

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОЛИВА И ОКУЧИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

А. А. Новиков

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия

400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9

E-mail: alexeynovikov@inbox.ru

Поступила в редакцию 15 июля 2019 г. принята к печати 28 августа 2019 г.

В статье представлены результаты полевых двухфакторных исследований по оценке влияния способов орошения и окучивания картофеля на структурное состояние южных черноземных почв в Ростовской области. Изучались три способа полива (дождевание, поверхностный по бороздам и капельное орошение) и два способа окучивания картофеля в фазу всходов (с формированием гребня и гряды). Установлено, что при всех способах полива происходят снижение количества ценной фракции агрегатов почвы (10–0,25 мм) и увеличение содержания менее ценной фракции (0,25 мм), однако коэффициент структурности остается выше 1,5, что свидетельствует об устойчивости южных черноземов к орошению. При анализе количества водопрочных агрегатов установлено снижение содержания наиболее ценных водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм (на 1–4%), вместе с тем их количество оставалось на уровне выше 75%, что характеризует водоустойчивость почвы как хорошую и избыточно высокую. Анализ плотности сложения почвы в динамике позволил установить, что во всех вариантах наименьшая плотность сложения почвы (1,09–1,16 г см⁻³) наблюдалась после окучивания картофеля с формированием гряд и гребней, однако в дальнейшем она повышалась, в особенности при капельном орошении: в фазу цветения плотность увеличилась от 1,22 г см⁻³ на гребнях до 1,23 г см⁻³ на грядах, а в фазу созревания – от 1,25 г см⁻³ до 1,26 г см⁻³ соответственно (по сравнению с 1,25 г см⁻³ в контрольном варианте). К концу вегетации почва оставалась более рыхлой (с плотностью 1,21 г см⁻³) в вариантах с поливом по бороздам.

Ключевые слова: картофель, способы полива, способы окучивания, водно-физические свойства почвы.

EFFECT OF IRRIGATION METHODS AND HILLING POTATOES ON THE STRUCTURAL CONDITION OF THE SOIL

A. A. Novikov

All-Russian research institute of irrigated agriculture,

9, Timirjazeva st., Volgograd, 400002

E-mail: alexeynovikov@inbox.ru

The paper presents the results of the two-factor field study to assess the impact of irrigation methods and potato hilling on the structure of southern Chernozem in Rostov region. Three methods of irrigation (sprinkling, surface furrowing and drip irrigation) and two methods of potato hilling in the germination phase (with formation of beds or ridges) were studied. It was established that with all the methods of irrigation there was a decrease in the agronomically valuable fraction of soil aggregates (10–0.25 mm) and an increase in the less agronomically valuable soil fraction <0.25 mm, but the soil structure coefficient remained above 1.5, which indicated stability of southern chernozems to irrigation. A decrease (1–4%) of the most valuable water-stable aggregates larger than 0.25 mm was found, however, their quantity remained higher than 75 %, which characterized the soil in terms of water resistance as good and excessively high. The analysis of soil bulk density dynamics allowed to establish that the lowest values of the soil bulk density (1.09–1.16 g cm⁻³) in all the treatments were created after potato hilling with the formation of beds or ridges, but later the soil bulk density was increasing more with drip irrigation: in the flowering phase of potato development the soil bulk density increased from 1.22 to 1.23 g cm⁻³ on the ridges, and in the maturation phase from 1.25 to 1.26 g cm⁻³, against 1.25 g cm⁻³ in the soil with control treatment. The soil remained looser with the bulk density of 1.21 g cm⁻³ by the end of the growing season when furrow irrigation treatment was used.

Keywords: potatoes, irrigation methods, methods of hilling, hydro-physical soil properties.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является одним из основных продуктов питания населения как в нашей стране, так и за рубежом. Данная сельскохозяйственная культура возделывается более чем в 150-ти странах мира на площади около 19 млн га, а валовое производство картофеля превышает 385 млн тонн (Gebremariam, Weide, Kahsay, 2018). В Российской Федерации объемы производства картофеля по годам изменяются от 28 до 33 млн тонн. Вместе с тем Россия занимает третье место в мире по валовому сбору картофеля (после Китая и Индии) и одно из последних — по урожайности и пищевым достоинствам получаемой продукции (Тульчев, Ягфоров, 2014). Средняя урожайность клубней не превышает 20–24 т га⁻¹ (в то время как в развитых странах она составляет

60–65 т га⁻¹), что отрицательно сказывается на эффективности производства картофеля (Дубенок, Болотин, Фомин, Болотин, 2018; Бородычев и др., 2017). Посевные площади картофеля в стране сократились в 1,7 раза с 1990 г. и составляют 1,9 млн га (Дубенок и др., 2018а). Данная ситуация привела к тому, что России приходится импортировать картофель из-за рубежа (Бутов, Мандрова, 2016).

Значительное сокращение посевных площадей картофеля, являющегося важнейшей продовольственной культурой, неконкурентоспособность продукции, низкая урожайность и неэффективность его производства обусловили необходимость признания картофелеводства одним из приоритетных направлений развития сельскохозяйственного производства, что отражено в Федеральной программе развития сельского хозяйства

России на 2017–2025 гг. Согласно данной программе, к 2026 году должно быть обеспечено импортозамещение сортов и семенного материала картофеля на российском рынке (Журавлева, Фурсов, 2018; Дубенок и др., 2018а).

Весьма актуальной является проблема обеспечения потребности населения в картофеле посредством развития производства культуры на юге России, где картофелеводство базируется практически только на орошении (Мелихов, Новиков, 2017; Дронова и др., 2018).

Известно, что различные способы обработки почвы под сельскохозяйственные культуры, в частности под картофель, оказывают значительное регулирующее воздействие на водно-физические и агрофизические свойства почвы (Кулыгин, 2011; Ильинская и др., 2012; Кружилин и др., 2012). Вместе с тем данная проблема является недостаточно изученной. Необходимо уточнить влияние отдельных агротехнических приемов, направленных на сохранение почвенного плодородия на орошаемых землях, для конкретных почвенно-климатических условий. В связи с этим цель настоящего исследования заключалась в изучении влияния способов полива и окучивания на структурное состояние почвы. В задачу исследования входило изучение динамики показателей структурно-агрегатного состояния и плотности сложения почвы в зависимости от способов полива и окучивания.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2009–2011 гг. в ООО «Маяк» (Семикаракорский район Ростовской области) в рамках двухфакторного полевого опыта. Изучалось влияние трех способов полива (дождевание, поверхностный по бороздам и капельное орошение) и двух способов окучивания картофеля в фазу всходов (с формированием гребней и гряд) на структурное состояние почвы. Опыт закладывался по общепринятой методике Б. А. Доспехова (1979). Размещение делянок – систематическое в три яруса в трехкратной повторности, размер опытных делянок составлял 600 м² (100×60 м), учетных делянок – 200 м².

Почвы опытного участка представлены южными среднетяжелыми черноземами, содержание гумуса составляет 3,8–4,5%, почвы отличаются высокой обеспеченностью калием и средней обеспеченностью фосфором и легкогидролизуемым азотом. Водно-физические свойства почвы в пахотном слое (0–0,3 м) характеризуются следующими показателями: плотность сложения – 1,3 г см⁻³, скважность – 48,2%, влажность завядания – 14,7%, наименьшая влагоемкость – 29,1% от веса абсолютно сухой почвы. При проведении исследований водно-физических свойств почвы использовались общепринятые методики Б. А. Доспехова (1979), а также А. Ф. Вадюниной и Е. А. Корчагиной (1986).

Таблица 1. Влияние способов полива картофеля на структурно-агрегатный состав почвы (слой 0–0,3 м), 2009–2011 гг.

Вариант		Доля агрегатов по размерным группам (мм), %			Коэффициент структурности (K _{стр})	
способ полива	способ окучивания	>10	10–0,25	<0,25	K _{стр}	± Δ K _{стр}
Посадка						
Дождевание (контроль)	гребни	21,05	74,09	4,86	2,87	–
	гряды	20,90	73,44	5,66	2,79	–

Сумма температур за апрель–сентябрь по годам исследований составила: в 2009 г. – 3449,4°C, в 2010 г. – 3856,9°C, в 2011 г. – 3604,5°C. В 2009 г. за вегетационный период выпало 226,7 мм осадков, в 2010 г. – 305,2 мм, в 2011 г. – 370,5 мм. По гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селянинова (1937) 2009 г. характеризовался как засушливый (ГТК = 0,63), 2010 г. – как сухой (ГТК = 0,59), 2011 г. – как влажный (ГТК = 0,85). Технология возделывания картофеля соответствовала рекомендациям зональной системы земледелия Ростовской области. Расчет доз удобрений производился под планируемую урожайность 70 т га⁻¹.

Исследования влажности почвы в динамике проводились термостатно-весовым методом. Во всех вариантах выдерживался порог увлажнения 80% НВ в слое почвы 0–0,6 м. Изучались следующие способы полива: дождевание – ДМ ДДА-100 ВХ, поверхностный – по тупым глубоким бороздам, капельное орошение – с использованием системы капельного орошения промышленного изготовления НЕТАФИМ. Учет воды при дождевании проводился при помощи водоучитывающего прибора ВД-180, установленного на ДДА-100 ВХ; при капельном орошении – с помощью прибора, установленного на входе на опытный участок; при поливе по бороздам (после окучивания дно укрывалось перфорированной пленкой) подача воды на делянки осуществлялась из гибкого трубопровода (лефлейта) системы капельного орошения. Поливные нормы при дождевании и орошении по бороздам определялись по А. Н. Костякову (1960). При использовании систем капельного орошения поливная норма определялась с учетом локального увлажнения почвы (Ясониди, 1984).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наряду с созданием благоприятных условий для роста и развития растений и повышением урожайности, технология орошения оказывает различное влияние на структурное состояние почвы. Важными показателями состояния почвы, быстро изменяющимися при орошении, являются плотность сложения и структурно-агрегатный состав.

Оценка изменений состояния почвы проводилась по количественному (сухое просеивание) и качественному (мокрое просеивание) показателям. Данные структурно-агрегатного состава почвы (K_{стр}) по вариантам опыта показывают, что коэффициент агрегатности составляет более 1,5, что свидетельствует об устойчивом состоянии структуры южных черноземов как в весенний период при посадке картофеля, так и при его уборке (табл. 1).

Полив по бороздам	гребни	20,69	74,32	4,99	2,91	–
	гряды	22,00	74,06	3,94	2,86	–
Капельное орошение	гребни	21,78	73,68	4,55	2,86	–
	гряды	21,29	74,52	4,20	2,92	–
Уборка						
Дождевание (контроль)	гребни	20,53	69,32	10,15	2,26	–0,61
	гряды	21,06	71,30	7,63	2,49	–0,30
Полив по бороздам	гребни	23,56	70,90	5,54	2,44	–0,48
	гряды	21,69	72,80	5,51	2,70	–0,17
Капельное орошение	гребни	24,73	67,36	7,90	2,06	–0,80
	гряды	23,10	69,97	6,93	2,34	–0,59

Перед посадкой картофеля содержание агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) в почве опытного участка составляло более 70%. После проведения поливов различными способами наблюдалось некоторое уменьшение количества фракции 10-0,25 мм, в результате чего во всех вариантах опыта коэффициент структурности почвы снизился на 0,17-0,80 относительно предыдущих показателей. Наибольшее снижение показателя $K_{стр}$ отмечено в вариантах с капельным орошением при обоих изучаемых способах окучивания – на 0,80 и 0,59 соответственно (в относительных величинах). В меньшей степени $K_{стр}$ изменился при поливе по

бороздам – 0,48 и 0,17. Сравнительный анализ способов окучивания показал, что в вариантах с образованием гряд снижение $K_{стр}$ было менее значительным, чем в вариантах с формированием гребней (на 0,21-0,31).

Важным показателем состояния орошаемых почв является водопрочность агрегатов, определяющая их способность не разрушаться при орошении. От данного показателя зависят водно-физические свойства почвы (плотность сложения, скважность и др.), а также условия аэрации и обеспечения растений влагой и воздухом (табл. 2).

Таблица 2. Влияние способов полива картофеля на количество водопрочных агрегатов в почве (слой 0–0,3 м), 2009–2011 гг.

Вариант		Доля водопрочных агрегатов по размерным группам (мм), %			Коэффициент структурности ($K_{вдпр}$)	
способ полива	способ окучивания	>7	7–0,5	<0,25	$K_{вдпр}$	$\pm \Delta K_{вдпр}$
Посадка						
Дождевание (контроль)	гребни	2,62	78,84	18,54	4,39	–
	гряды	2,78	78,76	18,45	4,42	–
Полив по бороздам	гребни	2,77	78,61	18,62	4,37	–
	гряды	2,74	78,62	18,64	4,37	–
Капельное орошение	гребни	2,67	79,04	18,29	4,47	–
	гряды	2,81	78,74	18,45	4,42	–
Уборка						
Дождевание (контроль)	гребни	2,32	76,80	20,88	3,79	–0,61
	гряды	2,30	77,15	20,56	3,86	–0,55
Полив по бороздам	гребни	2,14	77,95	19,92	4,02	–0,35
	гряды	2,30	78,22	19,48	4,13	–0,23
Капельное орошение	гребни	2,33	75,06	22,61	3,42	–1,04
	гряды	2,21	75,32	22,47	3,45	–0,97

Черноземные почвы характеризуются высокой водопрочностью почвенных агрегатов. Это подтверждают данные, приведенные в табл. 2. Во всех вариантах опыта содержание частиц размером более 0,25 мм выше 75%, что характеризует водоустойчивость почвы как хорошую и избыточно высокую.

За период от посадки до уборки при всех способах полива в почве уменьшилось количество водопрочных агрегатов более 7 мм. Так, например, в

контрольном варианте данный показатель снизился с 2,62 до 2,32%, а в варианте с использованием системы капельного орошения и формированием гребней – с 2,67 до 2,33%, при этом количество агрегатов размером 7–0,5 мм уменьшилось на 2,04–3,97%. Наименьшее снижение коэффициента водопрочности ($K_{вдпр}$) отмечено при поливе по бороздам (до –0,23 и –0,35). При всех других способах полива произошло более значительное снижение $K_{вдпр}$ – от –0,61 в контрольном варианте до –1,04% в варианте с поливом

капельным способом и формированием гребней. При всех способах полива наблюдалась тенденция к снижению $K_{вдпр}$ при формировании гряд (на $-0,06...-0,12\%$) по сравнению с вариантами с образованием гребней.

Изучение в динамике изменения плотности почвы показало, что плотность почвы при посадке варьировалась по вариантам опыта от $1,18$ до $1,21$ $г\ см^{-3}$ (рис.). После окучевания рядков картофеля (в начале появления всходов) плотность сложения почвы уменьшилась до $1,09-1,16$ $г\ см^{-3}$, но в дальнейшем после проведения нескольких поливов и естественной усадки увеличилась во всех вариантах, в особенности

при поливе дождеванием: в фазу цветения – до $1,22-1,23$ $г\ см^{-3}$, в фазу созревания – до $1,25-1,26$ $г\ см^{-3}$ соответственно (по сравнению с $1,25$ $г\ см^{-3}$ и $1,23$ $г\ см^{-3}$ в контрольном варианте). К концу вегетации почва оставалась более рыхлой (с плотностью $1,21$ $г\ см^{-3}$) в вариантах с поливом по бороздам (как при формировании гребней, так и при образовании гряд). При использовании систем капельного орошения и при дождевании почва в наибольшей степени уплотнилась в варианте окучевания с образованием гребней ($1,25-1,26$ $г\ см^{-3}$ по сравнению с $1,23-1,25$ $г\ см^{-3}$ при формировании гряд).

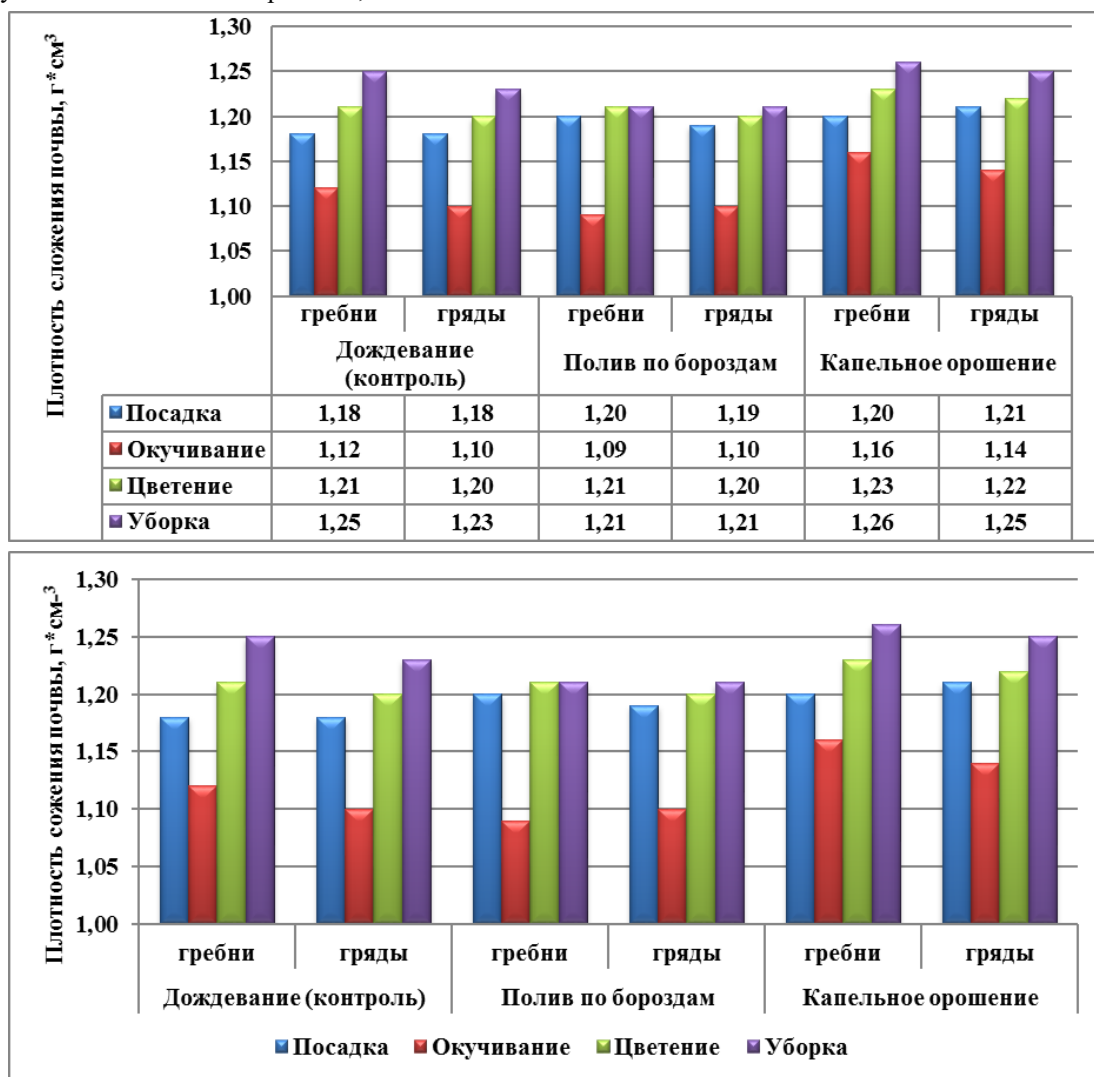


Рис. Влияние способов полива и окучевания картофеля на плотность сложения почвы, 2009–2011 гг.

ВЫВОДЫ

Анализ влияния способов полива на структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы показал, что при использовании всех способов происходят снижение количества ценной фракции агрегатов $10-0,25$ мм и увеличение содержания менее ценной фракции $0,25$ мм, однако коэффициент структурности остается выше $1,5$, что свидетельствует об устойчивости южных черноземов к орошению и хорошем структурном состоянии почвы как в весенний период при посадке картофеля, так и при его уборке. При определении количества водопрочных агрегатов

установлено некоторое уменьшение содержания наиболее ценных водопрочных агрегатов размером более $0,25$ мм (на $1-4\%$), однако их количество оставалось на уровне выше 75% , что характеризует водоустойчивость почвы как хорошую и избыточно высокую.

Анализ плотности почвы в динамике позволил установить, что во всех вариантах опыта наименьшая плотность почвы ($1,09-1,16$ $г\ см^{-3}$) наблюдалась после окучевания картофеля с формированием гряд и гребней, однако в дальнейшем она увеличилась, в особенности в варианте с капельным орошением: в фазу цветения – от $1,22$ $г\ см^{-3}$ на гребнях до $1,23$ $г\ см^{-3}$

на грядах, в фазу созревания – от 1,25 г см⁻³ до 1,26 г см⁻³ соответственно (по сравнению с 1,25 г см⁻³ в контрольном варианте). К концу вегетации почва оставалась более рыхлой (с плотностью 1,21 г см⁻³) в вариантах с поливом по бороздам.

Список литературы

- Бородычев В.В., Дронова Т.Н., Дергачев А.А., Дергачева И.А. Влияние режима орошения и доз удобрений на продуктивность картофеля летней посадки в Нижнем Поволжье // *Плодородие*. 2017. № 1 (94). С. 14-16.
- Бутов А.В., Мандрова А.А. Урожай и качество картофеля при различных дозах удобрений в условиях капельного орошения // *Техника и технология пищевых производств*. 2016. № 2 (41). С. 125–131.
- Вадюнина, А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 151 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
- Дронова Т.Н., Бородычев В.В., Бурцева Н.И., Дергачева И.А., Дергачев А.А. Особенности получения оздоровленного семенного материала картофеля при орошении // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2018. № 3 (51). С. 56–62.
- Дубенок Н.Н., Болотин Д.А., Фомин С.Д., Болотин А.Г. Обоснование водного режима почвы при капельном орошении семенных посадок картофеля в Нижнем Поволжье // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2018. № 3 (51). С. 18–26.
- Дубенок Н.Н., Болотин Д.А., Фомин С.Д., Болотин А.Г. Отзывчивость различных сортов картофеля на водный режим светло-каштановых почв Нижнего Поволжья // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2018. № 4 (52). С. 22–29.
- Журавлева Е.В., Фурсов С.В. Картофелеводство как одно из приоритетных направлений Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы // *Картофель и овощи*. 2018. № 5. С. 6–9.
- Ильинская И.Н., Сафонова И.В., Батищев В.И. Сравнительная оценка агрофизических свойств почв центральной орошаемой зоны Ростовской области // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. Электрон. журн. Новочеркасск: РосНИИПМ*, 2012. № 2 (6). 10 с. Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=100&id=105>.
- Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1960. 621 с.
- Кружилин И.П., Мушинский А.А., Несват И.П. Совершенствование основных агроприемов возделывания картофеля при орошении в степной зоне Южного Урала // *Аграрная Россия*. 2012. № 5. С. 2-5.
- Кулыгин В.А. Способы основной обработки почвы при возделывании картофеля // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2014. № 3 (15). С. 16–26.
- Мелихов В.В., Новиков А.А. Капельное орошение и удобрение раннего картофеля: монография. Волгоград: ООО «СФЕРА», 2017. 232 с.
- Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // *Мировой агроклиматический справочник*. Л.-М., 1937. С. 5-28.
- Тульчеев В.В., Ягфоров О.М. Мировой рынок картофеля // *АПК: Экономика и управление*. 2014. № 5. С. 57–64.
- Ясонида О.Е. Проектирование систем капельного орошения. Новочеркасск: НИМИ, 1984. 100 с.
- Gebremariam H.L., Weide K., Kahsay K.D. Optimizing yield and water use efficiency of furrow-irrigated potato under different depth of irrigation water levels // *Sustainable Water Resources Management*, 2018, v. 4, Iss. 4, pp. 1043–1049.

References

- Borodychev V.V., Dronova T.N., Dergachev A.A., Dergacheva I.A. Vliianie rezhima orosheniia i doz udobrenii na produktivnost' kartofelia letnei posadki v Nizhnem Povolzh'e. [Influence of the irrigation regime and doses of fertilizers on the productivity of potatoes for summer planting in the Lower Volga region]. *Plodородie*, 2017, no. 1 (94), pp. 14–16.
- Butov A.V., Mandrova A.A. Urozhai i kachestvo kartofelia pri razlichnykh dozakh udobrenii v usloviakh kapel'nogo orosheniia. [Harvest and quality of potatoes at various doses of fertilizers under conditions of drip irrigation]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2016, no. 2 (41), pp. 125–131.
- Vadiunina, A.F., Korchagina Z.A. *Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochv*. [Methods for studying the physical properties of soil]. 3-e izd., pererab. i dop. Moscow: Agropromizdat, 1986. 151 p.
- Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniia* [Methods of field experience with the basics of statistical processing of research results]. Izd. 4-e pererab. i dop. Moscow: Kolos, 1979. 416 p.

- Dronova, T.N., Borodychev V.V., Burtseva N.I., Dergacheva I.A., Dergachev A.A. Osobennosti polucheniia ozdorovlennogo semennogo materiala kartofelia pri oroshenii. [Features of obtaining improved seed potato during irrigation]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2018, no. 3 (51), pp. 56–62.
- Dubenok, N.N., Bolotin D.A., Fomin S.D., Bolotin A.G. Obosnovanie vodnogo rezhima pochvy pri kapel'nom oroshenii semennykh posadok kartofelia v Nizhnem Povolzh'e [Substantiation of soil water regime under drip irrigation of seed potato plantations in the Lower Volga region]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2018, no. 3 (51), pp. 18–26.
- Dubenok, N.N., Bolotin D.A., Fomin S.D., Bolotin A.G. Otvychivost' razlichnykh sortov kartofelia na vodnyi rezhim svetlo-kashtanovykh pochv Nizhnego Povolzh'ia [Responsiveness of different varieties of potatoes on the water regime of light chestnut soils of the Lower Volga region]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2018, no. 4 (52), pp. 22–29.
- Zhuravleva E.V., Fursov S.V. Kartofelevodstvo kak odno iz prioritnykh napravlenii Federal'noi nauchno-tekhnicheskoi programmy razvitiia sel'skogo khoziaistva na 2017–2025 gody [Potato farming as one of the priorities of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025]. *Kartofel' i ovoshchi*, 2018, no. 5, pp. 6–9.
- Il'inskaia I.N., Safonova I.V., Batishchev V.I. Sravnitel'naia otsenka agrofizicheskikh svoystv pochv tsentral'noi oroshaemoi zony Rostovskoi oblasti [Comparative evaluation of the agrophysical properties of the soils of the central irrigated zone of the Rostov region]. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii: elektron. periodich. izd. Elektron. zhurn. Novocheboksaysk: RosNIIPM*, 2012, no. 2(6), 10 p. Rezhim dostupa: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=100&id=105>.
- Kostiakov A.N. *Osnovy melioratsii*. [Basics of Land Reclamation]. Moscow: Sel'khozgiz, 1960. 621 p.
- Kruzhilin, I.P., Mushinskii A.A., Nesvat I.P. Sovershenstvovanie osnovnykh agropriemov vozdelvaniia kartofelia pri oroshenii v stepnoi zone Iuzhnogo Urala [Improvement of the main agricultural methods of potato cultivation during irrigation in the steppe zone of the Southern Urals]. *Agrarnaia Rossiia*, 2012, no. 5, pp. 2–5.
- Kulygin V.A. Sposoby osnovnoi obrabotki pochvy pri vozdelvanii kartofelia [Methods of primary tillage in the cultivation of potatoes]. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii*, 2014, no. 3 (15), pp. 16–26.
- Melikhov V.V., Novikov A.A. *Kapel'noe oroshenie i udobrenie rannego kartofelia: monografiia*. [Drip irrigation and early potato fertilizer: monograph]. Volgograd: OOO «SFERA», 2017. 232 p.
- Selianinov G.T. Metodika sel'skokhoziaistvennoi kharakteristiki klimata [Methods of agricultural climate characteristics]. *Mirovoi agroklimaticheskii spravochnik*. Leningrad-Moscow, 1937, pp. 5–28.
- Tul'cheev V.V., Iagforov O.M. Mirovoi rynek kartofelia [World Potato Market]. APK: *Ekonomika i upravlenie*, 2014, no. 5, pp. 57–64.
- Iasonidi O.E. *Proektirovanie sistem kapel'nogo orosheniia*. [Design of drip irrigation systems]. Novocheboksaysk: NIMI, 1984. 100 p.
- Gebremariam H.L., Weide K., Kahsay K.D. Optimizing yield and water use efficiency of furrow-irrigated potato under different depth of irrigation water levels // *Sustainable Water Resources Management*, 2018, v. 4, Iss. 4, pp. 1043–1049.