

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 635.21:631.17:577.11

DOI: 10.26897/2687-1149-2022-5-4-10

ВЛИЯНИЕ СРЕДООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

СТАРОВОЙТОВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ, *д-р техн. наук*¹agronir1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9365-7631>; Scopus ID: 57194128738; ResearcherID: D-8481-2018**СТАРОВОЙТОВА ОКСАНА АНАТОЛЬЕВНА**, *д-р с.-х. наук*¹agronir2@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8293-6579>; Scopus ID: 57188646818; ResearcherID: R-7897-2017**МАНОХИНА АЛЕКСАНДРА АНАТОЛЬЕВНА** , *д-р с.-х. наук*²alexman80@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9785-1164>, Scopus ID: 57204156373, ResearcherID: AAX-3297-2020**ПЕХАЛЬСКИЙ МАКСИМ ИГОРЕВИЧ**, *аспирант*¹

agronir1@mail.ru

СЕМИН ВАЛЕНТИН ВЛАДИМИРОВИЧ, *аспирант*²

alexman80@list.ru

¹ Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха; 140051, Российская Федерация, Московская область, Люберецкий район, п. Красково, ул. Лорха, д. 23, литер В² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Аннотация. Для получения полноценного урожая картофеля необходимо обеспечить благоприятный температурный, аэрационный и влажностный режимы в зоне расположения клубневых гнезд. Для разработки теоретических предпосылок и принципов конструирования среды при выращивании картофеля в 2019-2020 гг. в ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» проведены исследования на дерново-подзолистой супесчаной почве. Изучалось влияние применения влагосберегающего суперабсорбирующего полимера (САП) Аквасин (Агро) и ширины междурядий на основные агрофизические параметры почвы и урожайность клубней при оптимизации средообразования в технологии выращивания картофеля. Закладка полевого опыта, учеты и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта и методик исследований по культуре картофеля. Схема опыта включала в себя вариацию трех параметров: сортов Метеор (ранний) и Фаворит (среднеспелый); ширины междурядий 120 + 30 см (для гряд) и 75 см (для гребней); доз суперабсорбирующих полимеров при первом уходе в количестве 0, 200 и 400 кг/га. Опыт закладывали согласно схеме методом систематического размещения делянок в четырёхкратной повторности. Площадь учетной делянки составляла 21 м². Экспериментально установлено, что увеличение ширины междурядий и внесение САП способствовали улучшению составляющих средообразования в зоне клубневого гнезда: температура почвы понизилась на 0,3°C; влажность почвы повысилась с 47,4 до 59,2% от предельной полевой влагоемкости; значения твёрдости почвы понизились на 2,7...11,0 кг/см². Урожайность картофеля раннего сорта Метеор возросла с 30,7 т/га (в варианте с гребневой технологией без применения суперабсорбирующих полимеров) до 37,7 т/га (в варианте с грядовой технологией и дозой САП 400 кг/га). Также возросла урожайность среднеспелого сорта Фаворит – соответственно с 32,3 до 39,6 т/га. Сделан вывод о перспективности применения САП в сочетании с грядовой технологией.

Ключевые слова: картофель, ширина междурядий, влагосберегающие суперабсорбирующие полимеры (САП), агрофизические показатели почвы, элементы конструирования почвенной среды, урожайность

Формат цитирования: Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Пехальский М.И., Семин В.В. Влияние средообразующих факторов на урожайность картофеля // Агроинженерия. 2022. Т. 24, № 5. С. 4-10. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-5-4-10>.

© Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Пехальский М.И., Семин В.В., 2022



ORIGINAL PAPER

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON POTATO YIELD

VIKTOR I. STAROVOITOV, *DSc (Eng)*¹agronir1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9365-7631>; Scopus ID: 57194128738; ResearcherID: D-8481-2018**OXSANA A. STAROVOITOVA**, *DSc (Ag)*¹agronir2@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8293-6579>; Scopus ID: 57188646818; ResearcherID: R-7897-2017

ALEKSANDRA A. MANOKHINA ✉, *DSc (Ag)*²

alexman80@list.ru ✉; <https://orcid.org/0000-0002-9785-1164>, Scopus ID: 57204156373, ResearcherID: AAX-3297-2020

MAKSIM I. PEKHAL'SKIY, *postgraduate student*¹

agronir1@mail.ru

VALENTIN V. SEMIN, *postgraduate student*²

alexman80@list.ru

¹ Lorkh Russian Potato Research Centre (RPRC); Lorkh Str., 23, Liter B, Kraskovo, Lyubertsy district, Moscow region, 140051, Russian Federation

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation

Abstract. Favourable temperature, aeration, and moisture conditions must be maintained in the tuber nest area to obtain a good potato crop. To develop the theoretical prerequisites and principles of designing the environment for growing potatoes, the authors conducted studies on sod-podzolic sandy loam soil at Lorch Potato Research Center in 2019-2020. The work aimed to study the influence of the complex application of environmental factors, such as moisture-saving superabsorbent polymers Aquasin (Agro) and the width of row spacing on the main agrophysical parameters of the soil and the yield of tubers when optimizing environmental formation in potato growing technology. The field experience tab, records, and observations were carried out in accordance with the requirements of the field experiment methodology and the potato research methodology. The experiment scheme included a variation of three parameters: the Meteor (early) and Favorit (medium-ripening) varieties; row spacing of 120 + 30 cm (for beds) and 75 cm (for ridges); application rates of superabsorbent polymers of 0.200 and 400 kg/ha in the first treatment. The experiment was laid according to the scheme by the method of systematic plot arrangement in a fourfold repetition. The experiment plot area was 21 m². It was experimentally found that increasing the row-spacing and introducing SAP improved medium formation components in the tuber nest zone: the soil temperature decreased by 0.3°C; soil humidity increased from 47.4% to 59.2% of limiting field moisture capacity; values of soil hardness decreased by 2.7...11.0 kg/cm². The crop capacity of the early potato Meteor varieties increased from 30.7 t/ha (in the variant with the ridging technology without application of superabsorbing polymers) up to 37.7 t/ha (in the variant with the ridging technology and a SAP application rate of 400 kg/ha); the crop capacity of the middle-season Favorit variety has increased from 32.3 to 39.6 t/ha, respectively. The authors conclude that the SAP application in combination with the ridge technology is a promising method.

Keywords: potatoes, row spacing, moisture-saving superabsorbent polymers (SAP), agrophysical soil parameters, elements of soil environment design, yield

For citation: Starovoitov V.I., Starovoitova O.A., Manokhina A.A., Pekhal'skiy M.I., Semin V.V. Influence of environmental factors on potato yield. *Agricultural Engineering (Moscow)*, 2022; 24(5): 4-10. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-5-4-10>.

Введение. Картофель – сложный организм, требующий определенных условий по мере роста разных органов и накопления необходимых свойств¹ [1]. Урожай картофеля зависит от изменяющихся внешних факторов – таких, как температура, влажность воздуха и почвы, твердость и плотность почвы, уровень плодородия и др. Участвовавшие перепады климатических условий в период роста, развития растений и уборки урожая (то длительные засухи, то сильные ливневые дожди) приводят к недобору урожая. Так, по данным Минсельхоза РФ, в 2019 г. прямой ущерб от стихийных бедствий в сельскохозяйственном производстве России составил более 13 млрд руб.

Для получения полноценного урожая клубней необходимо обеспечить благоприятный температурный, аэрационный и влажностный режимы в зоне расположения клубневых гнезд. Клубни должны быть защищены от излишне высоких температур в зоне клубневого гнезда и прямого солнечного излучения² [2].

Основная часть влаги (осадки, полив), поступающей на узкие гребни поля, используется недостаточно эффективно. Вода либо испаряется, либо стекает в нижние горизонты почвы [3-5].

Изменение градиента влажности, плотности и твердости почвы по площади и глубине в процессе выращивания картофеля является важным фактором. В связи с изменениями

климата существуют рекомендации применять при возделывании картофеля грядковую технологию с увеличенной шириной междурядий для снижения уплотнения почвы машинно-тракторными агрегатами, а для сокращения количества поливов и удержания части удобрений в почве применять влагосберегающие суперабсорбирующие полимеры (САП) [2, 6, 7].

Влагосберегающие суперабсорбирующие полимеры (САП) имеют свойство впитывать и удерживать в себе не только влагу, но и водорастворимые питательные элементы для растений, находящиеся в почве в соотношении 1:50...500 [3]. Такой прием позволяет стабильно поддерживать равномерное питание растений и снижать стрессы, отрицательно влияющие на урожайность картофеля [4, 8, 9]. САП находят применение при выращивании различных сельскохозяйственных культур в разных странах, и данное направление в области картофелеводства целесообразно исследовать и развивать [10-12].

Цель исследований: изучить влияние комплексного применения средовых факторов (влагосберегающего суперабсорбирующего полимера Аквасин (Агро) и ширины междурядий) на основные агрофизические параметры почвы и урожайность клубней при оптимизации средообразования в технологии выращивания картофеля.

Материалы и методы. Исследования выполнены в 2019-2020 гг. в условиях трехпольного севооборота в ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» Московской области в рамках плана НИР.

¹ Лорх А.Г. Картофель. М.: Московский рабочий, 1955. 156 с.

² Дорожкин Н.А., Дмитриева З.А., Валуев В.В. Прогрессивная технология возделывания картофеля. М.: Колос, 1976. Гл. 4, 5. С. 87-137.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная со следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта: высокая обменная и гидrolитическая кислотность ($pH_{KCl} = 4,71$; $Hg = 3,27$ мг-экв/100 г почвы); низкая сумма поглощенных оснований и степень насыщенности ими ($S = 3,11$ мг-экв/100 г почвы; $V = 48,7\%$); высокое содержание подвижного фосфора (315 мг/кг почвы); низкое содержание обменного калия (97 мг/кг почвы); удовлетворительная гумусированность (1,91% гумуса).

Схема опыта включала в себя следующие факторы и градации:

А – Сорты Метеор (ранний) и Фаворит (среднеспелый);

В – Ширина междурядий 120 + 30 см (гряды) и 75 см (гребни);

С – Дозы суперабсорбирующих полимеров (САП) при первом уходе: 1) без полимеров – 0 кг/га; 2) 200 кг/га; 400 кг/га.

Опыт закладывали согласно схеме методом систематического размещения делянок в четырёхкратной повторности. Предшественник – зерно-бобовые. Площадь учетной делянки – 21 м².

Подготовка почвы включала в себя:

– зяблевую вспашку на глубину 18...22 см (МТЗ-82+ПЛН-3-35) осенью;

– рыхление на глубину 12...15 см (МТЗ-82 + БДТ-3,0) и предпосадочную нарезку гребней (МТЗ-82 + КРН-4,2) весной.

Посадку на глубину 8...10 см проводили в предварительно нарезанные гребни с шириной междурядий 75 см агрегатом МТЗ-82 + СН-4БК. Посадку вариантов с грядовой технологией (ширина междурядий 120 + 30 см) проводили вручную в также предварительно нарезанные гребни с шириной междурядий 75 см. Для посадки использовали непрошенные клубни средней фракции (размером 46...53 мм по наибольшему поперечному диаметру).

Фон для всего опытного участка – минеральное удобрение азофоска (16:16:16) с калимагнезией. Удобрения внесены дробно-локально в два срока: перед посадкой совместно с нарезкой гребней в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и совместно с 1-й послеуборочной обработкой посадок $N_{30}P_{30}K_{60}$ (МТЗ-82 + КРН-4,2).

В опыте использовался суперабсорбирующий полимер (САП) Аквасин (Агро) – сшитый сополимер калиевой и аммонийной солей акриловой кислоты в виде сыпучих белых гранул.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов 2019 и 2020 гг. в целом были довольно удовлетворительными для растений картофеля. Средняя температура воздуха за вегетационные периоды составила 17,4 и 17,1 °С при норме 16,5 °С. Сумма осадков за вегетационный период составила в 2019 г. 292,3 мм, в 2020 г. – 427,1 мм при норме 260,5 мм. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила в 2019 г. 2126,18 °С, в 2020 г. – 1980,04 °С. ГТК в 2019 г. составил 1,49 (влажная), в 2020 г. – 2,10 (очень влажная) при климатической норме 1,3...1,4.

Закладка полевого опыта, учеты и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта³ и «Методики исследований по культуре карто-

феля»^{4,5}. Дисперсионный анализ полученных данных проведен по Б.А. Доспехову³.

Результаты и их обсуждение. На процесс накопления растением органических веществ влияют тепло, свет и влага^{1,6}.

Для наилучшего нарастания клубней картофеля оптимальной температурой почвы является 14...18 °С. При температуре почвы выше 20 °С процесс клубнеобразования затормаживается, а выше 29 °С – прекращается совсем^{1,6}.

Первый фактор, на который можно повлиять технологически, – температура почвы в зоне клубневого гнезда. В 2019 г. в фазу бутонизации и клубнеобразования почва нагревалась до температуры 24,0 °С в гребнях, до 23,7 °С в грядах; в 2020 г. до 22,0 °С в гребнях и до 21,8 °С в грядах. Более высокие значения температуры почвы зафиксированы перед уборкой, почва в гребнях нагревалась до 26,0 °С (2019 г.) и 24,5 °С (2020 г.), в грядах – до 25,6 °С (2019 г.) и 24,0 °С (2020 г.) (рис. 1а). При этом средняя температура почвы по фазам за два года в грядах оказалась на 0,3 °С ниже, чем в гребнях (рис. 1б).

Полученные данные подтверждают, что увеличением ширины междурядий в два раза можно снизить температуру почвы и способствовать более благоприятному развитию растений картофеля.

Второй фактор, на который можно повлиять технологически, – влажность почвы. Оптимальной влажностью почвы в период от посадки до всходов является значение, превышающее 65...70% предельной полевой влагоемкости (ППВ), в фазы бутонизации и цветения – не менее 75...85% от ППВ, для клубнеобразования – 70...100% от ППВ^{1,6}. Поскольку более 70% клубней картофеля составляет вода, то засуха в период вегетации может снизить урожай на 48...59%. При увеличении влажности до 120% от ППВ или снижении до 20% от ППВ клубнеобразование прекращается. Полная полевая влагоемкость супесей составляет 13,3%^{1,6} [13].

При анализе динамики изменения влажности почвы в среднем за 2019 и 2020 гг. отмечена связь влажности почвы с относительной влажностью воздуха (рис. 2), причем на глубине 10...20 см влажность почвы либо близка по значениям к относительной влажности воздуха, либо несколько превышает ее значение. На глубине 0...10 см влажность почвы чаще оказывалась ниже, чем относительная влажность воздуха, и значительно ниже влажности почвы в слое 10...20 см. Это объясняется быстрым просачиванием влаги из осадков в нижние слои супесчаной почвы и довольно быстрым испарением влаги из верхнего слоя почвы.

В среднем за два периода вегетации влажность почвы в грядах была близка к оптимальной в горизонте 0...10 см (41,4...51,3% от ППВ) и в горизонте 10...20 см (49,7...59,2% от ППВ), а в гребнях – в горизонте 0...10 см (38,9...46,7% от ППВ) и в горизонте 10...20 см (47,4...56,0% от ППВ).

⁴ Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 263 с.

⁵ Жевора С.В., Федотова Л.С., Старовойтов В.И., Зейрук В.Н., Коршунов А.В., Пшеченков К.А., Тимошина Н.А., Мальцев С.В., Старовойтова О.А., Васильева С.В., Васильева С.В., Шабанов А.Э., Дервягина М.К., Белов Г.Л., Киселев А.И., Князева Е.В. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле: Методические указания М.: Наука, 2019. 120 с.

⁶ Альсмик П.И. и др. Физиология картофеля / Под ред. Б.А. Рубина. М.: Колос, 1979. 272 с.

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

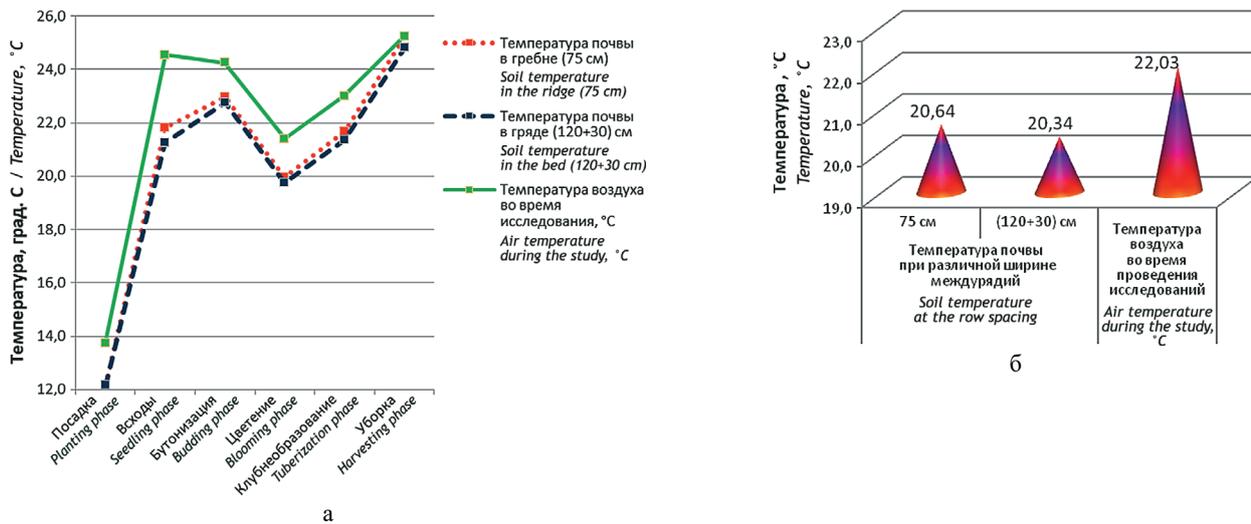


Рис. 1. Температура почвы в зоне залегания клубневого гнезда при грядовой и гребневой посадке картофеля, °С (среднее за 2019-2020 гг.):

а – изменение температуры почвы и воздуха по фазам вегетации, °С;
 б – усреднённая температура почвы и воздуха за период вегетации, °С

Fig. 1. Soil temperature in the tuber nest zone in bed and ridge potato planting, °C (average for 2019-2020):

a – change in the soil and air temperature by vegetation phases, °C;
 b – average soil and air temperature during the growing season, °C

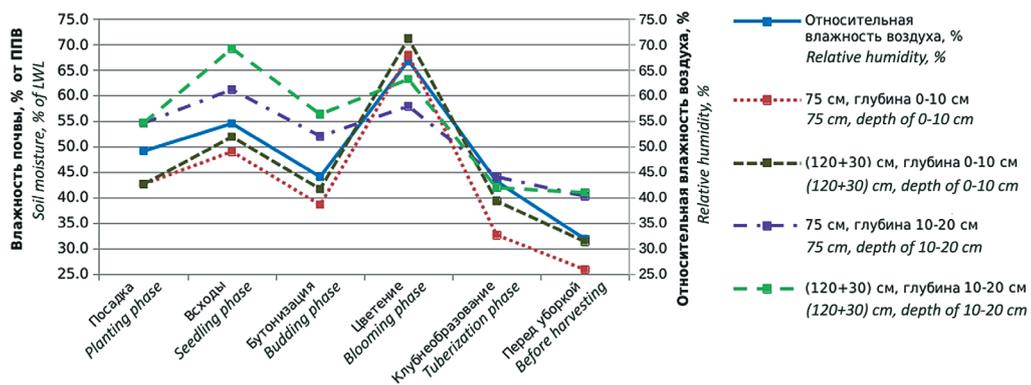


Рис. 2. Влажность почвы, % от ППВ, при грядовой и гребневой посадке картофеля и относительная влажность воздуха, % (средние значения за 2019-2020 гг.)

Fig. 2. Soil moisture (in % of ultimate field water capacity) during the bed and ridge potato planting and relative air humidity (%) (average values for 2019-2020)

Суперабсорбирующие полимеры оказали положительное влияние на влажность почвы, особенно в горизонте 10...20 см (рис. 3). В варианте с дозой САП 200...400 кг/га влажность почвы выше относительной влажности воздуха на 0,6...15,4%.

Среднее значение влажности почвы за период вегетации картофеля в варианте с САП в дозе 200...400 кг/га составило в горизонте 0...10 см 39,7...52,7% от ППВ, в горизонте 10...20 см – 49,3...61,8% от ППВ. Самые неблагоприятные условия создались в варианте без применения САП: в горизонте 0...10 см – 38,4...41,7% от ППВ; в горизонте 10...20 см – 49,0...48,5% от ППВ.

В то же время оба периода вегетации оказались благоприятными по метеорологическим условиям для выращивания картофеля.

Третий фактор, на который можно повлиять технологически, – плотность почвы. Максимальная величина плотности почвы при возделывании картофеля для супесей составляет 1,3...1,4 г/см³. Необходимо поддерживать в течение всего

периода вегетации плотность почвы в оптимальных величинах⁷ [3, 7].

Степень уплотнения почвы во многом зависит от технологических воздействий и ее влажности. От момента посадки и до уборки величина плотности почвы постоянно изменяется. Невозможность проведения механического рыхления тракторным агрегатом ввиду вероятности повреждения высоких растений приводит к уплотнению почвы. Но в то же время в процессе роста клубней почвенные частицы раздвигаются, происходит разрыхление верхних слоев почвы, и плотность почвы к периоду уборки становится немного ниже, чем в фазу цветения [7].

В наших опытах плотность почвы в зоне клубневого гнезда на глубине 0...20 см находилась в оптимальных пределах и составляла в грядах 1,22...1,28 г/см³, в гребнях – 1,22...1,30 г/см³.

⁷ Коршунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. М.: ВНИИКС, 2001. 369 с.

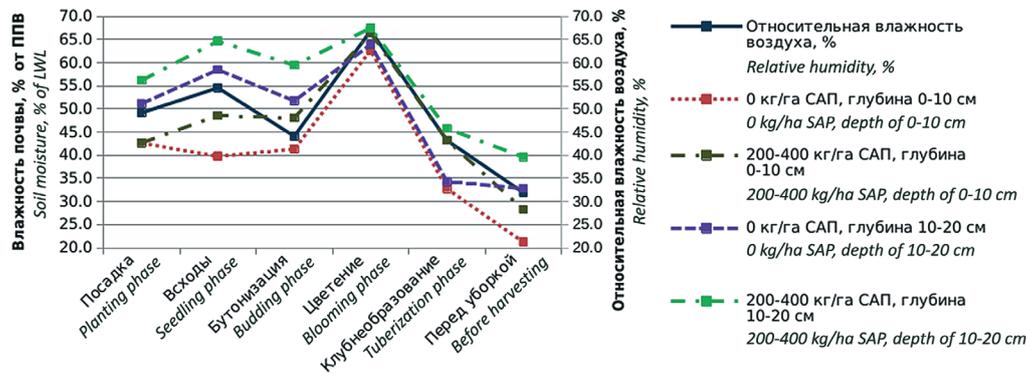


Рис. 3. Влажность почвы, % от ППВ, в периоды вегетации в зависимости от применения САП (средние значения за 2019-2020 гг.)

Fig. 3. Soil moisture (in % of ultimate field water capacity) during the growing season depending on the use of SAP (average values for 2019-2020)

На величину плотности почвы большее влияние оказала ширина междурядий. В гребнях плотность почвы составила 1,22...1,24 г/см³ в горизонте 0...10 см и 1,28...1,30 г/см³ в горизонте 10...20 см, в то время как в грядах плотность

почвы составила 1,22...1,25 г/см³ в горизонте 0...10 см и 1,25...1,28 г/см³ в горизонте 10...20 см. В горизонте 10...20 см наблюдалось снижение плотности почвы при увеличении дозы САП от 1,28...1,29 г/см³ до 1,25...1,28 г/см³ (рис. 4).

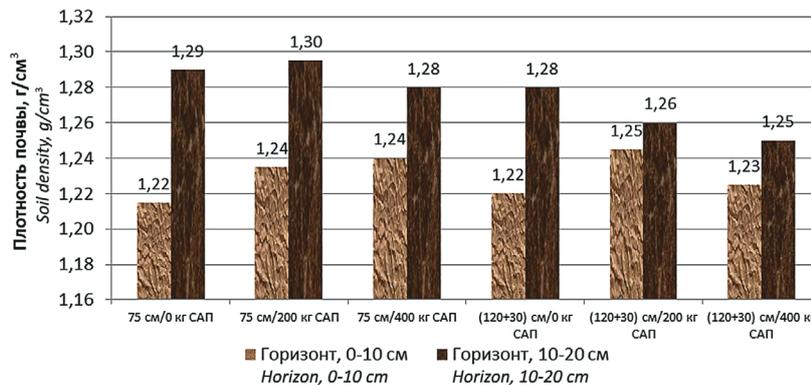


Рис. 4. Плотность почвы, г/см³, в зависимости от дозы САП при грядовой и гребневой посадке картофеля

Fig. 4. Soil density (g/cm³) depending on the SAP application rate in the bed and ridge potato planting

Четвёртый фактор, на который можно повлиять технологически, – твёрдость почвы. Твёрдость почвы по центру гребня или гряды в пласте 0...8 см изменялась в среднем от 1,7 кг/см² в гряде без применения САП до 8,3 кг/см² в гребне без применения САП; в пласте 8...15 см изменялась в среднем от 11,0 кг/см² в гряде и 400 кг/га САП до 26,0 кг/см² в гребне без применения САП, в пласте 15...23 см – от 37,3 кг/см² в гряде и 400 кг/га САП до 46,7 кг/см² в гребне без применения САП.

Наибольшая средняя твёрдость почвы всегда оказывалась в гребнях без применения САП. При этом в грядах твердость почвы в среднем чаще оказывалась ниже, чем в гребнях, на 2,7...11,0 кг/см².

Применение САП также оказало положительное влияние на твердость почвы. В зоне клубневого гнезда на глубине 15 см твердость в вариантах без применения САП составила 23,0 кг/см², с применением 200 кг/га САП – 21,2 кг/см², при дозе 400 кг/га САП – 16,5 кг/см². В зоне клубневого гнезда на глубине 23 см, важной для создания условий лучшего проникновения в почву корней и столонов с клубнями, твердость в вариантах без применения САП составила 44,2 кг/см², с применением 200 кг/га САП – 41,2 кг/см², в дозе 400 кг/га САП – 40,2 кг/см² (рис. 5).

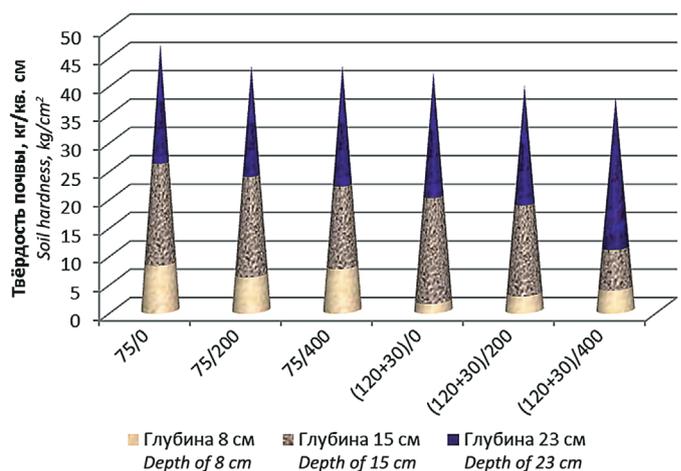


Рис. 5. Твёрдость почвы, кг/см², по центру гребня/гряды перед уборкой

Fig. 5. Soil hardness (kg/cm²) at the center of the ridge/bed before harvesting

Метеорологические условия, сортовые особенности, дозы суперабсорбирующих полимеров, ширина междурядий отразилась на значениях урожайности картофеля.

На раннем сорте Метеор (рис. 6) в среднем за два года в гребнях при увеличении дозы суперабсорбирующих полимеров урожайность увеличилась соответственно от 30,7 т/га в контроле без применения САП до 31,5 т/га в вариантах с внесением 200 кг/га САП и до 32,2 т/га в вариантах с внесением 400 кг/га САП.



Рис. 6. Урожайность сортов картофеля в зависимости от ширины междурядий и дозы суперабсорбирующих полимеров (2019-2020 гг.), т/га

Fig. 6. Yield of potato varieties depending on the row spacing and the application rate of superabsorbent polymers (2019-2020), t/ha

В грядках значение урожайности в вариантах без применения САП составило 33,6 т/га, в вариантах с внесением 200 кг/га САП значение урожайности повысилось до 37,5 т/га, в вариантах с внесением 400 кг/га – до 37,7 т/га.

НСР₀₅ по сорту Метеор составило 2,82 т/га в 2019 г. и 3,01 т/га в 2020 г.

Список использованных источников

1. Шабанов А.Э., Киселев А.И., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Продуктивность и качество сортов картофеля нового поколения // Картофель и овощи. 2019. № 3. С. 25-27. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.21.36.005>
2. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Динамика параметров гребня при выращивании клубненосных культур на примере картофеля // Доклады ТСХА: Материалы Международной научной конференции. 2018. С. 141-143. EDN: XNQR0X.
3. Rathore S.S., Shekhawat K., Rathore B.S., Singh R.K., Premi O.P., Kandpal B.K. Deficit irrigation scheduling and levels of hydrogel (SAPs) influence on productivity and economics of Indian mustard (*Brassica juncea*) under semi-arid conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2018; 88 (9): 1474-1476.
4. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Будников В.И., Смагина М.В., Старовойтова О.А., Черкашина Н.Ф. Полевые эксперименты по влиянию ризосферных гелевых композиций на урожайность и защиту картофеля от патогенной микрофлоры // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Сборник статей по материалам Международной научной экологической конференции. 2018. С. 191-196. EDN: XMNYAP.
5. Starovoytova O.A., Manokhina A.A., Pekhal'skiy M.I. Effect of superabsorbing polymers on potato yield. *IOP conference series: Earth and Environmental science*. 2019; 395: 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012058>
6. Старовойтова О.А., Шабанов Н.Э. Влияние ширины междурядий на температуру, влажность, плотность почвы и урожайность картофеля // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. 2016. № 4 (74). С. 34-40. EDN: WGBJIN.
7. Starovoytova O.A., Starovoytov V.I., Manokhina A.A. The study of physical and mechanical parameters of the soil in the cultivation of tubers.

На среднеспелом сорте Фаворит увеличение дозы САП от 0 до 200 и 400 кг/га позволило увеличить урожайность в гребнях от 32,3 т/га до 33,8 и 34,6 т/га, в грядках от 35,2 т/га – до 36,8 и 39,6 т/га. НСР₀₅ по сорту Фаворит составило 2,27 т/га в 2019 г. и 2,65 т/га в 2020 г. При этом в среднем по двум сортам:

– в грядках получена прибавка урожайности 4,2 т/га (13%) по сравнению с гребнями;

– в вариантах с использованием САП в дозе 200 кг/га прибавка урожайности к контролю составила 1,6 т/га (5%), в дозе 400 кг/га – 3,4 т/га (10%) т/га;

– НСР₀₅ по ширине междурядий – 2,09 (2019 г.) и 2,14 (2020 г.); по применению САП – 1,37 (2019 г.) и 1,41 т/га (2020 г.).

Сочетание грядковой технологии и внесение 200...400 кг/га САП позволяет получить условный чистый доход 70,1...105,1 тыс. руб/га.

Выводы

1. С увеличением ширины междурядий и внесением суперабсорбентов составляющие средообразования в зоне клубневого гнезда стали более оптимальными: температура почвы понизилась на 0,30°C; влажность почвы повысилась от 47,4 до 59,2% от ППВ; значения твердости почвы понизились на 2,7...11,0 кг/см².

2. Увеличение ширины междурядий и внесение влагоудерживающих суперабсорбирующих полимеров в 2019-2020 г. позволили повысить урожайность картофеля сорта Метеор с 30,7 т/га (в варианте с гребневой технологией без внесения САП) до 37,7 т/га (в варианте с грядковой технологией и дозой САП 400 кг/га) и сорта Фаворит – соответственно от 32,3 до 39,6 т/га.

3. Применение САП в сочетании с грядковой технологией является перспективным направлением.

References

1. Shabanov A.E., Kiselev A.I., Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V. [Produktivnost' i kachestvo sortov kartofelya novogo pokoleniya Productivity and quality of new generation potato varieties]. *Kartofel' i ovoshchi*. 2019; 3: 25-27. (In Rus.). <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.21.36.005>
2. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Manokhina A.A. Dinamika parametrov grebnya pri vyrashchivanii klubnenosnykh kul'tur na primere kartofelya [Dynamics of ridge parameters in growing tuber crops as exemplified by potatoes]. *Doklady TSKHA*. 2018; 290 (2): 141-143. (In Rus.)
3. Rathore S.S., Shekhawat K., Rathore B.S., Singh R.K., Premi O.P., Kandpal B.K. Deficit irrigation scheduling and levels of hydrogel (SAPs) influence on productivity and economics of Indian mustard (*Brassica juncea*) under semi-arid conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2018; 88(9): 1474-1476.
4. Smagin A.V., Sadovnikova N.B., Budnikov V.I., Smagina M.V., Starovoytova O.A., Cherkashina N.F. Polevye eksperimenty po vliyaniyu rizosfernykh gelevykh kompozitsiy na urozhaynost' i zashchitu kartofelya ot patogennoy mikroflory [Field experiments on the effect of rhizosphere gel compositions on yields and the protection of potatoes against pathogenic microflora]. In: *Ekologicheskie problemy razvitiya agrolandshaftov i sposoby povysheniya ih produktivnosti, sbornik statey po mai-lam Mezhdunarodnoy nauch. ekologicheskoy konferentsii*. 2018. P. 191-196. (In Rus.)
5. Starovoytova O.A., Manokhina A.A., Pekhal'skiy M.I. Effect of superabsorbing polymers on potato yield. *IOP conference series: Earth and Environmental science*. 2019; 395: 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012058>
6. Starovoytova O.A., Shabanov N.E. Vliyaniye shiriny mezhduruyadiy na temperaturu, vlazhnost', plotnost' pochvy i urozhaynost' kartofelya [Effect of row spacing on temperature, moisture, soil density, and potato yields]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2016; 4 (74): 34-40. (In Rus.)
7. Starovoytova O.A., Starovoytov V.I., Manokhina A.A. The study of physical and mechanical parameters of the soil in the cultivation of tubers.

Journal of Physics: Conference Series, International Conference on Applied Physics, Power and Material Science. 2019; 1172: 012083. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1172/1/012083>

8. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Шабанов Н.Э., Манохина А.А. Урожайность сортов картофеля при влагосберегающей технологии в зависимости от применения водных абсорбентов // Картофелеводство: Материалы научно-практической конференции. 2017. С. 60-66. EDN: ZENTBX.

9. Hou X., Li R., He W., Dai X., Ma K., Liang Y. Superabsorbent polymers influence soil physical properties and increase potato tuber yield in a dry-farming region. *Journal of Soils and Sediments*. 2018; 18(3): 816-826. <https://doi.org/10.1007/s11368-017-1818-x>

10. Satriani A., Catalano M., Scalcione E. The role of superabsorbent hydrogel in bean crop cultivation under deficit irrigation conditions: A case-study in Southern Italy. *Agricultural Water Management*. 2018; 195: 114-119. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.008>

11. Khodadadi Dehkordi D. The effects of Superabsorbent polymers on soils and plants. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 2016; 39(3): 267-298.

12. Suresh R., Prasher S.O., Patel R.M., Qi Zh., Elsayed E., Schwinghamer T., Ehsan A.M. Super absorbent polymer and irrigation regime effects on growth and water use efficiency of container-grown cherry tomatoes. *Transactions of the ASABE*. 2018; 61(2): 523-531. <https://doi.org/10.13031/trans.12285>

13. Попов Б.А. Полив картофеля // Картофель и овощи. 1977. № 6. С. 11-12.

Критерии авторства

Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Пехальский М.И., Семин В.В. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели эксперимент и подготовили рукопись. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Пехальский М.И., Семин В.В. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 25.03.2022

Одобрена после рецензирования 18.07.2022

Принята к публикации 22.07.2022

Journal of Physics: Conference Series, International Conference on Applied Physics, Power and Material Science. 2019; 1172: 012083. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1172/1/012083>

8. Starovoytova O.A., Starovoytov V.I., Shabanov N.E., Manokhina A.A. Urozhaynost' sortov kartofelya pri vlagosberegayushchey tekhnologii v zavisimosti ot primeneniya vodnykh absorbentov [Yield capacity of potato varieties under hygienic conditions depending on aqueous absorbents]. *Kartofelevodstvo: Materialy nauch.-praktich. konferentsii*. 2017: 60-66. (In Rus.)

9. Hou X., Li R., He W., Dai X., Ma K., Liang Y. Superabsorbent polymers influence soil physical properties and increase potato tuber yield in a dry-farming region. *Journal of Soils and Sediments*. 2018; 18(3): 816-826. <https://doi.org/10.1007/s11368-017-1818-x>

10. Satriani A., Catalano M., Scalcione E. The role of superabsorbent hydrogel in bean crop cultivation under deficit irrigation conditions: A case-study in Southern Italy. *Agricultural Water Management*. 2018; 195: 114-119. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.008>

11. Khodadadi Dehkordi D. The effects of Superabsorbent polymers on soils and plants. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 2016; 39(3): 267-298.

12. Suresh R., Prasher S.O., Patel R.M., Qi Zh., Elsayed E., Schwinghamer T., Ehsan A.M. Super absorbent polymer and irrigation regime effects on growth and water use efficiency of container-grown cherry tomatoes. *Transactions of the ASABE*. 2018; 61(2): 523-531. <https://doi.org/10.13031/trans.12285>

13. Popov B.A. Poliv kartofelya [Potato irrigation]. *Kartofel' i ovoshchi*. 1977; 6: 11-12. (In Rus.).

Contribution

V.I. Starovoytov, O.A. Starovoytova, A.A. Manokhina, M.I. Pekhal'skiy and V.V. Semin performed theoretical studies and, based on the results obtained, conducted the experiment and wrote the manuscript. V.I. Starovoytov, O.A. Starovoytova, A.A. Manokhina, M.I. Pekhal'skiy and V.V. Semin have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The article was received 25.03.2022

Approved after reviewing 18.07.2022

Accepted for publication 22.07.2022