-ционного земледелия по всей площади поля независимо от состояния посевов составляла 70 кг/га азота по д.в., на варианте точного земледелия доза азота в подкормке изменялись в зависимости от состояния биомассы. Например, доза 65–70 кг/га была внесена на 12,7 % площади поля, доза 70–80 кг/га — на 66 %, свыше 80 кг/га — на 21 % [7, 8].

Критерием оценки технологии является не только урожайность, но эконо-мическая эффективность. Рентабельность применения азотных удобрений и их окупаемость зерном озимой пшеницы на проблемных участках опыта ЦТЗ в 2011 г. представлена в таблице 3.

Вариант Опыта	Урожайность, т/га	Получено зерна на 1 кг внесенного азота	Рентабельность применения азотных удобрений, %
Контроль	2,4	-	-
Традиционное земледелие, азот 70 кг/га	2,73	4,7	– 44

ISSN 2181-0826 4/2023 y.

Вариант Опыта	Урожайность, т/га	Получено зерна на 1 кг внесенного азота	Рентабельность применения азотных удобрений, %
Точное земледелие, азот 65 кг/га	3,11	10,9	+ 20

Таблица 3 - Рентабельность применения азотных удобрений и их окупаемость зерном озимой пшеницы на опытном поле ЦТЗ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2011 г.

Удобрения, вносимые на проблемные участки, имеют очень низкую эффективность. Поэтому на таких участках рекомендуется снижать дозы вносимых удобрений, тем самым повышая рентабельность производства.

Внедрение в сельскохозяйственное производство технологии точного земледелия, позволяет дифференцированно воздействовать на конкретные участки поля, что экономит ресурсы и снижает антропогенную нагрузку на агрофитоценоз. В связи с этим, изучалось совершенствование системы гербицидов не только в отношении сроков и кратности их применения, но и возможности их дифференцированного внесения в системе точного земледелия. Данные по сплошному обследованию и потенциальной засоренности посевов говорят о неоднородности распределения сорных растений по опытному участку. В среднем за годы исследований, несмотря на сравнительно небольшую площадь опытного наблюдались различия в пространственном распространении сорняков.

Неравномерность распределения сорняков по полю в системе точного земледелия позволяло использовать гербициды дифференцированно, используя систему GreenSeekerRT 200. Данная система может использоваться как в дневное, так и в ночное время суток. Таким образом, можно вносить препарат дифференцированно на основании показаний оптических датчиков, которые измеряют индекс вегетации биомассы NDVI и сравнивают полученные значение с заданным алгоритмом. После этого и в режиме online определяется норма расхода препарата на конкретном участке [9].

Также одним из слагаемым элементом точного земледелия является оценка содержания элементов питания почвы каждого конкретного участка поля. Один из способов такой оценки – отбор огромного количества почвенных проб, после чего каждый образец анализируется, определяется содержание в нём азота, фосфора, калия, микроэлементов, в результате чего формируется карта плодородия. Эта карта загружается в специальную программу SMSAdvanced, формирующую задания для бортового компьютера машины для внесения удобрений. В результате на каждый квадратный метр поля будет внесено именно то количество удобрений и микроэлементов, которые необходимы именно этому участку. Можно идти от обратного, и анализировать не состояние почвы, а во время уборки оценивать урожайность не в среднем, а на каждом конкретном участке. Урожайность является важнейшим интегрирующим показателем эффективности и продуктивности посева озимой пшеницы, который зависит не только от применяемой технологии, но также и от метеоусловий вегетационного сезона и от неоднородности почвенных свойств конкретного поля. Проводя анализ урожайности, используют многофакторный дисперсионный анализ и для оценки достоверности различий используют показатель наименьшей существенной разности. Исходя из этих данных, составляется карта урожайности того или иного поля (рисунок 7).

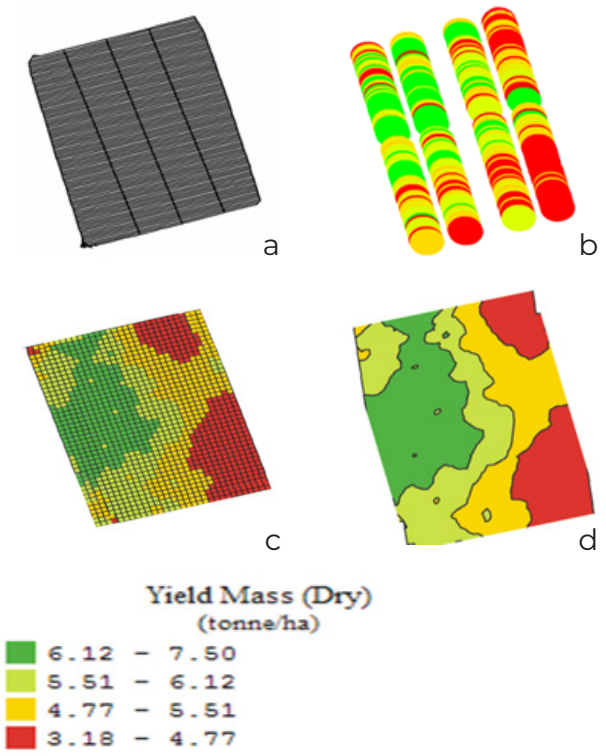


Рисунок 7 - Различное представление данных об урожайности культур

a) сетка сплошного учета урожайности
b) точки по центру каждой ячейки сетки сплошного учета, размер точки 10м
c) сетка 3×3 м
d) контур.

В нашем опыте основные изучаемые факторы – варианты опыта, представлены в двукратной повторности. В течение нескольких лет наблюдений было выявлено, что в связи с имеющейся неоднородностью почвенных условий, отклик растений на технологию возделывания в разных частях поля проявляется по-разному, с разной интенсивностью, что порою сглаживает эффект обработки и сказые вается на результатах дисперсионного анализа. Создается впечатление, что разница по урожайностям культур при возделывании по разным технологиям является несущественной в пределах поля, а это не так. Наличие большого количества точек учета при составлении карты урожайности позволяет нам осуществлять новые подходы для оценки эффективности технологий, и для данной задачи более наглядно будет использовать не только среднее значение урожайности по технологии, по учетной делянки, но и показатели доверительного интервала для этих значений. Зная, какие участки поля дали больший урожай, а какие меньший, можно планировать программу внесения удобрений, возвращая почве то, что мы у неё забрали [10].

В таблице 4 представлены урожайные данные по культурам зернопропашного севооборота за период исследований (2009-16 гг.), когда в опыте ЦТЗ строго учитывались как варианты различных технологий возделывания, так и наличие приемов обработки почвы. Общей ситуацией можно отметить тенденцию незначительного превышения урожайности с.-х. культур по точной технологии в сравнении с традиционной. Обработки почвы проявляли себя по-разному [11, 12, 13].

На озимой пшенице наблюдалось преимущество точной технологии относительно традиционной в среднем за 8 лет по отвальной обработке на 0, 12 т/га, по нулевой – на 0,11 т/га. Относительно влияния обработок на урожайность культуры следует подчеркнуть, что прямой посев опережал вспашку в впервые годы исследований по традиционному земледелию на 0,27, по точному на 0,26 т/га. Такая закономерность проявляла свое содержания до той поры, пока неукоснительно соблюдались основные принципы нулевых технологий – своевременно и систематически применялись пестициды, качественно проводился посев озимой пшеницы с использованием соответствующих сеялок в зависимости от варианта обработки, все агроприемы выполнялись в срок. В дальнейшем (2017-20 гг.), в связи с нарушениями, в некоторых моментах, технологий, нарастанием

ISSN 2181-0826 4/2023 y.

распространения и развития сорняков, болезней и вредителей прямой посев существенно уступал вспашке, о чем свидетельствует информация таблицы 5 .

Картофель за восемь лет проведения опыта сформировал урожайность по точной технологии на делянках отвальной обработки на 1,9 т/га выше традиционной, по минимальной обработке эта разница составила 0,8 т/га. Обработки почвы между собой разнились таким образом: по традиционной технологии прибавка урожая картофеля 1.1 т/га в пользу вспашки, по точной - 2,2 т/га. Следовательно, точная технология возделывания картофеля позволяла формировать более качественные посадки с расположением растений строго по центру гребня, увеличивая его мощность, способствующего формированию более крупных и полноценных клубней .

Точная технология на ячмене способствовала повышению урожайности по отвальной и минимальной обработкам одинаково - на 0,1 т/га. Различия в урожайности по вариантам обработки почвы практически отсутствовали, что свидетельствует о возможности проведения, как отвальных, так и минимальных обработок под замыкающую севооборот культуру в НЧЗ.

В табл. 5 приведены данные за три ротации опытного севооборота по урожайности с.-х. культур за двенадцатилетний срок исследования различных приемов обработки почвы.

Викоовсяная смесь на корм в первой половине периода исследований большую урожайность формировала на прямом посеве (2009, 2012, 2013, 2014 гг.). Однако, затем, из-за высокой засоренности культуры по данному варианту происходило существенное снижение продуктивности кормовой культуры. Во второй период урожайность вики с овсом по вспашке, в отдельных случаях, в 2 и более раз превышала прямой посев (2017, 2018, 2019, 2020 гг.). Разница между вариантами в среднем равнялась 2.0 т/га в пользу отвальной.

Озимая пшеница первоначально формировала более высокий урожай на прямом посеве, судя по данным 2009, 2010 гг., 2014, 2016 гг. Снижение продуктивности культуры в 2014 г. связано с получением изреженных всходов по вспашке осенью предыдущего 2013 г., из-за обильных осадков. Урожайность озимой пшеницы по овальной обработке в 1,7 раза уступала нулевой. В дальнейшем вспашка опережала прямой посев, вследствие повышенной засоренности посевов и сокращения хим. обработок на нулевом варианте. Средняя за период урожайность культуры порядка 5,0 т/га[14].

Картофель лучше отзывался на отвальную обработку, превосходя минимальную. По отдельным годам эта разница составляла 2,5-5,0 т/га, при этом средняя урожайность на 3,1 т/га выше по вспашке в сравнении с альтернативным вариантом [15].

Таблица 4 - Урожайность культур за две ротации зернопропашного севооборота в зависимости от технологии возделывания и приема обработки почвы, т/га

№ п./п.	Технология возделывания	Обработка почвы	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г	2015 г.	2016 г.	Среднее
Озимая пшеница											
1	Традиционная	Отвальная	4,23	4,50	3,65	6,31	5,80	2.75	6,74	5,00	4,87
2		Нулевая	5,09	3.85	3,53	6,15	5.62	4.59	6,73	5,52	5,14
3	Точная	Отвальная	4,28	4,63	3,70	6,52	6,12	2.78	6,75	5,11	5,00
4		Нулевая	5,18	4,11	3.55	6,35	5.87	4,56	6,75	5.60	5.25
Картофель											
5	Традиционная	Отвальная	38,9	21,7	24,0	19,1	27,6	24.9	30,7	30.0	25,9
6		Минимальная	36,3	19,2	22,9	17,5	25,9	23,8	25,4	27,2	24,8
7	Точная	Отвальная	40,5	22,2	24,4	19,9	28,5	25,1	31,1	30.5	27,8
8		Минимальная	37.5	20,7	23,2	18,3	26.2	24,6	26,2	27,7	25,6
Ячмень											
9	Традиционная	Отвальная	5,09	3,35	2,62	4.26	5,16	3.85	5,52	4.04	4,24
10		Минимальная	5,39	2,99	2,83	4.18	5,00	4,01	5,22	3.99	4,20
11	Точная	Отвальная	5,40	3,47	2,76	4.33	5,20	3.88	5,55	4.11	4,34
12		Минимальная	5,78	3,06	3,08	4,20	4,95	4.03	5.20	4,06	4,30

ISSN 2181-0826 4/2023 y.

Таблица 5 - Урожайность культур за три ротации зернопропашного севооборота в зависимости от приема обработки почвы, т/га

№ п/п	Обработка почвы	2009г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Викоовсяная смесь на корм														
1	Отвальная	21,3	20,5	10,8	20,6	22,1	24,5	31,2	25,3	22,8	13,8	7,6	22,6	20,3
2	Нулевая	25,0	19,4	9,4	27,3	24,3	25,3	28,9	27,5	6,0	11,5	3,8	11,0	18,3
3	НСР, т/га	2,40	1.1	0,60	3,10	2,0	0,83	3,07	3,10	4,35	2.20	2,8	6,9	-
Озимая пшеница														
4	Отвальная	4,26	4,70	3,68	6,31	6,12	2,75	6,74	5,00	5.46	5,46	3,59	6,73	5,07
5	Нулевая	5,14	3,98	3.54	6,15	5,87	4,59	6,73	5,52	5.13	4,83	2,55	5.96	5,00
6	НСР, т/га	0,42	0,59	0,22	0,14	0,19	1,42	0,11	0,39	0,29	0,47	0,50	0,52	-
Картофель														
7	Отвальная	40,2	23,0	24,4	19,9	28,6	25,1	31,4	31,0	25,8	27,4	33,5	28,0	28,2
8	Минимальная	36,9	20,0	23,0	18,3	25,9	24,6	26,2	26,7	22,5	25.2	27,5	24,8	25.1
9	НСР, т/га	1.18	1.04	0.90	0,56	0,16	0,90	1,08	2,11	2,28	1,79	2.12	2,02	-
Ячмень														
10	Отвальная	5,20	3,41	2,69	4,33	5,16	3,85	5,52	4,03	4,29	3,70	2.62	2,86	3,97
11	Минимальная	5,59	3.02	2,96	4,20	5,00	4,01	5,22	3,99	4,04	3,79	2.76	2,48	3,92
12	НСР, т/га	0,26	0,31	0,25	0,90	0,13	0,17	0,28	0,19	0,16	0,11	0,14	0,25	-

Ячмень за годы исследований сформировал в среднем одинаковую урожайность зерна – 3,95 т/га. Здесь первоначально преобладала минимальная обработка почвы, в последующие годы лучше проявила себя отвальная.

Заключение. Пятнадцатилетний срок существования Центра точного земледелия свидетельствовал о возможности и необходимости продолжения подобных исследований на более высоком технологическом, экономическом и дисциплинарном уровне. Однако, в 2022 г. полевой опыт ЦТЗ прекратил свое существование в силу объективных и субъективных причин, тем ни менее, это не умаляет его значимости для науки и образования.

Библиографический список (References).

1. Балабанов, В.И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие: Учебное пособие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. –М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. –148 с.

2. Беленков, А.И. Элементы технологии точного земледелия в полевом опыте РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева / А.И. Беленков, С.В. Железова, Е.В. Березовский, М.А. Мазиров // Известие ТСХА. – 2011.- Вып. 6. – С. – 90-100.

3. Чернявских, В. И. Многовидовые фитоценозы и продуктивность эродированных почв в агроландшафтах Центрального Черноземья : монография / В. И. Чернявских, О. Г. Котлярова ; В. И. Чернявских, О. Г. Котлярова ; М-во сельского хозва Российской Федерации, ФГОУ ВПО "Белгородская гос. с.-х. акад.". – Белгород : ПОЛИТЕРРА, 2010. – 193 с..

4. Мазиров, М.А. Влияние различных систем обработки и удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы / М.А. Мазиров, Н.С. Матюк, В.Д. Полин, Н.В. Малахов // Земледелие. – 2018. – 32. – С. 33-36.

5. Беленков, А.И. Совершенствование технологии возделывания картофеля в системе точного земледелия / А.И. Беленков, Е.В. Березовский, С.В. Железова// Картофель и овощи. – 2019. - №6. – С. – 30-34.

6. Беленков, А.И. Результаты полевого опыта Центра точного земледелия РЛАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / А.И. Беленков, В.Д. Полин, С.В. Железова// Нивы России" -№5 (160), июнь, - 2018. - С. 42-57.

7. Беленков А.И., Сабо Умар, Малахов Н.В. Изучение влияния технологии обработки на плодородие дерново-подзолистой почвы в полевом опыте ЦТЗ / А.И. Беленков, Умар Сабо, Н.В. Малахов//Агрохимический вестник. - 2016. - №3. – С. – 29-32.

8. Матюк, Н.С. Роль азотных подкормок в повышении плодородия дерново-подзолистой почвы и продуктивности севооборотов / Н.С., Матюк, Н.В. Малахов // Доклады ТСХА, 2017. - №289. – С. –16-18.

9. Николаев, В.А. Регулирование фитосанитарного состояния посевов зерновых культур на полигоне Точного земледелия / В.А. Николаев, А.И. Беленков, И.И. Дмитриевская // Вестник Алтайского ГАУ.- 2017. №2 (148), февраль. – С. –5-10.

10. Агробиотехнологии XXI века: коллективная монография // Научные и практические аспекты технологии точного земледелия в полевом опыте ЦТЗ / Коллектив авторов. - ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева». – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – С. – 300-325.

11. Полевое кормопроизводство: история, проблемы и решения: монография / А.С. Шпаков, Ю.К. Новоселов, В.Т. Воловик и др. / ФНЦ кормопроизводства и

агроэкологии имени В.Р. Вильямса. – М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2023. – 259 с.

12. Беленков А.И. Научно-практические приемы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия: монография / А.И. Беленков, В.А. Шевченко, Т.А. Трофимова, В.П. Шачнев. – М.: Инфра-М, 2019. – 279 с.

13. BelenkovA. Theoretical and practical aspects of basic soil treatment in the conditions of modern soil management systems in Russia / A. Belenkov, M. Mazirov, V. Arefieva // Eurasian Journal of Soil Science. – 2018. - №7(4). – P. 300-307.

14.Железова, С.В. Урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя на дерново-подзолистой почве при длительном применении традиционной и ресурсосберегающей обработки / С.В. Железова, А.В. Мельников, А.И. Беленков // Кормопроизводство. – 2019. - №10. – С. –14-19.

15. BelenkovA., AleksandrPeliy, Anna Vasyukova, ValeriyBurlutskiy, Ekaterina Borosina, AmethDiop, AleksandrMoskinImpact of various cultivation technologies on productivity ofpotato (Solanumtuberosum) in central non-Cenozoic zone of Russia / A. Belenkov, A. Peliy, A. Vasyukova, V. Burlutskiy, E. Borosina, A. Diop, A. Moskin// RESEARCH ON CROPS. – 2020. - N 3 (September). – P. – 67-74.

Информация об авторах

Беленков Алексей Иванович, консультант НФЦ «Кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», (141055, Московская обл. г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, тел. 8-928-921-91-96, e-mail: belenokaleksis@mail.ru.

Мазиров Михаил Арнольдович, профессор кафедры земледелия и МОДФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (127550, Москва, ул. Тимирязевская,49), доктор биологических наук, профессор, т.8-903-015-22-33, e-mail: mazirov@mail.ru

Николаев Владимир Антонович, доцент кафедры земледелия и МОДФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (127550, Москва, ул. Тимирязевская,49), кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, т. 8-915-226-50-65, e-mail: vladimir_nikolaev0202@mail.ru

Шухрат Мехрибонович Бобомурадов, директор Институт почвоведения и агрохимических исследований, доктор биологических наук, e-mail: shuhrat_bm@inbox.ru