

УДК 631.171:635.21

# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ И МАШИНЫ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ



З.В.ЛОВКИС, доктор технических наук, профессор

**В** решении продовольственной проблемы велико значение одной из наиболее продуктивных сельскохозяйственных культур — картофеля. По общим энергетическим запасам он занимает пятое место после пшеницы, кукурузы, риса и ячменя, однако, как писал академик Д.Н.Прянишников, возделывать картофель — то же самое, что получать два-три колоса там, где ранее рос один, поскольку выход сухого вещества и углеводов с единицы площади в этом случае в 2...3 раза выше, чем при выращивании зерновых культур. Картофель, как продукт, содержит 35% сухого вещества, 29% крахмала, 2% белка, 1% минеральных солей. По калорийности картофель превосходит томаты в 2, капусту в 3 и морковь в 4 раза. По биологической ценности белок картофеля приближается к куриному белку. Из 1 т картофеля можно получить 170 кг крахмала, 80 кг глюкозы, 110 литров спирта, а скармливание 1 т картофеля свиньям обеспечит привес 50...60 кг.

Однако картофель, являясь вторым хлебом, в Республике Беларусь теряет свое положение: из коллективного сектора производство переходит в частный, 40% хозяйств собирает урожай по 90 ц/га, затраты труда на производство 1 ц картофеля в 10 раз выше, чем в США, хранилища республика обеспечена только на 27% от потребности.

В 1995 году средняя урожайность картофеля составила 110 ц/га, в 1996 — 144 ц/га. Из-за износа техники обострились вопросы механизации, отсутствуют доступные для мелких и фермерских хозяйств технологии.

Чтобы данную отрасль сделать рентабельной, необходимо довести урожайность до 250...300 ц/га и более. Урожай картофеля складывается из каче-

ственного семенного материала, системы удобрений, обеспечивающих восполнение уносимого гумуса и питательных веществ, системы обработки почвы, включая схемы посадки и ухода за картофелем и системы защиты от вредителей и болезней.

Учитывая высокую трудоемкость производства картофеля и удельную металлоемкость системы машин для возделывания картофеля по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами, многократность проходов МТА по полю и значительное переуплотнение почвы в междурядьях и основаниях гребня на глубине 15...20 см, что снижает урожайность на 20...30%, дальнейшее развитие механизации в картофелеводстве должно сопровождаться новыми технологическими приемами, способствующими сокращению затрат энергии, повышению производительности и качества выполняемых работ.

При возделывании и уборке картофеля технологией предусмотрено использование множества машин, в том числе для внесения удобрений, основной и поверхностной обработки почвы, нарезки гребней, рыхления междурядий, уборки ботвы и картофеля, рабочие органы которых взаимодействуют с неоднородными органо-минеральными средами.

В верхнем слое почвы до 12% по объему содержится камней, дернины, остатков органических веществ, а по мере развития картофеля в гребне образуется гнездо с 17...21 клубнями, все это необхо-

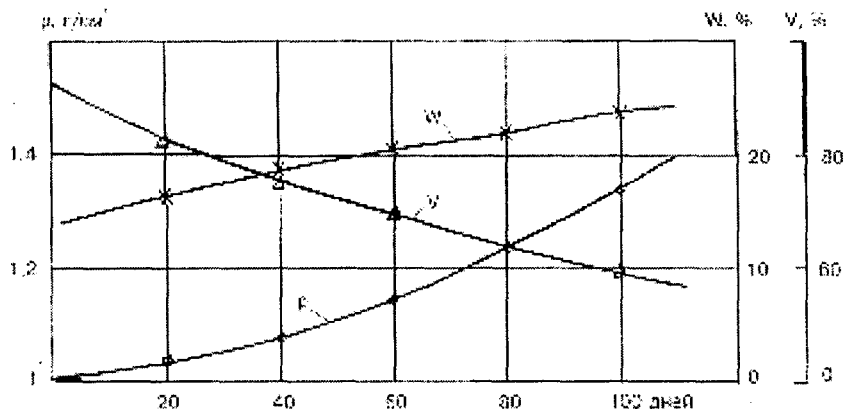


Рис. 1. Характеристика естественно-го запаса влаги %, изменения плотности почвы и степени аэрации V% в зависимости от времени вегетации картофеля.

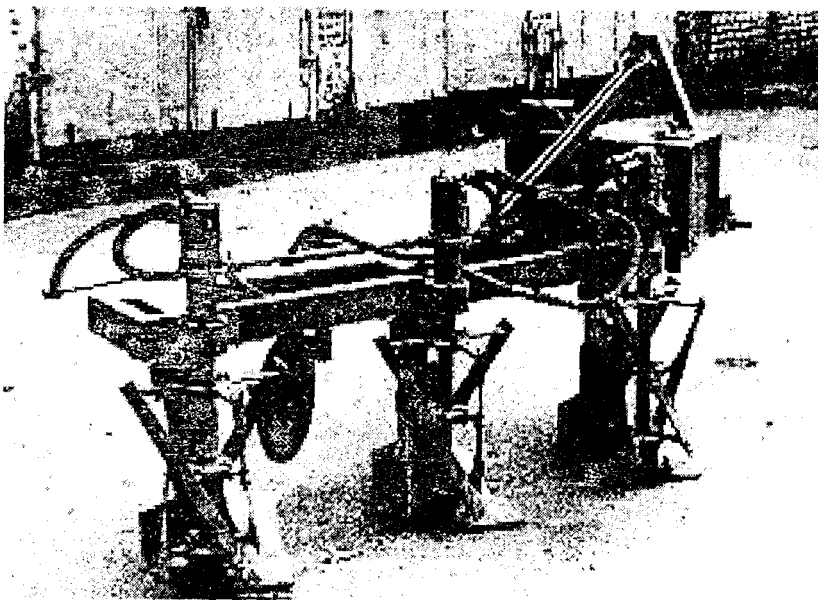


Рис. 2. Роторный 3-х корпусный плуг с гидроприводом.

димо учитывать и оценивать при создании рабочих органов, взаимодействующих с почвенной средой.

Анализ включений, входящих в почвенную среду при возделывании картофеля, показывает, что их количественную и качественную оценки возможно проводить с учетом коэффициента однородности среды

$K_o = (V - V_p)/V$ , где  $V$  — общий объем,  $V_p$  — объем механических включений.

От коэффициента однородности зависит линейная деформация почвы при рыхлении, напряженно-деформированное состояние почвы, коэффициент трения, и это нельзя не учитывать при создании технологических приемов и средств рыхления почвы.

Изменение количества включений и коэффициента однородности  $K_o$  на 5%, что соответствует условиям возделывания картофеля, например, в учхозе им. Фрунзе БАГУ, приводит к изменению предельных деформаций на разрушение среды: деформация сжатия возрастает в 2 раза, сдвига в 1,5 раза, растяжения снижается в 2 раза. Линейная деформация по-

чвенной среды до состояния пределов разрушения снижается на 1...2 мм, плотность самой среды возрастает на 10%, а коэффициент трения возрастает на 15%.

Поэтому при создании новых технологических средств и приемов обработки необходимо рассматривать "почвенную среду — рабочий орган — технологический процесс" как единую систему, а с целью снижения энергозатрат преобладающими деформациями для рыхления следует считать растягивающие.

Таким предпосылкам соответствуют активные, реактивные или полуактивные рабочие органы, что и положено нами в основу дальнейших технических разработок.

Картофель по своим биологическим особенностям требователен к обработке почвы и воздушному режиму. К концу вегетационного периода плотность почвы  $P$

и степень аэрации  $V$  достигают предельных значений (рис. 1). Достичь благоприятных условий можно при соответствующей основной и поверхностной обработках, при посадке и в процессе последующего ухода за растениями.

С помощью первичной обработки почвы и междурядного рыхления можно достичь 75% и выше степени аэрации почвы, что позволит свободному доступу кислорода к корневой системе, достижению плотности почвы, не превышающей  $1,20 \text{ г/см}^3$ , и формированию качественного клубня.

Форма клубней, содержание крахмала и нитратов, другие биологические качества картофеля зависят от комковатости и плотности почвы, характера распределения и вида удобрений, влаги, температуры, засоренности поля.

Исследованиями установлено, что наиболее ценной агрономической фракцией являются комочки почвы размером 1...10 мм, их должно быть не менее 50% в общей структуре.

Картофель требует в 3...5 раз большего содержания кислорода в почве, чем другие культуры. При переуплотнении почвы плохо развивается корневая система, столоны и образуются деформированные клубни. Поэтому для получения высоких урожаев система ухода за посадками должна исключать переуплотнение почвы и обеспечить рыхлую, мелкокомковатую структуру.

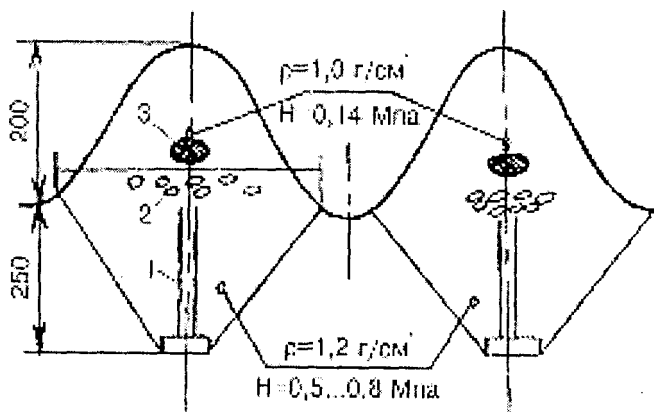


Рис. 3. Схема предложенной технологии обработки почвы под картофель:

- 1 - зона развития корневой системы;
- 2 - минеральные удобрения;
- 3 - клубень.

На протяжении вегетационного периода картофель расходует большое количество воды. Так, для создания урожая в 30 т клубней необходимо 3000...4000 м<sup>3</sup> воды, что соответствует 300...400 мм осадков. В то же время картофель не переносит даже кратковременное переувлажнение. Эту особенность картофеля обязательно надо учитывать при выборе способа обработки и ухода, чтобы обеспечить регулирование водного и воздушного режимов.

Анализ статистических данных гидрометстанций за последние пятьдесят лет показывает, что за май и первую половину июня на территории РБ выпадает недостаточное количество осадков, картофель испытывает недостаток в воде. На суглинистых почвах (25% от общего количества) достичь оптимальной влажности в период развития картофеля можно путем поднятия запасной влаги с нижних слоев подпахотного горизонта в первые три недели роста картофеля и отвода излишков после 50-дневного развития, этого можно достичь путем соответствующей обработки почвы.

Технологией производства картофеля, разработанной в БАТУ, рекомендуется выполнение следующих основных приемов обработки почвы и операций: внесение органических удобрений, осенняя обработка почвы, весенняя подготовка почвы, посадка, уход за посадками, уборка ботвы и картофеля с применением машин и рабочих органов.

Осенью, после уборки зерновых, необходимо провести лущение стерни, внести органические удобрения нормой 60...90 т/га и, после прорастания сорняков, провести вспашку. Эффективность применяемых органических удобрений зависит от равномерности их распределения по поверхности поля и



Рис. 4. Универсальная почвообрабатывающая машина-гребнеобразователь.

степени измельчения. В БАТУ разработано и рекомендовано к применению приспособление к навозоразбрасывателю, состоящее из роторного барабана с эллипсно-зубчатыми дисками. Данный ротор устанавливается вместо нижнего серийного, и при работе эллипсно-зубчатые диски измельчают, растаскивают слежавшийся навоз и подают на верхний распределительный ротор.

Исследования показали, что применение данной разработки позволяет повысить равномерность распределения удобрений по поверхности поля на 15%, степень измельчения в 2...3 раза, что позволяет в последующем произвести эффективную и равномерную заделку и повысить наличие в почве свободных калия, фосфора и азота. Зяблевую перепахку поля с одновременной заделкой органических удобрений рекомендуем проводить отвальными плугами с полувинтовыми корпусами или роторными плугами. Роторный 3-х корпусный плуг, разработанный в БАТУ, предусматривает установку вместо отвалов — роторов с ножевыми режущими элементами и гидравлическим приводом. Плуг может быть изготовлен по заказу хозяйств (рис. 2), однако его использование требует наличия трактора МТЗ-82(102) с гидросистемой отбора мощности. Применение роторного плуга позволяет за один проход качественно измельчить почву, равномерно по всему пахотному го-

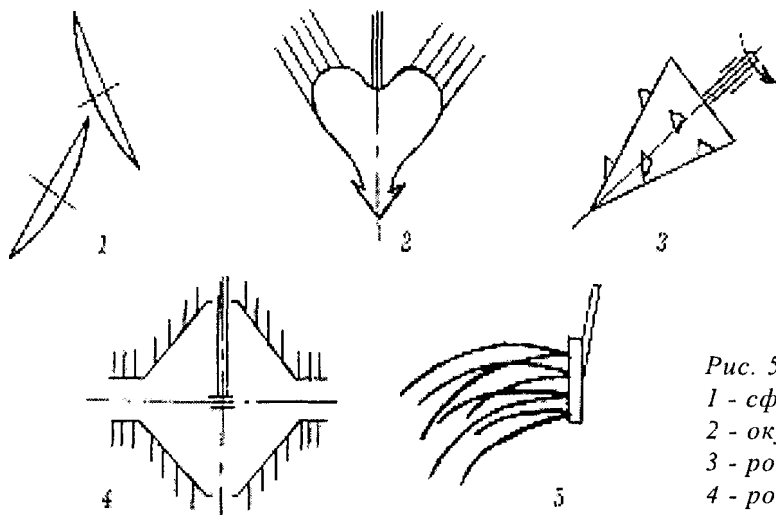


Рис. 5. Схемы сменных рабочих органов:  
1 - сферические диски;  
2 - окучник;  
3 - ротор;  
4 - ротационная боронка.  
5 - объемный зубовой рыхлитель

ризонту распределить органические удобрения, что способствует эффективному накоплению гумуса, питательных веществ и влаги. Применение роторного плуга по сравнению с отвальным позволяет сократить число операций при подготовке почвы и на 20% уменьшить расход топлива.

Ранней весной проводится культивация поля в поперечном направлении. В Республике Беларусь самое широкое распространение получил способ посадки картофеля в предварительно нарезанные гребни.

В связи с неустойчивым температурным режимом и влажностью возникает проблема обработки почвы, способствующей регулированию водно-воздушного режима с учетом почвенно-климатических условий, количества осадков и окружающей температуры.

В БАТУ разработан новый способ подготовки почвы и нарезки гребней. Особенность данной подготовки заключается в глубоком рыхлении (35...40 см) зоны развития корневой системы, локальном внесении в гребень минеральных удобрений, рыхлении почвы и насыпки гребней (рис. 3.) Все операции проводятся за один проход с помощью универсальной комбинированной почвообрабатывающей машины-гребнеобразователя, разработанной в БАТУ (рис. 4). Глубокое рыхление зоны гребня проводится чизельными рыхлителями с долотообразными наконечниками, при этом происходит уничтожение плужной подошвы, формирование ложи для накопления влаги, питательных веществ и развития кор-

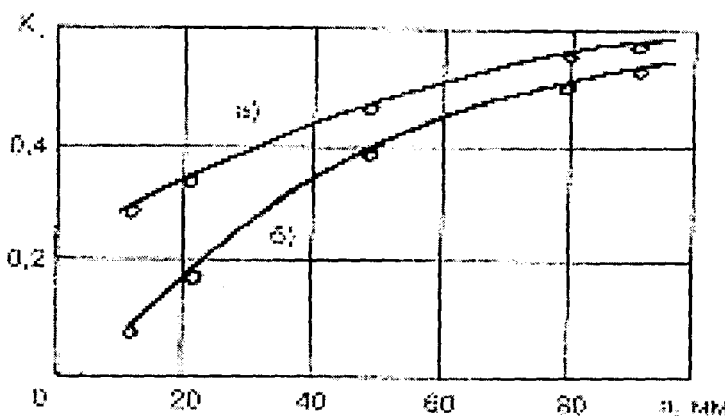


Рис. 7. Зависимости коэффициентов эффективности увлажнения клубненосного слоя почвы  $K_{эф}$  от количества осадков при различных способах обработки гребней (рис. 6 а) и б).

невой системы. Твердость почвы в данной зоне ниже в 3 раза по сравнению с плужной обработкой и составляет 0,5...0,8 МПа. Оставшаяся необработанная часть в бороздках между гребнями является опорной базой для ходовых систем агрегата.

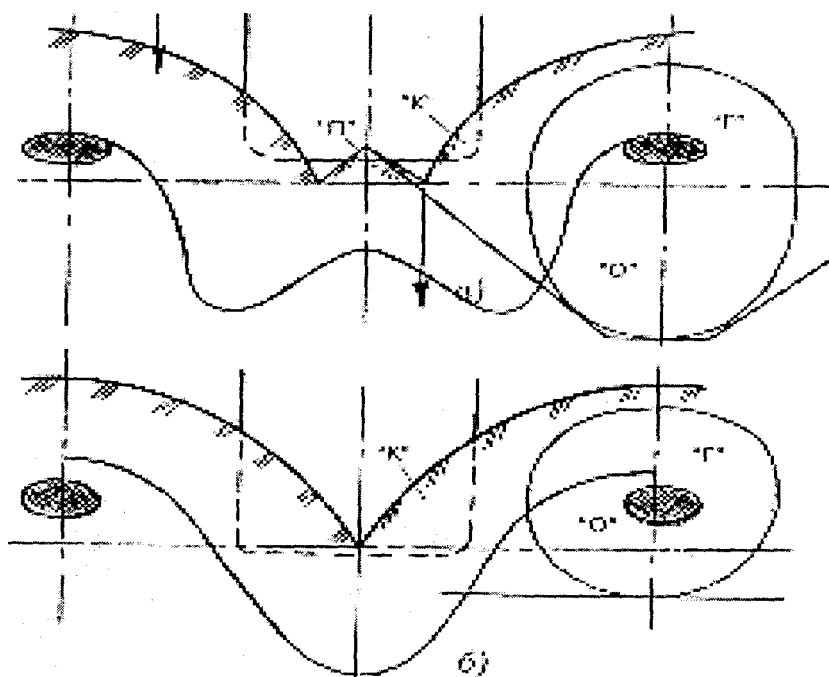
Локальное внесение удобрений осуществляется туковывсевающим аппаратом с приводом от ходовых колес, туки помещаются в две емкости общим объемом 400 дм<sup>3</sup>. Одновременно в зону развития корневой системы вносятся смеси азотных, фосфорных и калийных удобрений в зависимости от характеристики почвы и потребности в тех или других видах удобрений, доза устанавливается в пределах 100...160 кг/га.

Локальное внесение позволяет эффективно использовать удобрения для питания картофеля, уменьшить в два раза расход, защитить окружающую среду от выноса их дождевыми водами.

Рыхление почвы и формирование гребня проводится рабочими органами-роторами, сферическими дисками, объемными зубовыми рыхлителями, ножевыми дисками или окучниками в зависимости от состояния и механического состава почвы (рис. 5). Опытами установлено, что гребень, при ширине междурядий 0,7 м должен иметь площадь поперечного сечения порядка 0,05 м<sup>2</sup>. Такая площадь может быть достигнута при высоте гребня 220 мм и ширине основания - 500 мм, что позволяет обеспечить полное размещение в гребне клубней при урожае 50 т/га, без их нежелательного позеленения.

Посадка картофеля осуществляется серийными картофеле-

Рис. 6. Схемы образования гребней универсальным окучником с кривыми распределения влаги.



сажалками с некоторым изменением в конструкции заделывающих дисков: увеличением жесткости пружин нажимных штанг с целью усиления следа на поверхности борозды. Уход за посадками картофеля осуществляется путем обработки междурядий и гребней, окучивания, а в последующем опрыскивания ядохимикатом от вредителей и болезней.

Междурядная обработка зависит от засоренности поля и количества осадков. Так, во время незначительных дождей в начальный период вегетации картофеля осадки в виде дождя стекают с поверхности гребня и остаются, в основном, в бороздках, не проникая в зону развития корневой системы растений. И, наоборот, в случае постоянных обильных осадков растения вымокают. Все это ведет к недобору урожая.

Поэтому целесообразно проводить междурядную обработку таким образом, чтобы при необходимости отводить излишки влаги или обеспечить их максимальный подвод к корневой системе.

Это достигается приемами обработки почвы, предложенными в БАТУ: предварительным глубоким чизелеванием зоны развития корневой системы, рыхлением междурядий с образованием бороздок по центру или у корневой системы.

Нормальное агрофизическое состояние почвы при возделывании картофеля можно поддерживать в течение всей вегетации, если использовать локальное рыхление зоны гребней и междурядий с учетом климатических условий.

Лабораторный анализ степени обработки на стадии формирования гребней и посадки картофеля с использованием обычного плуга (рис. 6б) и универсальной комбинированной почвообрабатывающей машины (рис. 6а) показывает, что зона рыхлой почвы "О" с необходимыми для корневой системы параметрами плотности значительно больше у гребня с глубоким чизелеванием подпахотного горизонта. Чизельное рыхление способствует также отводу излишков влаги или подъему запасов влаги в зависимости от климатического периода, а наличие достаточно плотной поверхности "П" для ведущих колес трактора уменьшит смятие боковых профилей гребней и площадь колес "К", обеспечив при этом более благоприятные условия для развития клубней.

Проведенные опыты по формированию гребней и распределению влаги при искусственном орошении показали, что при наличии центральной бороздки вода, стекая по склонам гребней, уходит в нижние слои почвы, что положительно при излишках влаги (рис. 6б), однако это является недостатком при дефиците влаги.

Обработка гребней с образованием двух боковых бороздок (рис. 6а), приближенных к основанию гребня, проводится специальным окучком, что позволяет в случае недостаточного увлажнения более полно использовать влагу для питания корневой си-

стемы гнезда картофеля "Г".

На рисунке 7 показано изменение эффективности увлажнения клубненосного слоя почвы при различных способах обработки междурядий от количества осадков. Коэффициент эффективности увлажнения  $K_{эф} = S_{эф}/S$  показывает отношение площади питания с достигнутой влагой к общей площади распространения корневой системы. Предлагаемый способ обработки позволяет повысить эффективность увлажнения на 20% в засушливый период, уменьшается уплотнение поверхности гребня ходовыми колесами и способствует сохранению оптимальной плотности клубненосного слоя в пределах 1,1...1,2 г/см<sup>3</sup>.

Для борьбы с сорняками, уничтожения почвенной корки применяются ротационные боронки или охватывающие гребень объемные пружинные зубовые рыхлители (рис. 5). По сравнению с сетчатыми боронами объемные пружинные зубовые рыхлители имеют низкую удельную материалоемкость, высокие показатели рыхления почвы и вычесывания сорняков.

При последующих междурядных обработках проводится формирование гребня сферическими дисками и насыпка гребня окучивающими корпусами до смыкания ботвы.

Для борьбы с колорадским жуком проводятся 1...2 опрыскивания с использованием препарата "Децис" и 2...3 обработки против фитофторы препаратом "Оксихом".

Уборка ботвы проводится косилкой-измельчителем КИР-1,5Б, а уборка клубней - картофелеуборочным комбайном КПК-2-01.

Предложенные технические разработки и технологические операции позволяют в 1,3 раза сократить удельную материалоемкость комплекса машин для производства картофеля, в 2 раза и более снизить расход топлива и на 20...50% повысить урожайность картофеля.

### **ГП завод "Агроэнергомаш"**

220600 Республика Беларусь,

г. Минск, ул. Стебенева, 2

тел. (0172) 275-58-43

тел./факс 275-51-51 тел. 275-23-51

#### **Изготавливаем:**

- а) торговые ряды для рынков, торговые лотки, мини-кафе;
- б) тележки и корзины для нужд легкой промышленности, торговли и гостиничных хозяйств;
- в) медицинские вытяжные шкафы для лабораторий;
- г) установки (сепараторы) для очистки воздуха;
- д) печные калориферы ЭК-95 для обогрева помещений

**Мы работаем по заказам и желанию заказчика, выполняем заказы качественно и в срок.**