

Зяблевая обработка почвы и способы ее рыхления перед посадкой картофеля

Алексей Андреевич Новиков

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия

e-mail: koshkarova-vniimk@yandex.ru

Аннотация. Картофель является одним из основных продуктов питания населения в мире. Его выращивают более чем в 110 странах мира, на площади свыше 17 млн га. В Российской Федерации валовое производство картофеля по годам изменяется от 28 до 33 млн т. Цель исследования – подбор сочетания агротехнических приемов обеспечения оптимальной плотности чернозема обыкновенного для роста и развития картофеля. Для проведения исследования на черноземе обыкновенном под посадку картофеля проводили осеннюю зяблевую и весеннюю предпосадочную обработки почвы различными орудиями. Было установлено, что зяблевая (осенняя) обработка сплошное безотвальное рыхление чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней КРН-4.2, в сочетании с весенним рыхлением агрегатом АКРУ-2,8 на эту же глубину и одновременной нарезкой гребней оказывают существенное влияние на плотность слоя почвы 0,0–0,4 м. Уплотнения почвы за период вегетации картофеля не произошло к моменту уборки урожая плотность почвы составила 1,22 г/м³. Такие благоприятные условия для роста и развития картофеля сложились при применении сочетания технологических приемов зяблевой – сплошное безотвальное рыхление чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней КРН-4.2 и предпосадочной обработки почвы агрегатом АКРУ-2,8. Это позволило сформировать большой фотосинтетический потенциал, а также массу надземной и подземной части картофеля. Максимальная урожайность клубней сложилась именно при таком сочетании приемов обработки почвы и составила 61,7 т/га.

Ключевые слова: картофель (*Solanum tuberosum*); зяблевая обработка почвы; черноземы обыкновенные; влажность почвы; рыхление; температура почвы; урожайность.

Для цитирования: Новиков А. А. Зяблевая обработка почвы и способы ее рыхления перед посадкой картофеля // Аграрный научный журнал. 2022. № 6. С. 38–42. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i6pp38-42>.

AGRONOMY

Original article

Winter tillage and methods of its loosening before planting potatoes

Alexey A. Novikov

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia

e-mail: koshkarova-vniimk@yandex.ru

Abstract. Potatoes have been one of the main food products of the world's population for several centuries. It is grown in more than 110 countries around the world, on an area of over 17 million hectares. In the Russian Federation, the gross potato production varies from 28 to 33 million tons over the years. The object of research is Potato (Latin *Solanum tuberosum*), a perennial tuberous herbaceous plant from the Solanaceae family. The purpose of the study is to select the optimal density of ordinary chernozem for the growth and development of potatoes during the winter tillage with cutting of ridges in combination with spring loosening with an aggregate and simultaneous cutting of ridges, to ensure the formation of the most developed photosynthetic apparatus, aboveground mass and obtaining the highest yield of tubers. To conduct a study on ordinary chernozem for planting potatoes, autumn winter and spring pre-planting tillage with various tools was carried out. It was found out that the chilling dump treatment to a depth of 0.28–0.30 m, continuous non-shaft loosening with chisel PCH-2.5 to a depth of 0.45 m without cutting or with cutting ridges, in combination with spring loosening with the ACRU-2.8 unit to the same depth and simultaneous cutting of ridges do not significantly affect the density of the soil layer of 0.0–0.4 m. In autumn, 35–40 days after processing (October 10–15) and in spring during the physical ripeness of the soil, the density of all ten-centimeter soil layers to a depth of 0.4 m is the same, since the differences between the processing methods are not mathematically provable.

Keywords: potato (*Solanum tuberosum*); winter tillage; common chernozems; soil moisture; loosening; soil temperature; yield.

For citation: Novikov A. A. Winter tillage and methods of its loosening before planting potatoes. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(6):38–42. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i6pp38-42>.

Введение. Картофель требователен к качеству обработки почвы. Особенно остро он реагирует на ее уплотнение и переувлажнение. Оптимальной плотность сложения почвы для роста растений картофеля, образования столонов и формирования клубней является в пределах от 1,00 до 1,25 г/см³ [8]. Такой равновесной плотностью обладают черноземы обыкновенные, на которых проводились исследования [1]. Основная задача обработки почвы под картофель – создание рыхлого пахотного слоя, сохранение влаги и очищение поля от сорняков, для решения этой задачи в осенний период проводят зяблевую обработку почвы, а к предпосадочной обработке приступают весной при наступлении физической спелости почвы.





Но при выращивании картофеля на орошении почвы, в том числе и черноземы обыкновенные, под воздействием поливной воды самоуплотняются, превышая оптимальные параметры плотности для роста и развития картофеля, что приводит к снижению его урожайности. Поэтому в орошаемом земледелии для создания оптимальных условий для роста и развития картофеля в течение всего периода вегетации, особенно во время образования столонов и роста клубней, дважды осенью и весной перед посадкой проводятся глубокие обработки почвы [3, 7].

Зональными системами ведения сельскохозяйственного производства рекомендованы в качестве основной обработки почвы зяблевая отвальная вспашки на глубину 0,28...0,30 м в сочетании с весенним рыхлением ПЧ-2,5 или плугами без отвалов на глубину 0,18...0,20 м [6].

Методика исследований. Опыты проводили КФХ Мурасова Новониколаевского района в степной зоне черноземных почв (подзона обыкновенных черноземов) Волгоградской области. Климат здесь континентальный, зимой температура воздуха опускается до $-30...-37$ °С, летом до $40...42$ °С.

Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С составляет $2800...3000$ °С, среднегодовая температура $5,0...5,3$ °С. Продолжительность безморозного периода в среднем 150, периода с положительными температурами воздуха 210–220 дней. Количество осадков за год составляет 460–480 мм, основное количество выпадает летом в июне – августе. Условия для возделывания сельскохозяйственных культур засушливые, ГТК = 0,7. Испаряемость – 600 мм [2, 10].

Почвенный покров опытного участка в КФХ Мурасова представлен черноземом обыкновенным карбонатным малогумусным среднесильным тяжелосуглинистым, сформированным на лессовидных тяжелых суглинках. Мощность гумусового слоя составляет 0,58–0,65 м, содержание гумуса – 4,55–5,47 %, содержание подвижного фосфора и калия среднее. Почвы характеризуются средним содержанием легкогидролизуемого азота в слое 0,0–0,3 м ($2,1...5,3$ мг/100 г почвы). Сильное вскипание отмечается с глубины 0,30–0,40 м. рН = 6,5–7,0. Глинистых частиц в слое почвы 0,0–1,0 м больше 60 %. Глубина залегания грунтовых вод более 4 м [3, 9].

Исследовали влияние факторов осенней (зяблевой) обработки почвы (фактор А) в сочетании с весенней предпосадочной обработкой (фактор В). По фактору А изучали варианты вспашки плугом ПЛН-4-35; рыхления ПЧ-2,5 без нарезки и с нарезкой гребней КРН-4,2. По фактору В изучали весеннее предпосадочное рыхление ПЧ-2,5 на глубину 0,18...0,20 м и рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м [5].

Результаты исследований. В нашем опыте под посадку картофеля проводили осеннюю зяблевую и весеннюю предпосадочную обработки почвы различными орудиями. Установлено, что зяблевая отвальная обработка на глубину 0,28–0,30 м, сплошное безотвальное рыхление чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м без нарезки или с нарезкой гребней не оказывают существенного влияния на плотность слоя почвы 0,0–0,4 м. Осенью через 35–40 дней после обработки (10–15 октября) и весной во время физической спелости почвы плотность всех десятисантиметровых слоев почвы на глубину 0,4 м одинаковая, так как различия между способами обработки математически не доказуемы.

Существенную роль в сохранении плотности почвы в оптимальных параметрах во время вегетации картофеля играет обработка перед его посадкой. Рыхление почвы агрегатом АКРУ-2,8 на глубину 0,45 м с одновременной нарезкой гребней в фазе цветения и технологической спелости клубней, когда начинается их уборка, обеспечивает достоверно более рыхлое сложение почвы по сравнению с предпосадочным рыхлением чизелем ПЧ-2,5 по всем способам зяблевой обработки почвы (табл. 1).

Таблица 1

Влияние зяблевой и весенней обработки на плотность слоя почвы 0,0–0,4 м во время вегетации картофеля, г/см³ (среднее за 2014–2016 гг.)

Зяблевая обработка	Обработка почвы перед посадкой картофеля	Время определения	
		цветение	уборка
Вспашка ПЛН-4-35 на 0,28–0,30 м	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	1,26	1,31
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	1,23	1,26
Рыхление ПЧ-2,5 на 0,45 м	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	1,28	1,30
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	1,23	1,23
То же + гребни КРН-4,2	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	1,27	1,29
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	1,22	1,22
НСР _{0,05} зяблевая обработка		$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$
НСР _{0,05} предпосадочная обработка		0,03	0,04
НСР _{0,05} для частных средних		0,04	0,05

Самая низкая плотность почвы в фазе цветения и технологической спелости клубней картофеля наблюдается при весеннем рыхлении агрегатом АКРУ-2,8 на 0,45 м после осеннего глубокого рыхления чизелем на эту же глубину с нарезкой гребней и составляет $1,22$ г/м². Такая плотность почвы находится в пределах оптимальных значений для роста и развития растений и формирования клубней, а также создает благоприятные условия для качественной уборки картофеля.

Следует отметить, что зяблевая обработка почвы не оказала существенного влияния на плотность чернозема обыкновенного и во время вегетации картофеля, так как в фазе цветения и технологической спелости клубней различия между этими вариантами опыта находились в пределах его ошибки.

Аналогичные закономерности наблюдались по всем изучаемым слоям почвы. В фазе цветения различия по плотности в слоях почвы 0,1–0,2 и 0,2–0,3 м существенно не отличались, так как находились в пределах ошибки опыта. Только в слоях почвы 0,2–0,3 и 0,3–0,4 м при всех способах осенней обработки почвы достоверно меньше она была



при предпосадочной обработке агрегатом АКРУ-2,8, в то время как способы осенней обработки почвы на этот показатель влияния не оказали. Во время уборки самыми рыхлыми все изучаемые слои почвы были при осеннем глубоком рыхлении чизелем на глубину 0,45 м с нарезкой гребней и предпосадочной обработкой агрегатом АКРУ-2,8.

Следует отметить, что в фазе цветения при предпосадочной обработке агрегатом АКРУ-2,8 во всех способах осенней обработки плотность слоя почвы 0,0–0,3 м находится в пределах оптимальных значений для роста и развития картофеля. Только слой 0,3–0,4 м превышает оптимальные значения на 0,02–0,03 г/см³. При предпосадочной обработке почвы чизелем только верхний двадцатисантиметровый слой почвы имеет оптимальное сложение, а слой почвы 0,2–0,3 и, особенно, 0,3–0,4 м к фазе цветения уплотняется до 1,36–1,37 г/см³, что отрицательно сказывается на росте и развитии растений картофеля.

К технологической спелости все изучаемые слои почвы при ее обработке чизелем переуплотняются при всех способах осенней обработки почвы, особенно при вспашке и рыхлении чизелем без нарезки гребней, что затрудняет механизированную уборку и приводит к потерям и засорению клубней комками почвы. При обработке почвы агрегатом АКРУ-2,8 к уборке верхний тридцатисантиметровый слой почвы остается рыхлым, а ниже лежащий слой 0,3–0,4 м уплотняется до 1,27–1,29 г/см³, что достоверно на 0,07–0,12 г/см³ меньше, чем при обработке чизелем. При этом следует отметить, что самая низкая плотность слоя почвы 0,0–0,3 м при осенней обработке чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней и предпосадочной обработке почвы агрегатом АКРУ-2,8 с одновременной нарезкой гребней и составляет 1,19–1,21 г/см³, что создает благоприятные условия для качественной уборки урожая.

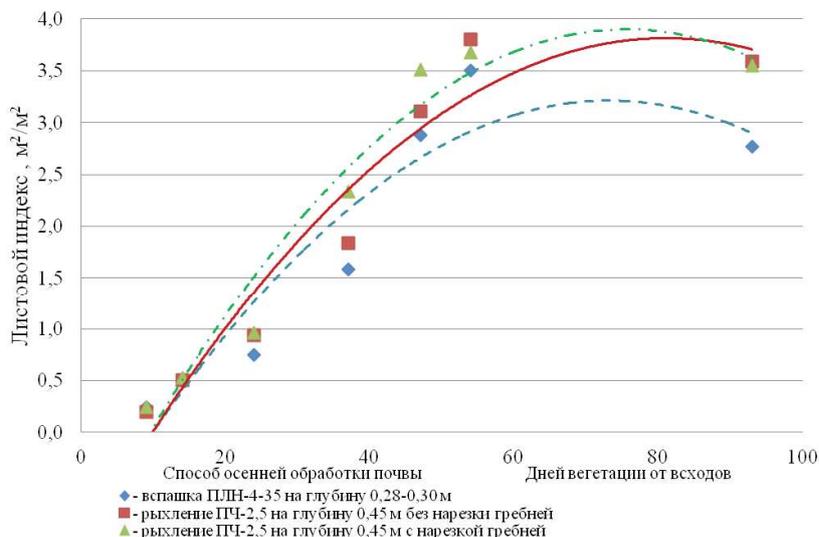
Таким образом, оптимальная плотность чернозема обыкновенного для роста, развития и формирования клубней картофеля весенней посадки наблюдается при основной осенней обработке чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней и предпосадочной обработке почвы агрегатом АКРУ-2,8 на ту же глубину с одновременной нарезкой гребней. Весенняя обработка почвы этим же агрегатом после зяблевой вспашки и осеннем рыхлении чизелем приводит к повышению плотности почвы выше оптимальной для роста растений. Достоверно самая большая плотность почвы в течение вегетации картофеля по всем способам осенней обработки наблюдается при весеннем рыхлении чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,18–0,20 м. Все это оказывает существенное влияние на рост и развитие картофеля весенней посадки.

Чрезмерная плотность почвы после всех способов зяблевой обработки и сплошном весеннем рыхлении чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,18–0,20 м без нарезки гребней приводит к существенному снижению площади листовой поверхности посадок картофеля по сравнению с предпосадочным рыхлением АКРУ-2,8 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней.

При предпосадочном рыхлении АКРУ-2,8 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней самый большой листовой индекс посадок картофеля в течение всего периода вегетации наблюдается после осеннего рыхления почвы чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней (см. рисунок). Осеннее рыхление этим же орудием, но без нарезки гребней приводит к достоверному снижению этого показателя и самая маленькая листовая поверхность после осенней отвальной вспашки на глубину 0,28–0,30 м.

Большая листовая поверхность посадок картофеля при осеннем рыхлении почвы чизелем на глубину 0,45 м без нарезки и с нарезкой гребней и весенней обработкой агрегатом АКРУ-2,8 обеспечила этим способам подготовки почвы и самый большой фотосинтетический потенциал посевов – 2,35 и 2,44 млн м²/га·сут., который существенно не отличается между собой, но достоверно на 0,18–0,51 млн м²/га·сут. больше, чем при других способах подготовки почвы для весенней посадки картофеля на черноземе обыкновенном.

Следует отметить, что самый большой фотосинтетический потенциал посадок картофеля при осеннем рыхлении чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м без нарезки и с нарезкой гребней и весенней обработкой агрегатом АКРУ-2,8, кроме площади листовой поверхности, обусловлен также более продолжительным вегетационным периодом от появления всходов до технологической спелости клубней – 92 дня, тогда при всех других способах подготовки почвы он составил 90 дней. Увеличение продолжительности вегетационного периода в первом случае связано с меньшей плотностью почвы, обеспечившей более благоприятные условия для роста и развития растений [4].



Влияние способов зяблевой обработки почвы на динамику нарастания листовой поверхности посадками картофеля при весеннем рыхлении почвы АКРУ-2,8 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней (среднее за 2014–2016 гг.)



В этих же вариантах опыта в среднем за годы исследований наблюдаются и самые большие темпы роста сухой надземной массы растений картофеля во все фенологические фазы роста и развития культуры. Не отличаясь существенно между собой с небольшим преимуществом при осеннем рыхлении чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней и весенней обработкой агрегатом АКРУ-2,8, против такой же обработки, но без осенней нарезки гребней, оба варианта достоверно превышали все остальные способы подготовки почвы.

Аналогичная закономерность наблюдалась и по динамике нарастания массы клубней – самой большой она была при осеннем рыхлении чизелем с нарезкой гребней и весенней обработкой агрегатом АКРУ-2,8, немного меньше она была при такой же обработке почвы, но без осенней нарезки гребней, и достоверно меньше во всех других способах подготовки почвы (табл. 2).

Таблица 2

Влияние основной зяблевой и весенней обработки почвы на динамику массы клубней картофеля, г/м² (среднее за 2014–2016 гг.)

Зяблевая обработка	Обработка почвы перед посадкой картофеля	Фенологическая фаза			
		бутонизация	цветение	клубнеобразование	увядание ботвы
Вспашка ПЛН-4-35 на 0,28–0,30 м	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	58	210	348	1254
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	59	228	391	1374
Рыхление ПЧ-2,5 на 0,45 м	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	90	273	397	1314
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	108	328	486	1572
То же + гребни КРН-4,2	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	97	298	442	1428
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	111	333	503	1604
НСР _{0,05} зяблевая обработка		6	15	22	65
НСР _{0,05} предпосадочная обработка		5	12	19	58
НСР _{0,05} для частных средних		8	19	29	73

Большие темпы роста сухой надземной массы и массы клубней объясняются большей площадью фотосинтетической поверхности растений, синтезирующей и больше органического вещества. Между этими показателями наблюдается тесная корреляционная зависимость: коэффициент корреляции r сухой надземной массы с листовым индексом посадок картофеля составляет 0,772, зависимость массы клубней с этим показателем еще более тесная – $r = 0,835$.

Кроме площади фотосинтетического аппарата растений, большую роль в увеличении надземной массы и массы клубней играла и эффективность его работы. При осеннем рыхлении чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м без нарезки и с нарезкой гребней и весенней обработкой агрегатом АКРУ-2,8 чистая продуктивность фотосинтеза в среднем за вегетационный период составила 9,69 и 9,67 г/м²·сут., тогда как при зяблевой вспашке плугом на глубину 0,28–0,30 см и весеннем рыхлении чизелем на эту же глубину она была достоверно меньше – 8,36 г/м²·сут., при остальных способах обработки почвы этот показатель находился в пределах от 8,91 до 9,25 г/м²·сут. [12].

То есть, более благоприятные условия по плотности почвы, сложившиеся при осеннем рыхлении чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней и весенней обработкой агрегатом АКРУ-2,8 на эту же глубину, обеспечили формирование более развитого и эффективно работающего фотосинтетического аппарата, надземной массы и массы клубней. По этой причине в этом варианте опыта в среднем за годы исследований получена и самая высокая урожайность клубней – 61,7 т/га. При таком же способе подготовки почвы, но без осенней нарезки гребней урожайность была немного ниже (60,8 т/га), во всех вариантах опыта она была достоверно меньше и находилась в пределах от 49,1 до 55,2 т/га, табл. 3.

Таблица 3

Влияние основной зяблевой и весенней обработки почвы на урожайность картофеля весенней посадки, т/га (среднее за 2014–2016 гг.)

Зяблевая обработка	Обработка почвы перед посадкой картофеля	Год				Прибавка от обработки	
		2014	2015	2016	среднее	осенью	весной
Вспашка ПЛН-4-35, 0,28–0,30 м	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	50,4	48,7	48,2	49,1	–	–
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	51,9	54,7	54,8	53,8	–	4,7
Рыхление ПЧ-2,5 на 0,45 м	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	53,0	53,8	55,5	54,1	5,0	–
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	59,7	61,2	61,5	60,8	7,0	6,7
То же + гребни КРН-4,2	Рыхление ПЧ-2,5 на 0,18–0,20 м сплошное	54,7	56,1	54,8	55,2	6,1	–
	Рыхление АКРУ-2,8 на 0,45 м с нарезкой гребней	62,5	60,1	62,5	61,7	7,9	6,5
НСР _{0,05} зяблевая обработка		1,7	3,1	1,4	2,1	–	–
НСР _{0,05} предпосадочная обработка		2,3	4,2	1,9	2,8	–	–
НСР _{0,05} для частных средних		2,4	4,3	1,9	2,9	–	–

Следует отметить, что при всех способах осенней обработки почвы и весеннем рыхлении чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,28–0,30 м урожайность клубней картофеля составила 49,1–55,2 т/га, что математически доказуемо на 4,8–6,7 т/га, или на 8,9–11,0 % меньше по сравнению с урожайностью при весенней обработке разработанным нами агрегатом АКРУ-2,8 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней. Самая низкая урожайность получена при зяблевой и весенней обработке почвы на глубину 0,28–0,30 м – 49,1 т/га. Поэтому можно заключить, что на черноземе обыкновенном проведение зяблевой обработки и весеннего рыхления на глубину 0,28–0,30 м приводит к достоверному снижению урожайности картофеля по сравнению с обработками почвы на глубину 0,45 м [8, 11].



Заключение. Оптимальная плотность чернозема обыкновенного для роста и развития картофеля складывается при зяблевой обработке почвы чизелем ПЧ-2,5 на глубину 0,45 м с нарезкой гребней в сочетании с весенним рыхлением агрегатом АКРУ-2,8 на эту же глубину и одновременной нарезкой гребней, что обеспечивает формирование наиболее развитого фотосинтетического аппарата, надземной массы и получение самого высокого урожая клубней. Уменьшение глубины осенней и весенней обработки до 0,28–0,30 м приводит к чрезмерному уплотнению чернозема обыкновенного, уменьшению площади листовой поверхности растений, снижению их наземной массы и достоверному снижению урожайности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаевая Э. А., Тарадин С. А. Влияние обработки почвы на продуктивность почвозащитных севооборотов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 3–1. С. 105–108.
2. Иванов А. Л., Кулик К. Н., Барабанов А. Т. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 года. Волгоград, 2009. 302 с.
3. Колчина Л. М. Технологии и оборудование для производства картофеля. М., 2014.
4. Мелихов В. В., Новиков А. А. Оптимальный режим капельного орошения и минерального питания раннего картофеля // Картофель и овощи. 2011. № 8. С. 16.
5. Новиков А. А. Влияние способов полива и окуливания на режим орошения картофеля // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2 (54). С. 145–153.
6. Новиков А. А., Мелихов В. В., Болотин, Д. А. Патент №. 2685398 Российская Федерация, МПК А01В49/06. Комбинированное устройство для рыхления почвы и ленточного внесения удобрений в гребне/ заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИОЗ – № 2018140847/18; заявл. 19.11.18; опубл. 17.04.19, Бюл. № 11. – 8 с.
7. Пожилов В. И. Система ведения агропромышленного производства Волгоградской области на 1996–2010 гг. Волгоград, 1997. 115 с.
8. Старовойтова О. А. Влияние ширины междурядий на температуру, влажность, плотность почвы и урожайность картофеля // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2016. № 4 (74). С. 34–40.
9. Шабанов А. Э., Киселев А. И., Федотова Л. С., Тимошина Н. А., Князева Е. В. Оценка перспективных сортов картофеля отечественной селекции в агроэкологических условиях центрального региона России // Плодородие. 2020. № 2(113). С. 66–69. DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.20.
10. Anisimov B. V., Zhevora S. V. A set of basic agronomical and protective techniques used in potato seed production // Potato Seed Production. Cham. 2021. P. 71–83. DOI: 10.1007/978-3-030-60762-3.
11. Ojeda J. J., Rezaei E. E., Remenyi T. A., Webb M. A., Webber H. A., Kamali B., Harris R. M. B., Brown J. N., Kidd D. B., Mohammed C. L., Siebert S., Ewert F., Meinke, H. Effects of soil- and climate data aggregation on simulated potato yield and irrigation water requirement // Science of the Total Environment. 2020. Vol. 710. Number of article: 135589. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135589.
12. Wszelaczynska E., Poberezy J., Janowiak J. Effect of organic and nitrogen fertilization on selected components in potato tubers grown in a simplified crop rotation // Journal of elementology. 2014. Vol. 19. No. 4. P. 1153–1165. doi: 10.5601/jelem.2014.19.3.381.

REFERENCES

1. Gaevaya E. A., Taradin S. A. Influence of tillage on the productivity of soil-protective crop rotations. *International Journal of the Humanities and Natural Sciences*. 2019; 3–1: 105–108. (In Russ.).
2. Ivanov A. L., Kulik K. N., Barabanov A. T. The system of adaptive-landscape agriculture of the Volgograd region for the period up to 2015. Volgograd, 2009. 302 p. (In Russ.).
3. Kolchina L. M. Technologies and equipment for potato production. Moscow, 2014. (In Russ.).
4. Melikhov V. V., Novikov A. A. Optimal mode of drip irrigation and mineral nutrition of early potatoes. *Potatoes and vegetables*. 2011; 8: 16. (In Russ.).
5. Novikov A. A. Influence of irrigation and hilling methods on the irrigation regime of potatoes. *Proceedings of the Nizhnevolzhsk agro-university complex: Science and higher professional education*. 2019; 2 (54): 145–153. (In Russ.).
6. Novikov A. A., Melikhov V. V., Bolotin, D. A. Patent no. 2685398 Russian Federation, IPC A01B49/06. Combined device for loosening the soil and belt fertilization in the ridge / Applicant and patent holder FGBNU VNIIOZ – No. 2018140847/18; dec. 11/19/18; publ. 04/17/19, Bull. No. 11. 8 p. (In Russ.).
7. Pozhilov V. I. The system of conducting agro-industrial production in the Volgograd region for 1996–2010. Volgograd, 1997. 115 p. (In Russ.).
8. Starovoitova O. A. Influence of row spacing on temperature, humidity, soil density and potato yield. *Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin*. 2016; 4 (74): 34–40. (In Russ.).
9. Shabanov A. E., Kiselev A. I., Fedotova L. S., Timoshina, N. A., Knyazeva E. V. Evaluation of promising potato varieties of domestic selection in the agroecological conditions of the central region of Russia. *Soil Fertility*. 2020; 2(113): 66–69. DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.20. (In Russ.).
10. Anisimov B. V., Zhevora S. V. A set of basic agronomic and protective techniques used in potato seed production. *Potato Seed Production*. Cham. 2021: 71–83. DOI: 10.1007/978-3-030-60762-3.
11. Ojeda J. J., Rezaei E. E., Remenyi T. A., Webb M. A., Webber H. A., Kamali B., Harris R. M. B., Brown J. N., Kidd D. B., Mohammed C. L., Siebert S., Ewert F., Meinke, H. Effects of soil- and climate data aggregation on simulated potato yield and irrigation water requirement. *Science of the Total Environment*. 2020; 710. No. of article: 135589. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135589.
12. Wszelaczynska E., Poberezy J., Janowiak J. Effect of organic and nitrogen fertilization on selected components in potato tubers grown in a simplified crop rotation. *Journal of elementology*. 2014; 19; 4: 1153–1165. doi: 10.5601/jelem.2014.19.3.381.

Статья поступила в редакцию 25.11.2021; одобрена после рецензирования 05.12.2021; принята к публикации 15.12.2021.
The article was submitted 25.11.2021; approved after reviewing 05.12.2021; accepted for publication 15.12.2021.