

Роман Ахтямович Хасбиуллин

Камчатский НИИ сельского хозяйства – филиал ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова», с. Сосновка, Камчатский край, Россия

Khasbiullina@kamniish.ru

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ПОСАДКИ И УХОДА ЗА РАСТЕНИЯМИ КАРТОФЕЛЯ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

Цель исследований – изучение влияния способов посадки и ухода за растениями картофеля на структурное состояние охристо-вулканической почвы, высоту и площадь поперечного сечения гребня. Исследования проведены в условиях Камчатки, на экспериментальных участках Камчатского НИИСХ – филиала ВИР в 2022–2024 гг. Опыт полевой, двухфакторный: фактор А – сорта картофеля Гейзер, Вулкан и Фреско; фактор В – комплекс агроприемов посадки и ухода за картофелем. По схеме опыта изучено четыре комбинации технологических приемов. По данным полевых исследований установлено, что прикатывание почвы при посадке картофеля способствует увеличению ценной фракции агрегатов почвы: 5 мм – на 0,9–2,5 %; 3 мм – 0,8–0,9; 1 мм – 0,5–0,9; 0,5 мм – на 1,3–1,6 %; структурность почвы увеличилась по сравнению с контролем на 3,6–5,2 % и составила 77,8 и 79,4 %, коэффициент структурности увеличился на 0,6–0,9. После образования гребней и рыхления почвы в период массовых всходов количество макроагрегатов размером от 5 до 0,5 мм в среднем за три года на всех вариантах опыта находилось в пределах 79,3–82,8 % (в контроле – 73,2 %), наибольший коэффициент структурности отмечен на вариантах с гребнеобразованием, увеличение к контролю составило 1,4 и 2,1. Перед уборкой картофеля эти показатели снизились до 76,0–80,0 % (в контроле – 73,5 %). Коэффициент структурности был выше на 1,2 и 0,7. На этих же вариантах отмечено перераспределение макроагрегатов в фазу массовых всходов и перед уборкой, количество макроагрегатов 5 мм, 3 и 2 мм увеличивается к контролю на 10,0–13,9 и 8,3–9,6 %, а фракция 1 и 0,5 мм снижается на 1,7–4,3 и 3,1–4,4 % соответственно. По всем вариантам к моменту уборки произошло уменьшение размеров гребня под действием естественных условий. К этому времени наибольший размер гребня сохранился при гребнеобразовании, высота его была выше контроля на 2,8 и 3,0 см, площадь поперечного сечения – на 155,5 и 168,0 см².

Ключевые слова: картофель, прикатывание почвы, гребнеобразование, структурно-агрегатный состав почвы

Для цитирования: Хасбиуллин Р.А. Влияние приемов посадки и ухода за растениями картофеля на структурное состояние почвы // Вестник КрасГАУ. 2025. № 12. С. 55–64. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-55-64.

Roman Akhtyamovich Khasbiullin

Kamchatka Research Institute of Agriculture – branch of the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Sosnovka, Kamchatka Region, Russia

Khasbiullina@kamniish.ru

INFLUENCE OF POTATO PLANTING AND CARE METHODS ON SOIL STRUCTURAL STATE

The objective of research is to study the influence of potato planting and care methods on the structural state of ocher-volcanic soil, the height and cross-sectional area of the ridge. The studies were conducted in Kamchatka, on the experimental plots of the Kamchatka Research Institute of Agriculture – VIR branch in 2022–2024. The field experiment is two-factor: factor A – Geyser, Vulcan and Fresco potato varieties;

factor B – a set of agricultural practices for planting and caring for potatoes. According to the experimental design, four combinations of technological practices were studied. According to the field research data, it was established that soil rolling when planting potatoes helps to increase the valuable fraction of soil aggregates: 5 mm – by 0.9–2.5 %; 3 mm – 0.8–0.9; 1 mm – 0.5–0.9; 0.5 mm – 1.3–1.6 %. The soil structure increased by 3.6–5.2 % compared to the control and amounted to 77.8 and 79.4 %, the structure coefficient increased by 0.6–0.9. After ridge formation and soil loosening during the mass emergence period, the percentage of macroaggregates ranging in size from 5 to 0.5 mm averaged 79.3–82.8 % across all experimental variants over three years (73.2 % in the control). The highest structural coefficient was observed in the ridge-formed variants, with increases of 1.4 and 2.1, respectively, compared to the control. Before potato harvesting, these indicators decreased to 76.0–80.0 % (73.5 % in the control). The structural coefficient was higher by 1.2 and 0.7, respectively. In these same treatments, a redistribution of macroaggregates was observed during the mass emergence phase and before harvesting. The amount of 5 mm, 3 mm, and 2 mm macroaggregates increased by 10.0–13.9 % and 8.3–9.6 %, respectively, compared to the control, while the 1 mm and 0.5 mm fractions decreased by 1.7–4.3 % and 3.1–4.4 %, respectively. In all treatments, a reduction in ridge size occurred by harvesting due to natural conditions. By this time, the largest ridge size remained during ridge formation, with its height being 2.8 and 3.0 cm higher than the control, and its cross-sectional area being 155.5 and 168.0 cm² higher, respectively.

Keywords: potato, soil compaction, ridge formation, soil structural and aggregate composition

For citation: Khasbiullin RA. Influence of potato planting and care methods on soil structural state. *Bulletin of KSAU*. 2025;(12):55-64. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-55-64.

Введение. Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является одной из ключевых продовольственных культур мира и занимает важное место в агропромышленном комплексе России. По данным ФАО, ежегодно в мире производится более 350 млн т клубней, а Россия стабильно входит в тройку ведущих стран по валовому сбору и площади, занятой картофелем. Совершенствование технологии возделывания является одним из основных аспектов при производстве картофеля и вопросы, направленные на эффективность выращивания культуры, решаются во всех регионах России. Картофель отличается высокой биологической продуктивностью, пластичностью и универсальностью использования, способен за сравнительно короткий вегетационный период накапливать высокие урожаи ценного продукта питания, однако большинство сортов культуры предъявляют повышенные требования к условиям произрастания. У растений картофеля выработались определенные требования к условиям внешней среды, при оптимальном сочетании ряда факторов: тепла, влаги, освещенности, воздухообеспеченности и минерального питания, – формирование устойчивых урожаев становится возможным, в том числе с учетом реализации потенциальной продуктивности сорта. Кроме улучшения климатических показателей, одним из важнейших условий для эффективного возделывания картофеля является система обработки почвы, опреде-

ляющая ее структурное состояние, водный и воздушный режим, а также доступность элементов питания. Правильная предпосадочная обработка почвы обеспечивает уничтожение сорняков, вредителей и возбудителей болезней, улучшает фитосанитарное состояние, способствует равномерному распределению органических и минеральных удобрений [1–5]. Существенную роль в технологии возделывания играют прикатывание, окучивание и гребнеобразование, которые оказывают непосредственное воздействие на агрофизические свойства почвы и ростовые процессы растений.

В мировой агрономической практике вопросам совершенствования технологий возделывания картофеля уделяется большое внимание. В Европе и США значительное распространение получили интенсивные технологии, основанные на гребневой системе посадки с оптимизацией параметров гребня для регулирования водного и теплового режима почвы. В Нидерландах и Германии акцент делается на раннее формирование гребня и минимизацию числа междурядных обработок, что позволяет сократить механическое воздействие на почву и снизить энергозатраты. В Китае проводятся исследования по комбинированным системам обработки и уходу, направленные на сохранение структуры почвы и снижение эрозионных потерь в условиях интенсивного орошения. В США широкое применение получили технологии консервационного

земледелия, включающие минимальную обработку почвы и мульчирование, что способствует поддержанию ее структуры и влагоемкости [6, 7].

Совершенствование приемов технологии возделывания картофеля в экстремальных условиях Камчатского края является актуальным. В крае картофель возделывается преимущественно на легких вулканических почвах, которые в течение вегетационного периода слабо уплотняются и подвержены эрозионным процессам. В этих условиях минимизация механической нагрузки на почву и рациональное сочетание различных способов обработки приобретают особое значение. Установлено, что замена ежегодной отвальной вспашки плоскорезной или их чередование через один и два года способствует снижению смыва почвы и сохранению равновесного баланса гумуса под пропашными культурами [8].

Результаты некоторых исследований по изучению различных приемов ухода, а также опыт применения зарубежных технологий, в частности голландской, подтверждает эффективность раннего формирования гребня после всходов картофеля. Изменение сроков проведения обработок способствует улучшению водно-воздушного режима почвы, ускоряет процессы клубнеобразования и позволяет сократить количество междурядных обработок в течение короткого вегетационного периода, свойственного для условий полуострова. В систему ухода по существующей технологии в условиях Камчатского края входит рыхление почвы в послевсходовый период и окучивание картофеля до смыкания ботвы, однако оптимизация сроков и параметров этих операций открывает новые возможности для повышения продуктивности культуры [9, 10].

Несмотря на накопленный опыт исследований в России и за рубежом, вопрос влияния различных приемов посадки и ухода на структурное состояние почвы в условиях северных территорий изучен недостаточно. Это определяет необходимость углубленного анализа и уточнения комплекса эффективных агроприемов, позволяющих адаптировать технологию возделывания картофеля к специфике региона, повысить урожайность и сохранить плодородие почв.

Выявление наиболее эффективных агроприемов посадки и ухода в период роста и развития растений картофеля, таких как прикатывание, окучивание и гребнеобразование, на аг-

рофизические свойства легкой по гранулометрическому составу вулканической почвы, с определением оптимальной высоты и площади поперечного сечения гребня, влияющих на урожайность картофеля, впервые проведено в условиях севера Дальнего Востока.

Цель исследований – изучение влияния способов посадки и ухода за растениями картофеля на структурное состояние охристо-вулканической почвы, высоту и площадь поперечного сечения гребня.

Объекты и методы. Исследования проведены в 2022–2024 гг. на полях Камчатского НИИСХ – филиала ВИР, расположенных в почвенно-климатической зоне Елизовского района Камчатского края. Объект исследований – сорта картофеля Гейзер, Вулкан (селекции Камчатского НИИСХ – филиала ВИР) и Фреско (Нидерланды), предмет – технологические приемы посадки и ухода за растениями картофеля. Почва опытного участка охристая вулканическая, легкая по гранулометрическому составу. Агрохимические показатели перед закладкой опыта были следующие: содержание органического вещества (гумус) – 6,6 % (по Тюрину), содержание основных элементов в пахотном горизонте (0–20 см) находилось на уровне: гумуса – 6,6 % (по Тюрину); подвижного фосфора – 60,0–81,0 мг/кг сухой почвы; обменного калия – 87,5–110,0 (по Кирсанову); нитратного азота – 19,5–28,8; аммонийного – 7,0–9,0 (с помощью реактива Лунге Грисса и Несслера) мг/кг сухой почвы. Гидролитическая кислотность составила 4,82 (по Каппену).

Опыт закладывался по общепринятой методике Б.А.Доспехова и в соответствии с методикой проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле [11, 12]. Количество агрегатов определенного размера в пределах 0,5–5,0 мм находили методом «сухого» агрегатного анализа (определяли после посадки, во время вегетации и перед уборкой по всем вариантам опыта).

Опыт полевой, двухфакторный. Площадь делянки 200 кв. м. Размещение делянок систематическое, повторность трехкратная. За контрольный вариант принята технология возделывания картофеля, общепринятая для Камчатского края [10]. Применяли различные комбинации обработок: 1 (контроль) – посадка без прикатывания почвы, уход – рыхление (фаза массовых всходов), окучивание – до смыкания

ботвы; 2 – посадка без прикатывания почвы, уход – гребнеобразование (фаза массовых всходов); 3 – посадка с прикатыванием почвы, уход – рыхление (фаза массовых всходов), окучивание – до смыкания ботвы; 4 – посадка с прикатыванием почвы, уход – гребнеобразование (фаза массовых всходов).

Обработка почвы перед посадкой картофеля состояла из дискования зяби БДУ-2,1, культивации КПС-4 в два следа. Минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{104}K_{104}$ вносили вразброс МХ-1200. Посадку проводили в I декаде июня картофеле-сажалкой с прикатыванием и без прикатывания почвы, высаживали 45 тыс. клубней на гектар, массой 50–60 г. В фазу массовых всходов проводили подкормку минеральным удобрением в дозе $N_{90}P_{80}$. Уход за растениями состоял из одной междурядной обработки рыхление или гребнеобразование – в период массовых всходов и окучивание до смыкания ботвы по схеме опыта. Против сорняков применяли гербицид «Глибест-540» в дозе 2 л/га до всходов и «Зенкор» 500 г/га по всходам картофеля. Для защиты картофеля от фитофтороза проводили четыре обработки фунгицидами контактно-системного действия («Танос» – 0,6 кг/га; «Ридомил Голд МЦ» – 2,5 кг/га; «Браво» – 2,0 кг/га; «Танос» – 0,6 кг/га). Для десикации ботвы картофеля применяли «Реглон-форте» из расчета 2,0 л/га за 14 дней до уборки урожая. Картофель убирали картофелеуборочным комбайном ТРН – 7У-1 с учетом урожая с каждой деланки.

Периоды вегетации растений в годы проведения исследований имели различия, но в целом характеризовались относительно благоприятными метеорологическими условиями. Вегетационный период 2022–2024 гг. характеризовался повышенным термическим режимом, среднесуточная температура за июнь, июль, август и сентябрь была выше средней многолетней в 2022 г. на 2,3; 3,6; 1,4 и 1,6 °С, в 2023 г. – на 2,8; 2,2; 1,9 и 1,6 °С, в 2024 г. – 1,2; 0,4; 1,1 и 1,2 °С соответственно. Переход среднесуточных температур воздуха через 5 °С в сторону повышения в 2022 г. произошел 7 мая, в 2023 и в 2024 гг. – 13 мая. Переход через 10 °С в 2022 г. был 12 июня, в 2023 и в 2024 гг. – 8 июня, соответственно на 13 и 17 дней раньше среднемноголетнего (25 июня) значения. В период посадки картофеля (I декада июня) в 2023 г. осадков выпало 336,3 % нормы, 2022 и 2024 гг. были засушливыми, осадков выпало 9,5 и 1,6 % от нормы.

В июле за месяц в 2022 и 2023 г. осадков выпало ниже нормы на 53,0 и 82,9 % соответственно, а в 2024 г. на 173,9 % выше нормы. Август 2023 года был более сухим, осадков выпало 73,9 мм, что составило 72,4 % нормы, в 2022 и 2024 гг. осадков выпало выше нормы и составило 155,1 и 134,7 % от среднего значения соответственно.

Сумма активных температур >10 °С нарастающим итогом с июня по сентябрь составила в 2022 г. – 1 377,0 °С, в 2023 г. – 1 523,2, в 2024 г. – 1 371,1 °С при среднемноголетней 1092 °С и была выше среднемноголетнего значения на 285,0 °С; 431,2; 279,1 °С соответственно. В целом вегетационный период 2022–2023 гг. был более благоприятным для роста и развития картофеля, чем 2024 г.

Результаты и их обсуждение. Наряду с созданием благоприятных условий для роста и развития растений и повышения урожайности комплексное применение новых технологических приемов посадки и ухода за растениями картофеля оказывало заметное и разностороннее влияние на структурное состояние почвы. Одним из наиболее информативных и значимых показателей, отражающих уровень ее агрофизического состояния, является структурно-агрегатный состав. Именно он определяет способность почвы поддерживать оптимальный водно-воздушный режим, обеспечивать проницаемость для влаги и воздуха, а также благоприятствовать развитию корневой системы растений. Формирование определенного агрегатного состава в значительной мере зависит от характера и интенсивности механической обработки почвы, сроков проведения агроприемов, погодных условий вегетационного периода и особенностей культуры. Для картофеля особенно важным является наличие в пахотном горизонте агрономически ценных фракций макроагрегатов (от 5,0 до 0,5 мм), так как именно они способствуют сохранению влаги, препятствуют уплотнению и образованию почвенной корки, повышают устойчивость гребней к разрушению.

Оценка изменений агрегатного состава почвы в разные периоды – от момента посадки до уборки картофеля – проводилась во всех вариантах опыта по количественным показателям методом сухого просеивания. Такой подход позволил выявить динамику содержания макроагрегатов и сопоставить влияние отдельных технологических приемов как на начальных этапах

роста растений, так и в фазу массовых всходов, и перед уборкой урожая.

После посадки картофеля содержание агрономически ценных агрегатов (5,0–0,5 мм) в почве составило от 74,4 до 79,4 % (табл. 1). На вариантах с прикатыванием почвы (варианты 3 и 4) отмечено повышение макроагрегатов 5 мм на

0,9–2,5 %; 3 мм – на 0,8–0,9; 1 мм – на 0,5–0,9; 0,5 мм – на 1,3–1,6 %. Прикатывание почвы при посадке способствовало увеличению структурности почвы по сравнению с контролем на 3,6–5,2 %, коэффициент структурности увеличился на 0,6–0,9 (рис. 1).

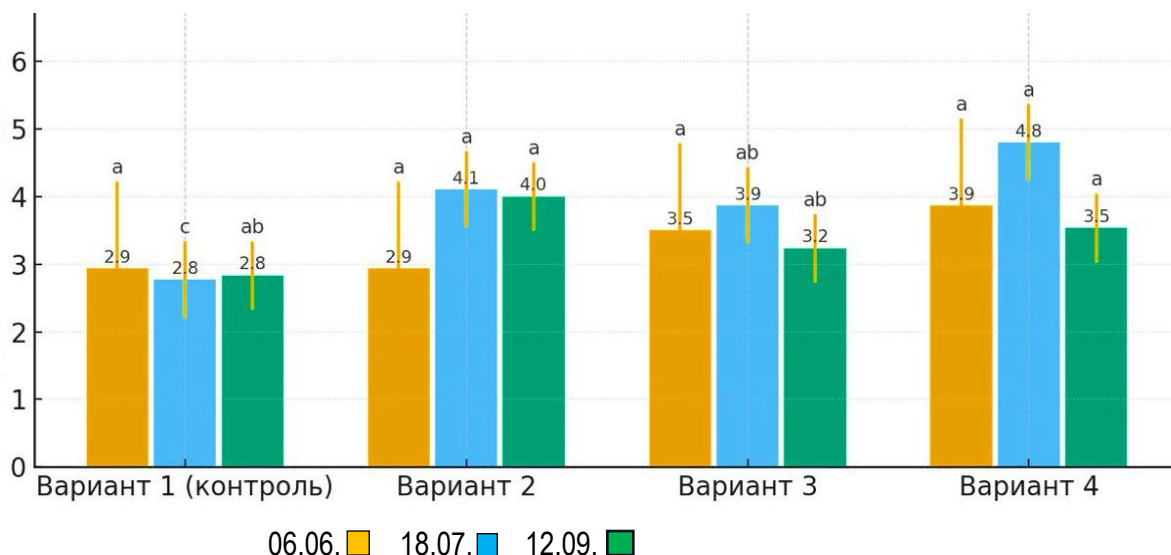


Рис. 1. Коэффициент структурности почвы (среднее за период 2022–2024 гг.)
Soil structure is coefficient (average for the period 2022–2024)

После образования гребней и рыхления почвы (18.07.) в период массовых всходов количество макроагрегатов размером от 5 до 0,5 мм в среднем за три года на всех вариантах опыта находилось в пределах 79,3–82,8 % (в контроле – 73,2 %), перед уборкой картофеля (12.09.) эти показатели снизились до 76,0–80,0 % (в контроле – 73,5 %). После гребнеобразования (18.07.) на всех вариантах опыта отмечали увеличение более крупной фракции макроагрегатов почвы (5, 3 и 2 мм) по сравнению с контролем на 4,5–7,5 %; 2,6–3,9 % и 0,7–2,5 % соответственно. На варианте 4 (прикатывание почвы при посадке почвы и гребнеобразованием при уходе) отмечено максимальное количество макроагрегатов 5 мм, 3 и 2 мм, которое составило 21,7 %, 10,4 и 11,7 % соответственно, увеличение к контролю – 7,5 %, 3,9 и 2,5 %. Процент макроагрегатов 1 и 0,5 мм на этом варианте был ниже контроля на 2,0 и 2,3 %. Наибольший коэффициент структурности (4,1 и 4,8) получили на вариантах 2 и 4 с гребнеобразованием, увеличение к контролю (2,7) составило 1,4 и 2,1 соответственно. К концу вегетации картофеля идет перераспределение макроагрегатов по вариантам опыта. Процент макроагрегатов раз-

мером 5 мм, 3 и 2 мм увеличился к контролю в среднем на 3,1 %, 1,5 и 5,1 %, а макроагрегатов 1 и 0,5 мм снизился на 0,4 и 3,5 %.

Всего макроагрегатов 5 мм, 3 и 2 мм после гребнеобразования составило 39,9–43,8 % (в контроле – 29,9 %), увеличение к контролю составило 10,0–13,9 %, перед уборкой эти показатели находились в пределах 40,9–42,2 % при 32,6 % в контроле и увеличились на 8,3–9,6 %.

Перед уборкой картофеля максимальное содержание макроагрегатов 5, 3 и 2 мм получено при посадке картофеля без прикатывания и с прикатыванием почвы и гребнеобразованием при уходе (варианты 2 и 4), увеличение к контролю составило 4,6 и 3,9 %; 1,7 и 1,2; 3,3 и 3,2 % соответственно. Коэффициент структурности на этих вариантах был выше на 1,2 и 0,7 (в контроле – 2,8). Пик различий между вариантами отмечается в середине июля (18.07.): варианты 2 и 4 формируют достоверное преимущество над контролем, к концу сезона (12.09.) устойчиво лучшим остается вариант 2 (достоверно выше контроля и варианта 3); преимущество варианта 4 не достигает значимости относительно других. Вариант 3 демонстрирует умеренные значения: в июле выше контроля, но

к сентябрю различий с контролем нет. Повышение коэффициента структурности во втором и четвертом варианте опыта свидетельствует об улучшении состояния почвы, ее физических свойств на вариантах с проведением гребнеобразования в период вегетации растений картофеля, что способствовало лучшей аэрации и водопроницаемости почвы и соответственно

развитию корневой системы изучаемых сортов картофеля. Полученные данные отражают закономерности перераспределения почвенных агрегатов в зависимости от примененных способов посадки и ухода и дают возможность объективно судить о степени их эффективности в условиях возделывания картофеля на легких охристовулканических почвах Камчатского края.

Таблица 1

**Структурно-агрегатный состав почвы в посадках картофеля
(пахотный горизонт 0–15 см) (среднее за 2022–2024 гг.)
Structural and aggregate composition of soil in potato plantings
(arable horizon 0–15 cm) (average for 2022–2024)**

Варианты опыта	Размер фракций макроагрегатов, мм					Всего макроагрегатов, %	Коэффициент структурности
	5	3	2	1	0,5		
Содержание макроагрегатов, % (6 июня)							
Посадка без прикатывания почвы. Уход – рыхление и окучивание (контроль)	26,7	8,0	7,6	12,7	18,4	74,2	2,9
Посадка без прикатывания почвы. Уход – гребнеобразование	28,7	7,7	7,1	12,6	18,3	74,4	2,9
Посадка с прикатыванием почвы. Уход – рыхление и окучивание	28,5	7,6	8,4	13,6	19,7	77,8	3,5
Посадка с прикатыванием почвы. Уход – гребнеобразование	30,1	7,6	8,5	13,2	20,0	79,4	3,8
Содержание макроагрегатов, % (18 июля)							
Посадка без прикатывания почвы. Уход – рыхление и окучивание (контроль)	14,2	6,5	9,2	19,7	23,6	73,2	2,7
Посадка без прикатывания почвы. Уход – гребнеобразование	20,5	9,1	10,3	19,7	21,9	81,5	4,1
Посадка с прикатыванием почвы. Уход – рыхление и окучивание	18,7	9,1	9,9	19,1	22,5	79,3	3,8
Посадка с прикатыванием почвы. Уход – гребнеобразование	21,7	10,4	11,7	17,7	21,3	82,8	4,8
Содержание макроагрегатов, % (12 сентября)							
Посадка без прикатывания почвы. Уход – рыхление и окучивание (контроль)	16,2	7,4	9,0	20,0	20,9	73,5	2,8
Посадка без прикатывания почвы. Уход – гребнеобразование	20,8	9,1	12,3	19,3	18,5	80,0	4,0
Посадка с прикатыванием почвы. Уход – рыхление и окучивание	16,9	9,2	17,8	19,9	20,2	76,0	3,2
Посадка с прикатыванием почвы. Уход – гребнеобразование	20,1	8,6	12,2	20,2	16,3	78,0	3,5

Структурно-агрегатный состав почвы, определяющий оптимальные условия для роста и

развития растений, также оказал положительное влияние на формирование гребней и их сох-

ранность до уборки. Поддержание высоты и оптимального поперечного сечения гребня в период вегетации картофеля, особенно в северных регионах, способствует лучшему прогреву и проветриванию почвы, что положительно сказывается на более быстром прорастании клубней после посадки, росту и образовании молодых клубней в период роста растений.

На варианте с рыхлением почвы и окучиванием (контроль) разрушение гребней к уборке проходило быстрее за счет снижения коэффи-

циента структурности почвы (2,8 %) по сравнению с 3,5–4,0 % в вариантах с гребнеобразованием. На контрольном варианте дважды проводилось наращивание гребня за счет рыхления и окучивания, после проведения окучивания перед смыканием ботвы высота гребня в среднем за 3 года увеличивалась с 9,6 см до 19,6 см, а площадь поперечного сечения с 369,8 до 712,0 см², аналогичная тенденция наблюдалась и на 3 варианте (рис. 2, 3).

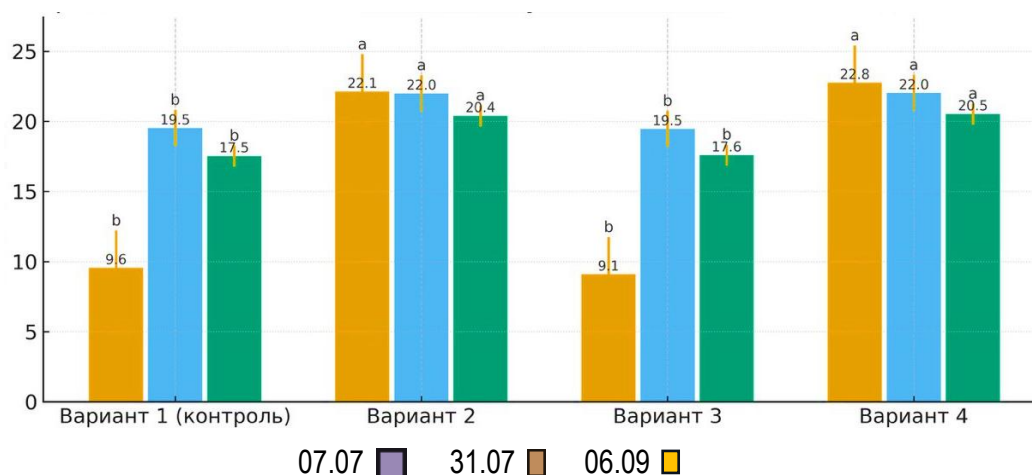


Рис. 2. Высота гребня по вариантам в соответствии со схемой опыта (среднее за 2022–2024 гг.), см

Ridge height by variants according to the experimental design (average for 2022–2024), cm

В процессе исследований установлено, что максимальные размеры гребня в опыте удалось сформировать на вариантах 2 и 4 при раннем гребнеобразовании, при этом высота гребня составила 22,2–22,8 см, а площадь поперечного сечения 896,6–955,5 см², что больше контроля на 12,2–12,7 см и 526,9–585,7 см² соответственно, отмечено достоверное увеличение площади гребня относительно контроля на всех датах учета. На вариантах 1 и 3 после окучивания высота гребня находилась в пределах 19,6–19,5 см и была ниже, чем при гребнеобразовании, на 2,5 см, площадь поперечного сечения не превышала 717,4 см², что меньше, чем при гребнеобразовании, на 149,8–180,8 см². Варианты 1 (контроль) и 3 статистически не различаются между собой во все сроки наблюдений и эквивалентны в рамках точности опыта. Между вариантами 2 и 4 различий нет, что указывает на сопоставимый агротехнический эффект этих приемов.

По всем вариантам к моменту уборки произошло уменьшение размеров гребня под действием естественных условий. К этому времени наибольший размер гребня сохранился при гребнеобразовании в период массовых всходов, высота его была выше контроля на 2,8 и 3,0 см, площадь поперечного сечения – на 155,5 и 168,0 см² (в контроле – 17,5 см и 656,4 см² соответственно).

Установлено, что даже при сокращении общего количества междурядных обработок за счет гребнеобразования в начале вегетации удастся сформировать объемные гребни, которые лучше сохраняются до уборки урожая. Объем почвы в гребне дает возможность продолжительное время сохранять оптимальный запас влаги даже в засушливые периоды, в то же время высота и форма гребня дает возможность избежать избытка влаги при переувлажнении.

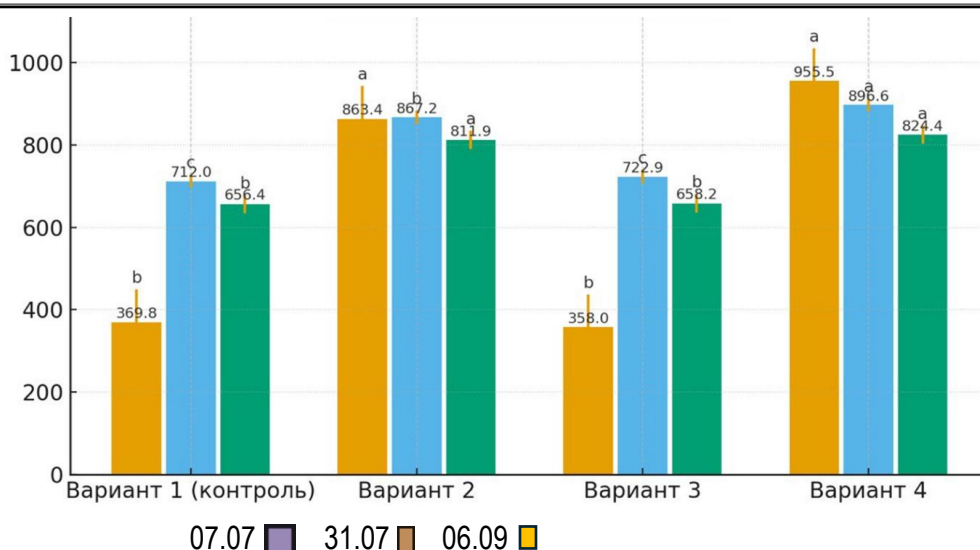


Рис. 3. Площадь поперечного сечения гребня по вариантам в соответствии со схемой опыта (среднее за 2022–2024 гг.), см²

Ridge cross-sectional area by variants according to the experimental design (average for 2022–2024), cm²

Анализ урожайных данных показал, что агроприемы с гребнеобразованием обеспечили достоверный прирост урожайности по сравнению с контролем у всех сортов. Урожайность сорта Фреско была выше контроля в среднем на 2,8 т/га (11,2 %), Гейзер – 2,9 т/га (14,8 %), Вулкан – 3,4 т/га (14,5 %). Максимальные значения получены на варианте 4 (28,0 т/га), прирост к контролю составил +3,5–4,4 т/га (+14–19 %) у сортов Фреско, Гейзер, Вулкан и был статистически значим при НСР₀₅(общая) = 1,5 т/га. Прием гребнеобразования при уходе (вариант 2) также обеспечил устойчивый и значимый прирост +2,0–2,3 т/га (+8–10 %) по всем сортам, уступая варианту 4. Вариант 3 не превосходил контроль в пределах точности опыта. Сортотипный эффект выражен умеренно: по средним четырех вариантов Фреско ≥ Гейзер > Вулкан; различие Фреско – Вулкан значимо при НСР₀₅(сорта) = 0,8 т/га, тогда как Фреско – Гейзер и Гейзер – Вулкан статистически не различаются.

Заключение. Проведенный анализ воздействия различных способов посадки картофеля и приемов ухода за растениями на структурно-агрегатный состав пахотного слоя охристовулканических почв Камчатского края позволяет сделать обоснованные выводы о высокой эффективности комплексного применения новых технологических решений. В частности сочетание прикатывания почвы при посадке с последующим гребнеобразованием в фазу активного роста растений способствует формированию

более благоприятной агрофизической структуры почвы. Установлено, что под влиянием указанных приемов происходит увеличение содержания агрономически ценной фракции макроагрегатов размером 5–1 мм, одновременно с чем отмечается снижение доли менее ценной фракции 0,5 мм. Это изменение в агрегатном составе почвы напрямую связано с улучшением ее водно-воздушного режима, повышением пористости и общей устойчивости к внешним воздействиям.

Особое внимание заслуживает устойчивое повышение коэффициента структурности почвы, который на вариантах с внедрением прикатывания и гребнеобразования достигал значений 3,5–4,8 и превышал уровень контрольного варианта (2,8–2,9). Это свидетельствует о качественном улучшении структуры пахотного слоя, способствующем более продолжительной сохранности сформированных гребней до момента уборки урожая. При сокращении общего количества междурядных обработок за счет гребнеобразования удалось сформировать объемные гребни, высота и форма которых дает возможность избежать избытка влаги при переувлажнении.

Для максимального валового сбора по изученным сортам картофеля следует предпочитать вариант 4; при технологических ограничениях рационально применять вариант 2 как надежный способ повышения урожайности. Вариант 3 экономически нецелесообразен к внедрению.

Таким образом, полученные результаты подтверждают высокую адаптационную способность охристо-вулканических почв к применению прогрессивных приемов механической обработки, направленных на поддержание оптимального структурного состояния почвы на протяжении всего периода вегетации картофеля.

Эти данные могут быть использованы при разработке рекомендаций по повышению эффективности технологии возделывания картофеля в условиях Дальнего Востока и других регионов с аналогичными почвенно-климатическими характеристиками.

Список источников

1. Багаутдинов Р.Р., Калимуллин М.Н., Латыпов Р.М., и др. Совершенствование технологической операции посадки картофеля и разработка технического средства для его реализации. В сб.: Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, посвященная памяти д.т.н., профессора П.Г. Мудрова «Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса». Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. С. 923–929. EDN: BEKRAY.
2. Шляхова В.С., Глинский В.С. Современные технологии подготовки почвы под посадку картофеля. В сб.: Международная научная конференция «Современные цифровые технологии в агропромышленном комплексе». Смоленск. 2020. Т. 2. С. 269–273. EDN: FMFAHU.
3. Van Dijk M., Haverkort A.J., Kacheyo A., et al. Transplanting hybrid potato seedlings at increased planting density // *Potato Research*. 2022. Vol. 65. P. 571–587. DOI: 10.1007/s11540-021-09522-z.
4. Ярушин А.М. и др. Возделывание сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям на Камчатке (рекомендации). Новосибирск, 1986. 62 с.
5. 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*. 2012. № 2 (6). С. 50–59.
6. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В., Власенко Г.П. Агробиологическое обоснование возделывания семенного картофеля в условиях Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: Камчат-пресс, 2016. 238 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1985. 416 с.
8. Жевора С.В., Федотова Л.С., Старовойтов В.И., и др. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. М., 2019. 120 с.
9. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Возделывание картофеля с использованием влагосберегающих полимеров // *Вестник МГАУ имени В.П. Горячкина*. 2015. № 1 (65). С. 15–19.
10. Zhang L., Ma Y., Xu H., et al. Optimizing ridge–furrow rainwater-harvesting strategies for potato cultivation in the drylands of Northwestern China: A regional approach // *Agronomy*. 2024. Vol. 14, is. 8. P. 1759. DOI: 10.3390/agronomy14081759.
11. Охлопова М.К., Кокиев Т.Е., Кокиева Г.Е. Исследование технологии возделывания и уборки семенного картофеля, внесение удобрений // *Научно-технический вестник Поволжья*. 2022. № 12. С. 254–255. EDN: AEMWHF.
12. Цепляев А.Н., Непокрытый Р.А. Энергоресурсосберегающие технологии посадки картофеля в орошаемом земледелии с использованием модернизированной картофелесажалки // *Известия Нижневолжского Агро университета комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2023. № 1 (69). С. 472–482. DOI: 10.32786/2071–9485-2023-01-52. EDN: IBSIVA.

References

1. Bagautdinov RR, Kalimullin MN, Latypov RM, et al. Improvement of technological operation of potato planting and development of technical means for its realization. In: *All-Russian (national) Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor*

- P.G. Mudrov "The current state and prospects for the development of the technical base of the agro-industrial complex". Kazan: Kazan State Agrarian University; 2023. P. 923–929. EDN: BEKRAY.
2. Shlyakhova VS, Glinsky VS. Modern technologies of soil preparation for potato planting. In: International scientific conference "Modern digital technologies in the agro-industrial complex". Smolensk. 2020. Vol. 2. P. 269–273. EDN: FMFAHU.
 3. Van Dijk M, Haverkort AJ, Kacheyo A, et al. Transplanting hybrid potato seedlings at increased planting density. *Potato Research*. 2022;65:571-587. DOI: 10.1007/s11540-021-09522-z.
 4. Yarushin AM, et al. *Vozdelyvanie sel'skohozyajstvennykh kul'tur po intensivnym tehnologiyam na Kamchatke (rekommendacii)*. Novosibirsk; 1986. 62 p.
 5. Ilinskaya IN, Safonova IV, Batishchev VI. Comparative assessment of the agrophysical properties of soils in the central irrigated zone of the Rostov Region. *Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*, 2012;2:50-59.
 6. Ryahovskaya NI, Gajnatulina VV, Vlasenko GP. *Agrobiologicheskoe obosnovanie vozdelyvaniya semennogo kartofelya v usloviyakh Kamchatskogo kraya*. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchatpress; 2016. 238 z.
 7. Dosphehov BA. *Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* 5-e izd., pererab, i dop. Moscow: Kolos; 1985. 416 s.
 8. Zhevora SV, Fedotova LS, Starovojtov VI, et al. *Metodika provedeniya agrotehnicheskikh opytov, uchetov, nablyudenij i analizov na kartofele*. Moscow; 2019. 120 p.
 9. Starovoitov VI, Starovoitova OA, Manokhina AA. Potato cultivation using moisture-saving polymers. *Bulletin of MGAU named after V.P. Goryachkin*. 2015;1:15-19.
 10. Zhang L, Ma Y, Xu H, et al. Optimizing ridge–furrow rainwater-harvesting strategies for potato cultivation in the drylands of Northwestern China: A regional approach. *Agronomy*. 2024;14(8):1759. DOI: 10.3390/agronomy14081759.
 11. Okhlopko MK, Kokiev TE, Kokieva GE. Research of technology of cultivation and harvesting of seed potatoes, application of fertilizers. *Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region*. 2022;12:254-255. EDN: AEMWHF.
 12. Tseplyaev AN, Nepokrytyi RA. Energy-resource-saving technologies for planting potatoes in irrigated agriculture using a modernized potato planter. *Izvestiya of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2023;1:472-482.

Статья принята к публикации 20.10.2025 / The article accepted for publication 20.10.2025.

Информация об авторах:

Роман Ахтямович Хасбиуллин, научный сотрудник лаборатории биотехнологии полевых культур и селекции картофеля, аспирант

Information about the authors:

Roman Akhtyamovich Khasbiullin, Researcher, Laboratory of Field Crop Biotechnology and Potato Breeding, Postgraduate student

