

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Кафедра машин, тракторов и автомобилей

Кушнир В.Г., Латыпов Р.М., Гаврилов Н.В.

ИСПЫТАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Учебно-методическое пособие

Костанай. 2016

УДК 631.3(075.8)
ББК 40.72 Я73
К 96

Рецензенты:

Баймухамедов М.Ф., д.т.н., профессор, проректор по науке и международным связям, КСТУ имени академика З.Алдамжар;
Дерепаскин А.И., д.т.н., профессор, руководитель испытательного центра «КФ ТОО КазНИИМЭСХ»;
Гайфулин Г.З., д.т.н., профессор, кафедра машин, тракторов и автомобилей, Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова

Авторы:

Кушнир Валентина Геннадьевна, доктор технических наук, профессор;
Латыпов Рафкат Мирхатович, доктор технических наук, профессор;
Гаврилов Николай Владимирович, кандидат технических наук, доцент.

К 96 Кушнир В.Г.

Испытание сельскохозяйственной техники. Учебно-методическое пособие для обучающихся в профильной магистратуре в рамках ГПИИР-2– В.Г.Кушнир, Р.М.Латыпов, Н.В.Гаврилов
Костанай, 2016. - 92 с.

ISBN 978-601-7481-77-3

В работе «Испытание сельскохозяйственной техники» на основании результатов исследований и опыта передовых хозяйств рассматриваются вопросы основной и предпосадочной подготовки почвы, посадки картофеля, междурядной обработки и уборки с применением новых машин с перспективными рабочими органами.

Учебно-методическое пособие предназначено для магистрантов, обучающихся в профильной магистратуре в рамках ГПИИР-2 по образовательной программе «Инновационное производство и автоматизация индустриальной техники», траектория обучения «Сельскохозяйственное машиностроение». Материал учебного пособия может быть использован студентами других факультетов и специалистами сельскохозяйственного производства.

УДК 631.3(075.8)
ББК 40.72 Я73

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова, 28.04. 2016 г., протокол № 3.

ISBN 978-601-7481-77-3

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Природно-климатическая характеристика зоны Северного Казахстана.....	6
1.1 Климатические условия.....	6
1.2 Требования к температуре.....	7
1.3 Требования к освещенности.....	8
1.4 Требования к влагообеспеченности.....	9
1.5 Агротехнические требования.....	10
2 Народно-хозяйственное значение картофеля.....	11
3 Общее состояние производства картофеля по Костанайской области.....	12
3.1 Размещение картофеля.....	12
3.2 Севообороты.....	15
3.3 Возможные виды севооборотов картофеля.....	17
4 Основные технологические процессы при производстве картофеля.....	18
4.1 Основная обработка почвы.....	18
4.2 Лушение стерни.....	25
4.3 Вспашка.....	26
4.4 Снегозадержание.....	28
4.5 Внесение удобрений.....	28
4.5.1 Технология сплошного внесения удобрений.....	28
4.5.2 Технология внутрпочвенного внесения удобрений.....	32
4.6 Предпосадочная обработка почвы.....	34
4.7 Боронование.....	35
4.8 Культивация.....	35
4.9 Фрезерование.....	36
5 Подготовка клубней к посадке.....	36
6 Транспортировка картофеля.....	39
7 Посадка.....	40
7.1 Гребневая посадка.....	41
7.2 Посадка в гряды.....	42
7.3 Требования к машинам для посадки картофеля.....	45
7.4 Характеристика посадочных машин.....	46
8 Междурядная обработка.....	47
9 Голландская технология.....	50
10 Возделывание картофеля в Костанайской области.....	53
11 Организация и технология механизированной уборки картофеля.....	64
11.1 Обоснование режимов работы картофелеуборочных комбайнов.....	70
11.2 Основы расчета уборочно-транспортного комплекса.....	70
12 Послеуборочная доработка картофеля и закладка на хранение.....	74
12.1 Выбор технологии послеуборочной доработки.....	74
12.2 Механизация послеуборочной доработки картофеля.....	75
13 Хранение картофеля.....	78
13.1 Закладка картофеля в хранилище.....	78

13.2 Навальный способ хранения.....	78
13.3 Хранение в буртах.....	79
14 Оценка эффективности производства картофеля.....	80
Список использованной литературы.....	85
Приложение А.....	87
Приложение Б.....	89

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из самых трудоемких сельскохозяйственных культур. Хотя ряд процессов возделывания картофеля в настоящее время механизирован, состояние механизации этой отрасли, система машин, используемая при возделывании и уборке картофеля, не отвечают современным требованиям. При уборке картофеля комбайнами 35-45% клубней повреждаются от наличия почвенных комков в картофельном ворохе, количество которых колеблется от 10 до 50% от общей массы. На средних и тяжелых почвах комбайны не могут отделять почву от клубней картофеля. Поэтому одним из условий повышения урожайности и качественной уборки картофеля является предпосадочная подготовка почвы и своевременный уход за посадками в соответствии с агротехническими требованиями.

Увеличение производства картофеля должно сопровождаться снижением стоимости производства и цены при условии применения высокоурожайных, устойчивых к болезням сортов, грамотного орошения, высокой культуры земледелия на основе совершенствования технологий возделывания, отвечающих условиям производства конкретного предприятия, района, региона [1,2].

Для повышения урожайности и качества уборки картофеля требуются дополнительные знания и умения, которыми должны овладеть руководители хозяйств, агрономы, инженерно-технические работники, механизаторы. Нужны хорошо организованные агрономическая, инженерная и экономическая службы в хозяйствах, высокая материально-техническая обеспеченность.

В пособии рассматриваются пути совершенствования механизированной технологии возделывания картофеля в условиях Северного Казахстана.

1 Природно-климатическая характеристика зоны Северного Казахстана

1.1 Климатические условия

Картофель – важнейшая сельскохозяйственная культура разностороннего использования. В мировом земледелии он занимает одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей и кукурузой. Картофель имеет высокие пищевые и вкусовые качества, способен длительно храниться и поэтому может потребляться круглый год. В своем развитии картофель проходит четыре основные фазы развития: всходы, бутонизация, цветение и созревание. У большинства сортов начало бутонизации совпадает с началом клубнеобразования. Сроки наступления отдельных фаз развития определяются особенностями сорта, характером подготовки посадочного материала, временем посадки, приемами возделывания картофеля и метеоусловиями года (таблица 1).

Таблица 1 – Фазы развития картофеля

Группы сортов	Число дней			
	от посадки до всходов	от всходов до		
		бутонизации	цветения	созревания
Ранние	12 – 18	18 – 22	30 – 37	65 – 76
Среднеранние и среднеспелые	15 – 21	17 – 24	31 – 42	79 – 90
Среднепоздние	20 – 25	39 – 45	55 – 65	110-120
Поздние				170

Продолжительность вегетационного периода картофеля на Южном Урале колеблется в зависимости от сорта: для раннего – 70...90 дней, среднего – 120...130 дней и позднего – до 180 дней.. В соответствии с климатическими особенностями районов первоначального произрастания у картофеля в течение тысячелетий выработались определенные требования к условиям внешней среды – тепловому, световому, воздушно-водному режимам и почве. Поэтому проблема получения высоких и устойчивых урожаев сводится в основном к обеспечению вышеуказанных требований.

Картофель по своему происхождению – растение умеренно теплого и влажного климата. При прорастании он засухоустойчив, при росте же ботвы и особенно в период клубнеобразования отличается большой потребностью во влаге. В зоне Северного Казахстана для посадки картофеля благоприятным по тепловому режиму является начало второй декады мая. Скорость появления всходов зависит от температуры почвы, качества посадочного материала и агротехники подготовки почвы. Среднесуточная температура воздуха 10°C обеспечивает появление всходов на 25-27-й день, 18°C – на 15-й день, 22°C – на

10-12-й день после посадки. Яровизированные клубни могут дать всходы на 6 – 8-й день. Оптимальные условия роста складываются при влажности почвы около 80%. В зоне Урала режим увлажнения для различных агроклиматических районов колеблется в пределах 60...90% почвенной влаги.

Урожай картофеля в значительной степени зависит от гидротермического коэффициента (ГТК) (отношение суммы осадков за период с температурой 10°C к испаряемости влаги (расходу влаги), выраженной суммой температур за этот же период, уменьшенной в 10 раз) [3].

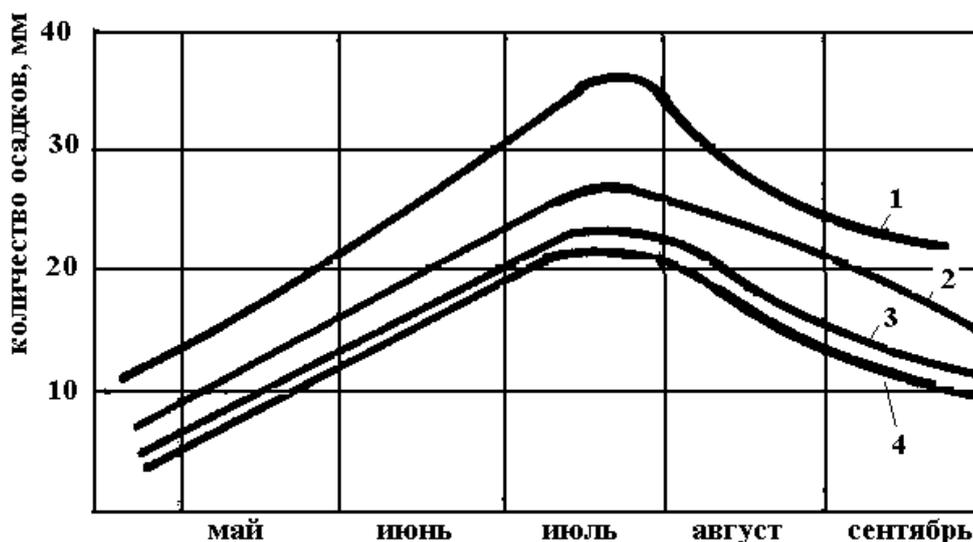


Рисунок 1 – Динамика влажности почвы за период вегетации картофеля: I – агроклиматический р-н (ГТК>1,4); II – агроклиматический р-н (ГТК=1,2 -1,4); III – агроклиматический р-н (ГТК = 0,8-1,0); IV – агроклиматический р-н (ГТК<0,8)

Оптимальный ГТК в период клубнеобразования составляет 1,5...2,0. При неустойчивом увлажнении (ГТК=1,0...1,4) или избыточном (ГТК больше 2,0) увлажнении урожай понижается, а при ГТК меньше 1,0 урожай снижается очень резко. Оптимальные запасы влаги, являющиеся одним из главных факторов в формировании высоких урожаев в регионе, где ГТК =1,7 в слое почвы 0...5 см в период цветения (конец второй – третья декада июля), составляют 85 мм. В южных агроклиматических районах при ГТК = 0,9 запас влаги составляет 40 мм в полуметровом слое, что явно недостаточно для выращивания урожая картофеля (рисунок 1).

1.2 Требования к температуре

Для созревания клубней до нормального размера требуется сумма активных температур от 1200°C (раннеспелые сорта) до 1300...1500°C (среднеспелые сорта) и 1800°C (позднеспелые сорта). Обеспеченность суммой активных температур в нашей зоне для ранних сортов – 100%, для среднеспелых – 75...100%, для позднеспелых – 50...75% [1,5]. Оптимальная температура для роста клубней 16...18°C. Среднесуточные температуры воздуха выше 20...25°C вызывают замедление роста клубней, при температуре

30°C и выше рост клубней прекращается. В этот период необходимы междурядные обработки для сохранения почвенной влаги и предотвращения перегрева почвы (мелкое рыхление после выпадения осадков), а в период с избыточным количеством осадков – частые глубокие культивации, высокое окучивание.

Средняя дата появления всходов 8 – 15 июня в наиболее теплые дни либо после 22 июня, если год был холодным. Через 20...25 дней после всходов у картофеля образуются соцветия и клубни. В период между всходами и образованием соцветий происходит интенсивный рост ботвы, степень развития которой определяет величину будущего урожая. Наибольший прирост ботвы наблюдается при температуре воздуха 19...21°C и запасах продуктивной влаги в пахотном слое почвы не менее 30...40 мм. Интенсивный рост клубней наступает при массовом цветении, поэтому влияние метеорологических элементов (влаго- и теплообеспеченности) велико. В среднем цветение начинается 15 июля и продолжается до 1 августа. Увядание ботвы начинается с 26 августа и продолжается до 5-15 сентября.

Клубнеобразование длится 50...60 дней. Убирать картофель следует через 4...5 дней после увядания ботвы. В Северном Казахстане начало уборки картофеля для среднеспелых сортов наступает 7-13 сентября, что приходится на минусовые температуры. В связи с этим для сокращения вегетационного периода роста картофеля после 20 чисел августа удаляют ботву, что позволяет начать массовую уборку урожая с 1 сентября. Ранние сорта начинают убирать 25 августа. Но как ранняя, так и поздняя уборка картофеля влечет за собой значительные потери урожая.

1.3 Требования к освещенности

Картофель является светолюбивым растением. При недостатке света растения вытягиваются, клубни формируются мелкими, урожайность снижается. Интенсивный свет также отрицательно действует на побеги картофеля. Повышается испаряемость влаги. Уменьшение количества и размеров листьев ведет к иссушению почвы за счет уменьшения теневого эффекта. При оптимальной густоте посадки и расположении рядов в направлении с северо-запада на юго-восток растения равномерно освещаются в течение дня. Это обеспечивает их фотосинтетическую деятельность. В результате урожайность увеличивается на 10-15%, крахмалистость – на 1-2% [6]. Густота посадок и расположение маточников должны соответствовать сорту картофеля, назначению урожая и другим факторам.

Повышение освещенности можно обеспечить за счет увеличения расстояния между рядками. Освещенность улучшается, если посадку ведут с разными междурядьями (60x80) или применяют грядоленточную технологию с междурядьями в ленте 30-40 см, а между лентами 100 – 110 см. При этом сохраняется количество высаженных клубней на гектаре и урожайность по этой причине не снижается.

Клубни картофеля нельзя долго оставлять на свету. Они зеленеют, в них образуется хлорофилл и ядовитое вещество соланин. Под воздействием прямого

естественного света содержание соланина в клубнях увеличивается до 30-40 мг, вместо 2-10 мг без воздействия света. Для семенного же картофеля озеленение полезно, клубни надежно сохраняются от заболеваний и грызунов во время хранения.

1.4 Требования к влагообеспеченности

При возделывании картофеля большое значение имеют агротехнические приемы по сохранению влаги в почве. Известно, что в начальный период развития ботвы растениям нужно мало влаги, корневая система может развиваться за счет влаги содержащейся в материнском клубне. Влага необходима в период бутонизации и цветения. В зонах недостаточной влажности лучше всего выращивать картофель на поливных участках. Обеспечение влаги на посадках картофеля в период формирования клубней – одно из основных условий получения высоких урожаев.

Потребность картофеля во влаге по периодам роста неодинакова. При появлении всходов и в начале формирования ботвы, когда испаряющая способность листьев невелика, потребность во влаге минимальна. С наступлением бутонизации и цветения она резко возрастает, особенно в фазе формирования клубней, она резко возрастает. На центнер клубней картофеля расходуется 6,5 -10,4 т воды на суглинистой почве и 11,0 -13,6 т – на глинистой, а при урожае 300 ц/га расход воды с гектара составляет 3000 – 4000 м³.

Самые благоприятные условия, обеспечивающие интенсивное образование всходов и клубней, а в последующем и накопление урожая, создаются при влагоёмкости почвы в зоне распространения основной массы корней 80-90% для песчаных и 80-85% НВ (наименьшая влагоемкость) – для суглинистых почв. В процессе увядания ботвы картофель требует значительно меньше влаги, чем в фазе цветения. Всходы клубней не задержатся, если в почве имеется не менее 15 мм влаги. При этом потребление её составит 30 – 40% от максимально возможного. К началу клубнеобразования потребление влаги достигает 100%. Именно в этот период недостаток влаги приводит к сильному снижению урожая картофеля, так как происходит зарождение гораздо меньшего количества клубней. Так как урожайность картофеля больше всего лимитируется влагообеспеченностью, все мероприятия должны быть направлены на возможно лучшее сохранение почвенной влаги, улучшение влагосберегающей способности и уменьшение испарения. Существует прямая зависимость урожайности картофеля от плотности и водопроницаемости почвы. Переувлажнение почвы приводит к удушью стеблей и образованию на их поверхности белых рыхлых бугорков. Если не прорыхлить почву, клубни начинают гнить. При недостатке влаги применяют полив посадок, который позволяет повысить урожайность до 35% [6,8]. Полив рекомендуют дождеванием с распылением до 300 м³ воды на гектар. Полив наиболее эффективен в период цветения, при интенсивном приросте урожая.

Таблица 2 – Влияние плотности почвы на ее водопроницаемость и урожайность картофеля [8].

Плотность почвы г /см ³	Водопроницаемость мм/мин	Урожайность	
		ц/га	%
1,1	0,72	282	100
1,2	0,22	279	99
1,3	0,08	211	75
1,4	0,01	170	60

Искусственное орошение проводят с учетом фазы развития клубней [5,8]. Полив охлаждает почву, создавая тем самым благоприятные условия для интенсивного развития растений. При высоких дневных температурах орошение проводят в утренние или вечерние часы.

Тип почвы имеет первостепенное значение при возделывании картофеля. Лучше всего выращивать картофель на супесчаных и среднесуглинистых почвах. На тяжелосуглинистых почвах повышается вероятность заболевания фитофторозом, затрудняется развитие клубней из-за большого содержания глины и низкой транспирационной способности почвы, практически невозможно применение механизированной уборки картофеля. Чистота убранных ворохов низка, что увеличивает травмируемость и потери клубней. Возникает необходимость в дополнительной переборке.

Таблица 3 – Классификация почв

Типы почв	Удельное сопротивление K_0 , кН/м	Примерное количество физической глины (частиц меньше 0,01 мм), %
Легкие	до 30	до 20
Средние	30-50	20-30
Среднетяжелые	50-70	30-50
Тяжелые	70-120	свыше 50
Очень тяжелые	свыше 120	

1.5 Агротехнические требования

По трудности обработки в зависимости от механического состава почв и удельного сопротивления Министерством сельского хозяйства принято деление почв на пять групп (таблица 3).

Зависимости урожайности картофеля от плотности (рисунок 2) на среднесуглинистых и тяжелосуглинистых почвах имеют одинаковую форму, но отличаются друг от друга тем, что при одинаковой плотности и в одинаковых условиях на среднесуглинистых почвах можно получить урожай картофеля на 25-40 ц больше. Максимальная урожайность достигается при плотности 1,0 – 1,1 г/см³. С увеличением плотности урожайность падает. Уже при плотности

1,4-1,5 г/см³ потенциальная урожайность картофеля не превышает 15 ц/га. На супесчаных почвах можно получить хороший урожай даже при высоком уплотнении почвы. Но для региона Северного Казахстана более характерны среднесуглинистые и тяжелосуглинистые почвы.

Ур

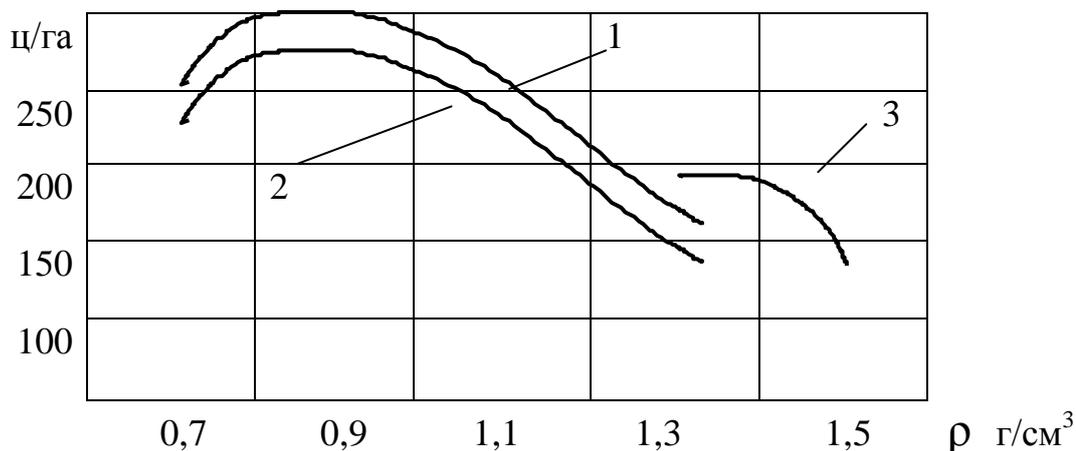


Рисунок 2 – Зависимость урожайности картофеля от плотности почвы

1 – на среднесуглинистых почвах; 2 – на тяжелосуглинистых; 3 – на супесчаных.

Картофель предъявляет высокие требования к физическому состоянию почвы. Она должна быть мелкокомковатой, структурной и спелой. Под физической спелостью следует понимать такое состояние поверхности почвы, которое благоприятно для ее обработки. Такая почва при обработке распадается на комочки, не замазывается и не распыляется. Для удобренной перегноем почвы такая влажность находится в пределах 40-70% от полной влажности, у глинистых – 50-65%. [2,6,8]

2 Народно-хозяйственное значение картофеля

Ценность картофеля зависит от потребительских свойств: урожайности, питательной ценности, выхода крахмала, калорийности, вкуса. При равных площадях картофель дает вдвое больше сухих веществ, чем рожь, овес и др. Это ценный продукт питания, сырьё для промышленности и корм для выращивания животных. Наиболее ценным является клубень, представляющий укороченный побег стебля, который является резерватом питательных веществ и основным элементом размножения. В сухом веществе картофеля содержится до 30 различных химических элементов. Крахмал составляет до 30% сухого вещества, 20-30% составляют клетчатка, белки, пектины, витамины и др., определяющие ценность картофеля. Калорийность его в 2-3 раза выше, чем других овощей [1,6]. Среди витаминов присутствуют: С, В, В₂, В₆, Р_р, Р₂, провитамин А (каротин).

Из картофеля можно приготовить разнообразные блюда. Картофель содержит шесть основных составляющих: белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины и воду. Белок картофеля по биологической ценности превосходит многие другие растительные белки, в том числе гороха, бобов, зерновых культур. Пищевая ценность картофеля состоит в

следующем. Один килограмм клубней имеет калорийность 910 ккал; жирность – 4 г, белок – 20 г, углеводы – 200 г. По данным Академии медицинских наук, суточное потребление картофеля рекомендуется 0,33 кг, что в год соответствует 140 кг на человека.

Кормовая ценность картофеля неоспорима. Она определяется также калорийностью клубней, которая зависит от количества и качества сухих веществ, основными компонентами которых являются крахмал и белок. С единицы площади картофель дает примерно в три раза больше сухого вещества и крахмала, чем зерновые. Переработка картофеля в пищевые продукты и полуфабрикаты открывает большие возможности для его использования. По переваримости органического вещества (83 – 87%) картофель, как и кормовая свекла, брюква, турнепс и другие корнеплоды, стоит на одном из первых мест среди растительных кормов. На корм используются клубни в сыром и запаренном виде. Продукты переработки картофеля – мезга и барда – также являются ценным кормом. Клубни имеют цвет: белый, красный, фиолетовый, с разными оттенками. Химический состав клубней зависит от сорта картофеля. В среднем клубни содержат: воды – 73-80%, крахмала – 14-21%, сырого протеина – около 2%, клетчатки – около 1%, жира – около 0,15%, золы – около 1%, а также значительное количество витамина С. Кроме клубней, на корм скоту идут ботва, пригодная для силосования, отходы переработки картофеля на спиртовых и крахмалопаточных заводах. Из одной тонны картофеля при заводской переработке можно получить 100 кг декстрина, или 140 кг сухого крахмала, или 9,5 дкл спирта. Выход спирта из картофеля с единицы площади больше по сравнению с выходом его из кукурузы в 2,5 раза и из зерновой продукции хлебных злаков в 4,5 раза.

3 Общее состояние производства картофеля по Костанайской области 3.1 Размещение картофеля

В мировом сельскохозяйственном производстве под картофель отводится более 2 млн. га посевных площадей. Мировой опыт свидетельствует об укрупнении предприятий, занимающихся производством картофеля. В США фермы, выращивающие картофель на площадях 100 и более гектара, производят свыше 70% валового производства его в стране. Еще больший эффект имеют предприятия, возделывающие картофель на площади 200 и более га. В этих предприятиях до 70% площадей орошаются, и урожайность в них превышает 360 ц/га.

В Республике Казахстан после 1993 года посевные площади и урожайность картофеля стали сокращаться, что объясняется слабой технической оснащенностью, высокими ценами на технику, гербициды, удобрения, ГСМ, отсутствием качественного посадочного материала, но несмотря на спады в отдельные годы, картофелеводство продолжает развиваться (рисунок 3). При надлежащем ресурсном обеспечении можно получать урожай 200-250 ц/га и более, что позволит удовлетворить

потребности в картофеле за счет собственного производства. Наиболее высокие сборы картофеля наблюдались в период 1980 – 1990 гг. [3,4,5], площадь посадок картофеля составляла 76,0 – 81,9 тыс. га, урожайность 170...200 ц/га.

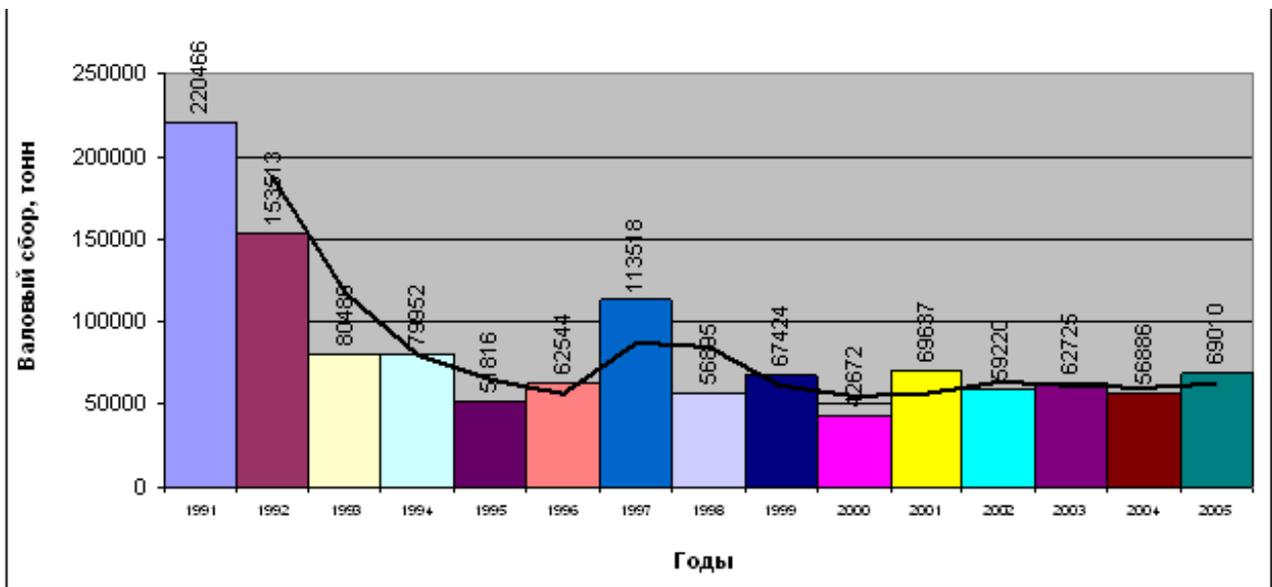
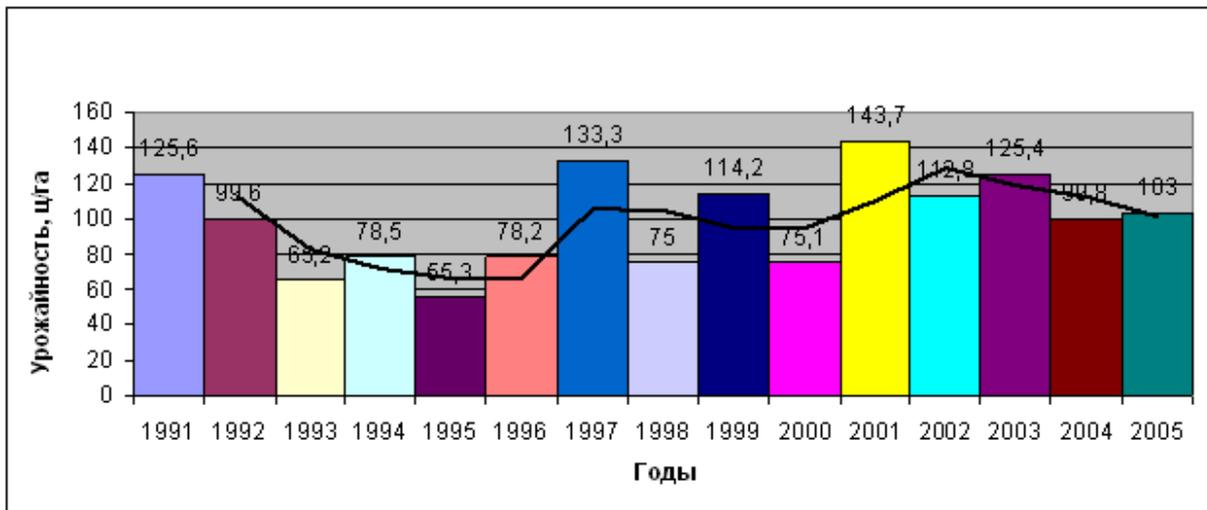
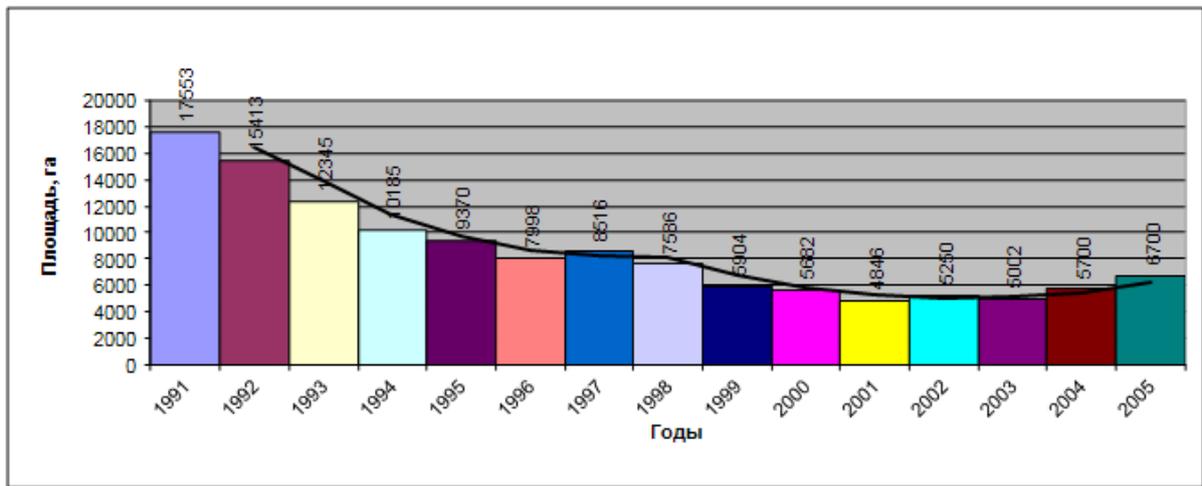


Рисунок 3 – Динамика валового сбора, площади посадок и урожайности

картофеля, в Костанайской области

Костанайская область по производству картофеля занимает третье место в Казахстане, при том что по площадям занятым под картофелем, находится на втором месте – 58,9 тыс.га. При этом в расчёте на одного человека производится картофеля больше, чем в других областях региона. Северный Казахстан – это зона рискованного земледелия по причине неустойчивых погодно-климатических условий. Каждые несколько лет бывают засушливые годы. Пять лет из семи наблюдается засуха в мае и июне, когда идет процесс клубнеобразования. Специализация и концентрация производства картофеля требуют внедрения специализированных севооборотов с высоким насыщением картофеля (30 – 50%) от занимаемой площади.

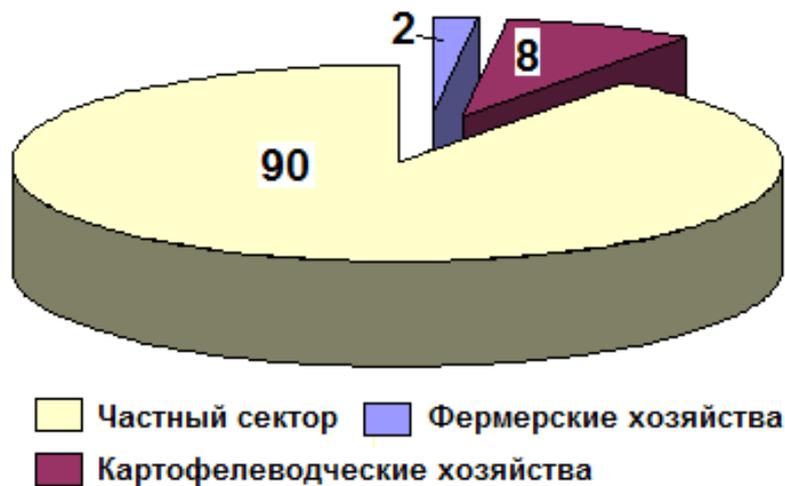


Рисунок 4 – Доля товаропроизводителей картофеля

Динамика производства картофеля по Костанайской области показывает, что в силу сложившихся производственно-экономических условий произошло перераспределение производителей картофеля: значительно сократилось производство картофеля сельхозпредприятиями; на население приходится около 80-90% от общего валового сбора, около 10% производят коллективные хозяйства (рисунок 4). Повышение урожайности и качества картофеля при минимальном расходе рабочего времени возможно только на основе применения передовой технологии и комплексной механизации всех процессов возделывания и уборки картофеля и при соблюдении требований к условиям его произрастания. Успешное решение этих задач определяется также местом в севообороте, водным, воздушным и световым режимами, элементами корневого питания. Основными предпосадочными элементами агротехники механизированного возделывания картофеля являются подготовка почвы, внесение удобрений, подготовка посадочного материала, севообороты и др.

3.2 Севообороты

Важными факторами для определения места картофеля в севообороте являются структура почвы, обеспеченность ее водой и питательными веществами, фитосанитарное состояние, а также использование картофеля в качестве предшественника. При включении картофеля в

севооборот следует придерживаться следующих принципов:- поле должно быть пригодно для механизированной уборки с наименьшими повреждениями клубней, крутизна склона – меньше 10%, просеваемость почвы достаточна и при избыточном увлажнении;- почва должна быть влажной во время вегетации картофеля, поэтому из севооборота исключают самые легкие почвы с глубоколежащими грунтовыми водами и запасами продуктивной влаги меньше 80 мм в горизонте 0-100 см;

- необходимо достаточное обеспечение почвы органическими веществами, поэтому в севообороты включают многолетние травы (клевер, люцерна) и яровые промежуточные культуры (рапс, редька и др.) после зерновых предшественников;

- для обеспечения эффективного вегетационного периода проводят подготовку посадочного материала к проращиванию;

- для снижения заболеваемости картофеля необходимо делать перерывы при его возделывании на одном и том же поле;

- поля картофеля должны быть свободными от сорняков. В специализированных севооборотах допустимы повторные посадки картофеля на товарные цели на одних и тех же участках в течение двух лет. Семеноводческие же посевы не следует возвращать на прежнее место раньше чем через 2-3 года. Картофель является одним из культурных растений, стимулирующих физическое созревание почвы. Поэтому он не требует предшественника, который оставил бы почву после себя в хорошем структурном состоянии. Более сложна проблема биологической совместимости картофеля. Различают растениеводческую и фитопатологическую совместимость [14]. Если картофель с растениеводческой точки зрения самосовместим, то с фитопатологической, в связи с поражением золотистой и бледной картофельной нематодами (*Globodera rostochiensis*, *Globodera puyffida*), он в большой степени несовместим (таблица 4). При определении места картофеля в севообороте необходимо учитывать совместимость с различными предшественниками [8].

Таблица 4 – Совместимость картофеля с различными предшественниками

Культура	Совместимость			
	хорошая	возможная	условно возможная	невозможная
Озимый ячмень	х			
Озимая рожь	х			
Озимая пшеница	х			
Яровой ячмень	х			
Овес	х			
Кукуруза на силос		х		
Люпин	х			
Картофель				х
Лен	х			
Конопля	х			
Сахарная свекла		х		

Люцерна			x	
Клевер	x			
Травы многолетние			x	

Незасоренные многолетние травы служат хорошим предшественником для картофеля. Картофель не рекомендуется размещать непосредственно после перепаши лугопастбищных угодий, так как вследствие медленной минерализации, даже после осенней пахоты, на поле остаются растительные остатки, которые сильно мешают уходу за картофелем и осложняют работу картофелеуборочной техники. Поэтому после распашки пастбищ и лугов лучше размещать картофель второй культурой. Это снижает и его пораженность проволочниками (личинками жуков-щелкунов).

Самый распространенный предшественник картофеля – зерновые. Существенной разницы в ценности зерновых в качестве предшественников не отмечено. Пригодность зерновых как предшественников картофеля возрастает за счет внесения после них органических удобрений, а где возможно – и выращивания промежуточных культур (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние промежуточной культуры после зерновых на урожайность картофеля

Предшественник	Урожайность картофеля	
	абсолютная, ц/га	относительная, %
Озимая рожь (контроль)	326	100
Озимая рожь+сераделла	343	105
Озимая рожь +люпин	363	111

Неплохой предшественник для картофеля – сахарная свекла. Но выращивать две пропашные культуры друг за другом нецелесообразно. Здоровые растения и свободные от сорняков посадки картофеля при нормальном уходе оставляют почву после себя в хорошем состоянии. Оно достигается механической обработкой, при которой она рыхлится и аэрируется, стимулируется деятельность почвенной флоры и фауны, а наличие достаточной органической субстанции в почве создает хорошие предпосылки для стабильной мелкокомковатой структуры почвы. Кроме того, растущие клубни интенсивно рыхлят почву, что оказывает положительное влияние на структурное состояние почвы. Оно теряется, если уборку проводят при неблагоприятных погодных условиях.

3.3 Возможные виды севооборотов картофеля

I. 5 – польный полевой севооборот с 40% картофеля: 1-2 – многолетние травы, 3-4 – картофель, 5 – зерновые с подсевом трав.

- II. 3 – польный полевой севооборот с 33% картофеля: 1 – кукуруза на силос, 2 – ячмень, 3 – картофель.
- III. 4 – польный полевой севооборот с 25% картофеля: 1 – пар, 2 – картофель, 3-4 – пшеница.
- IV. 4 – польный полевой севооборот с 50% картофеля: 1 – пар, 2 – картофель, 3 – кукуруза на силос, 4 – картофель.
- V. 4 – польный полевой севооборот с 50% картофеля: 1 – пар, 2 – картофель, 3 – травы (овсяно-бобовая смесь), 4 – картофель.
- VI. 5 – польный овоще-картофельный севооборот с многолетними травами с 40% картофеля: 1-2 – донник, 3 – картофель, 4 – капуста, огурцы (по органическим удобрениям), 5 – картофель.
- VII. 6 – польный овоще-картофельный севооборот с многолетними травами с 33% картофеля: 1-2 – многолетние травы, 3 – картофель, 4 – корнеплоды, лук, 5 – капуста, огурцы, 6 – картофель, помидоры.

Предпочтительнее всего сажать картофель по парам. Это даёт возможность получить больший урожай по сравнению с другими предшественниками, при этом снижается заболеваемость, облегчается борьба с сорными растениями. **4**

Основные технологические процессы при производстве картофеля

Внедряя приемы возделывания картофеля, следует учитывать местные особенности и условия не только отдельных районов, но и отдельных хозяйств. Технология возделывания и уборки картофеля состоит из операций, выполнение которых требует большого числа проходов агрегатов по полю. За период вегетации картофеля почва подвергается 10-12-кратному воздействию рабочих органов сельскохозяйственных машин и ходовых аппаратов тракторов. Это отрицательно влияет на протекание биологических процессов в почве и ведет к нарушению структурного состояния почвы. Влияние различных факторов на урожайность картофеля в процентном отношении представлена в таблице 6 [3]

Таблица 6 Влияние технологических процессов на урожайность картофеля

Фактор	%
Севооборот	8 – 10
Сорт картофеля	20 – 30
Система удобрений	40 – 50
Качество обработки почвы	10 – 15
Качество посадочного материала	20 – 30
Сроки посадки	10 – 15
Густота посадки, глубина заделки клубней	20 – 30
Интенсивность ухода	15 – 30
Защитные мероприятия	30 – 50
Уборка	5 – 30

Общими прогрессивными технологическими приемами возделывания картофеля, эффективными для большинства районов и зон, являются: послойная предпосевная подготовка суглинистых почв, включающая культивацию и глубокое рыхление; предпосадочная нарезка гребней, в том числе с одновременным внесением минеральных удобрений (для зон с достаточным увлажнением); предпосадочная подготовка картофеля на стационарном сортировальном пункте, в том числе предпосадочный прогрев и проращивание семенного материала на вентилируемой площадке; бестарно-поточная технология посадки картофеля, предусматривающая механизированную загрузку сажалок семенным материалом непосредственно из автосамосвалов; интенсивное довсходовое рыхление комбинированными агрегатами (культиваторами с боронами); междурядные обработки по всходам, совмещенные с опрыскиванием ядохимикатами.

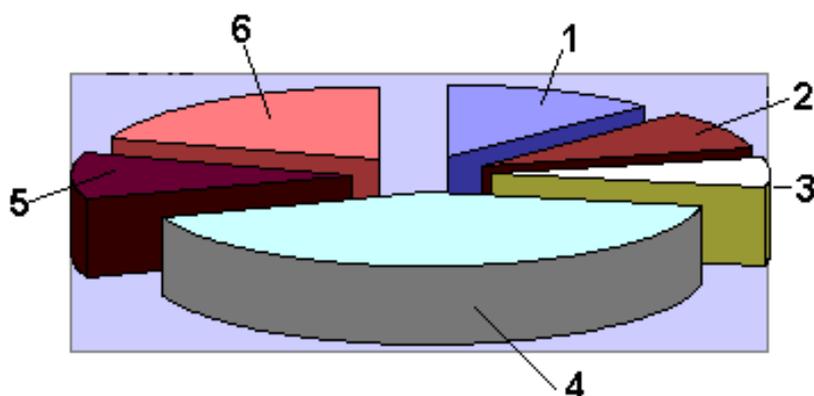


Рисунок 5 – Влияние технологических факторов на урожайность картофеля.

1-Низкое качество подготовки почвы; 2-Нарушение технологического процесса посадки картофеля; 3-Нарушение технологического процесса междурядных обработок; 4-Уплотнение почвы за период вегетации картофеля движителями тракторов; 5-Несовершенство технологии и техники для уборки, транспортировки и сортирования картофеля; 6 – Несовершенство технологии хранения картофеля.

Проведенными на кафедре ЭМТП Челябинского ГАУ исследованиями по определению влияния различных технологических факторов на урожайность картофеля [3] (рисунок 5) установлено, что наибольшие потери урожайности картофеля являются результатом чрезмерного уплотнения почвы в период ухода за посадками, низкого качества предпосадочной подготовки почвы и нарушения технологического процесса посадки картофеля. Вызвано это прежде всего несовершенством технических средств и несоответствием их к природно-климатическим условиям. Разнообразие почвенно-климатических условий, в которых возделывается картофель, обусловило разработку значительного числа систем и технологий. Отечественные и зарубежные

технологии базируются на применении как пассивных, так и активных рабочих органов с разной шириной междурядья (70; 90; 140; 60+80; 50+90; 70+110; 110+30 см, и т.д.) (рисунок 6). Расширение междурядий вызвано необходимостью создания условий для развития растений в связи с применением энергонасыщенных тракторов. Для возделывания картофеля применяются технологии с междурядьями 70 – 75 см и 90 см и грядоленточная 110 + 30 см. В неблагоприятных условиях грядоленточный способ выращивания, к примеру, позволяет повысить урожайность на 20–25% и облегчить комбайновую уборку за счет уменьшения объема сепарируемой почвы на 35–40% [6,7,9].

Глубокая зяблевая вспашка и хорошее рыхление полей являются основными приемами обработки и имеют большое значение во всей системе агротехнических мероприятий.

Предупреждение появления комков является одной из основных задач подготовки почвы для посадки картофеля. Комки почвы крайне трудно выделить картофелеуборочными машинами. Большинство решений, позволяющих измельчать комки, связано с интенсификацией режимов работы элеваторов комбайна или с введением дополнительных рабочих органов, что приводит к увеличению повреждаемости клубней при уборке. В настоящее время картофель выращивают во всех основных почвенно-климатических зонах. Министерством сельского хозяйства РФ разработаны рекомендации по видам и способам обработки почвы под картофель для зоны Южного Урала и так же соответствуют зоне Северного Казахстана (таблица 7). В ряде зон применяют и другие виды обработки. Так, на тяжелых (глинистых и суглинистых по механическому составу) почвах, на участках с временным избыточным увлажнением (низинные земли, поймы и торфяники) применяют кротование. На отдельных участках применяют фрезерование и прикатывание. Фрезерование также целесообразно на тяжелых некаменистых почвах. В районах с избыточным увлажнением применяют предпосадочную нарезку гряд трапециевидной формы.

Система обработки почвы под картофель состоит из трех взаимосвязанных приемов: основной и предпосадочной обработки почвы и ухода за посадками; каждый вид обработки имеет свои задачи и специфику.

Уменьшению плотности почвы и приближению ее весовой величины к оптимальной способствует правильно проведенная основная и весенняя обработка почвы совместно с мероприятиями по уходу за посадками картофеля.

Качественные показатели работы картофелеуборочных комбайнов, их производительность зависят от таких факторов, как наличие к началу уборки большого количества почвенных комков, влажность, высокая твердость почвы. Любое воздействие рабочего органа всегда вызывает объемные и сдвиговые деформации почвы. Способность почвы изменять объемную массу ее важное механическое свойство.

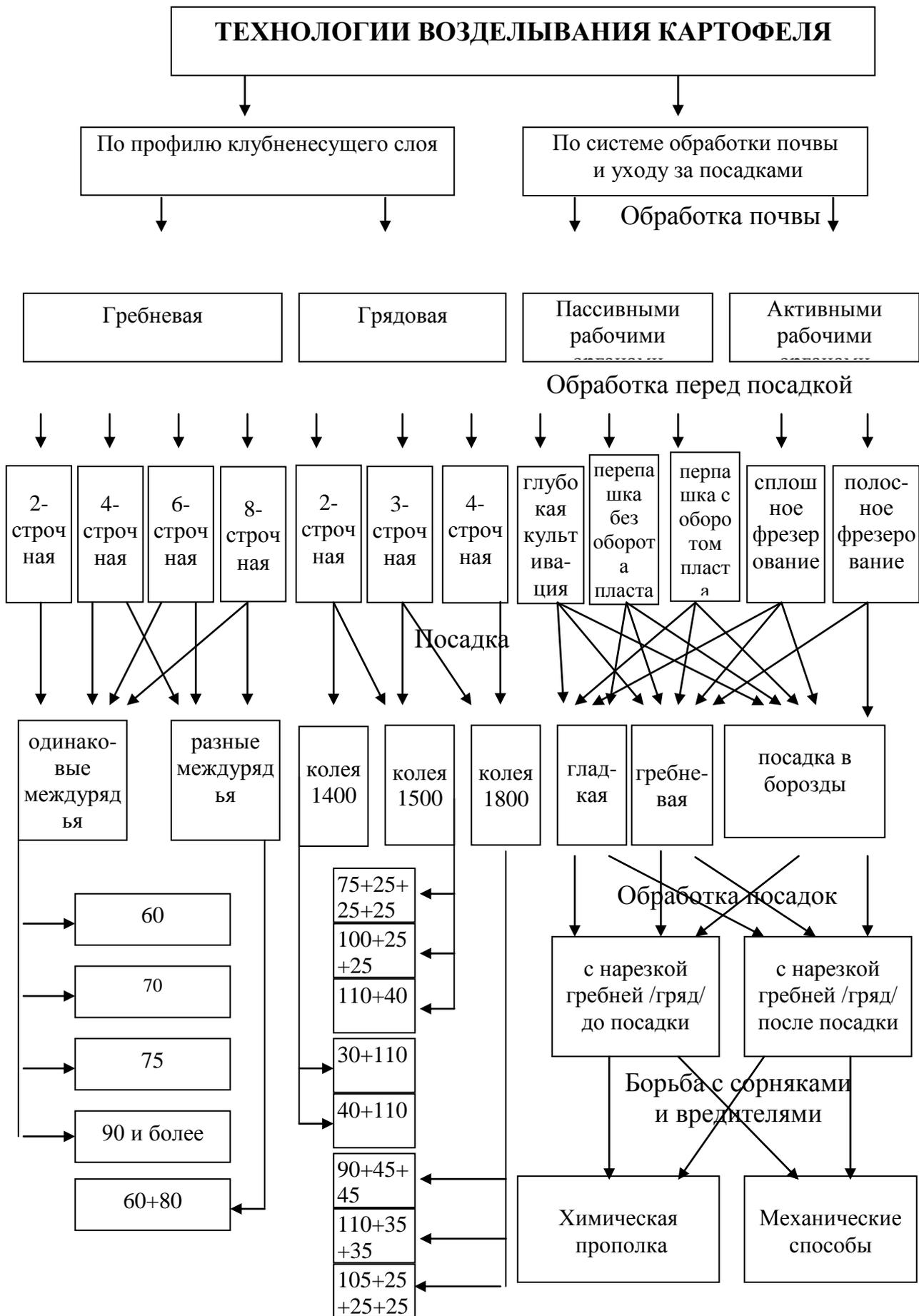


Рисунок 6 – Технологии возделывания картофеля

Для получения высоких урожаев картофеля необходима щадящая обработка почвы. Степень воздействия техники на почву – такова, что если не будут приняты кардинальные меры для снижения этого воздействия, это может привести к частичной или полной непригодности почв. Разработка и совершенствование технологии возделывания картофеля должны быть направлены на улучшение условий роста и развития растений с учетом трансформационных и физико-механических свойств почвы, баланса гумуса (рисунок 7).

4.1 Основная обработка почвы

Основная обработка почвы под картофель – это система мероприятий, обеспечивающих создание благоприятных условий для накопления влаги, борьбы с болезнями, сорняками и вредителями сельскохозяйственных культур, повышение ее плодородия путем сохранения и увеличения пахотного слоя. Таблица 7 – Виды обработки почвы под картофель

Типы почв	Обработка	Срок проведения	Машина и орудие	Рабочие органы
Летне-осенний период				
Все типы почв, кроме подверженных эрозии	Лушение	Вслед за уборкой зерновых	Лемешные луцильники	Отвально-лемешные корпуса
Поля, засоренные корнеотпрысками и корневищными сорняками (две обработки)	Дискование	1-ая обработка – вслед за уборкой зерновых; 2-ая – при появлении розеток сорняков	Дисковые луцильники	Сферические диски
Все типы почв	Отвальная вспашка	Через 1-2 недели после лушения	Плуги	Отвальные корпуса
	Вспашка	Вслед за уборкой зерновых, пропашных культур	Роторные плуги	Роторный рабочий корпус
Весенний период				
Все типы почв	Боронование в два следа	Ранней весной	Зубовые бороны	Зубья боронов
Почвы с повышенной плотностью (дополнительная обработка)	Культивация с боронованием	То же	Культиваторы и зубовые бороны	Стрельчатые лапы и зубья боронов

Все типы почв	Углубление подпахотного горизонта без выворачивания его с гумусовым слоем	Перед посадкой	Плуги	Безотвальн ые корпуса с почвоуглуб ителями
Песчаные и супесчаные почвы	Перепахка зяби с внесением аммиачной воды	То же	ПН-4-35 с ЗБЗТУ-1,0 и с ПОУ	Безотвальн ые корпуса
Глинистые и суглинистые почвы	Культивация	По мере поспевания почвы	Культиваторы-рыхлители	Рыхлящие лапы
Глинистые и суглинистые почвы	Безотвальная обработка с внесением аммиачной воды	За 3-4 дня до посадки картофеля	Плуги с подкормщиком-опрыскивателем	Рыхлящие лапы и безотвальн ые корпуса
Тяжелые глинистые и суглинистые почвы	Нарезание гребней с внесением удобрений в зону рядка	То же	Культиваторы-гребнеобразоват ели	Окучивающ ие корпуса, подкормочн ые лапы

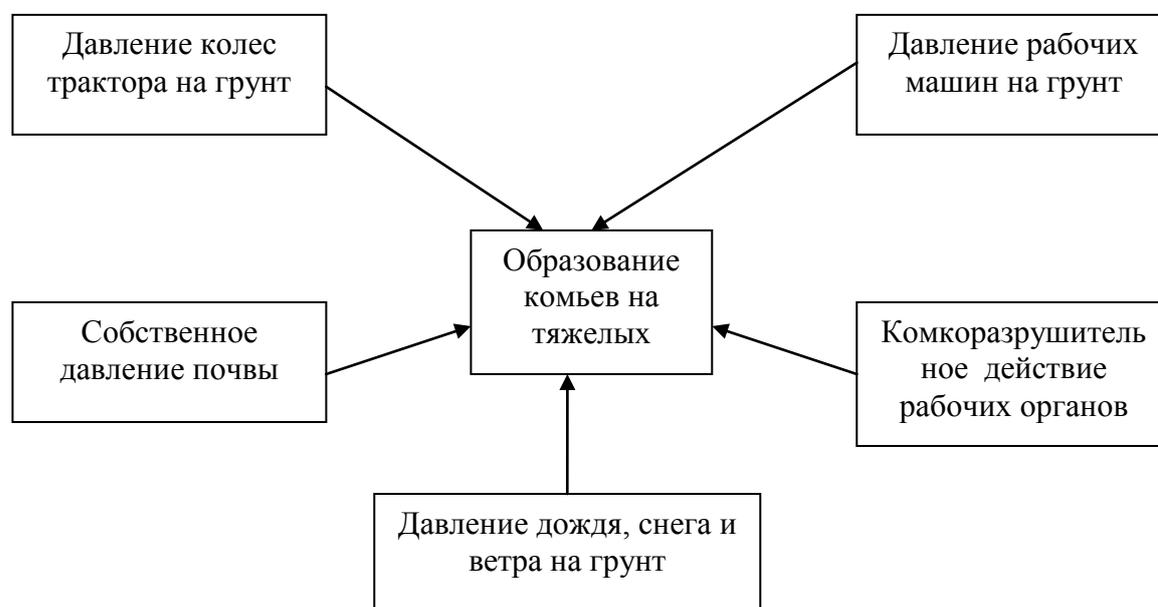


Рисунок 7 – Факторы ведущие к уплотнению почвы

Осенняя нарезка гребней улучшает структуру тяжелых суглинистых почв и обеспечивает применение комбайнов на уборке картофеля. В зимний период под влиянием осадков, переменных температур (оттепели, морозы), солнца и ветра почва в гребнях приобретает мелкокомковатую структуру. Внесение органических удобрений способствует сохранению такого состояния почвы до самой уборки картофеля [9,10,11].

Предпосадочная обработка почвы начинается с ранневесеннего рыхления и выравнивания поверхности почвы для сохранения влаги. При этом осуществляется рыхление почвы до мелкокомковатого состояния на

глубину заделки клубней, выравнивается поверхность поля, уничтожаются проростки и всходы сорняков. Разрыхленный мелкокомковатый поверхностный слой почвы быстро подсыхает, но под ним почва долгое время остается влажной. В зависимости от состояния почвы, природно-климатических условий при обработке почвы возможно применение рабочих органов как активного так и пассивного действия.

Обработку почвы осуществляют с учётом климатических условий и типов почв в два этапа (рисунок 8).

Первый этап – осенью. Это основная, или зяблевая подготовка почвы. Она состоит из лущения стерни для уничтожения сорняков и глубокой зяблевой вспашки на 27 – 30 см или на глубину пахотного горизонта. Пахать нужно поперек предыдущей пахоты. Под вспашку рекомендуется вносить 100% калийных удобрений и до 75% от нормы фосфорных удобрений. Внесение удобрений производится разбрасыванием по поверхности поля с последующей заделкой в почву не позднее трех- четырех часов после разбрасывания.

Второй этап подготовки почвы производится весной. При этом физическая спелость является одним из важнейших технологических факторов, определяющих начало обработки почвы. Для закрытия влаги проводится рыхление в два следа боронами зубowymi БЗТС-1. Внесение удобрений производится внутрипочвенно непосредственно в подкорневую зону растения. Рыхление проводится культиваторами КПШ-9 на глубину 12-14 см, но на суглинистых почвах лучше всего проводить обработку орудиями с фрезерными рабочими органами – доминаторами КВФ-2.8, КВФ-4.

Выращивание высоких и стабильных урожаев картофеля в значительной мере зависит от качества предпосадочной обработки почвы, которая в свою очередь зависит от совершенства агротехнических операций: фрезерования; весенней перепашки; лущения стерни; глубокой обработки с оборотом пласта и т.д. Качество агротехнических операций зависит от своевременности проводимых операций и уровня оснащённости техническими средствами.

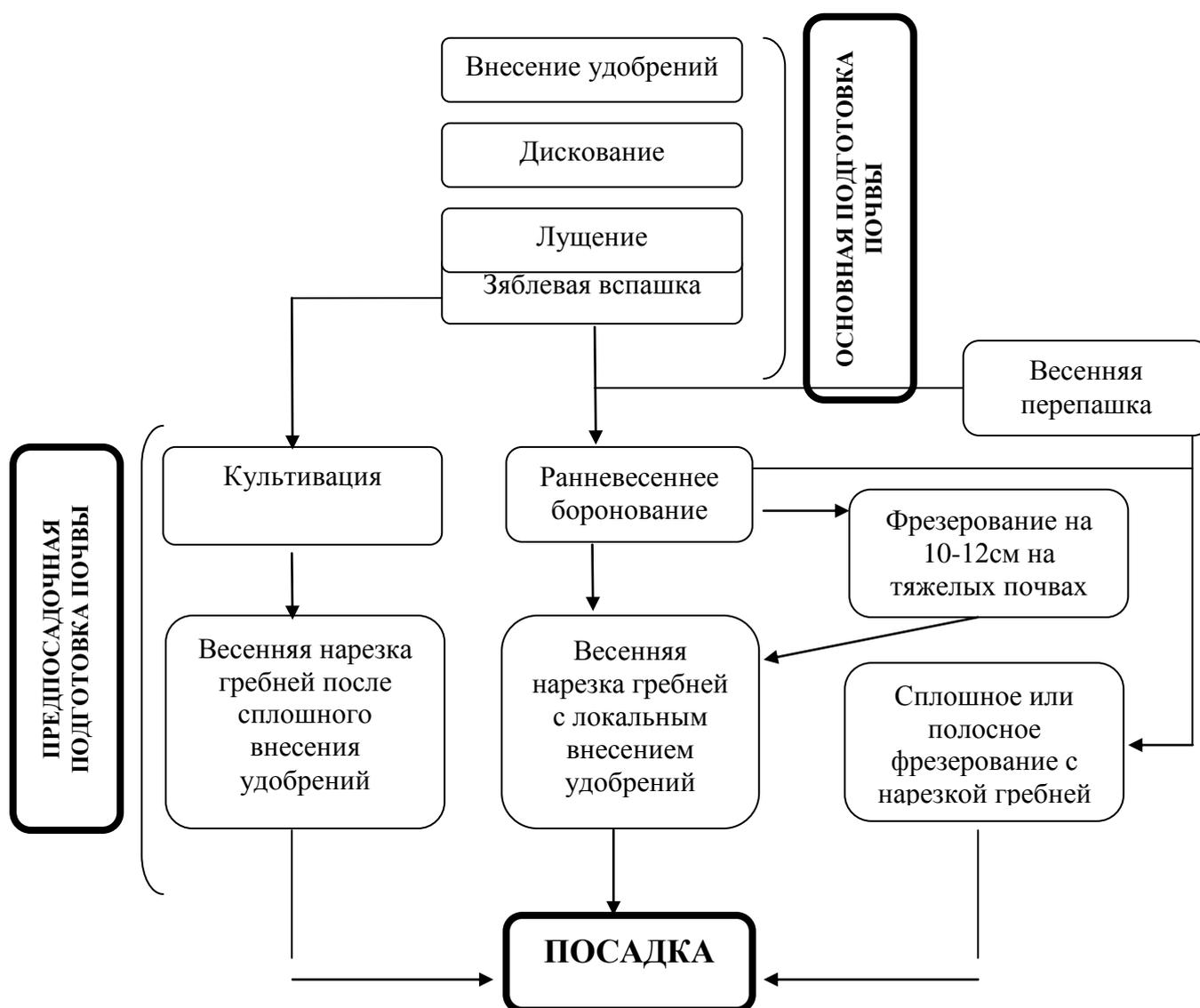


Рисунок 8 – Технологическая схема подготовки почвы

4.2 Лушение стерни

Лушение стерни – мелкая обработка почвы с целью уничтожения проросших сорняков и разрушения верхней почвенной корки для сохранения влаги и ее накопления при выпадении дождей. Лушение на глубину 4-8 см проводят дисковыми, на глубину 8-14 см – лемешными луцильниками. Агротехнические требования:

- допустимое отклонение от заданной глубины – в пределах 15%;
- полное подрезание и уничтожение сорняков;
- отсутствие огрехов (смежные проходы делают с перекрытием 10-15см);
- перемешивание почвы с пожнивными остатками. При недостатке влаги в почве к луцильному агрегату присоединяют кольчато-шпоровые катки.

Таблица 8 – Техническая характеристика луцильников

Показатель	ЛДГ-20	ЛДГ-15А	ЛДГ-10А	ПЛ-5-40	ППЛ-10-25
Ширина захвата, м при угле атаки 35°	20	15	10	1,7...2,2	2,5
Рабочая скорость, км/ч	8-12	8-12	8-12	6-9	8-14
Производительность, га/ч	9,5...14,6	8,4...12,6	12	1,2...2,0	12
Масса, кг	5514	3850	2480	1570	1624
Агрегируется с тракторами класса	5	3	3	3	3

Глубина и качество луциния дисковыми орудиями зависят от скорости движения агрегата, угла атаки дисков, вертикальной нагрузки, создаваемой балластом. Чем выше скорость, тем меньше может быть угол атаки дисков при том же агротехническом эффекте. При скорости движения 7-10 км/ч угол атаки должен быть около 30°. С лемешных луцильников иногда снимают отвалы, чтобы чрезмерно не иссушать почву оборотом пласта.

При дисковании почвы эффективны бороны БД-10 и БДТ-7, которые агрегируются с тракторами Т-150, Т-150К, Т-4А, К-700А, К-701. Широкое распространение для обработки почвы в последнее время получили дискаторы, например «Ермак» производств «Техартком» с шириной захвата 6 м.

4.3 Вспашка

Одним из основных условий, обеспечивающих получение высоких урожаев картофеля, является создание мощного, рыхлого, хорошо аэрируемого и достаточно влажного слоя почвы. Это особенно важно на суглинистых почвах, которые склонны к большему переуплотнению и заплыванию, а также на почвах с тяжёлым механическим составом. Без хорошей обработки почвы в нужные сроки становится невозможной комбайновая уборка.

Таблица 9 – Состав пахотных агрегатов

Марка трактора	Марка плуга
К-700А, К-701	ПТК-9-35; ПНЛ-8-40; ПНИ-8-40 (с регулируемой шириной захвата 2,8-3,6)
Т-4А	ПЛП-6-35; ПЛ-5-40 (с регулируемой шириной захвата 1,75-2,25)
ДТ-75С, Т-150К	ПТК-6/7-40 (полунавесной)
ДТ-75М, ДТ-75МВ	ПЛ-5-40; ПЛ-5-35; ПЛН-5-35; ПЛП-6-35 в пятикорпусном полунавесном варианте
МТЗ-80(82)	ПРЛ-3-35 (с роторными рабочими органами)

Пахать зябь нужно вслед за уборкой предшествующей культуры, поперек предыдущей пахоты. При внесении органо-минеральных удобрений весной подготовка почвы состоит из закрытия влаги, разбрасывания удобрений, заделки их на небольшую глубину (10-12 см) дисковыми или лемешными луцильниками. За 3-4 дня до посадки картофеля почву обрабатывают безотвальными плугами с предплужниками на глубину 25-27 см. Такая обработка способствует получению мелкокомковатой структуры почвы. Хорошие результаты достигаются при обработке почвы плугами с роторными рабочими органами с приводом от ВОМ.

Агротехнические требования к пахоте:

- начало, глубина и продолжительность выполнения пахотных работ устанавливается в соответствии с агротехническими сроками, состоянием почвы и климатическими условиями;
- отвальную вспашку проводят плугами с предплужниками;
- отклонение глубины пахоты от заданной на полях; выровненных – ± 1 см, невыровненных – не более ± 2 см.
- оборот пласта – полный, без образования пустот;
- борозда – прямолинейная;
- заделка сорных растений, погнивших остатков и удобрений -95%;
 - высота гребней допускается не более – 5 см;
- при вспашке комбинированными почвообрабатывающими агрегатами поверхностный слой почвы должен быть рыхлым и мелкокомковатым, а мелкие фракции диаметром до 5 см должны составлять 80-90% от общего количества;
- на холмистых участках вспашка производится поперек склонов.

Перед вспашкой необходимо проведение подготовительных операций, которые заключаются в определении количества загонов на участке, разбивке участка на загоны, отбивке поворотных полос, установлении места заезда и при необходимости в провешивании линии первого прохода агрегата. Действительное значение ширины загона С должно быть не менее $S_{опт}$ и

кратно двойной ширине захвата агрегата. Во всех случаях необходимо стремиться, чтобы при выбранной ширине загона его площадь была кратной сменной или дневной производительности агрегата.

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot (L_p \cdot B_p + 8R^2)} \quad (1)$$

где R – минимальный радиус поворота, м [12]; L_p – общая длина гона (участка), м.; B_p – рабочая ширина захвата агрегата;

$$B_p = B_k * \beta \quad (2)$$

где β – коэффициент использования ширины захвата плуга, $\beta=0,98$; B_k – конструктивная ширина плуга, м;

Радиус поворота агрегата R для навесных агрегатов определяется радиусом поворота трактора, но радиус R не должен быть менее 5-6 м. Правильное положение ходовой части трактора относительно стенки борозды

определяется зависимостью

$$\frac{K + b_0}{2} \pm l_{\sigma z} = \frac{B_k * n_k}{2}$$

(3)

где K – колея трактора, м; b_0 – ширина гусеницы (обода шины), м; $l_{\sigma z}$ – расстояние от стенки борозды до края гусеницы (обода колеса), м; B_k – ширина захвата корпуса плуга, м; n_k – число корпусов в агрегате. Знак плюс соответствует работе гусеничного трактора, знак минус – колесного.

Определив оптимальную ширину загона, устанавливают длину выезда агрегата e , ширину поворотной полосы E , рабочую длину гона L_p , оптимальную ширину загона C , коэффициент рабочих ходов φ и среднюю длину одного холостого поворота на конце гона l_x .

Длина выезда агрегата e с задним расположением машин относительно центра агрегата $e \approx 0,5 l_k$ (с прицепными машинами); $e \approx 0,1 l_k$ (с навесными машинами); $e \approx -l_k$ (с передней фронтальной навеской);

где l_k – кинематическая длина агрегата

$$l_k = l_T + l_{сц} + l_M \quad (4)$$

Значения кинематической длины агрегата l_k для прицепных агрегатов определяется с учётом кинематической длины трактора l_T (расстояние от точки прицепа или навески машины до кинематического центра агрегата), длины сцепки $l_{сц}$ (расстояние от точки прицепа к трактору до места присоединения к сцепке машины) и длины сельхозмашины l_M (расстояние от места присоединения машины к сцепке до линии задних рабочих органов). Ориентировочно l_M можно принять по габаритной длине машины, учитывая расположение её рабочих органов. Правильное сочетание длины гона поля и ширины загонки позволяет сократить затраты времени на выполнение технологических операций и на обслуживание агрегата.

4.4 Снегозадержание

Снегозадержание – важное мероприятие по накоплению влаги в почве за счет зимних осадков. Оно проводится при слабых морозах в безветренную погоду при глубине снежного покрова не менее 15 см. Агротехнические требования к снегозадержанию:

- снегозадержание начинается при минимальной толщине снега 12...15 см, на отвальной зяби не менее 15-18 см;

- расстояние между центрами валков не должно превышать 5 м, при этом соотношение полезной высоты валков и расстояния между ними должно быть не менее 1 : 10;

- повторное снегозадержание проводят, когда крутизна откосов валков становится менее 1 : 4... 1 : 5;

- снежные валки формируют поперек господствующего направления ветров.

- средняя высота валка должна быть в любом случае при минимальной толщине не менее 0,35...0,45 м;

- толщина защитного слоя снега на озимых посевах после прохода снегопаха должна быть не менее 10 см; Для снегозадержания лучше применять снегопахи риджерного типа СВШ-10 и СВШ-7, характеристика которых приведена в таблица 11.

4.5 Внесение удобрений

4.5.1 Технология сплошного внесения удобрений

Для успешного развития картофеля и других культур необходимы три основных питательных элемента – азот, фосфор и калий, а также микроэлементы

Таблица 10 – Формулы по кинематике машинно-тракторных агрегатов

Нормы органических и минеральных удобрений под картофель

Способ движения	Коэффициентрабочих ходов φ	Ширинаповоротнойполосы «Е» (м)	Оптимальная ширина загонки«С» (м)
«Челночный»	$\varphi = \frac{L}{L_p + 6 \cdot R + 2 \cdot e}$	$E = 3R + e$	-
«Всвал», «Вразвал»	$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \frac{C}{2} + \frac{4R}{C} \cdot (2R - B_p) + e}$	$E = 3R + e$	$C_{опт} = \sqrt{2 \cdot (L_p \cdot B_p + 8R^2)}$
Безпетлевая вспашка на 2-х загонах	$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \frac{C}{2} + 3R + 2 \cdot (e + \frac{B_p^2}{C})}$	$E = 1,5R + e$	$C_{опт} = \sqrt{2 \cdot (L_p \cdot B_p - 2R^2)}$
Комбинированная безпетлевая вспашка	$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \frac{C}{2} + R + 2e}$	$E = 1,5R + e$	$C_{min} = 8R$
Диагонально-перекрёстный способ движения	$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{12 \cdot R}{E \cdot \sqrt{L^2 + C^2}}}$	$E = \frac{2CL}{B_p \cdot \sqrt{L^2 + C^2}}$	$C = (0,75 \dots 1,0) \times L$
Гоновый безпетлевой на 4-х делянках 1-го загона (уборка свеклы)	$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \frac{C}{2} + 1,4 \cdot R + 2e}$	$E = 13,5m$	$C = 144$ рядка при $m = 45$ см
Гоновой безпетлевой на 4-х загонах (уборка картофеля)	$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \frac{C}{2} + 1,14 \cdot R + 2e}$	$E = 10m$	$C = 64$ рядка при $m = 70$ см
«Перекрытием», с «расширением прокосов»	$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \frac{C}{2} + 1,14 \cdot R + 2e}$	$E = 1,5R + e$	$C_{min} = 4R$

рассчитываются под запланированный урожай, а также на достижение клубнями устойчивости к механическим повреждениям. На среднесуглинистых почвах рекомендуется вносить до 30-40 т/га органических удобрений в виде перепревшего навоза (перегноя) как минимум трёхлетней выдержки. Это дает наилучший эффект применения органических удобрений, которые влияют на накопление урожая картофеля, обеспечивают рыхлое состояние почвы, улучшают доступ тепла, влаги и воздуха в почву, а также чистоту клубней в таре при использовании картофелеуборочных комбайнов. Органику лучше вносить под основную обработку почвы осенью. Если это не было сделано, то в весенний период перед подготовкой почвы к посадке органические удобрения вносятся сплошным способом – разбрасываются по всей поверхности поля такими машинами, как ПРТ-7, ПРТ-10, ПРТ-15 и аналогичными, после чего в течении 3-4 часов заделываются в почву.

Таблица 11 – Технологическая характеристика снегопахов – валкователей

Параметр	СВШ-10	СВШ-7
Эксплуатационная производительность, га/ч	8,3...12,9	5,2-7,4
Рабочая ширина захвата, м	9,4	7,2
Высота снежных валков, см	40-60	40-80
Диапазон снежного покрова, рекомендуемый для агрегата на поле, м	0,12-0,5	0,12-0,5
Защитный слой после прохода снегопаха, см	8-10	8-10
Число одновременно сдвигаемых рядков	2	2
Расстояние между центрами валков, м	не более 5	5
Масса (конструктивная), кг	3260	2900
Агрегируется с тракторами класса	5	3

Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в среднем на 1 га пашни необходимо вносить органические удобрения ежегодно от 2,5 до 5 т/га. Ежегодное внесение навоза в таких малых нормах практически невозможно, поэтому рекомендуется применять его один раз за ротацию севооборота в паровом поле при общей норме, определенной расчетным методом:

$$D_B = \frac{D_E P_C}{P_P}, \quad (5)$$

где: D_B – норма навоза в паровом поле для обеспечения баланса гумуса на весь период ротации севооборота, т/га; D_E – ежегодная норма навоза для обеспечения баланса гумуса в почве конкретного севооборота, т/га; P_C , P_P – соответственно площадь пашни в севообороте и парового поля, га.

Органические удобрения являются хорошим средством наполнения почвы полезными микроорганизмами, под влиянием которых эти удобрения разлагаются в почве и выделяется углекислота, которой насыщается почвенный воздух, при этом резко улучшается воздушное питание корневой системы.

Под картофель применяют и другие виды органических удобрений, в частности торф, сапропель. Эффективность компостов с торфом в качестве основного компонента представлена в табл. 13 [2]. Использование торфа для компостов дает хозяйствам в 3-4 раза расширить объем органических удобрений.

Таблица 12 – Эффективность навоза на различных почвах

Почва	Урожайность картофеля без удобрений, ц/га	Прибавка урожайности картофеля от внесения 40 т/га навоза, ц/га
Подзолистая песчаная	87	84
Подзолистая суглинистая	111	80
Серая лесная	127	34
Выщелоченный чернозем	118	41
Мощный чернозем	175	39

Агротехнические требования при внесении органических удобрений:

- применение свежего навоза и наличие в удобрениях посторонних предметов не допускается;
- отклонение от заданной дозы внесения $\pm 5\%$;
- неравномерность распределения по ширине $\pm 25\%$, по длине рабочего хода $\pm 10\%$;
- перекрытие смежных проходов $\pm 0,5$ м;
- разрыв во времени между разбрасыванием и заделкой 2 ч;
- необработанные поворотные полосы не допускаются; Органические удобрения вносят с помощью прицепов-разбрасывателей РОУ-6, ПРТ-10-1, ПРТ-16М, МТТ-Ф-19, которые агрегируются с тракторами класса тяги 1,4; 3 и 5 при рабочей скорости 10-12 км/ч.

Минеральные удобрения способствуют развитию корневой системы, раннему клубнеобразованию и большому накоплению крахмала в клубнях. Доза минеральных удобрений исчисляются по количеству действующего вещества. Доза внесения должны составлять по азоту 60-90 единиц, по фосфору 90-120 единиц, по калию 90-120 единиц действующего вещества. Максимальные дозы применяют при отсутствии органических удобрений или на бедных почвах. Вносить минеральные удобрения лучше одновременно с предпосадочной нарезкой гребней, исключая тем самым эту операцию при посадке картофеля. Удобрения размещаются широкой лентой по центру формируемого гребня и в его основание, то есть в зоне развития основной части корневой системы растений.

Агротехнические требования при внесении минеральных удобрений:

- влажность удобрений при внесении суперфосфата порошковидного 15%, суперфосфата гранулированного 5%, аммиачной селитры 1,5%, калийной соли 2%;
- диаметр гранул не более 5 мм;
- при смешивании минеральных удобрений отклонение от требуемого соотношения не более 10%;
- отклонение от дозы внесения 5%;
- необработанные поворотные полосы не допускаются;
- время между разбрасыванием и заделкой не более 12 ч;
- раазрывы между смежными проходами машин не допускаются;

- перекрытие может составлять 5% от ширины захвата разбрасывающего агрегата.

Минеральные удобрения вносят агрегатами, состоящими из разбрасывателей 1РМГ-4Б, МВУ-8Б, СТТ-10, АВП-10, МВЦ-8Б, РУМ-6, тракторов МТЗ-80(82), Т-150К, К-701(744) и автомобильных разбрасывателей МХА-7.

Выбор способа заправки агрегатов при внесении удобрений зависит от длины гона поля L и предельной длины хода l_{ocm} агрегата внесения удобрений от одного пункта заправки до другого. Максимальный ход равен:

$$l_{ocm} = 10^4 \cdot \frac{V_{об} \gamma \lambda}{H B_p} \quad (6)$$

где $V_{об}$ – объём бункера (кузова и пр.), m^3 ; γ – плотность соответствующего материала, $кг/м^3$; λ – наибольший коэффициент использования объёма емкости (0,95 для туковысевающих ящиков при посеве); H – норма внесения удобрений, $кг/га$.

Если $l_{ocm} > 2L_p$, то устанавливают, сколько полных кругов (m) агрегат должен сделать, чтобы выполнить одно технологическое обслуживание:

$$m = \frac{l_{ocm}}{2L_p} \quad (7)$$

4.5.2 Технология внутрипочвенного внесения удобрений

Технология сплошного распределения удобрений по поверхности поля с последующей заделкой в почву имеет ряд недостатков и особенно неэффективна при возделывании пропашных культур. Разбросанные удобрения часто являются причиной отравления животных, заражения их возбудителями болезней. Одним из альтернативных приемов является внутрипочвенное внесение. Основным требованием при локальном внесении удобрений является равномерное их распределение. Внутрипочвенное внесение обеспечивает повышение урожайности картофеля на 20 ц/га в сравнении с разбросным способом внесения или позволяет получать равные урожаи при значительно меньших дозах.

Почва, окружающая ленту удобрений, насыщается питательными веществами, тем самым выражается специфический характер взаимодействия удобрений с почвой.

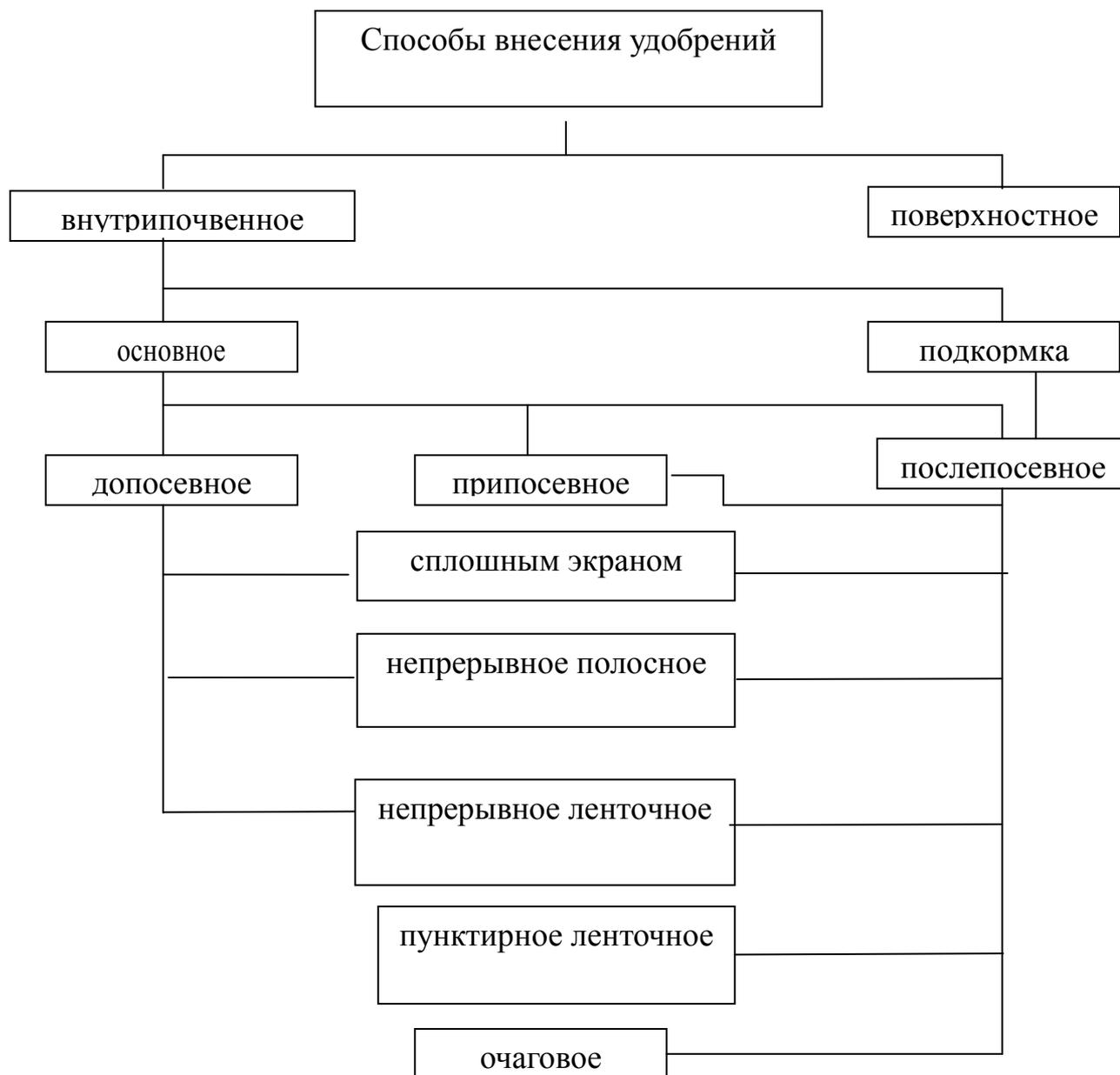


Рисунок 9 – Приемы внутрипочвенного внесения органических удобрений

В опытах, проведенных в ВИУА, применение органо-минеральных удобрений при внутрипочвенном способе обеспечивает практически равную урожайность озимой пшеницы в сравнении со сплошным способом внесения, при этом доза внесения удобрений снижается в 3-4 раза. Удобрение, вносимое внутрипочвенно, может служить в качестве основного или подкормки (рисунок 9) [11,12,13].

По месту в технологическом цикле производства различают допосевное и послепосевное внутрипочвенное внесение органических удобрений. При этом они распределяются в почве в горизонтальной плоскости сплошным экраном или непрерывными лентами и полосами, пунктирными лентами или гнездами. Общим признаком для ленточного и полосного внесения удобрений является их непрерывность в одном направлении. Различие состоит в том, что ширина полос равна или больше, а ширина лент меньше интервала между ними.

4.6 Предпосадочная обработка почвы

Назначение предпосадочной обработки почвы – предохранить почву от испарения влаги, уничтожить сорняки, создать слой почвы равномерной и необходимой плотности, обеспечивающий наилучшие условия для одновременного прорастания семян, а также выровнять поверхность поля. Эти задачи выполняются проведением таких операций, как боронование, культивация (таблица 13). Одним из приёмов подготовки почв к посадке картофеля является предварительная нарезка гребней, (гряд) с одновременным локальным внесением органических удобрений. Качественная предпосадочная обработка почвы впоследствии обеспечивает более эффективное применение комбайнов на уборке. Возможно выполнение этой операции с осени. В гребнях лучше накапливается влага, они быстрее прогреваются что позволяет начать посадку на 5 – 10 дней раньше. Ранние всходы позволяют увеличить урожайность за счёт удлинения на 5 – 6 дней вегетационного периода или получить ранний, следовательно, более конкурентоспособный картофель.

Таблица 13 – Влияние технологии предпосадочной обработки на состояние почвы в картофельной грядке и урожай картофеля

Способы обработки почв	Урожай картофеля, ц/га	Твердость почвы по сечению грядки, кг/см ²	Фракционный состав почвы, %
Перепахка безотвальная на глубину 20... 22; см.	121	2,5...14, 9	87,3
Перепахка плугом на глубину 23...25 см и предпосевное фрезерование	150	0,5...3,9	98,5
Двухкратная культивация на глубину 10...12 см и 14...16 см	126	1,8... 6,6	93,3
Предпосадочная культивация на глубину 12...14 см и 20...23 см	135	1,6... 5,3	97, 8
Предпосевная культивация на глубину 12...14 см и 22...25 см	196	1,51. ..4, 9	84,6
Весенняя перепахка плугом на глубину 22...24 см	172	2,3. ...12, 4	78,5
Весенняя перепахка роторным плугом на глубину 20...25 см	179	2, 89.. .5, 73	83,5
Предпосадочное фрезерование на глубину 22...24 см	207	0,97. ...2, 98	93,0

При осенней нарезке гребней исключается ряд энергонасыщенных операций, что снижает затраты на производство картофеля. Но при всех этих преимуществах на суглинистых почвах, которые распространены в зоне Южного Урала и Северного Казахстана за зимний период происходит заплывание гребней, а также сильное их переуплотнение. Поэтому предварительную нарезку гребней и гряд целесообразно проводить в весенний

период. Посадка картофеля в предварительно нарезанные гребни обеспечивает групповое использование картофелепосадочных машин, а при уборке комбайнами количество примесей почвы снижается в 1,5-2,0 раза по сравнению с гладкой посадкой.

4.7 Боронование

Боронование предназначено для поверхностной обработки почвы с целью сохранения влаги. Типы борон выбирают в зависимости от состояния почвы – тяжелые для плотных почв, средние для мало- и среднеуплотненных. Для тракторов класса 3...5 бороновальные агрегаты составляют на базе сцепок СП-16 и СГ-21, для тракторов типа МТЗ – на базе СП-11.

Агротехнические требования к боронованию:

- боронование проводят с наступлением физической спелости почвы, когда она начинает крошиться и не прилипает к орудиям обработки;
- количество следов обработки выбирают исходя из состояния почвы средними и тяжелыми боронами;
- разрушить почвенную корку и разрыхлить верхний слой почвы на глубину не менее 3 – 4 см;
- отклонение по глубине обработки не более ± 1 см;
- диаметр почвенных комков 3...5 см;
- перекрытие смежных проходов 10...15 см;
- огрехи и необработанные полосы не допускаются;

При двухследном бороновании тяжелых почв используют агрегаты из тракторов К-701, К-744, Т-150, Т-150К, Т-4А, зубовых борон БЗТС-1,0 и сцепок СГ-21. Для обработки стерневых агрофонов применяется борона БИГ-3А.

Способ движения бороновальных агрегатов устанавливают в зависимости от длины гона, конфигурации поля, направления предшествующей пахоты.

4.8 Культивация

Сплошная культивация предназначена для рыхления верхнего слоя почвы на глубину 6-12 см, подрезания сорняков и выравнивания поверхности поля. Агротехнические требования к культивации:

- обработка производится поперек или под углом к направлению вспашки;
- повторные обработки поперек предшествующей культивации;
- отклонение средней глубины обработки от заданной не более ± 1 см;
- высота гребней обработанного поля 3...4 см;
- сорные растения должны быть полностью подрезаны, огрехи и пропуски не допускаются;

- перекрытие смежных проходов 10...15 см; Культиваторные агрегаты комплектуют в зависимости от почвенных условий, размеров, рельефа полей и их конфигурации. Для обработки больших массивов применяют широкозахватные агрегаты с мощными тракторами, а на небольших участках тракторы класса 1,4. Количество культиваторов в агрегате выбирают в зависимости от удельного сопротивления почвы, длины и конфигурации поля.

4.9 Фрезерование

Фрезерные культиваторы предназначены для предпосевной обработки почвы под посев различных сельскохозяйственных культур. Фрезерные культиваторы производят рыхление и интенсивное перемешивание почвы. Для рыхления междурядий на тяжелых суглинистых почвах, на пойменных и уплотненных почвах, а также для уничтожения переросших сорняков в условиях поливного земледелия применяют фрезерные культиваторы КФК-2,8, КГФ-2,8 и КРН-1,4. Применение фрезерного культиватора с вертикальным расположением рабочих органов КВФ-2,8, культиватора фрезерного глубокорыхлителя КФГ-3,6 позволяет получать качественно подготовленную поверхность почвы, что обеспечивает устойчивую работу посевных и посадочных машин и способствует повышению урожайности до 25-30%. Рыхлое состояние почвы полученная в гряде сохраняется более длительное время, чем в гребнях [3]. Глубину фрезерования регулируют опорными колёсами, интенсивность измельчения почвы – скоростью движения агрегата.

5 Подготовка клубней картофеля к посадке

От качества подготовки посадочного материала напрямую зависит урожай культуры. На посадку используют клубни с высокими семенными и посевными качествами. Согласно требованиям, предъявляемым к семенному картофелю по посевным качествам в 1-м классе допускается до 7% некондиционных клубней, во 2-м классе до 12%. При наличии более 12% некондиционных клубней семенной материал не может быть использован для посадки. Подготовка клубней к посадке включает в себя следующие операции: выгрузку из хранилищ, удаление примесей и дефектных клубней, калибровку, прогрев протравливание (рисунок 10). Картофель из хранилища выгружается транспортёром -загрузчиком ТЗК-30. Клубни должны быть перебраны на столах-переборщиках для удаления некондиционных клубней вручную и откалиброваны на картофелесортировальном пункте, например, на КСП-15. После этого картофель укладывается на крытые площадки для просушивания и прогрева. Для продовольственных целей рекомендуется высаживать клубни массой 50-80 г. Для защиты растений проводится обработка семенного материала. Существует несколько способов обработки клубней, например, окунание контейнеров с семенным материалом в ёмкость с раствором. После этого контейнеры просушиваются. Возможна, обработка клубней непосредственно в сажалке. Качество подготовки семенного материала влияет на густоту посадки, степень повреждения клубней при уборке, величину и качество урожая.

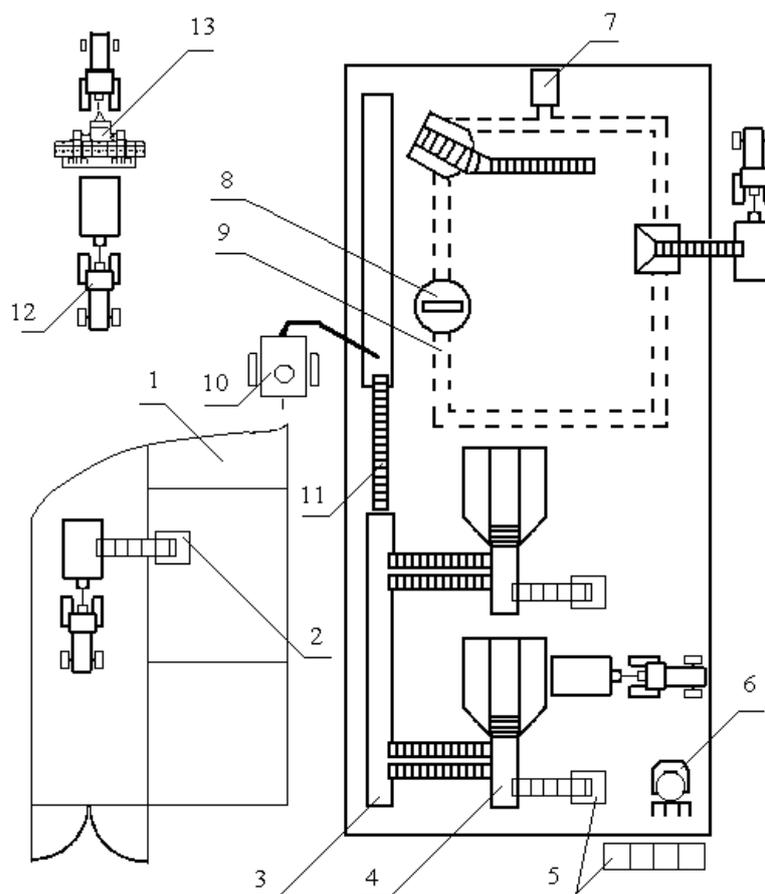


Рисунок 10 – Схема поточной линии для механизированной подготовки картофеля к посадке: 1 – хранилище; 2 – загрузчик; 3 – транспортер; 4 – КСП; 5 – контейнеры; 6 – автозагрузчик; 7 – ВПТ-600; 8 – шатровый распределитель; 9 – воздуховод; 10 – опрыскиватель; 11 – скребковый транспортер; 12 – транспортное средство; 13 – картофелепосадочный агрегат

Картофель на семена выращивают на специализированных семенных участках с соответствующей технологией. Весной весь посадочный материал перебирают. При этом удаляют клубни загнившие, подмороженные, пораженные в сильной степени паршой, уродливые, а также с механическими повреждениями и поврежденные вредителями. Картофель сортируют с разделением на фракции: - сильно мелкая фракция – до 25 г; – мелкая – 25-50 г; – средняя – 50-80 г; – крупная – свыше 80 г;

Фракция клубней до 25 г идет на корм скоту. Сортировку и калибровку по фракциям осуществляют на картофелесортировальных пунктах (таблица 14).

Таблица 14 – Техническая характеристика картофелесортировальных пунктов

Показатель	Марка картофелесортировального пункта		
	КСП-15В передвижной	КСП-25 стационарный	КСП-750 стационарный

Производительность, т/ч:осенний периодвесенний период не менее	15,74 6	25 12	30 15
Масса оборудования, кг	5300	30000	29000

Использование для посадки смеси клубней разной величины недопустимо. Это ведет к изреженности посадок, неравномерному появлению всходов и недобору урожая.

Таблица 15 – Влияние массы посадочных клубней и расстояния между ними в ряду на урожайность картофеля ц/га

Масса посадочных клубней,г	Расстояние между клубнями в ряду, см	Урожайность ц/га	Число клубней на растении	Коэффициент размножения
40	20	413	9,7	13,8
80	40	398	17,9	13,3
120	60	424	24,2	14,1

Из таблицы 15 следует, что максимальную урожайность получают от клубней массой 120 г [6]. Один из распространенных высокоэффективных и обязательных агротехнических приемов предпосадочной подготовки клубней – **проращивание**. Оно ускоряет появление всходов, развитие растений и повышает урожайность. Во время проращивания периодически осматривают клубни и удаляют больные и непроросшие, а также клубни, проросшие нитевидными ростками. Пророщенные клубни сажают в предварительно прорыхленные борозды и заделывают окучниками. Поскольку просыхание и прогревание гребней идет лучше, чем борозд, посадка в гребни более эффективна [6,15]. Перед посадкой пророщенные или прогретые клубни опудривают золой из расчета 5-6 кг на 1 т клубней. Опудривание следует проводить в день посадки, для лучшего прилипания золы клубни слегка увлажняют. Это ускоряет появление всходов, повышает урожайность и крахмалистость клубней на 1-2%, улучшаются вкусовые качества. По продуктивности растения от средних и мелких клубней на маловлагоемких дерново-подзолистых, песчаных почвах не уступают растениям, полученным от крупных посадочных клубней. В настоящее время разработано несколько способов проращивания, различающихся между собой сложностью, длительностью и назначением:

а) прогревание и провяливание клубней до образования чуть тронувшихся в рост ростков;

- б) световое проращивание с получением ростков от 0,5 до 2 см;
- в) влажное проращивание с получением ростков и мочки корней;
- г) получение рассады картофеля.

Наиболее распространенный способ – первый. Это обусловлено относительной легкостью и доступностью способа во всех хозяйствах, незначительными затратами на его проведение, универсальностью, то есть возможностью использования как для повышения урожайности раннего картофеля, так и для уборки в ранние сроки, а также возможность механизированной посадки.

6 Транспортировка картофеля

В специализированных картофелеводческих хозяйствах подготовка семенного картофеля, доставка его в поле и загрузка в сажалки осуществляется поточным способом: клубни из хранилища или бурта механизированным способом грузят в самосвалы и перевозят к картофелесортировальным пунктам с переборочными столами, на которых отделяют примеси и разделяют клубни на фракции, затем эти фракции подают в секционный бункер-накопитель. При посадке клубни из бункера-накопителя самотеком загружаются в самосвалы и доставляются в поле, где перевалочным или прямоточным способом загружаются в сажалки. Пророщенный картофель доставляют, как правило, в контейнерах, ящиках, полиэтиленовых рукавах и других емкостях, в которые клубни были заложены для проращивания. Загружают пророщенные клубни в сажалки САЯ – 4А вручную или тракторными и автомобильными погрузчиками.

Загрузчик ЗАК-3 предназначен для доставки в поле и загрузки картофелепосадочных машин минеральными удобрениями и клубнями картофеля. Загрузчик ЗАК-3 устанавливается на шасси автомобиля. Привод рабочих органов загрузчика осуществляется от коробки передач автомобиля. Грузоподъемность – 3 т; максимальная высота выгрузки (от поверхности земли) минеральных удобрений – 2,5 м, клубней картофеля – 2 м. Пропускная способность 45 т/ч.

7 Посадка

Посадка в оптимальные сроки – одно из обязательных условий получения высоких урожаев картофеля. При определении сроков посадки учитывают местоположение участка, способ подготовки семенного материала, особенности сортов, плодородие полей и другие условия. Способы и глубина заделки клубней зависят от типа почвы и климатических условий. Клубни при посадке заделывают так, чтобы образовалась гладкая или гребневая поверхность поля.

В условиях Южного Урала и Северного Казахстана посадку картофеля целесообразно начинать тогда, когда температура почвы на глубине 10 см достигнет 5-7° С тепла, а температура воздуха в течение суток не опустится ниже 10°С. Выдержанные по агротехническим требованиям сроки посадки, её глубина и густота могут увеличить будущий урожай на 12-18%. В настоящее время в нашем регионе в основном применяется гребневый способ посадки. В некоторых хозяйствах применяется грядоленточный способ возделывания

картофеля. Технология посадки включает раскрытие посадочных борозд, подачу клубней и удобрений в раскрытые борозды и заданное размещение клубней и удобрений в почве, закрытие посадочных борозд. Современные машины все операции посадки осуществляют за один рабочий проход, преимущественно без участия обслуживающего персонала преимущественно рядовым, квадратно гнездовым и ленточными способами.

Рядовая посадка может быть с постоянной и переменной шириной междурядий. Фоном для посадки могут быть ровная поверхность поля, предварительно нарезанные гребни или гряды. Направление посадки обязательно поперек основной обработки, желательно с севера на юг для лучшей освещенности каждого куста. На концах гона отбивают поворотные полосы шириной 7-8 м для навесных и 14-16 м для прицепных агрегатов. При посадке картофеля применяют челночный способ движения агрегата.

В зависимости от длины гона и нормы посадки поле должно быть разделено на участки с технологическими полосами для перезаправки картофелепосадочных машин. Поэтому необходимо учитывать зависимость между длиной гона и емкостью бункера. Площадь посадки при полном опорожнении бункера равна

$$S = \frac{V_{об} \cdot K^1}{H} \quad (8)$$

где $V_{об}$ – емкость бункера, кг; K^1 – коэффициент использования емкости бункера; H – заданная норма посадки кг/га. Оптимальная густота посадки картофеля для северных и северо-западных районов – 50-55 тыс. кустов на 1 га (40-45 тыс. на песчаных и супесчаных почвах и 50-55 тыс. на суглинках), во всех засушливых районах и с неустойчивым увлажнением 40 тыс. [6].

Таблица 16 – Ориентировочные затраты посадочного материала

Диаметр клубней, мм.	Масса клубней г	Продовольственный картофель		Семенной картофель	
		1000 раст/га	ц/га	1000 раст/га	ц/га
30...45	40...45	48...50	21...25	55...60	24...27
30...55	60...65	42...45	26...30	48...52	29...32
45...55	80...85	38...40	31...33	42...46	35...40

На тяжёлых почвах посадку следует начинать при наступлении пахотной спелости, когда почва не прилипает к рабочим органам, а крошится на мелкие кусочки. Во всех случаях продолжительность посадки не должна превышать 8-10 дней. Увеличение срока посадки ведёт к потерям урожая, сокращению периода клубнеобразования на 15-20 дней, неполному вызреванию клубней, повышенной травмированности при уборке. На непрогретых почвах при ранних сроках посадки наибольший урожай получают при мелкой (на глубину 5-7 см)

посадке в верхний прогретый слой почвы. В степных районах Южного Урала с сухим и жарким климатом предпочтительна посадка на глубину 12-14 см.

7.1 Гребневая посадка. Гребневая посадка дает лучшие результаты в районах где мало тепла и избыток влаги. Почва в гребнях быстрее прогревается, для клубней создаются лучшие водно-воздушный и тепловой режимы, что обеспечивает получение ранних и полноценных всходов. Такой способ эффективен на связных почвах регионов Северного Урала, Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока [1,4,6]. На легких песчаных и суглинистых почвах в этих районах и в степной зоне целесообразна гладкая посадка, со слабовыраженными гребнями с невысокими отлогими откосами.

Чем влажнее, холоднее климат и короче вегетационный период, тем мельче высаживают клубни (6-8 см) и, наоборот, чем жарче и суше климат, тем глубже сажают клубни (12-14 см). Глубина заделки клубней тесно связана с условиями уборки урожая. Более глубокое размещение маточных клубней вызывает и более глубокое залегание клубневого гнезда нового урожая.

Таблица 17 – Средняя продолжительность периода "посев – всходы", дней

Почвы	Среднесуточная температура воздуха за период "посев- всходы", °С				
	12,1-14,0	14,1 -16,0	16,1-18,0	18,1-20,0	20.1-22,0
Суглинки	33	29	25	24	22
Супеси	32	28	20	21	17

Средняя продолжительность периода "посев- всходы" у картофеля в зависимости от температуры воздуха для различных типов почв приведена в таблица 17.

Картофель высаживают рядовым способом с междурядьями 60, 70 или 90 см при расстоянии 22-40 см между отдельными клубнями в рядке (в зависимости от плодородия почвы и сорта картофеля). Величину междурядий для картофеля выбирают в зависимости от климатических условий (70-90 см для районов повышенной влажности и 60 см – для засушливых районов) (таблица 18).

Таблица 18 – Ширина междурядий и расстояние между клубнями в ряду при рядовой посадке картофеля

Страна	Ширина междурядий, см	Расстояние между клубнями в ряду, см
РФ, РК	70,60	25 – 45
США	75-107	13 – 50
ФРГ	62,5	20 – 50
Словакия	62,5	25 – 40
Англия	66-71, 56 – 60 (ранние)	20 -50

При гребневой посадке картофеля машина должна обеспечивать заделку клубней на глубину 6 – 8 см от вершины гребня, а при безгребневой – на 12 – 14 см от поверхности участка поля. Отклонения от средней глубины заделки клубней допускаются не более ± 2 см. Отклонение глубины посадки от нормальной на 5 см снижает урожай картофеля до 15% [9].

7.2 Посадка в гряды

Перспективными технологиями для возделывания картофеля являются интенсивные технологии с междурядьями 70...75см и 90см, с использованием машин с активными или пассивными рабочими органами при предпосадочной подготовке почвы и уходе за посадками картофеля и грядооленточная 110 + 30 см [14,15,16]. В неблагоприятных условиях грядооленточный способ выращивания позволяет повысить урожайность на 20–25% и облегчить комбайновую уборку за счет уменьшения объема сепарируемой почвы на 35–40% [5,6]. Грядооленточная технология предусматривает выполнение технологических операций по возделыванию картофеля с минимальным количеством обработок при уходе за посадками картофеля. Нарезку гряд с одновременным фрезированием почвы проводят навесными грядообразователями.

Клубневое гнездо в поперечном сечении с достаточной достоверностью для практических целей можно описать эллипсом (рисунок 11). Размеры клубневого гнезда варьируют в значительных пределах. Согласно опытным данным, значения радиусов эллипса, описывающего клубневое гнездо, можно найти по выражениям

$$R = R_{cp} + \sigma_R, \quad r = r_{cp} + \sigma_r, \quad (9)$$

где R , r – соответственно большой и малый радиус эллипса, описывающий клубневое гнездо; R_{cp} , r_{cp} – соответственно средние значения радиусов ($R_{cp}=9,85$ см, $r_{cp}=8,3$ см); σ_r, σ_R – среднеквадратичные отклонения соответствующих радиусов эллипса ($\sigma_r = 1,95$ см, $\sigma_R = 1,90$ см).

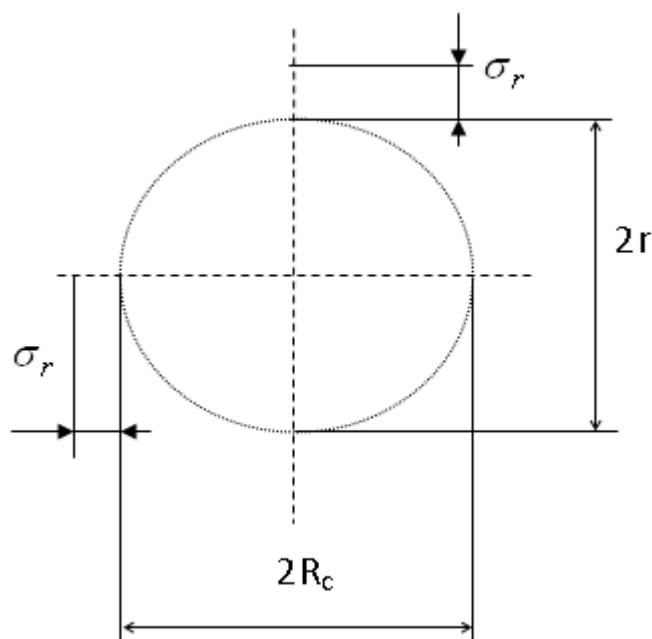


Рисунок 11– Определение размеров клубневого гнезда

Предполагая, что размер зоны питания клубней подчиняется нормальному закону распределения, можно определить размеры эллипса, описывающего клубневое гнездо и определим радиусы эллипса:

$$R_y = r_{CP} + 2,4 \cdot \sigma_r; \quad R_x = R_{CP} + 2,4 \cdot \sigma_R \quad (10)$$

Размеры клубневого гнезда для грядооленточной технологии возделывания картофеля определяются расстоянием между клубнями. Основные требования к расстоянию между клубнями в гряде: недопущение угнетения растений друг другом. Следовательно, зоны развития клубней соседних растений не должны пересекаться, что обеспечивается при условии

$$m > 2R_x = 26 \text{ см} \quad (11)$$

где m – расстояние между рядками в гряде.

Увеличение расстояния между рядками в гряде также имеет предел. Дело в том, что с увеличением m возрастает вероятность оголения клубней со стороны склонов гряды (рисунок 11). [11,14]. Площадь поперечного сечения гряды должно быть достаточной для развития клубневого гнезда, выше уровня междурядья при минимальном количестве «зеленых» клубней. При известных значениях радиусов эллипсов зоны клубнеобразования основные размеры гряды можно определить по следующим выражениям:

$$C = m + 2\Delta B = m + 2 \left[R_x - \frac{R_y}{\text{tg}J} \right]; \quad (12)$$

$$B = C + \frac{4R_x}{\text{tg}J} \quad (13)$$

ширину междурядья $m = 35$ см.

Агротехнические требования к посадке

- норма посадки зависит от размера клубней и назначения картофеля. На семенных участках высаживают – 42...60 тыс.шт, продовольственный – 38...50 тыс.шт.

- посадку производят рядовым способом с междурядьями 60, 70, 90 см. Допустимые отклонения основных междурядий ± 2 см, стыковых ± 10 см;

- глубина посадки картофеля на суглинистых почвах составляет 6...8 см, а на супесчаных 8...10 см, считая от вершины гребня до верхней точки клубня. Отклонение по глубине допускаются ± 2 см;

- при посадке картофеля с одновременным внесением минеральных удобрений, последние вносят лентой шириной 5-7см с прослойкой почвы 2-5см.). Для посадки клубни должны быть откалиброваны на фракции 50..80гр;

- при посадке крупных и средних клубней количество пропусков не должно превышать 1,5 -2%, а наличие двух клубней в одном гнезде -2%. При работе с резаными клубнями пропуски допускаются до 3% и гнезд с двумя клубнями – до 10%. При посадке мелких клубней гнезд с двумя клубнями может быть до 15%, но без пропусков и увеличения их размеров.

7.3 Требования к машинам для посадки картофеля

1. Машина должна быть пригодной для посадки сортированного картофеля с массой клубней от 50 до 80 г округлой и продолговатой формы, а также для посадки мелких клубней от 30 до 50 г, крупных – свыше 80 г, резаных частей картофеля массой от 30 до 70 г и яровизированных клубней с длиной ростков до 2 см. При посадке клубни не должны повреждаться.

2. В зависимости от почвенно-климатических условий картофелесажалки должны обеспечивать заделку картофеля как с образованием гребней, так и с гладкой поверхностью. Вершина (средняя линия) гребня должна совпадать с линией рядка картофеля. Допустимые отклонения ± 2 см.

3. В зависимости от принятой технологии посадки расстояние между клубнями в рядке устанавливают 20, 25, 30, 35 или 40 см.

4. В целях сохранения влаги в почвах засушливых районов рабочие органы картофелесажалок не должны извлекать на поверхность влажный горизонт почвы.

7. В районах с достаточным и избыточным увлажнением рабочие органы должны способствовать разрыхлению почвы и сохранению ее структурного состояния.

8. Рабочие органы машин должны обеспечивать внесение минеральных удобрений пунктирно в две строки по обеим сторонам гнезд на расстоянии 5-7 см от рядка и на 2-3 см глубже заделки клубней.

7.4 Характеристика посадочных машин

Ранее промышленностью выпускалась картофелесажалка навесная четырехрядная СН-4Б-1 (СН-4Б-2) (таблица 19) для гребневой или гладкой

рядовой посадки непророщенных клубней картофеля с междурядьями 70 см. Агрегатировалась сажалка с тракторами класса 1,4 т. Ширина захвата 2,8 м, рабочая скорость до 5,4 км/ч. Производительность 0,58-1,15 га/ч. Обслуживалась трактористом и двумя сажальщиками, а при использовании загрузчика картофеля ЗКС-0,2, устанавливаемого на трактор, одним заправщиком.

САЯ-4А – сажалка для рядковой посадки пророщенных клубней картофеля с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений. Сажалка может быть использована для посадки непророщенных клубней, резаных клубней и смеси целых и резаных. Агрегатируется с тракторами тяговых классов 1,4; 3. Обслуживают тракторист и двое рабочих.

Картофелепосадочная машина четырехрядная полунавесная КСМ-4 предназначена для гребневой или гладкой рядовой посадки непророщенных клубней и одновременного внесения минеральных удобрений в борозду. Закрытие борозд с высаженными клубнями производится дисками при гребневой посадке или дисками и боронками при гладкой. Привод рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности (ВОМ) трактора. Агрегатируется с тракторами тяговых классов 1,4; 3. Обслуживают тракторист и двое рабочих.

Картофелепосадочная машина КСМ-6 отличается от КСМ-4 большей шириной захвата, вместимостью бункера. Маркеры позволяют сохранять прямолинейность агрегата. Опускающийся бункер позволяет загружать картофель из любых самосвалов и прицепов, с торцевой и боковой разгрузкой. Агрегатируется с тракторами МТЗ-82(100/102); ДТ-75М; ДТ-175. Обслуживают тракторист и двое рабочих.

Картофелепосадочная машина восьмирядная полунавесная КСМ-8. Предназначена для рядовой посадки непророщенных клубней картофеля по базовой технологии с одновременным внесением минеральных удобрений. Агрегатируется с тракторами тяговых классов 2; 3. Обслуживают тракторист и двое рабочих. По сравнению с шестирядной картофелепосадочной машиной КСМ-8 повышает производительность в 1,4 раза, снижает затраты труда на 41%.

Таблица 20 – Технические характеристики картофелесажалок

Показатели	СН-4Б-1	САЯ-4	КСМ-4	КСМ-6	КСМ-8	КСМГ-4	КСМГ-6	Л-202
------------	---------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	-------

Масса, кг	850	1700	2460	3060	4200	2060	2600	1640
Вместимость бункера, кг								
картофель	360	800	2300	3200	4500	2300	3200	850
удобрения	50	140	600	900	1200	-	-	-
Загрузочная высота бункера								
для картофеля, м	1,80	1,35	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	1,40
Среднее время загрузки сажалки, мин	8	5,6	3,6	4,7	6,4	3,1	4,2	4
Рабочая скорость, км/ч	5-6	5-6	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	5-6
Производительность, га/ч	0,5 –1,1	0,7	1,0-1,6	1,2-1,8	1,5-2,4	1,6-2,5	1,2-1,8	0,8-1,1
Густота посадки, тыс. шт/га	55-62	41-65	35-80	35-80	35-80	35-80	35-80	35-80
Глубина посадки, см	8-18	8-18	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16

Картофелепосадочные машины полунавесные КСМГ-4, КСМГ-6 предназначены для посадки картофеля в предварительно нарезанные гребни с внесенными минеральными удобрениями. В отличие от базовой модели КСМ-4, КСМГ-6 снабжены общим на каждые два сошника копирующим колесом. У картофелепосадочных машин отсутствуют маркеры и туковысевающие аппараты. Привод рабочих органов осуществляется от ВОМ трактора. Агрегатируется с тракторами тяговых классов 1,4; 2; 3. Обслуживают тракторист и рабочий.

Картофелесажалка Л-202 навесная, четырехрядная предназначена для посадки картофеля в гребни. Отсутствуют маркеры и туковысевающие аппараты. Привод рабочих органов осуществляется от опорных колес сажалки. Агрегатируется с тракторами тяговых классов 1,4; 2. Обслуживают тракторист и рабочий.

8 Междурядная обработка

За период вегетации картофеля поле подвергается 10-12-кратному воздействию ходовых аппаратов тракторов. В результате этого почва уплотняется, что снижает урожайность на 20-38%.

Первая обработка должна проводиться через 5-7 дней после посадки. Все операции по уходу проводятся согласно технологической карте для данной природно-климатической зоны и биологических фаз развития растений. Через 5-7 дней после посадки прорастают сорняки. Обработку посадок с целью уничтожения сорняков можно проводить с применением как химических так и механических способов обработки. Для механической обработки применяют либо культиваторы с рабочими органами, которые сохраняют рыхлое состояние почвы, либо машины с активными рабочими органами, например КФК-2,8. Преимущество этого культиватора в том, что он создаёт объёмный рыхлый гребень. Высота гребня после окучевания должна быть не менее 22-25 см. Повторное окучевание должно быть осуществлено, когда росткам картофеля останется 2-3 сантиметра до всходов из почвы. В этом случае клубневое гнездо развивается выше основания междурядья, что позволит при уборке применять

комбайны и снизить количество примесей в убираемом ворохе.

После окучивания необходимо осуществлять химическую обработку гербицидами, которые создадут на почве предохранительную плёнку. Применяют гербициды: зенкор, арезин, топогард и другие. Действие гербицида прекращается после нарушения плёнки механической обработкой. Для борьбы с болезнями и насекомыми применяют фунгициды и пестициды. Норма расхода жидкости при химических обработках 200-300 литров на гектар. Всего предусматривается две-три послеуборочные обработки, которые проводятся после боронования с рыхлением междурядий и окучиванием. Перед смыканием ботвы проводится высокое окучивание.

Агротехнические требования при окучивании:

- полное уничтожение сорняков на дне борозды, в междурядьях и по краям гребней;
- разрушение почвенной корки без оборачивания пласта в районах недостаточного увлажнения;
- рыхление почвы в междурядьях двусторонними и односторонними лапами должно проводиться на глубину 6-15 см, а долотообразными лапами – до 17-20 см без повреждения корневой системы и ботвы картофеля;
- величина защитной зоны, измеряемая от центра рядка, должна составлять 10-20 см;
- рабочие органы не должны повреждать и засыпать ботву картофеля;
- высота обрабатываемых гребней должна составлять 15 – 25 см.

При возделывании картофеля как отмечалось в главе используют для подкормки органоминеральные удобрения для чего применяют культиваторы растениепитатели.

Культиватор-окучник навесной КОН-2,8 ПМ предназначен для междурядной обработки и подкормки картофеля, посаженного четырехрядными картофелесажалками, с междурядьями 60-70 см. Культиватор обеспечивает: подрезание сорняков; рыхление почвы в междурядьях на глубину 6-14 см; окучивание с получением гребней высотой до 25 см; внесение минеральных удобрений в почву от 26 до 300 кг/га; обработку тяжелых почв.

Агрегируется с тракторами класса 1,4.

Культиваторы-окучники навесные КРН-4,2Г(Д), КРН-5,6 предназначены для ухода за посадками картофеля. Выполняют следующие операции:

- сплошное боронование посадок до и после появления всходов;
- подрезание сорной растительности;
- рыхление верхнего слоя почвы в междурядьях на глубину 4 – 8 см;
- подкормку растений картофеля минеральными удобрениями;
- окучивание посадок;
- глубокое рыхление междурядий.

Агрегируются с тракторами тяговых классов 1,4; 2.

К междурядной обработке посадок картофеля, особенно при переходе к системе минимальных обработок, предъявляются высокие требования. Выполнение операций должно обеспечивать минимальные повреждения

растений картофеля. К тракторам и культиваторам предъявляются следующие требования:

1. Колея ходовой части пропашного трактора или самоходного шасси должна соответствовать ширине междурядий, а его полевой (дорожный) просвет -обеспечивать проход над растениями без их повреждения. Допустимая степень пригибания зависит от состояния растения и характеризуется коэффициентом стойкости $K_{ст}$:

$$K_{ст} = \frac{h_0 - П}{h_0}, \quad (17) \text{ где } h_0 - \text{высота ботвы}$$

картофеля; $П$ – дорожный просвет трактора (не менее 45 см). Величина $K_{ст}$ для картофеля находится в пределах 0,20 – 0,25. Коэффициент стойкости пригнутых растений (дневные часы) возрастает на 15-20%, а при насыщенности влагой ботвы (утренние часы) снижается на такую же величину.

2. Колеса и гусеницы пропашных тракторов должны быть достаточно узкими, чтобы проходить по междурядьям, не повреждая растений. При сомкнутых междурядьях ходовую часть пропашных тракторов оборудуют специальными ботвоотделителями, или обтекателями. Ходовая часть должна создавать удельное давление не свыше 4 Н/см², чем предотвращается образование глубокой колеи и повреждение корневой системы.

3. Культиватор должен вписываться в междурядья посадок картофеля и проходить над ботвой, не повреждая ее. Как правило, захват культиватора равен захвату посадочного агрегата или в целое число раз меньше его. Для правильной установки колеи пропашного трактора при междурядной обработке используется формула

$$K = (n+1)m - v_0 - 2Z_n, \quad (18)$$

где K – ширина колеи трактора, см; n – число рядков посадок картофеля, проходящих между колесами трактора; m – ширина междурядий, см; v_0 – ширина обода колеса или гусеницы, см; Z_n – ширина наружной защитной зоны, см. Наилучшая колея достигается в том случае, когда с обеих сторон обода будут одинаковые защитные зоны. В этом случае

$$K = m \cdot n. \quad (19) \text{ Для междурядной обработки}$$

картофеля и других пропашных культур применяются фрезерные культиваторы. При обработке междурядий разрыхляется почва, подрезаются и перемешиваются с почвой находящиеся в зоне обработки стебли и корни сорных растений. Крошение почвы можно регулировать в широких пределах путем изменения поступательной скорости агрегата и числа ножей на барабане. При проведении окучевания картофеля фрезерные культиваторы оборудуются профилеобразователями, которые формируют гребень а также служат ограждением от разбрасывания почвы. Обработка почвы фрезой КФК-2,8 при окучевании посадок картофеля резко снижает количество комковатых фракций размером 10-25 мм и глыб свыше 25 мм, оказывающих вредное влияние на структурность почвы и качество работы картофелепосадочных машин. При

влажности почвы менее 15-18% культиваторы с пассивными рабочими органами не распыляют почву, поэтому лучше сохраняют влагу, но с увеличением влажности увеличивается образование почвенных комков. Фрезерные рабочие органы при влажности свыше 18% за счет более высокой степени крошения значительно уменьшают испаряемость влаги. Опыты показали, что целесообразно проводить обработку почвы фрезами при влажности от 18 до 25%. [16,19] Культиватор КФК-2,8 предназначен для обработки только гребневых посадок. При возделывании картофеля на грядах также возникает необходимость обработки междурядий с активными рабочими органами [14].

9 Голландская технология

Принципиальное отличие голландской технологии от принятой в нашей стране заключается в уменьшении числа механических обработок: рыхлый слой почвы создается не под клубнем, а над ним. Основная задача технологии – получить рыхлую, мелкокомковатую структуру почвы при минимальном количестве проходов агрегатов по полю. Наиболее распространенная ширина междурядий 75 см. Она хорошо приспособлена к колее трактора 1500 – 1800 мм. Для обеспечения достаточной защитной зоны между внешним краем шины и гнездом клубней требуется как минимум 75 см. Самые распространенные расстояния между клубнями 24, 27, 30, 33 и 36 см.

В странах Центральной Европы ширина междурядий при возделывании картофеля составляет 75 см, в США и Великобритании – 90 см, так как в этих странах высаживают более крупные клубни (85, 110 гр.), требующие свободного размещения и создания питательной зоны для накопления урожая (рисунок 13). При возделывании картофеля почва должна быть заправлена органическими и минеральными удобрениями. Весной зябь не перепахивают и не проводят весеннее боронование или культивацию для закрытия влаги, а применяют активное поверхностное рыхление почвы фрезерными культиваторами на необходимую глубину. Такая технология позволяет начать обработку почвы в более ранние сроки, не дожидаясь ее полной физической спелости по всей глубине пахотного слоя; одновременно выполняются операции: фрезерование, планировка и прикатывание почвы. При посадке картофеля разрыв во времени между подготовкой почвы и посадкой картофеля не допускается. Посадка картофеля возможна при достижении температуры почвы 6°С на глубине 5 см в течение трех суток подряд. Семенной картофель высокой репродукции, 100%-й чистоты и всхожести, с размером клубней 30-60 мм в диаметре. Клубни перед посадкой прогревают в течение 12-16 дней и протравливаются на стационарных пунктах или в ходе самой посадки при помощи приспособления, установленного на картофелесажалке. Посадка клубней производится на глубину 4-6 см, после посадки от дисков сажалок образуются гребни. Посадка картофеля осуществляется в основном сажалками и автоматами. Высаживающие аппараты, как правило, ленточно-транспортного типа. Высокая производительность современных сажалок обеспечена в основном за счет двойных ковшовых транспортеров и опрокидывающихся бункеров. Количество пропусков не должно превышать 2 %

[8].

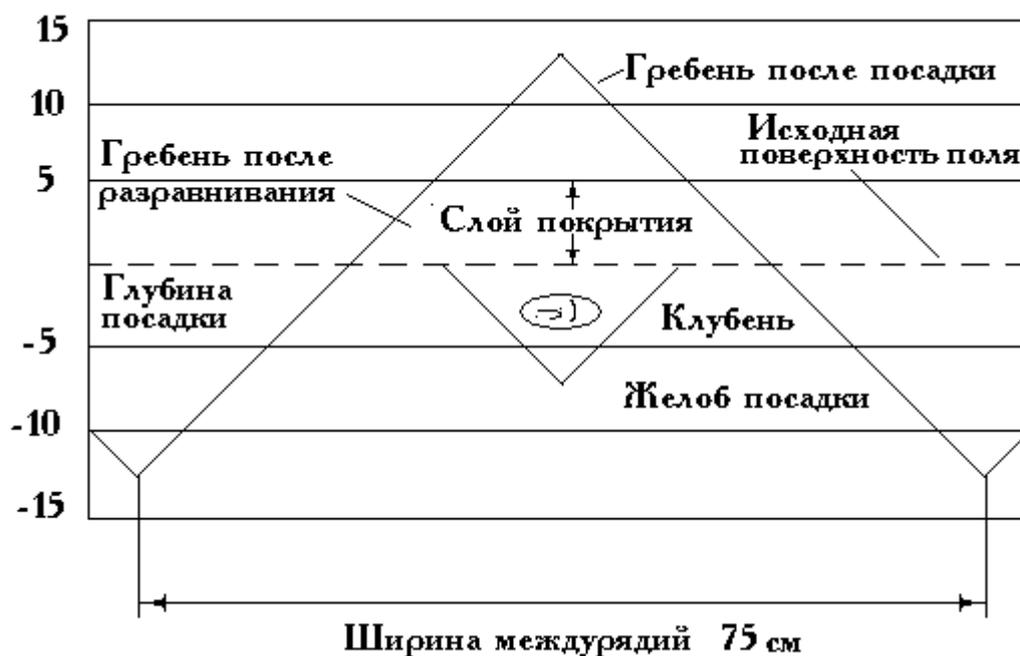


Рисунок 13 – Профиль гребня по голландской технологии

Для получения планируемого урожая продовольственного картофеля расстояние между клубнями в рядке не должно превышать 30-35 см, для семенного – 20-25 см. Мелкая посадка и небольшие размеры гребня обеспечивают быстрое прогревание почвы и прорастание клубней. Перед появлением всходов, примерно на 10-15-й день после посадки, или по всходам картофеля проводят формирование рабочего гребня культиваторами фрезерного типа оборудованными гребнеобразователем (рисунок 14). Оставшийся при посадке между гребнями верхний и непаханный в междурядьях нижний слой разрыхляют фрезой. После прохода фрезы почва попадает в гребнеобразователь, создающий гребни трапециевидной формы (высота – 25-28, ширина нижнего основания – 20, ширина верхней части – 10-15 см) с одновременным объемным сжатием рыхлого слоя.



Рисунок 14– Грядообразователь роликовый с гидроприводом

Применение роликовых грядообразователей с гидроприводом уничтожает сорняки в междурядьях. Культиватор обеспечивает получение выровненной и уплотненной поверхности гребней. В гребнях над маточными клубнями из рыхлой, структурной почвы формируется слой толщиной 18-20 см. В этом слое развиваются длинные и мощные столоны, на них образуется значительно большее количество клубней нового урожая, чем по обычной технологии. В таких гребнях растения меньше зависят от погодных условий в период вегетации. После гребнеобразования другие механические междурядные обработки не проводятся. Для уничтожения сорняков применяется гербицид избирательного действия зенкор. Посадки картофеля в зависимости от степени засоренности опрыскивают один или два раза. Особое внимание следует обращать на качество распыления рабочей жидкости форсунками, ибо от него зависит полнота уничтожения сорняков. При однократной обработке зенкор используется в предвсходовый период, т.е. когда сорняки дают массовые всходы и ботва картофеля частично пробивается наружу. Норма расхода зенкора на легких почвах составляет 1,0-1,1; средних – 1,01-1,2; тяжелых – 1,4-1,5 кг/га [8]. При сильной засоренности посадок картофеля обработку рекомендуется проводить в два приема: на первую обработку готовят рабочий раствор из расчета 0,75 кг/га зенкора на 500л воды, на вторую – 0,5 кг/га зенкора на 300-400 л воды. Чем больше в почве органики, тем выше норма расхода зенкора, и наоборот. Вторично зенкор применяется в случае необходимости, но не позже достижения растениями высоты 10 см. За 12-15 дней до уборки проводится удаление ботвы, т.е. клубни выдерживают в почве 10 дней и более. Этот прием способствует получению зрелого, здорового картофеля с окрепшей кожурой, что снижает механические повреждения клубней при уборке комбайном, повышает их сохранность.

10 Возделывание картофеля в Костанайской области

10.1 Совершенствование технических средств для возделывания картофеля

Технологии производства картофеля в настоящее время сводятся к системе минимальных обработок почвы с применением машин одинаковой ширины захвата. Механическое воздействие ходовыми системами машин вызывает уплотнение пахотного и подпахотного горизонтов почв; площадь уплотненной почвы зависит от ширины захвата агрегата и конструкции ходового аппарата трактора. Для различных агрегатов она колеблется от 7 до 58% обрабатываемого участка [4]. Если не учитывать процесс уплотнения почвы на поворотной полосе то степень уплотнения части поля, испытавшей воздействие ходового аппарата трактора за один проход агрегата равна, можно определить по формуле.

$$K_y = \frac{2 \cdot v}{B_p}; \text{ или } K_y = 2 \frac{v \sum K_o}{K} = 2 \frac{v \sum K_o}{P_{кр}^H \cdot \eta_{исп}}, \quad (20)$$

где K_y – степень уплотнения поля, %; v – ширина обода колеса (гусеницы) трактора, м; B_p – ширина захвата агрегата, м; $P_{кр}^H$ – номинальное тяговое усилие трактора кН; $\eta_{исп}$ – коэффициент использования тягового усилия трактора; $\sum K_o = K_{осц.} + K_{o1} \dots K_{oi}$ – удельное сопротивление сцепки и различных по технологическому назначению сельхозмашин (в одном агрегате), кН/м. Обрабатываемая площадь поля составляет 295...410% от исходного состояния [4]. В результате системного анализа причин уплотнения почвы можно выделить две группы методов снижения уплотнения почвы совершенствование технологии возделывания и уборки картофеля и совершенствование конструкций технических средств для возделывания картофеля. Технологический процесс возделывания и уборки картофеля должен рассматриваться как единая технологическая система, зависящая от множества случайных факторов. Это непрерывное изменение биологических фаз развития растений и почвы, выполнение технологических операций, направленных на качественное изменение физико-механических свойств почвы, создание условий для развития растений в периоды, определённые агротехническими требованиями.

Анализ литературных источников, обработка экспериментальных данных позволяют сделать вывод о том, что предпосадочная подготовка почвы имеет первостепенное значение. Многолетние исследования в ЧГАУ [16,19,21,22] различных технологических схем предпосадочной обработки почвы под картофель выявили преимущество машин с активными рабочими органами на тяжёлых по механическому составу почвах. Они обеспечивают снижение твёрдости почвы в 2,5...3,0 раза по сравнению с послойной обработкой почвы и повышение урожайности на 20 и более ц/га. Таким образом, предпосадочная обработка тяжёлых по механическому составу почв проводится машинами с активными рабочими органами (фрезами) на глубину 12...14 см. На легких по механическому составу почвах обработка проводится пассивными рабочими

органами для устранения эффекта распыления почвенных комков.

Для предпосадочной обработки почвы совместно с ПЗ «Россия» Сосновского района Челябинской области разработаны и внедрены в хозяйстве экспериментальные образцы грядообразователя фрезерного типа с шириной захвата 1,4 м и 4,2 м (рисунок 15,16). Использование фрезы–грядообразователя обеспечивает качественную подготовку поверхности гряды, равномерную посадку картофеля и способствует повышению урожайности на 25-30%. Плотность почвы, полученная в гряде, сохраняется в рыхлом состоянии более длительное время, чем в гребнях.

Применение грядообразователей фрезерного типа позволяет выполнять одновременно две операции: фрезерование и предварительную нарезку гряд. При этом основная масса почвы состоит из комков размерами 10...25 мм (рисунок 17). Осенняя нарезка гребней обеспечивает раннее созревание почвы весной и позволяет на 5...7 дней раньше начать посадку картофеля.



Рисунок 15 – Грядообразователь фрезерного типа с шириной захвата 4,2 м



Рисунок 16– Общий вид грядообразователя фрезерного типа ГО-1,4 с шириной захвата 1,4 м



Рисунок 17– Профиль гряды, обработанной экспериментальным грядообразователем фрезерного типа

Для обработки легких по механическому составу почв под посадку картофеля разработана комбинированная машина КМПО-2,8 с шириной захвата 2,8 м (рисунок 18), который выполняет за один проход несколько технологических операций (глубокое подрезание почвенного пласта, рыхление, измельчение верхних слоев почвы, выравнивание поверхности поля и нарезка гребней под посадку картофеля) и обеспечивает высокое качество обработки почвы.

Машина представляет собой рамную конструкцию, на которую закреплены все рабочие органы: плоскорежущие лапы, барабанно-пальцевые измельчители, прикатывающий каток (грядообразователи или пружинные долотообразные боронки в зависимости от почвенных условий) (рисунок 19).



Рисунок 18– Общий вид машины для предпосадочной обработки почвы

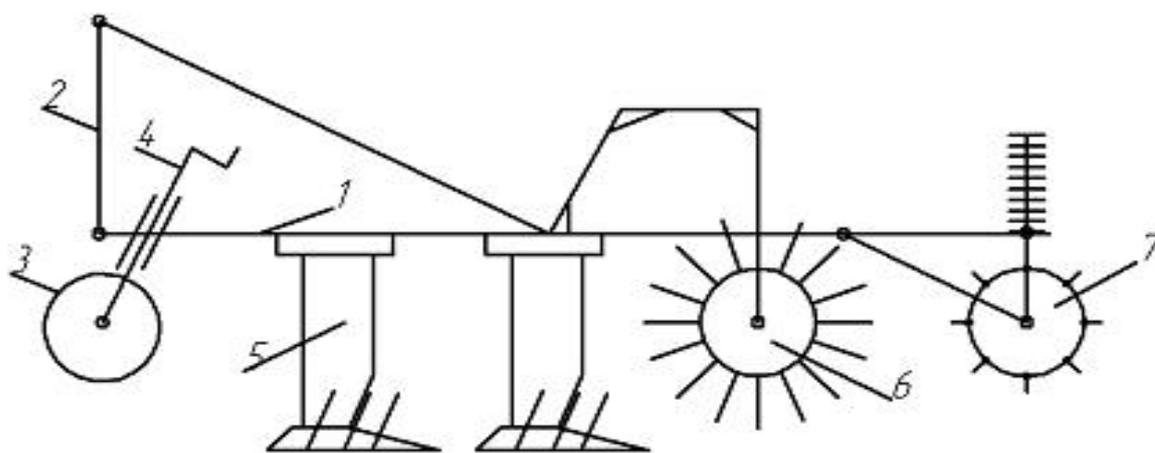


Рисунок 19 – Комбинированная машина КМПО–2,8

1 – рама; 2 – навесное устройство; 3 – опорное колесо; 4 – механизм регулировки глубины обработки; 5 – стойка плоскорежущей лапы; 6 – барабанно-пальцевый рабочий орган; 7 – прикатывающий каток.

Кафедрой «Эксплуатации МТП» ЧГАУ совместно с Уральским испытательным центром СХТ проводились испытания с целью определения тягово-энергетических показателей экспериментальных машин для предпосадочной подготовки почвы динамометрированием согласно ОСТ 10 2.2.-2002 (рисунок 20). Влажность суглинистых почв 20-23%.



а) MIC-400



б) тензозвено ТЕНЗО-М

Рисунок 20 – Оборудование для определения характеристик при тяговых испытаниях экспериментальных машин для предпосадочной обработки почвы

Мощность, потребляемая машинно-тракторным агрегатом при выполнении технологических операций N_e , кВт, определяется по формуле

$$N_e = 10^{-3} \cdot 2\pi M_e n_e \quad (21)$$

где M_e – крутящий момент вала, Н·м; n_e – частота вращения вала, s^{-1} .

Буксование движителей машинно-тракторного агрегата при выполнении технологической операции δ , %, определяется по формуле

$$\delta = \left[\frac{V_x - V_p}{V_x} - \frac{\omega_{\text{шт}} - \omega_{\text{цз}}}{\omega_{\text{оч}}} \right] 100\%, \quad (22)$$

где V_x – скорость поступательного движения МТА без выполнения технологической операции, м/с; V_p – рабочая скорость поступательного движения МТА; ω_{op} – угловая скорость вала двигателя трактора в агрегате с машиной при выполнении технологической операции, рад/с; ω_{ox} – угловая скорость вала двигателя трактора без выполнения технологической операции, рад./с.

Обработка результатов измерений проводилась методами математической диагностики до получения среднего значения величины из всех повторностей опыта. Результаты тягово-энергетических показателей экспериментальных машин представлены в таблице 20, 21.

Таблица 20 – Энергетические показатели грядообразователя ГО-1,4

Показатель	Значение показателя по данным испытаний			
Скорость движения, км/ч	2,37	2,53	3,67	3,82
Глубина обработки, см	11	11	11	11
Производительность, га/ч	0,33	0,35	0,51	0,53
Тяговое сопротивление, кН	3,61	3,78	4,11	4,55
Потребляемая мощность, кВт	2,35	2,65	4,19	4,82
Потребляемая мощность на ВОМ, кВт	25,10	26,18	28,30	30,50
Суммарная потребляемая мощность, кВт	37,25	40,49	49,9	53,82
Удельные энергозатраты, кВт.ч/га	112,88	115,69	97,84	101,55
Удельное тяговое сопротивление, кН/см ²	2,34*10 ⁻³	2,45*10 ⁻³	2,67*10 ⁻³	2,95*10 ⁻³
Удельный расход топлива, кг/чкг/га	4,25	4,5	4,85	5,26
	12,88	12,86	9,51	9,92
Коэффициент использования номинальной эксплуатационной мощности двигателя	0,68	0,74	0,91	0,98
Буксование движителей трактора, %	4,35	8,33	8,69	8,69

Результаты испытаний показали, что энергетическая оценка грядообразователя с трактором МТЗ-82 на III и IV передачах при нарезке гряд фрезированием соответствует скоростному режиму, требуемой агротехническими требованиями. Рабочие скорости изменяются в пределах от 2,0 до 5,0 км/ч с соблюдением качественных показателей. В рабочем диапазоне скоростей обеспечивается производительность до 0,53 га/ч. Показатели буксования составляют 8,0-8,7%, что не превышает нормативов для колесных тракторов.

Таблица 21 – Энергетические показатели машины КМПО – 2,8

Показатель	Значение показателя по данным испытаний
------------	---

Скорость движения, км/ч	4,86	4,90	6,79	7,09
Глубина обработки, см	24	24	24	24
Производительность, га/ч	1,36	1,37	1,90	1,99
Тяговое сопротивление, кН	16,34	17,43	18,46	19,01
Потребляемая мощность, кВт	22,06	23,70	34,89	37,26
Суммарная потребляемая мощность, кВт	45,28	47,19	49,75	51,36
Удельные энергозатраты, кВт.ч/га	33,29	34,45	26,18	25,81
Удельное тяговое сопротивление, кН/см ²	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Удельный расход топлива, кг/га	10,78	10,81	7,80	8,0
Коэффициент использования номинальной эксплуатационной мощности двигателя	0,82	0,86	0,91	0,93
Буксование движителей трактора, %	7,3	7,3	9,5	9,5

Коэффициент использования эффективной мощности трактора составляет 0,68-0,98, что характеризует двухпоточное разделение мощности на привод от ВОМ рабочих органов, преодоление тягового сопротивления орудия и движителей трактора. Орудия работоспособны при незначительном увеличении влажности на суглинистых почвах при влажности до 26%. Энергетическая оценка комбинированного агрегата КМПО – 2,8 с трактором МТЗ-122 на III и IV передачах при подготовке почвы под посадку картофеля соответствует скоростному режиму, требуемую агротехническими требованиями. Рабочие скорости изменяются в пределах от 3,0 до 7,0 км/ч с соблюдением качественных показателей. В рабочем диапазоне скоростей обеспечивается необходимая производительность 1,3-2,0 га/ч. Показатели буксования составляют 7,0-9,5%, что не превышает нормативов для колесных тракторов. Коэффициент использования эффективной мощности трактора составляет 0,8-0,98. Применение машин для предпосадочной подготовки почвы КМПО-2,8 и грядообразователя ГО-1,4 обеспечивает необходимую степень крошения и вспушенности гряды, а необходимое уплотнение боковых откосов обеспечивается формирова­телем гряды за счет подпружинивания. Правильно нарезанные гряды перед посадкой повышают производительность картофелепосадочных машин и качество посадки картофеля. Высокая травмируемость посадочного материала и низкая производительность отечественных картофелепосадочных машин КСМ-4, КСМ-6 обусловлена несовершенством высаживающих аппаратов. Высокая производительность импортных сажалок обеспечена в основном за счет двойных ковшовых транспортеров ленточно-транспортерного типа.



Рисунок 21 – Модернизированная картофелепосадочная машина КСМ – 6 с высаживающим аппаратом ленточно-транспортного типа

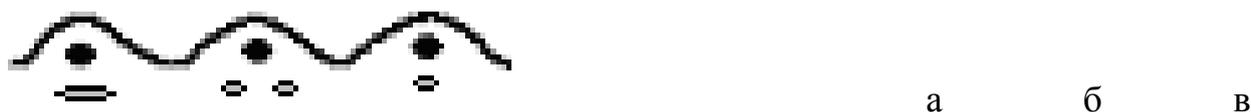
Модернизированная картофелепосадочная машина КСМ – 6 с высаживающим аппаратом ленточно-транспортного типа (рисунок 21) позволила повысить производительность агрегата и точность высева клубней картофеля. Только в том случае, когда растения на поле размещены равномерно и каждое имеет достаточную площадь питания, будут созданы условия для наилучшего развития растений и получения высокого урожая.

Уход за посадками заключается в химических обработках против болезней и вредителей. Посадки картофеля подвержены воздействию различного рода насекомых, в том числе колорадского жука, который наносит существенный вред, уничтожая ботву и клубни картофеля. Как правило, для борьбы с колорадским жуком применяется двукратная обработка картофеля инсексецидами.

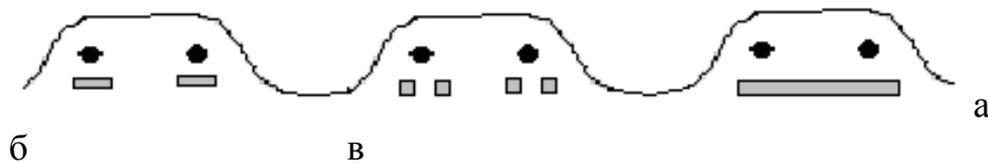


Рисунок 22 – Машина для сборки колорадского жука .

Если первая обработка не оказывает вредного воздействия на посадки картофеля и обеспечивает массовое уничтожение вредителей, то вторая обработка замедляет процесс вегетации растений, что в конечном итоге отражается на урожайности картофеля, кроме того, сказывается вредное воздействие на экологию окружающей среды и отрицательное воздействие на чистоту продукции. Уничтожение вредителей болезней другими способами невозможно в виду отсутствия технических средств. В ПЗ «Россия» Сосновского района для сбора колорадского жука разработана машина (рисунок 22). Уничтожение насекомых осуществляется за счет создания разрежения над листьями ботвы через всасывающие рукава. Всасывающие рукава имеют сменные рабочие органы для грядоленточной и гребневой технологии возделывания картофеля. Технологический процесс локального внесения удобрений должен обеспечивать равномерную подачу твердых органических удобрений в зону залегания основной массы корней растений (рисунок 23). На основе анализа известных устройств для подачи сыпучих материалов предложен рабочий орган вибрационного типа для подачи твердых органических удобрений в почву (рисунок 24). Он отличается простотой конструкции, широким диапазоном угловых скоростей и производительности, небольшими габаритами, не имеет шарнирных сочленений, находящихся в контакте с удобрениями.



Локальное внесение органических удобрений при гребневой технологии – полосное; б – двухленточное; в – ленточное



Локальное внесение органических удобрений при грядоленточной технологии – узкополосное; б – ленточное; в – широкими полосами

Рисунок 23 – Варианты распределения органических удобрений

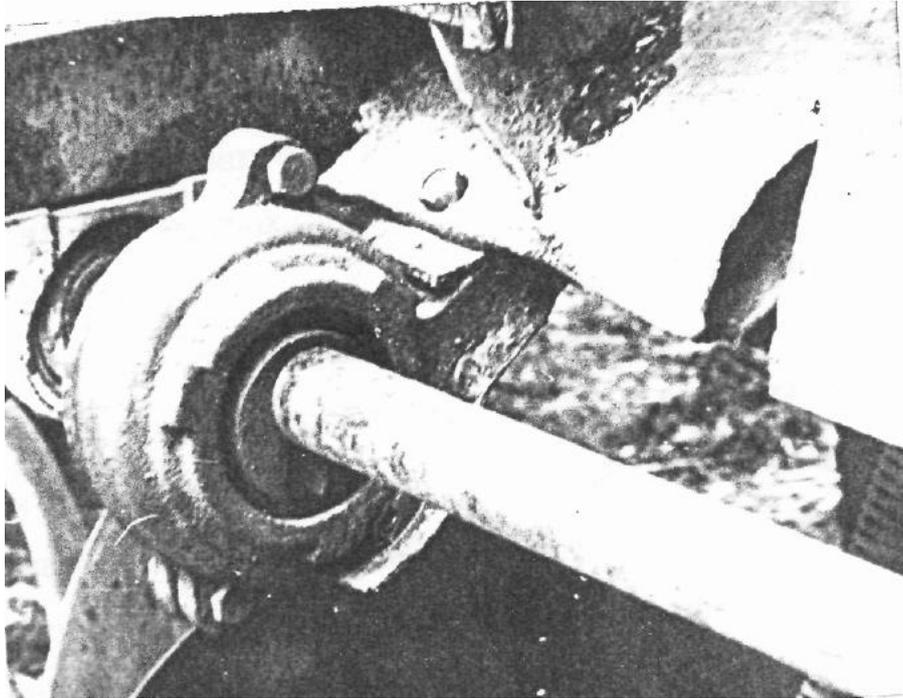


Рисунок 24 – Эксцентриковый привод вибрационного высевающего устройства

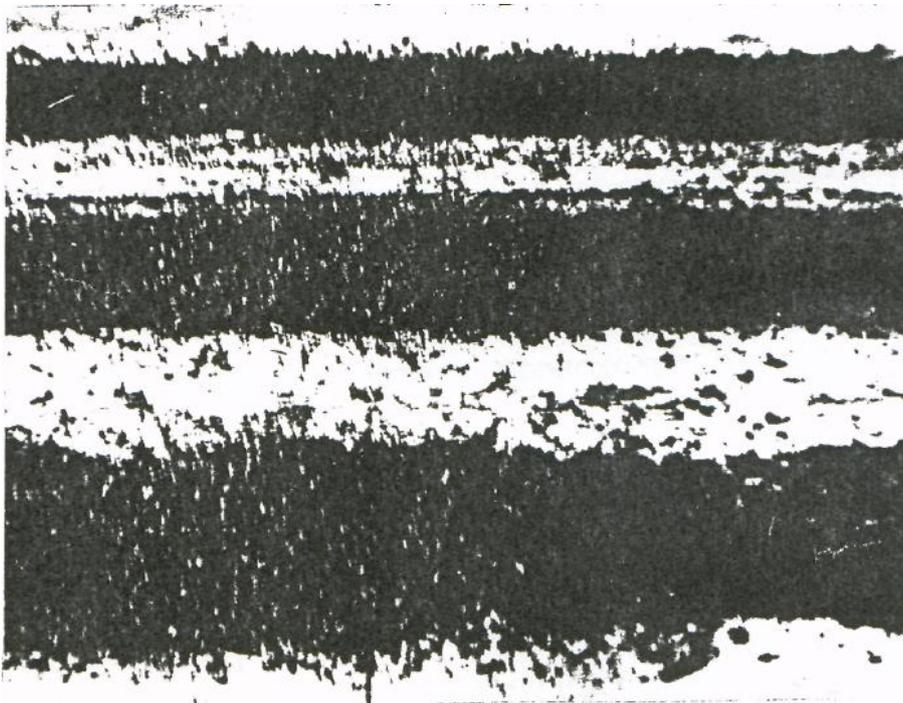


Рисунок 25 – Распределение органических удобрений широкими полосами

Локальное внесение органических удобрений в подкорневую зону с одновременной нарезкой гряд [10,13,14,15] обеспечивает растения питательными веществами в начальный период развития, позволяет поддерживать структурное состояние почвы до уборки, способствует сохранению влаги в пахотном слое на 8...12%. Урожайность картофеля повышается на 25...30%, затраты труда и расход топлива снижаются

соответственно на 30...50 и 20...30%. **10.2 Результаты полевых испытаний влияния различных способов обработки почвы на качество обработки почвы и урожайность картофеля**

Большое разнообразие почвенно-климатических условий, непостоянство физико-механических свойств почвы обуславливает многообразие конструкций для предпосадочной подготовки почвы. Кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» Челябинского агроинженерного университета в 2003-2006 гг. на полях Челябинской области проводились исследования по изучению влияния на различных способов предпосадочной обработки почвы на урожайность картофеля, снижение потерь и обеспечение механизированных способов уборки [7]. Проводились сравнительные испытания серийных машин с экспериментальными.

Почвы опытных участков: суглинистые и среднесуглинистые почвы, влажностью 20-23%. Результаты исследований приведены в таблицах 22 и 23.

Таблица 22 – Динамика изменения фракционного состава почвы и урожайность картофеля в зависимости от способов предпосадочной обработки после осенней вспашки

Вариант	Урожайность, ц/га	Доля частиц почвы менее 25 мм				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
Обработка доминатором Нарезка гребней КНО-4,2	123	65,0	72,2	71,3	72,1	68,3
Культивация КПС-4 Фрезерование ГО-4,2	138	81,0	72,0	73,2	70,0	68,0
Культивация КМПО-2,8 Нарезка гребней КНО-4,2	136	80,0	83,2	77,2	76,0	74,0
Культивация КМПО-2,8 Фрезерование ГО-4,2	140	84,0	86,2	82,2	80,0	78,0

Посадка картофеля осуществлялась в гряды и гребни (таблица 22). Предлагаемая нами технология предусматривала выполнение технологических операций по возделыванию картофеля с минимальным количеством обработок. В результате улучшения водно-физических и биологических условий почвы на участке, обработанном фрезой, наблюдалась более высокая урожайность картофеля. Прибавка урожая картофеля по исследуемым участкам с применением фрезерных рабочих органов при предпосадочной обработке почвы составила до 25% по отношению к контролю (таблица 23).

Таблица 23 – Варианты предпосадочной обработки почвы и урожайность картофеля на грядах за период 2002 -2004 гг

Участки	Обработки					Внесе- ние герби- цидов	Урожайность, ц/га			
	до всходов		после всходов				2002	2003	2004	Сред няя
	1я	2я	3я	4я	5я					
Обработка доминатором КВФ-2,8 Нарезка гребней КНО-4,2 контрольный	+	+	+	+	+	+	167	110	123	133,3
Культивация КПС-4 Фрезерование ГО– 4,2экспериментальная машина	-	+	+	+	-	+	166	124	138	142,6
Культивация КМПО-2,8 – экспериментальная машина Нарезка гребней КНО-4,2	+	+	-	+	-	+	180	121	136	145,6
Осенняя вспашка Культивация КМПО- 2,8 Фрезерование ГО–4,2	-	+	+	-	-	+	198	165	140	167,6

Создание объёмных гребней и гряд обеспечивает наилучшие условия для формирования клубневого гнезда в рыхлой части почвы. Другие механические междурядные обработки не проводятся. Наличие комков почвы более Ø25 мм во время механизированной уборки на участках с фрезерной обработкой уменьшилась на 21% по сравнению с контролем – I участок (таблица 23). Агротехническая оценка обработанных участков проводилась по методу М.Х.Пигулевского. Почва просеивается через набор ящиков с отверстиями различного диаметра и разбирается по фракциям: 0-25 и свыше 25 мм (рисунок 26).

Возделывание картофеля на средних и тяжелых почвах диктует применение рабочих органов почвообрабатывающих машин с учетом конкретных природно-климатических условий, материально-технических, трудовых и финансовых особенностей. Разработанные машины для предпосадочной обработки почвы, локального внесения удобрений и посадки картофеля адаптированы к технологическим схемам «Евротехника».

11 Организация и технология механизированной уборки картофеля

Уборочные работы начинаются с подготовительно-заключительных операций: удалении ботвы и организации разворотных полос. На продовольственных участках ботва удаляется за 4-5 дней до уборки, а на семенных – за 12-14 дней. После уничтожения ботвы клубни выдерживают в почве 8-10 дней.



Рисунок 26– Определение фракционного состава почвы в гряде

Ботву удаляют химическим или механическим способом. Химическое удаление ботвы – десикация – проводится хлоратом магния, реглоном в растворе. Норма жидкости – 500 литров на гектар. При механическом способе ботву удаляют машинами КИР-1,5 или ботвоудалителем, который копирует рельеф гребней. Такая машина позволяет удалить полёгшие стебли, которые обычно осложняют работу комбайнов. Возможен комбинированный способ удаления ботвы – скашивание с одновременным опрыскиванием. После удаления ботвы наблюдается снижение урожайности, но сохранность картофеля резко повышается.

Если перед уборкой картофеля почва сильно уплотнена необходимо одновременно с удалением ботвы разрыхлить междурядья МТЗ-80/82 + КОН-2,8П со стрельчатыми лапами и долотами. Перед началом уборки проводят регулировку рабочих органов комбайна. Глубину подкапывания устанавливают непосредственно в поле.

Уборка картофеля производится прямым комбайнированием, комбинированным или отдельным способом.

Уборка отдельным способом производится картофелекопателями КТН-2Б, КТН-2В, КСТ-1,4 с ручным подбором. Производительность картофелекопателей 0,45-0,50 г/ч при рабочих скоростях 1,9-3,6 к/ч.

При отдельном способе уборки клубни картофеля при помощи

картофелекопателя-валкоукладчика укладывают в валок на подготовленное копателем ложе. В зависимости от условий уборки и урожая картофеля в валок укладывают клубни из двух, четырех или шести смежных рядков. Раздельный способ уборки целесообразно применять на средних и тяжелых почвах (влажностью 24-26%).

При прямом комбайнировании уборка картофеля осуществляется комбайнами двухрядными КПК-2, трёхрядными КПК-3. Рабочая скорость 2,5-5,0 к/ч. Комбайны работают на почвах влажностью от 6 до 27% при урожайности свыше 80 центнеров с гектара. Потери всех видов не должны превышать 3%. Чистота клубней в таре должна быть не менее 80 %. Она зависит от режимов работы сепарирующих органов. Глубина хода лемехов составляет глубину залегания клубневого гнезда плюс 2-3 см. Этот прием снижает механические повреждения клубней при уборке комбайном, повышает их сохранность [23]. В настоящее время выпускается несколько видов картофелеуборочных комбайнов и картофелекопателей (табл.25). Картофелеуборочный комбайн КПК-2 является базовой моделью. Комбайн двухрядный, полунавесной, элеваторный, с подкапывающими лемехами предназначен для уборки картофеля на гребнистых и гладких посадках, на легких и средневязких почвах. Комбинированный способ предусматривает укладку клубней в валок копателем-валкоукладчиком КСТ-1,4. При урожае ниже 20 т/га в междурядьях двух необрунных рядков укладывают клубни из четырех смежных рядков (схема 2+4), при урожае картофеля 20-30 т/га работают по схеме 2 +2 . Комбинированный валок убирают за один проход комбайном КПК-2, который одновременно с выкопкой двух необрунных рядков подбирает клубни, уложенные копателем. Комбинированную уборку нельзя применять на полях с высокими гребнями или размытыми водой междурядьями, так как клубни в гнезде расположены выше уровня междурядья.

Таблица 24 – Техническая характеристика картофелеуборочных машин
При уборке этим способом клубни будут уложены в междурядьях под лемех комбайна-подборщика, что приведет к их потере.

На Урале продолжительность уборки по агротехническим требованиям

Показатели	Марка машины			
	КПК-3	КПК-2	КТН-2В	КСТ-1,4
Производительность за 1 ч времени, га основного эксплуатационного	0,44-0,8 0,26-0,48	0,3-0,8 -	0,25-0,47	0,27-0,9
Ширина захвата, м	2,1	1,4	1,4	1,4
Вместимость бункера для картофеля, кг	1500	1500	-	-
Рабочая скорость, км/ч	2,0-6,0	2,0-6,0	1,8—3,4	1,93-6,5
Масса, кг	5900	5500	730	1120
Агрегатируется с тракторами класса	1,4; 2; 3	1,4; 2; 3	1,4	1,4

составляет 12 – 15 дней. Поэтому необходимо применение поточной технологии уборки картофеля с применением комбайнов, погрузкой картофеля в транспортное средство и доработкой на стационарных картофелесортировальных пунктах типа КСП-20, КСП-25, К-750.

При работе комбайнов с активным секционным подкапывающим лемехом в начале технологического процесса (то есть на лемехе) просеивается 35...40% подкопанной почвы. Перемещение клубней картофеля и оставшейся почвы в виде почвенных комков по сепарирующим органам без земляной «подушки» приводит к значительному повреждению клубней. Снижение травмирования клубней на сепарирующих органах обеспечивается покрытием их пенополиуретаном.

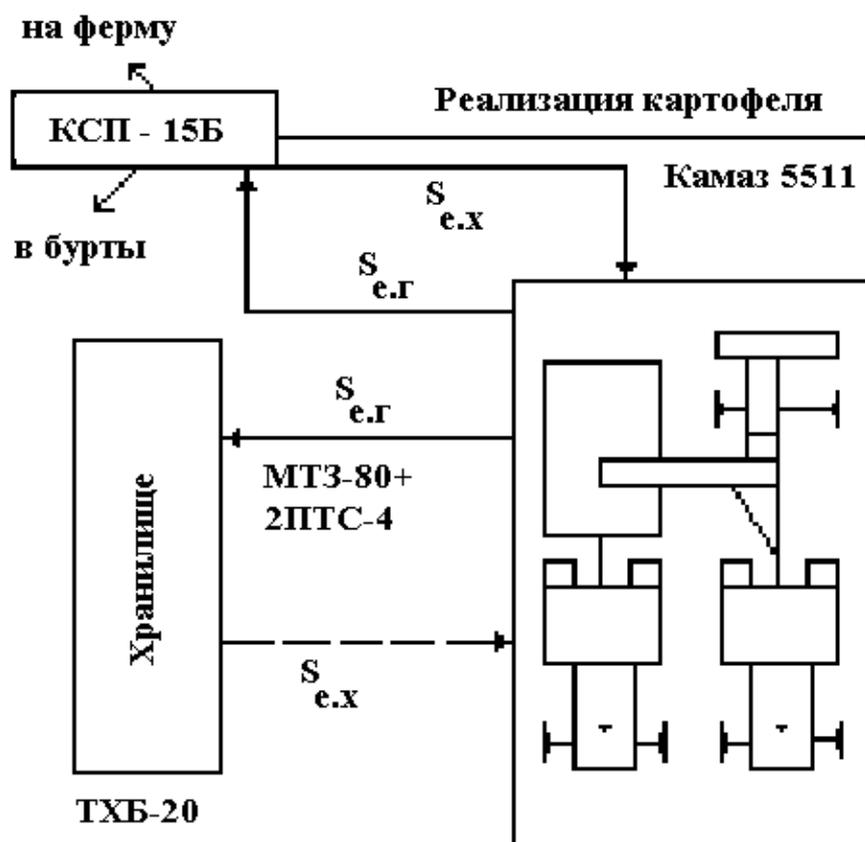


Рисунок 27– Схема поточной технологической линии на уборке картофеля где $S_{e.х}$ и $S_{e.г}$ – расстояние пути движения транспортных средств без груза и с грузом соответственно.

Применение поточной технологии уборки картофеля (рисунок 2) сокращает количество перевозок, что приводит к снижению повреждаемости клубней. При возделывании картофеля на суглинистых почвах, даже при качественной ее подготовке, своевременной междурядной обработке, почвенные комки остаются в защитной зоне и в самой картофельной грядке. Чистота клубней картофеля, убранных комбайном, колеблется от 65 до 80,7%,

количество почвенных комков, поступающих в бункер комбайна, составляет 12...35%, а в засушливые годы – более 40...50%.

Наибольшая эффективность от применения картофелеуборочных комбайнов может быть получена при организации уборочно-транспортного комплекса, основой для образования которого служит комплексный план уборки урожая. В нем предусматриваются прогрессивные технологические приемы возделывания картофеля, очередность и сроки уборки отдельных полей.

В состав уборочно-транспортного комплекса входит несколько звеньев. Звено по подготовке полей к уборке (агрегаты МТЗ-80/82 + КИР-1,5; КИР-3,0; МТЗ-80/82 + КТН-2Б (КСТ-1,4) заблаговременно, за 10-12 дней, на всех участках, предназначенных для уборки картофеля комбайнами, производит скашивание ботвы, за 5-6 дней до уборки разбивает поля на загонки. При влажности почвы 6...10% и сильном уплотнении почвы в междурядьях за день – два до уборки проводится рыхление междурядий культиватором КРН-2,8П, КРН-4,2, КРН-5,6 со стрельчатыми лапами и долотообразными рабочими органами на глубину 8...12 см.

Звено по уборке картофеля состоит из трех-пяти комбайнов и одного резервного (рисунок 28). Уборочный агрегат состоит из трактора МТЗ-80/82 и комбайна типа КПК-2А с обслуживающим персоналом: тракторист, комбайнер, шесть – восемь рабочих (шесть из них заняты на переборочном столе, два – закреплены за комбайном для подбора мелких клубней). Количество уборочных звеньев зависит от пропускной способности стационарного картофелесортировального пункта (КСП).

Транспортное звено комплектуется с учетом часовой производительности комбайнов, урожайности, дальности перевозки. Оно включает в себя автосамосвалы, тракторные прицепы при перевозке картофеля на расстояние до трех километров. За каждыми тремя – пятью комбайнами закрепляется по две-три автомашины. Убранный с полей картофель поступает на пункт послеуборочной доработки, который имеет загрузочные и сортировальные линии. На пункте проводится доочистка клубней от растительных и почвенных примесей, разделение на фракции с выделением товарных и семенных клубней.

В звено по закладке картофеля на хранение входят два автомобиля, агрегат ТЗК-30 по равномерной загрузке хранилища картофелем, два – три подсобных рабочих.

Звено по техническому обслуживанию картофелеуборочных агрегатов состоит из трех – четырех мастеров-наладчиков, имеет в своем распоряжении автомобиль МПР-817, АТО – 4822. Звено бытового обслуживания состоит из повара-раздатчика, имеет автомобиль.

Для высокопроизводительного использования техники на уборке картофеля очень важно достичь ритмичной работы всех звеньев уборочно-транспортного комплекса. Использование уборочно-транспортного комплекса позволит сократить перевалочные работы на уборке картофеля. Это достигается тем, что подкопанный картофель, проходя рабочие органы машин, очищается

от примесей и поступает в бункер-накопитель комбайна, откуда выгружается в кузов автомобиля и транспортируется к сортировальному пункту.

На сортировальном пункте картофель очищается от примесей земли, растительных остатков и разделяется на три фракции. Крупная и средняя фракции поступают на транспортеры-переборщики, где вручную отбирают оставшиеся почвенные комки, камни и поврежденные клубни.

Комбинированный и раздельный способы снижают количество поврежденных клубней, сокращают число проходов комбайна по полю и значительно повышают его производительность. При выкапывании рядков картофеля глубину хода лемехов определяем по формуле

$$h = a - \sigma + c, \quad (23)$$

где a – средняя глубина залегания нижнего клубня в гнезде, см [1,6]; σ — величина деформации почвы грядки катками комбайна, см; c – величина почвенной защиты клубней картофеля от повреждения при выкапывании лемехом $c=2$ см.

При уборке прямым комбайнированием нужно регулируют глубину хода подкапывающего лемеха. Если подкапывающий лемех не может заглубляться на необходимую глубину, происходит резание картофеля. При большой глубине подкапывания увеличивается количество почвенных комков, в том числе из междурядий, это увеличивает повреждение клубней от твердых комков почвы.

Групповую работу комбайнов необходимо организовывать на отдельных загонах. Ширина загона должна быть равна дневной производительности комбайна (при длине гона 300-600 м это составляет 20-35 рядков). При недостаточной ширине поворотной полосы для плавного поворота и прямого въезда агрегата в грядки комбайны перед началом уборки пускают поперек посадок с увеличенной глубиной хода лемеха и делают необходимое число проходов с обоих концов гонов до образования поворотной полосы шириной не менее 18-20 м.

Движение поперек необработанных грядок категорически запрещается. Для сокращения числа холостых переездов транспортных средств от одного комбайна к другому на полях с большой длиной гона (700-800 м и более) перед началом работы прокладывают технологические полосы для проезда транспортных средств и разгрузки бункеров комбайнов. Расстояние между технологическими полосами устанавливается по формуле

$$S_{\sigma} = \frac{100 Q K_u}{B_p U}, \quad (24)$$

где Q – вместимость бункера комбайна, ц; K_u – коэффициент использования емкости бункера; B_p – ширина захвата комбайна, м; U – урожайность картофеля, ц/га.

Время заполнения бункера или транспортного средства, если оно загружается на ходу

$$t_k = S_{\sigma} / V_p, \quad (25)$$

Разгрузка картофеля из бункера на ходу позволяет повысить производительность комбайна на 10-15%.

11.1 Обоснование режимов работы картофелеуборочного комбайна

Картофельный ворох поступающий на сепарирующие органы картофелеуборочных машин на 95-97% состоит из почвы, 1-2% растительных остатков, и из нее требуется выделить всего 2-3% клубней картофеля. Почвенную массу, поступающую на сепарирующие органы картофелеуборочных машин, можно представить выражением [33]

$$Q_n = q_p + q_{np} + \Gamma_{cx}, \quad (26)$$

где Q_n – общая масса, поступившая на сепарирующие органы, кг; q_p – масса комков, распавшихся на сепарирующих органах до размеров, позволяющих им пройти через просветы сепаратора, кг; q_{np} – масса мелких комков, которые могут пройти через просветы сепаратора, кг; Γ_{cx} – масса устойчивой части продуктов схода в бункер-накопитель комбайна, у которых размеры комков больше просветов сепаратора, кг. В общем виде процесс засорения клубней в бункере комбайна описывается уравнением множественной регрессии

$$\Gamma_{cx} = C + aV_n + bK_p, \quad (27)$$

где a , b – коэффициенты пропорциональности; V_n – поступательная скорость агрегата, м/с; K_p – коэффициент рыхлости почвенной грядки, который определяется по формуле

$$K_p = P \ 100\% / P_0,$$

где P – масса фракции с размером частиц менее 25 мм; P_0 – общая масса почвенной пробы. Производительность мобильных сельскохозяйственных агрегатов является функцией их скорости движения:

$$W = 0,1 \ B \ V_n \ T \ \tau, \quad (28)$$

где B – ширина агрегата, м; T – время смены, ч; τ – коэффициент использования времени смены.;

11.2 Основы расчета уборочно-транспортного комплекса

На уборку и послеуборочную обработку приходится 50-70 % всех трудозатрат по производству картофеля. Уборка, транспортировка, очистка клубней от примесей, сортировка на фракции и закладка на хранение – звенья одной технологической цепочки. Требуется четкое взаимодействие машин, занятых на выполнении заключительных технологических операций.

В состав уборочно-транспортного комплекса входят несколько звеньев (рисунок 28). Агрегаты: МТЗ-80/82+КИР-1,5 с агрегатом МТЗ-80/82+КТН-2Б с

последующим ручным подбором клубней. Для обработки поворотных полос и разбивке поля на загонки применяется этот же агрегат.

Технологический процесс уборки картофеля выполняют звенья: комбайн – транспортное средство – картофелесортировальный пункт – транспортное средство – картофелехранилище. Производительность уборочно-транспортного комплекса зависит от производительности каждого технологического процесса:

$$W_n T = W_1 n_1 T_1 = W_2 n_2 T_2 \dots W_n n_n T_n, \quad (29)$$

где W – часовая производительность агрегатов по звеньям (в поточной линии);

n – число агрегатов или транспортных единиц (индексы 1,2,3 ... n означают группы однотипных машин в звеньях). Поточный метод работы машинных агрегатов предполагает разделение производственного процесса на отдельные работы, закрепление за ними определённых исполнителей и техники, расположение рабочих мест по ходу технологического процесса, обеспечение непрерывности трудовых процессов.

Для обеспечения непрерывности потока должно соблюдаться следующее условие:

$$W_{\text{стац}} \geq W_{\text{транс}} \geq W_{\text{пол}}, \quad (30)$$

где $W_{\text{стац}}$, $W_{\text{транс}}$, $W_{\text{пол}}$ – суммарная наработка за период времени соответственно стационарных средств механизации, транспортных средств и полевых машинных агрегатов.

11.2.1 Звено по уборке картофеля

Уборка может производиться комбайнами КПК-2, КПК-3 или картофелекопателями КТН-2, КСТ-1,4. В последнее время применяются комбайны фирмы «GRIMME». Уборочный агрегат из трактора МТЗ-82 и комбайна КПК-3 обслуживают: тракторист, комбайнер, шесть – восемь рабочих (шесть из них заняты на переборочном столе, два закреплены за комбайном для подбора мелких клубней). Производительность комбайна зависит от природно-климатических условий, урожайности, густоты ботвы, скорости движения агрегата, конструкции подкапывающих органов, наличия транспортных средств, а также от сепарирующей способности комбайна. Чем выше сепарирующая способность комбайна, тем с большей скоростью может работать комбайн. Секундная производительность картофелеуборочного комбайна равна:

$$Q = SVq, \text{ кг/с} \quad (31)$$

где – S – площадь поперечного сечения пласта подкапываемого лемехами комбайна, м^2 ; V – скорость движения агрегата, м/с ; q – объем почвы, поступающий в комбайн, кг/м^3 . Расчет количества комбайнов для уборки картофеля в установленные сроки определим по формуле:

$$n = \frac{S}{W_q T_{cm} K_{cm} D_p}, \quad (32)$$

где S - площадь убираемого участка картофеля, га; W_u - часовая производительность комбайна, га; $T_{см}$ - продолжительность смены, ч; $K_{см}$ - коэффициент сменности; D_p - оптимальная продолжительность уборки, дней.

11.2.2 Звено для транспортировки картофеля от комбайнов

Это звено комплектуется с учетом часовой производительности комбайнов, урожайности, дальности перевозки. В него входят автосамосвалы или агрегаты состоящие из тракторов и самосвальных прицепов. Количество транспортных средств, необходимых для обеспечения бесперебойной работы комбайнов, найдём из выражения:

$$n = \frac{Q_k \cdot n_k \cdot t_{об}}{K_m \cdot Q_m \cdot t_k}, \quad (33)$$

где n_k - количество комбайнов, работающих на поле; $t_{об}$ - время оборота транспортных средств, ч; t_k - время наполнения бункера комбайна картофелем, ч; Q_k - вместимость бункера комбайна, т; K_m - коэффициент использования грузоподъёмности; Q_m - грузоподъёмность транспортного средства, т;

$$t_{об} = t_3 + t_2 + t_{б2} + t_p, \quad (34)$$

где t_3 - время загрузки транспортного средства, ч; t_2 - время движения транспортного средства с грузом, ч; $t_{б2}$ - время движения транспортного средства без груза, ч;

Время движения транспортного средства без груза определяется по той же формуле, что и t_2 , только вместо V_{en} , V_{2d} подставляем $V_{mн}$, V_{nd} - скорости движения транспортного средства порожняком по полю и по дороге, км/ч; t_p - время разгрузки транспортного средства, ч:

$$t_{б2} = \frac{Z_1}{V_{mн}} + \frac{Z_2}{V_{nd}}, \quad (35)$$

$$t_2 = \frac{Z_1}{V_{en}} + \frac{Z_2}{V_{2d}}, \quad (36)$$

где Z_1 - среднее расстояние, проходимое транспортным средством от дороги до места работы обслуживаемого агрегата на поле, км; V_{en} - скорость движения транспортного средства по полю с грузом, км/ч; Z_2 - расстояние от картофелесортировального пункта до поля, на котором работает обслуживаемый агрегат, км; V_{2d} - скорость движения транспортного средства по дороге, связывающей поле, на котором работает обслуживаемый агрегат с КСП, км/ч;

Картофель может перевозиться в контейнерах. По сравнению с тракторным прицепом или автотранспортом использование контейнеровоза в пределах хозяйства или на базах, расположенных в местах производства, имеет

то преимущество, что простои под разгрузкой в хранилище минимальны.

11.2.3 Звено по закладке картофеля на хранение

Убранный с поля картофель поступает на пункт послеуборочной доработки. Стационарный картофелесортировальный пункт имеет две загрузочные и две сортировальные линии. На пункте производится доочистка клубней от растительных и почвенных примесей, разделение на фракции с выделением товарных и семенных клубней. В звено по закладке картофеля на хранение входят транспортные средства, агрегат ТЗК-30 для равномерной загрузки хранилища картофелем, подсобные рабочие. Необходимое количество картофелесортировальных агрегатов для обработки потока клубней, поступающих от комбайнов, определяется по формуле

$$n_c = \frac{Wnr_{\kappa}u}{W_c r_c}, \quad (37)$$

где W – теоретическая производительность комбайна, га/ч; n – количество одновременно работающих комбайнов в поле; U – урожайность картофеля, т/га; W_c – теоретическая производительность сортировального агрегата, т; r_c – коэффициент использования времени смены сортировального пункта; Часовая производительность картофелесортировального пункта определяется пропускной способностью загрузочного транспортера сортировки:

$$W_{\kappa} = g_c K_{cm} 3600 \quad (38)$$

где K_{cm} – коэффициент технологического обслуживания, равный 0,90-0,92; g_c – пропускная способность транспортера;

$$g_c = V_{\text{тр}} b n \gamma K_3 \quad (39)$$

где $V_{\text{тр}}$ – скорость транспортера, м/с; b – ширина транспортера, м; γ – плотность картофеля, кг/м³; K_3 – коэффициент заполнения полотна транспортера.

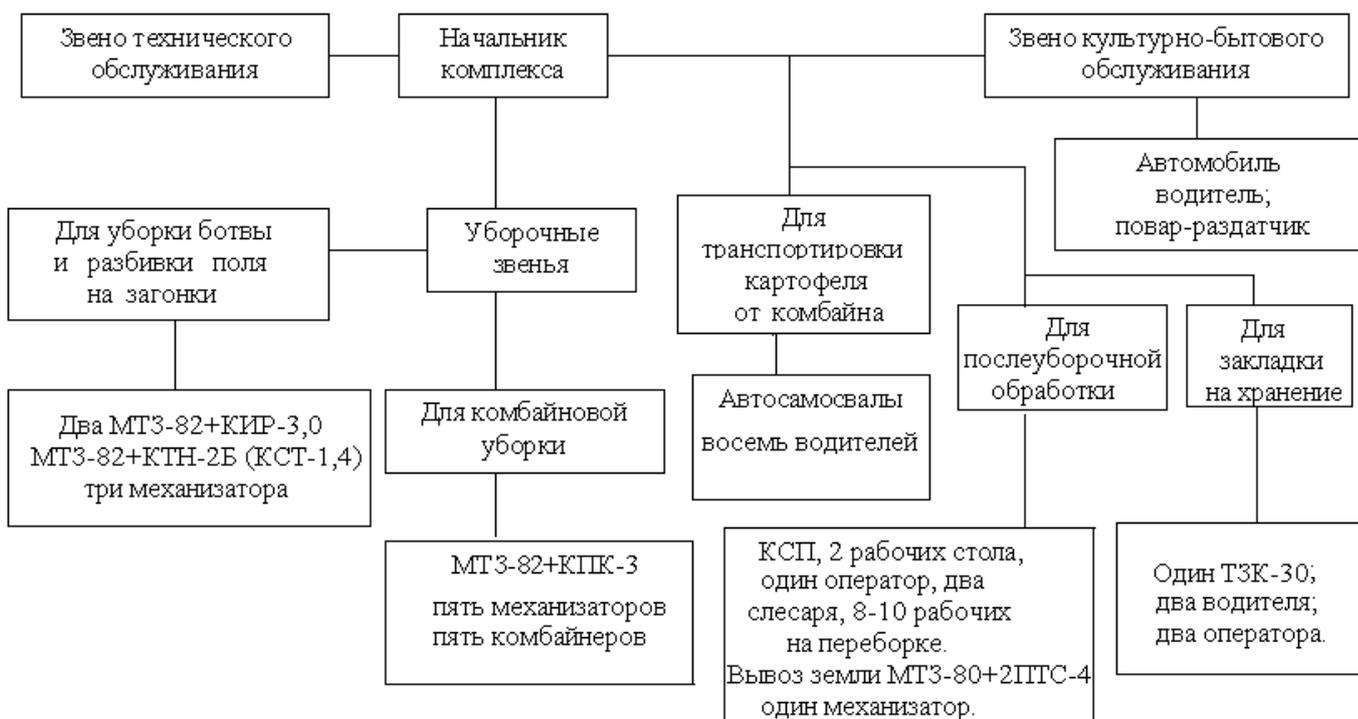


Рисунок 28 – Схема уборочно-транспортного комплекса, рассчитанная на площадь 100 га

Отсортированные клубни по транспортёрам поступают в бункера-накопители. Из бункеров картофель выгружается в транспортные средства и отправляется в торговые организации, на хранение, а мелкий картофель на животноводческие фермы. Земля, растительные остатки по транспортёру поступают в транспортное средство и отвозятся на поле. Уборочно-транспортный комплекс выполняет законченный цикл операций по уборке картофеля поточным методом и позволяет поднять выработку уборочных и транспортных агрегатов по крайней мере в 2,0-2,5 раза. Внедрение уборочно-транспортных комплексов показало их высокую эффективность, позволив значительно сократить сроки уборки, снизить трудозатраты на производство продукции.

12 Послеуборочная доработка картофеля

12.1 Выбор технологии послеуборочной доработки. Послеуборочная доработка картофеля является завершающим этапом уборочного комплекса. Выполнение ее во многом зависит от технологии, способа уборки, назначения картофеля, типа почв и природно-климатических условий зоны. В большинстве хозяйств современная технология послеуборочной доработки картофеля включает в себя транспортировку вороха с поля к сортировальному пункту, отделение примесей, разделение клубней на фракции, отбор вручную дефектных клубней и крупных примесей, загрузку откалиброванных фракций в транспортные средства и транспортировку крупных клубней в торговую сеть или на базы, средних (семенных) – в хранилище или бурты, мелких (фуражных) – на корм, т.е. уборка и послеуборочная доработка выполняются одновременно

и представляют единый и неразрывный во времени поток.

Технологии послеуборочной доработки семенного и продовольственного картофеля должны быть четко разграничены. Семенной картофель в основном закладывается на хранение без сортирования по схеме **«комбайн – транспортное средство – хранилище (бурт)»**, а продовольственный по схеме **«комбайн – транспортное средство – сортировальный пункт для отделения примесей, мелких и дефектных клубней, калибровка на две фракции (стандартную и нестандартную) – транспортировка на плодоовощную базу»**

Однако по мере строительства плодоовощных баз в местах производства картофеля послеуборочная доработка его продовольственной фракции в целях сохранения качества продукции должна осуществляться так же, как и семенной, т.е. по прямоточной технологии **«комбайн – хранилище»**, если примесь почвы не превышает 10...15 %, а при большем содержании примеси – **«комбайн – загрузка в хранилище с одновременным отделением почвы и нестандартной фракции»**. Такая технология позволяет на плодоовощных базах обойтись без дополнительных погрузочно-разгрузочных операций, при которых клубням наносятся механические повреждения (нередко до 50...100%), снижающие качество картофеля и приводящие к значительным отходам при хранении.

Технологический процесс включает операции накопления и подсушивания клубней во временных буртах, крытых площадках и других помещениях. При этом кожура на клубнях упрочняется, что снижает механические повреждения при последующей доработке. Кроме того, промежуточное кратковременное выдерживание позволяет в процессе послеуборочной доработки полнее отобрать пораженные клубни и тем самым снизить отходы при хранении. Такая дополнительная операция (прерывистая технология) позволяет повысить качество продукции, снизить отходы, сократить потребности в транспортных – средствах и создать условия для более производительного использования уборочной техники за счет сокращения простоев в ожидании транспорта. Таким образом, технологию послеуборочной доработки картофеля нужно выбирать, исходя из конкретных условий, наличия техники и назначения продукции.

Убранный картофель нужно перебирать на сортировальных пунктах при подготовке продовольственного картофеля или в процессе закладки его в хранилище. При выдерживании вороха на крытых площадках или временных буртах почва от дыхания клубней подсыхает, становится более сыпучей и значительно лучше отделяется при послеуборочной обработке. Это особенно заметно при уборке картофеля на тяжелых почвах повышенной влажности.

12.2 Механизация послеуборочной доработки картофеля. В зависимости от условий и назначения картофеля следует применять соответствующую технологию послеуборочной доработки. В связи с этим хозяйства должны иметь наборы машин, работающие как самостоятельно, так и в технологических линиях. Особенно это необходимо при уборке картофеля в тяжелых условиях, когда вместе с клубнями может поступать значительное количество почвенных примесей. Для обеспечения различных вариантов

технологии машины должны быть в основном передвижными (мобильными) с возможностью компоновки в различной последовательности.

В набор машин и оборудования должны входить: приемный бункер; ворохоочиститель для отделения почвенных примесей повышенной влажности, комков, камней и мелких примесей; переборочный стол, обеспечивающий всесторонний осмотр клубней; сортировка, бункера-накопители с возможностью выгрузки картофеля в транспортные средства и контейнеры, а также погрузочные средства для забора клубней с площадки или из буртов при прерывистой технологии послеуборочной доработки. Машины должны иметь индивидуальный привод и легко перемещаться на площадке или хранилище. Сортировку и калибровку картофеля осуществляют на картофелесортировальных пунктах (таблица 25).

Таблица 25 – Техническая характеристика картофелесортировальных пунктов

Показатель	Марка пунктов		
	КСП-15В передвижной	КСП-25 стационарный	КСП-750 стационарный
Производительность, т/ч			
осенний период	15,74	25	30
весенний период не менее	6	12	15
Масса оборудования, кг	5300	30000	29000

Переборочные столы различной конструкции (в основном ленточные) предназначены для работы в стационарных линиях. Изготавливают их небольшими партиями промышленные предприятия различных областей. Ворохоочистители и бункера-накопители изготавливают в хозяйствах. Передвижной приемный бункер ПБ-15А с электроприводом используют от системы транспортеров ТХБ-20.

Картофелесортировальный пункт КСП-15В является в настоящее время основной машиной, используемой при послеуборочной доработке картофеля. Пункты КСП-15В используют как стационарные, часто устанавливая два-три вместе на одной площадке, в комплексе с транспортером-загрузчиком ТЗК-30, бункерами-накопителями или системой транспортеров ТХБ-20. Он предназначен для отделения от картофеля растительных примесей и почвы, одновременного сортирования клубней на три фракции и подачи их в транспортные средства. Состоит из приемного бункера ПБ-2 и роликовой картофелесортировки КСЭ-15. Каждая фракция клубней попадает на отдельный поперечный транспортер, где из нее вручную отбирают дефектные клубни и комки почвы. Ролики для отделения мелкой фракции устанавливают с ячейками диаметром 43...45, средней – 54...56 мм. Размер ячеек регулируют перемещением роликов, начиная от первого неподвижного.

Ворохоочиститель предназначен для отделения примесей почвы меньше мелких клубней и растительных остатков. По конструкции ворохоочистители подразделяются на элеваторные, дисковые, сетчатые, пальчиковые, а также комбинированные, состоящие из прутковых или сетчатых полотен в сочетании с различными пальчиковыми, щеточными и другими горками. Комбинированные ворохоочистители являются необходимой частью технологических линий по доработке картофеля при уборке его комбайнами на связных почвах. Простейший элеваторный отделитель представляет собой прутковое полотно (с обрезиненными или необрезиненными прутками), установленное на самостоятельную раму с опорами. В качестве полотна могут использоваться элеваторы с активными или пассивными встряхивателями от комбайна ККУ-2А или от копателя КСТ-1,4 (третий элеватор). Для самостоятельной работы, например в комплексе с приемным бункером ПБ-15А, ворохоочиститель оборудуют загрузочным транспортером от сортировки КСЭ-15. Транспортер-загрузчик ТЗК-30 применяется для загрузки картофеля в хранилище, большие бурты, транспортные средства, контейнеры, бункера-накопители.

Стационарное размещение пункта позволяет сократить простои транспортных средств под загрузкой картофеля, так как появилась возможность за счет увеличения вместимости приемного бункера разгружать транспортные средства за один прием. Это улучшило функционирование всего уборочного комплекса, поскольку при поточной технологии между всеми машинами (комбайны, транспортные средства, пункт, загрузчик хранилища и т. д.) существует тесная взаимосвязь. Технологическая схема почти всех стационарных пунктов решена из условия обязательного сортирования картофеля осенью на три фракции, поскольку на семена закладывают клубни со всех площадей посадок.

Из всего многообразия пунктов наиболее полно отвечают требованиям индустриальной технологии стационарные пункты с накопительной площадкой и с размещением оборудования в один или два яруса, более перспективно, и его применяют как в отдельно стоящих пунктах, так и в хранилищах, так как не требуется транспортеров для подачи клубней и примесей в бункера.

Контроль качества послеуборочной доработки картофеля заключается в проверке полноты отбора дефектных клубней, почвенных примесей, растительных остатков и камней, точности разделения клубней на установленные фракции, степени повреждений клубней, в процессе доработки. Контроль качества проводят два – три раза в смену. При отклонении качества от установленных норм корректируют регулировки технологического оборудования.

13 Хранение картофеля

Механизация и автоматизация процессов хранения картофеля является заключительным и зачастую решающим этапом в технологии производства картофеля. Технология хранения картофеля включает в себя

механизованную загрузку клубней в хранилище, автоматическое поддержание режимов хранения, исключение ручной переборки в процессе хранения, механизированную выгрузку картофеля для реализации и подготовку семян к посадке весной. Сопутствующими элементами закладки картофеля на хранение являются неизбежные для современных машин механические повреждения клубней, смешивания сортов, примеси почвы.

13.1 Хранение картофеля в хранилищах

При закладке картофеля в хранилище необходимо предохранять его от механических повреждений. Не следует хранить вместе клубни, выращенные на различных по механическому составу почвах. Недопустимо смешивать картофель, выращенный на торфяно-болотистых и минеральных почвах. Нельзя закладывать на длительное хранение подмороженные клубни, которые в процессе хранения загнивают, что приводит к загниванию рядом лежащих здоровых клубней. Особая опасность возникает при хранении подмороженного картофеля в буртах. Каждый сорт картофеля хранят отдельно, в пределах сорта – по категориям и классам. Для успешного хранения картофеля необходимо прежде всего создавать и соблюдать определенные условия хранения с учетом особенности сорта, качества клубней и их хозяйственного назначения. Важное значение при хранении картофеля имеют температура и влажность окружающей среды (воздуха), а также освещенность. Для затормаживания жизненных процессов в клубнях температура в массе картофеля должна быть близкой к нулю, но всегда выше нуля. Относительная влажность воздуха при этом должна быть в пределах 90...95%, клубни должны быть внешне сухими.

13.2 Навальный способ хранения. Хранение картофеля навалом в помещениях без опорных столбов и закровов открывает большие возможности механизации работ по загрузке и выгрузке его и снижения до минимума затрат ручного труда. Лучшим способом является хранение картофеля при активной принудительной вентиляции с автоматическим регулированием режимов хранения. Активная вентиляция позволяет просушить клубни, ускорить процессы залечивания механических повреждений, примерно на месяц сократить продолжительность охлаждения картофеля до оптимальной температуры хранения, хранить его весь период без прорастания клубней, на месяц дольше хранить картофель при оптимальной температуре в весенний период.

Технология хранения картофеля с активной вентиляцией и автоматическим регулированием режимов хранения предусматривает четыре режима: лечебный, охлаждение, хранение и прогрев перед выгрузкой (инфростация).

Лечебный период продолжается 17-20 дней при температуре в слое картофеля 14...16 °С и относительной влажности воздуха 92...95%. В этот период дневные температуры и относительная влажность позволяют непосредственно вести продув наружным воздухом. Для этого клапан наружной шахты открывают полностью, а рециркуляционную шахту

перекрывают. Вентилятор непосредственно с улицы засасывает воздух и нагнетает его в главный воздуховод, откуда он через регулировочные клапаны направляется в распределители и из них через вентиляционные короба – по всему полу вентилируемой зоны. При прохождении воздуха через массу картофеля происходит теплообмен между воздухом и клубнями. После выхода из слоя картофеля воздух выбрасывается на улицу через выносные люки, дверные проемы. При температуре наружного воздуха ниже +14...16 °С приоткрывается клапан рециркуляционной шахты и наружный воздух смешивается с внутренним. Регулируя клапанами количество засасываемого наружного и внутреннего воздуха, добиваются требуемой температуры. В лечебный период картофель просушивается, поврежденные клубни зарубцовываются.

Охлаждение. Режим охлаждения продолжается 20 – 35 дней с постепенным понижением температуры от 14...16 °С до температуры хранения 2...4 °С и относительной влажности 85...90 %. Картофель охлаждается за счет забора в приточную вентиляционную систему наружного холодного воздуха в ночные и утренние часы, прохождения его через массу картофеля и выбрасывания нагретого воздуха через люки и открытые дверные проемы хранилища.

Для охлаждения воздуха в зонах с высокими осенними температурами в систему вентиляции включают холодильные установки. При работе холодильных установок вентиляция почти полностью работает на рециркуляцию. Охлаждение ведут по 0,5...1 °С в сутки.

Хранение. Режим хранения с температурой 2...4 °С и относительной влажностью 85...90 % поддерживается в течение всего времени до выгрузки картофеля из хранилища. В этот период вентиляционная система работает следующим образом. При повышении температуры в хранилище выше оптимальной в приточную вентиляцию наружной шахты подается необходимое количество наружного воздуха, подогретого за счет перемешивания с теплым, поступающим по рециркуляционной шахте из хранилища. В случае понижения температуры в зимнее время воздух пропускают полностью или часть его через электрокалорифер.

Прогрев ведут постепенно, не более 1 °С в сутки, до 8... 10 °С. Поддержание необходимой температуры в массе картофеля и картофелехранилище в течение всего периода хранения защищает картофель от подмораживания и перегрева.

13.3 Хранение картофеля в буртах

Во многих хозяйствах бурты делают вместимостью не более 15...20 т, часто размещая их в поле, вдалеке от источников электроэнергии и каждый год на новом месте. Бурты должны размещаться на постоянном месте с подготовкой котлованов и окружающей территории. При этом должны быть обеспечены активная вентиляция буртов, стационарное размещение машин и оборудования под навесом с накопительной площадкой для подготовленных клубней, механизированная выгрузка клубней из буртов и проезд транспортных средств между ними.

14 Оценка эффективности производства картофеля

Энергетический анализ позволяет выявить наиболее эффективные с точки зрения затрат энергии способы и технические средства для возделывания картофеля, составить технологический процесс, который отвечает требованиям производства картофеля при меньших затратах энергии.

Энергетический показатель не заменяет, а дополняет оценку технологии возделывания культуры по затратам труда, эксплуатационным затратам и др.

Технология возделывания и уборки картофеля считается энергетически эффективной, если критерий эффективности равен или более 1.

Для определения критерия эффективности необходимо рассчитать суммарные энергозатраты [5]:

$$E_{\Sigma} = \left[E_{\text{ту}} + E_{\text{удх}} \frac{E_{\text{ж}} + E_{\text{э}} + E_{\text{м}} + E_{\text{сц}}}{W_{\text{ч}}} \right] F, \quad (40)$$

где $E_{\text{ту}}$ – энергозатраты, выраженные расходом топлива, МДж/га; $E_{\text{уд.х}}$ – удельные энергозатраты на применяемые удобрения, ядохимикаты и др. МДж/га; $E_{\text{ж}}$ – энергетические затраты живого труда на единицу площади, МДж/га; $E_{\text{э}}$ – энергозатраты за час эксплуатации энергетического средства, МДж/ч; $E_{\text{м}}$ – энергозатраты на эксплуатацию сельхозмашин и сцепки, МДж/ч; $W_{\text{ч}}$ – производительность агрегата, га/ч; F – площадь поля, га. Критерий эффективности технологии определяется по формуле

$$\varepsilon_{\text{э}} = \frac{\Pi}{E_{\Sigma}} = \frac{\alpha_{\text{н}} N_{\text{у}}}{E_{\Sigma}} \quad (41)$$

где Π – энергосодержание продукции с единицы площади (выход энергии) МДж/га; E_{Σ} – полные энергозатраты на получение продукции (вход энергии) МДж/га; $\alpha_{\text{н}}$ – энергетический эквивалент основной продукции, МДж/ц; $N_{\text{у}}$ – урожайность основной продукции, ц/га. Критерий эффективности существующих технологий, получивших наиболее распространение в России, в большинстве своем имеют коэффициент равный 0.7 – 0.8. [4].

Для определения эффективности технологических схем возделывания картофеля (рисунок 29) рассмотрены восемь традиционных и восемь предлагаемых технологий (таблица 26, приложение А и Б). Энергозатраты определялись по расходу топлива эталонного трактора на основной работе, то есть по топливному эквиваленту механической энергии. Объем работ нормировался исходя из энергозатрат на пахотные и непахотные работы.

Таблица 26 – Технологические схемы возделывания картофеля

№	Традиционная технология возделывания (технологическая карта №1)	Предлагаемая технология возделывания (технологическая карта №2)
---	---	---

1	Сплошная культивация, уборка комбайнами, четырёхрядные агрегаты	Предпосадочное фрезерование, уборка комбайнами, четырёхрядные агрегаты
2	Сплошная культивация, уборка комбайнами, шестирядные агрегаты	Предпосадочное фрезерование, уборка комбайнами, шестирядные агрегаты
3	Сплошная культивация, уборка вручную, четырёхрядные агрегаты	Предпосадочное фрезерование, уборка вручную, четырёхрядные агрегаты
4	Сплошная культивация, уборка вручную, шестирядные агрегаты	Предпосадочное фрезерование, уборка вручную, шестирядные агрегаты
5	Предпосадочная культивация, уборка вручную, четырёхрядные агрегаты	Предпосадочная культивация, уборка вручную, четырёхрядные агрегаты
6	Предпосадочная культивация, уборка вручную, шестирядные агрегаты	Предпосадочная культивация, уборка вручную, шестирядные агрегаты
7	Предпосадочная, уборка комбайнами, четырёхрядные агрегаты	Предпосадочная культивация, уборка комбайнами, четырёхрядные агрегаты
8	Предпосадочная культивация, уборка комбайнами, шестирядные агрегаты	Предпосадочная культивация, уборка комбайнами, шестирядные агрегаты

Данный метод предусматривает определение норм выработки и расхода топлива для тяговых, прицепных и навесных МТА. Предлагаемая технология возделывания картофеля предусматривает сокращение технологических операций. Усовершенствованные и вновь созданные рабочие органы позволяют сократить затраты ручного труда и общие затраты при возделывании картофеля.

Таблица 27 – Энергетическая эффективность производства картофеля

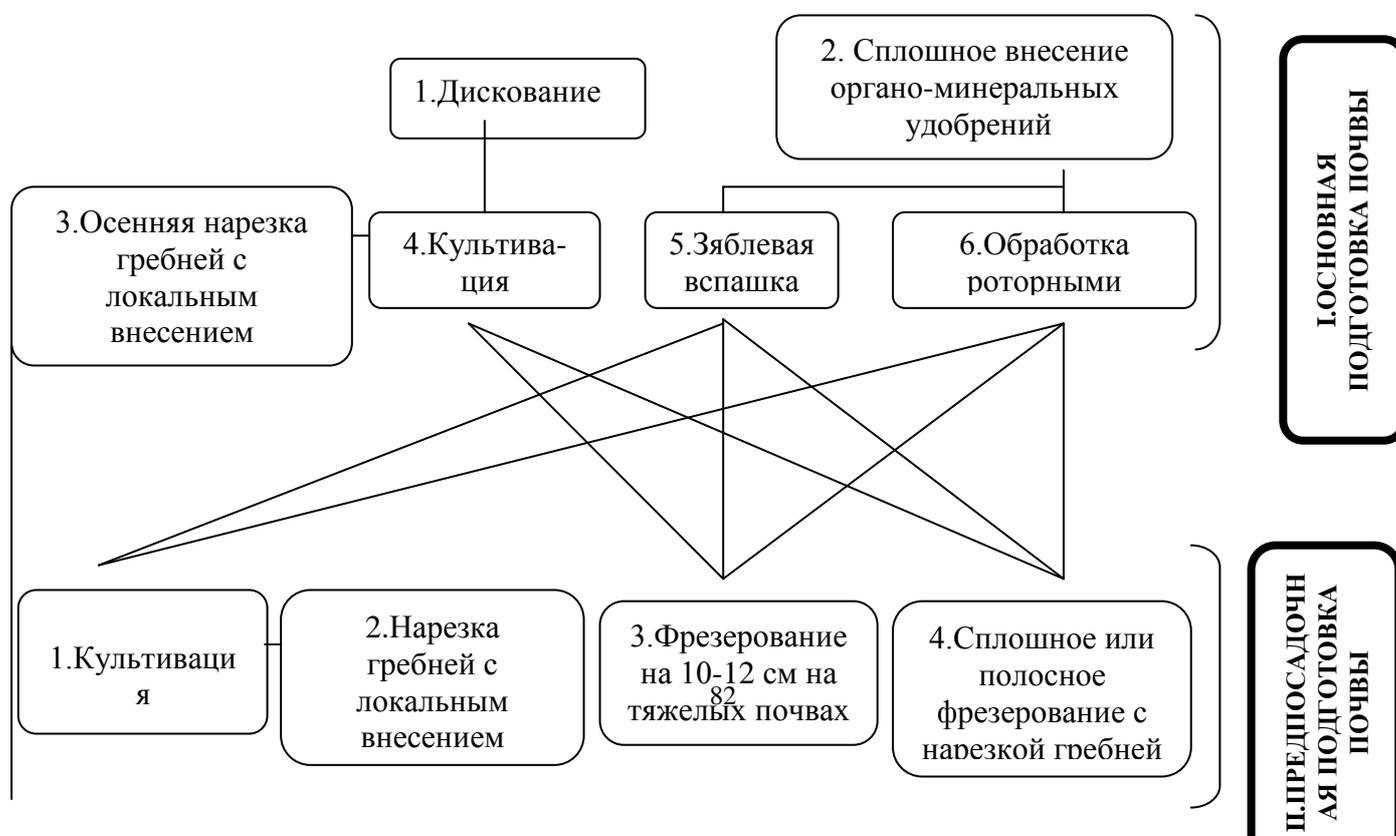
Номер технологии	Общие энергозатраты, МДж	Коэффициент энергетической эффективности	Энергосодержание, МДж
Традиционные технологии			
1.	28557,14	2,31	66000
2.	28279,27	2,33	66000
3.	32873,91	1,83	60000
4.	32576,04	1,84	60000
5.	28516,44	2,32	66000
6.	28218,57	2,34	66000
7.	32813,21	1,83	60000
8.	32515,34	1,85	60000

Перспективные технологии			
1.	28652,44	2,78	79500
2.	27983,9	2,84	79500
3.	32949,21	2,09	69000
4.	32280,67	2,14	69000
5.	28788,88	2,5	72000
6.	28120,34	2,56	72000
7.	33085,65	2,00	66000
8.	32417,11	2,04	66000

Данные по оценке энергетической эффективности традиционных и перспективных технологических схем приведены в таблице 27. Значения коэффициентов энергетической эффективности показывают преимущество перспективных технологий по сравнению с традиционными. Представленный материал может быть полезным для картофелеводческих хозяйств в плане проектирования (разработки) технологий, выбора технических средств для их осуществления, с учетом конкретных природно-климатических условий, материально-технических, трудовых и финансовых особенностей.

Предлагаемые технологические схемы (рисунок 29) с применением экспериментальных машин для предпосадочной обработки почвы, внутрипочвенного внесения удобрений и посадки картофеля позволяют устранить уплотнение почвы в период вегетации, сократить количество операций по уходу за посадками, снизить потребность органических удобрений в 3-4 раза по сравнению со сплошным способом внесения.

Предлагаемая технология, основанная на сокращении количества обработок позволяет сократить число единиц техники и их металлоемкость на 25...30 %, снизить расход топлива в 1,5-2,0 раза при уходе за посадками, потребности в органических удобрениях в 3-4 раза, общие энергетические затраты на 26...30%.



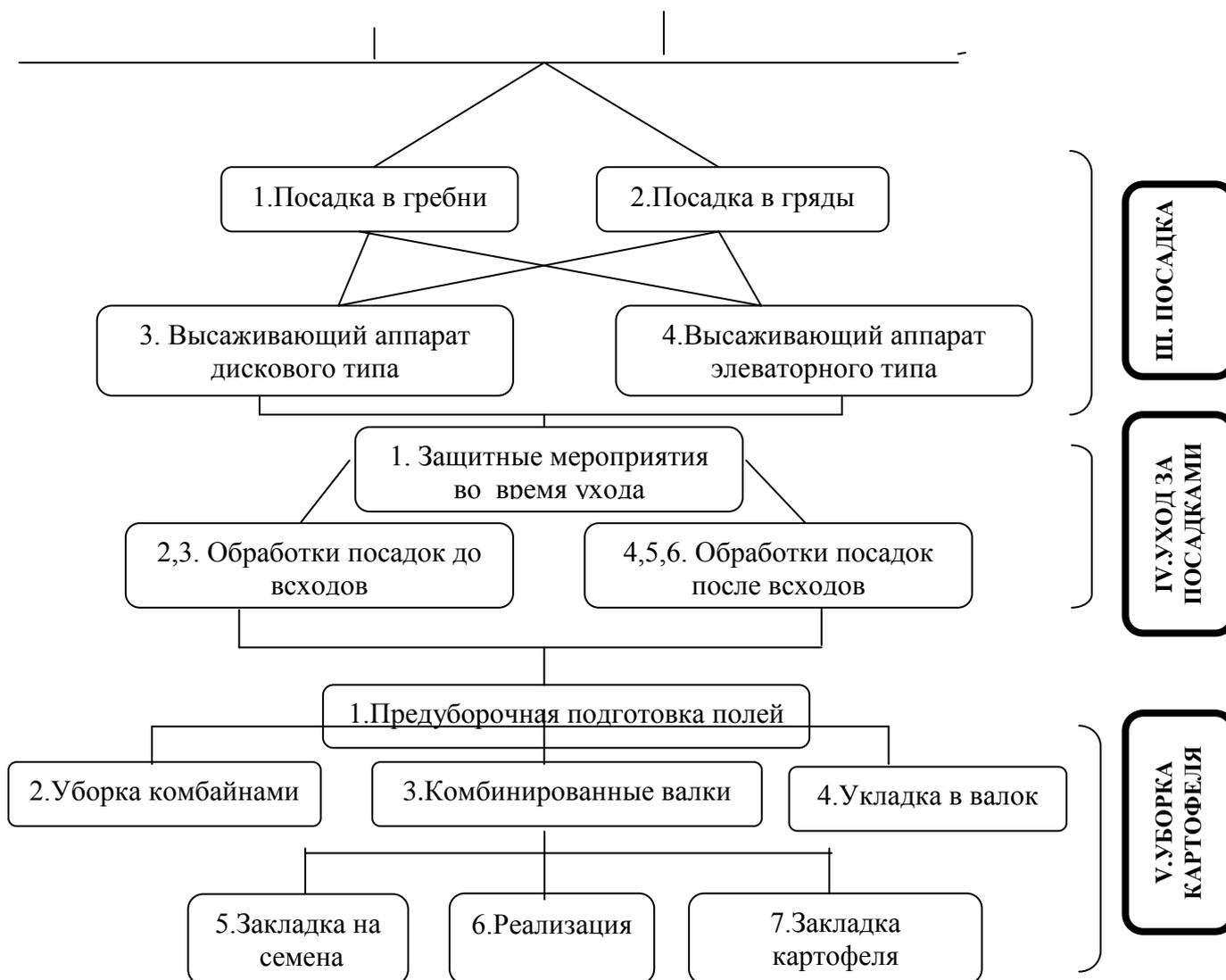
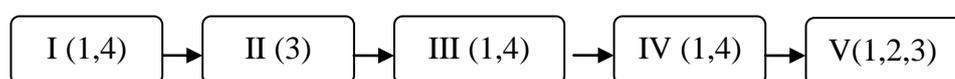


Рисунок 29 – Технологические схемы производства картофеля

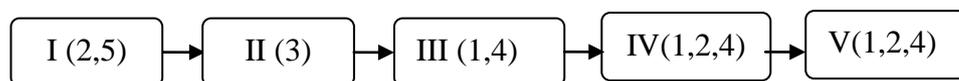
Предлагаемая технология с применением комплекса машин для предпосадочной обработки почвы, внутрипочвенного внесения удобрений и посадки картофеля могут быть применены на всех типах почв и в хозяйствах всех форм собственности. Возделывание картофеля на средних и тяжелых почвах диктует применение рабочих органов активного и пассивного действия в зависимости от конкретных природно-климатических условий.

В рассматриваемом аспекте в качестве перспективных технологических схем по этапам и согласно экспериментальных данных (таблица 27) рекомендуются варианты:

-на легких почвах



-на тяжелых почвах



Традиционные технологии возделывания картофеля не создают условий для получения высоких урожаев и состоят из операций, выполнение которых требует нескольких проходов агрегатов по полю. Необходимо приводить традиционные технологии к системе энерго- и почвосберегающих технологий с учетом адаптированности к технологическим схемам «Евротехника», снижающих количество проходов агрегатов по полю, что является основой технологий применяемых в странах ЕС.

Список использованной литературы

- 1 Писарев, Б. А. Книга о картофеле [Текст]: учеб. пособие для вузов / Писарев Б. А. ; – М. : Московский рабочий, 1977. – 230 с.
- 2 Горячкин, В. П. Физические свойства почвы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Горячкин В. П. ; М. : Колос, 1968, Т-2, 450 с.
- 3 Скринская, Е. Г. Краткий справочник картофелевода [Текст] / Е. Г. Скринская ; под ред. Е. Г. Скринской. ; – Алма-Ата : Изд-во Кайнар, 1977, 176 с.
- 4 Виноградов, В. И. Индустриальная технология производства картофеля [Текст] : рекомендации / Виноградов В. И., Дорохов А. П., Феоктистова Л. А. ; – М. : ЦНТИ, 1988.
- 5 Пшеченков, К. А. Индустриальная технология производства картофеля / Пшеченков К. А. и др. ; – М. : Россельхозиздат, 1985.
- 6 Кряжков, В. М. Машинная технология производства картофеля на грядах без применения гербицидов [Текст] / Кряжков В. М.; – М.: ВИМ, 1993.

7 Отчет Главного управления сельского хозяйства по Челябинской области за 1998, 2003, 2005 гг.

8 Шпаар, Д. Выращивание картофеля [Текст] / Дитер Шпаар, Питер Шуман; – М. : ИК Родник, Журнал «Аграрная наука», 1997, ISBN 5-85898-03009.

9 Латыпов, Р. М. Комбинированная машина для активной обработки почвы с одновременным формированием гряды под картофель [Текст] / Латыпов Р. М., 10 Печерцев Н. А., Гайнуллин И. А. ; – Челябинск.: Вестник ЧГАУ, Том 24, 1998, ISBN 5-88156-118-X.

11 Латыпов, Р. М. Обоснование параметров и режимов работы высеивающего устройства машины для внутривспашечного внесения твердых органических удобрений [Текст] : Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Латыпов, Р. М.; – Челябинск, 1996, 164с.

12 Латыпов Р. М. Обоснование ширины междурядий при посадке картофеля по грядообразующей технологии. // Достижения науки и техники АПК, 2006, №11, стр. 44.

13 Дорохов, А. П., Латыпов Р. М. Комбинированная машина для предпосадочной обработки почвы // Сельский механизатор, 2006, №10 стр. 42-43.

14 Латыпов, Р. М. Оценка энергетической эффективности комбинированной машины для предпосадочной подготовки почвы под картофель [Текст] /

15 Латыпов Р. М., Подолько П. М., Арефьев А. И.; – Челябинск.: Вестник ЧГАУ, Том 47, 2006, стр. 70-79, ISBN 5-88156-373-5.

16 Латыпов, Р. М. Энергетическая оценка грядообразования фрезерного типа [Текст]: Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы социальной, экономической и политической модернизации государства» / Арефьев А. И., Латыпов Р. М., Наумов Ю.М.; Том 2. – Кокшетау.: 2006, 281 с, ISBN 9965-721-45-9.

17 Латыпов, Р. М. Внутривспашечное внесение твердых органических удобрений при возделывании картофеля [Текст] / Латыпов Р. М. ; – Челябинск.: Вестник ЧГАУ, Том 8, 1995, стр. 80-81, ISBN 5-88156-044-2.

18 Завора В.А. Пути совершенствования механизированной технологии возделывания картофеля в условиях Алтая. Барнаул, 1995, 56с.

19 Печерцев Н.А., Латыпов Р.М. "Разработка операционно-технологической карты на выполнение сельскохозяйственных работ." Челябинск, 2006, 51с.

Приложение А

Технологическая карта по возделыванию и уборке картофеля (традиционные технологии)

Культура-картофель; норма высева, кг/га-2500; урожайность, ц/га-200-220; валовой сбор, ц-20000 – 22000

Наименование операции	Агросроки	Состав агрегата	Обслуживающий персонал		Расход топлива на 1 га, кг/га	Производительность агрегата, га/ч	Удельные энергозатраты, МДж/га							Общие энергозатраты
			механизатор	вспомогательный рабочий			Затраты на топливо		живой труд		овеществленный труд			
							прямые энергозатраты	косвенные энергозатраты	механизатор	вспомогательный рабочий	энергетическое средство	сцепка	СХМ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Закрытие влаги	17.04-25.04	Т-4А+СГ21+21БЗСС-1	1	---	2,18	8,93	93,09	21,8	0,14	---	13,89	20,04	49,63	198,59
2. Погрузка минеральных удобрений	20.04-27.04	МТЗ-80+ПФ-1,0	1	---	0,4	14	17,08	4,0	0,09	---	2,54	---	19,24	42,95
3. Рассев минеральных удобрений	20.04-27.04	МТЗ-80+1РМГ-4	1	---	2,44	6,6	104,19	24,4	0,19	---	5,4	---	21,41	155,59
4.1. Сплошная культивация	20.04-27.04	Т-4А+СП-16+4КПС-4	1	---	2,5	6,7	106,75	25	0,19	---	18,51	23,49	56,67	230,61
4.2. Предпосевная культивация	01.05-15.05	МТЗ-82+КГО-2,8	1	---	1,47	1,48	62,77	14,7	0,85	---	24,06	---	67,53	169,91
5. Посадка картофеля	01.05-15.05	а) МТЗ-80+КСМ-4 б) МТЗ-82+КСМ-6	1	---	7,41 6,35	0,7 0,74	316,41 271,15	74,1 63,5	1,8 1,7	---	50,87 51,39	---	696,58 819,64	1139,76 1207,38
6. Химическая обработка против сорняков	20.05-22.05	МТЗ-80+ОП-2000	1	1	0,36	10,9	15,37	3,6	0,12	0,08	3,27	---	11,82	34,26
7. Рыхлаение междурядий до всходов	12.05-20.05	а) МТЗ-80+КОН2,8 б) МТЗ-80+КРН4,2	1	---	4,7 3,8	1,15 1,93	200,69 162,26	47 38	1,10 0,65	---	30,97 18,45	---	47,67 44,59	327 263,95
8. Рыхлаение междурядий по всходам	01.06-10.06	а) МТЗ-80+КОН2,8 б) МТЗ-80+КРН4,2	1	---	3,39 2,26	1,46 2,18	114,75 96,50	33,9 22,6	0,86 0,58	---	24,39 16,34	---	37,55 39,48	211,45 175,5

9. Второе рыхление междурядий по всходам	15.06-23.06	а) МТЗ-80+КОН2,8 б) МТЗ-80+КРН4,2	1	---	3,39 2,26	1,46 2,18	114,75 96,50	33,9 22,6	0,86 0,58	---	24,39 16,34	---	37,55 39,48	211,45 175,5
10. Первое окучивание посадок картофеля	25.06-30.06	а) МТЗ-80+КОН2,8 б) МТЗ-80+КРН4,2	1	---	4,7 2,73	1,15 1,80	200,69 116,57	47 27,3	1,1 0,7	---	30,97 19,78	---	47,67 47,81	327,43 212,16
11. Второе окучивание посадок картофеля	03.07-08.07	а) МТЗ-80+КОН2,8 б) МТЗ-80+КРН4,2	1	---	4,7 2,73	1,15 1,80	200,69 116,57	47 27,3	1,1 0,7	---	30,97 19,78	---	47,67 47,81	327,43 212,16
12. Химическая обработка против жука	20.05-22.05	МТЗ-80+ОП-2000	1	1	0,36	10,9	15,37	3,6	0,12	0,08	3,27	---	11,82	34,26
13. Скашивание ботвы	25.08-05.09	МТЗ-80+КИР-1,5	1	---	7,81	0,63	333,49	78,1	2,0	---	56,52	---	182,14	652,25
14.1 Выкапывание и сбор в контейнеры. Разгрузка контейнеров в транспортное средство.	01.09-20.09	МТЗ-80+КСТ-1.4А	1	8	22,1	0,3	944	221	4,2	24	118,7	---	805	2116,9
		МТЗ-80+ПФ-0,5	1	1	1,22	4,05	52,09	12,2	0,31	0,22	8,79	---	42,22	115,83
14.2 Уборка картофеля комбайном	01.09-20.09	МТЗ-80+КПК-2	1	2	41,9	0,26	1789,13	419,0	4,85	6,92	137	---	4172,6	6529,5
15. Транспортировка картофеля	01.09-20.09	МТЗ-80+2-ПТС-4	1	---	0,48	16,80	20,50	4,8	0,08	---	2,12	---	4,69	32,19
16. Вспашка зяби	15.09-05.10	Т-4А+ПЛП-6-35	1	---	12,0	1,53	512,4	120	0,82	---	81,05	---	88,53	802,8
17. Снегозадержание в два следа	01.01-20.01 01.02-20.02	Т-4А+2СВУ-2,6	1	---	1,0	9,3	85,4	20	0,14	---	26,67	---	34,18	166,39
Суммарные энергозатраты:														
1. Операция 4.1+операция 14.2+агрегаты а)							4269,11		39,6		2818,86			7127,14
2. Операция 4.1+операция 14.2+агрегаты б)							3899,08		37,69		2892,5			6829,27
3. Операция 4.1+операция 14.1+агрегаты а)							5247,95		22,64		6153,75			11423,91
4. Операция 4.1+операция 14.1+агрегаты б)							4877,52		20,73		6227,39			11126,04
5. Операция 4.2+операция 14.1+агрегаты а)							4214,83		40,26		2831,82			7066,44
6. Операция 4.2+операция 14.1+агрегаты б)							3844,8		38,27		2905,46			6768,57
7. Операция 4.2+операция 14.2+агрегаты а)							5193,67		23,2		6166,71			11363,21
8. Операция 4.2+операция 14.2+агрегаты б)							4803,64		21,31		6240,35			11065,34
Примечание: В расчётах учтены энергозатраты на семена картофеля = 20000 МДж/га и на удобрения = 1450 МДж/га														

Приложение Б

Технологическая карта по возделыванию и уборке картофеля (перспективные технологии)

Культура

картофель

Норма высева, кг/га

2500 Урожайность, ц/га

220-265

Валовой сбор, ц

22000-26500

Наименование операции	Агросроки	Состав агрегата	Обслуживающий персонал		Расход топлива на 1 га, кг/га	Производительность агрегата, га/ч	Удельные энергозатраты, МДж/га						Общие энергозатраты	
			механизатор	вспомогательный рабочий			затраты на топливо		живой труд		овеществленный труд			
							прямые энергозатраты	косвенные энергозатраты	механизатор	вспомогательный рабочий	энергетическое средство	сцепка		СХМ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Закрытие влаги	17.04-25.04	T-4A+CG21+21БЗСС-1	1	---	2,18	8,93	93,09	21,8	0,14	---	13,89	20,04	49,63	198,59
2.1. Предпосевное фрезерование	01.05-15.05	T-150+ГОФ-4,2	1	---	10,0	3,0	427	100	0,42	---	33,65	---	61,43	622,5
2.2. Предпосевная культивация	01.05-15.05	T-150+КМП-3	1	---	12,0	1,9	512,4	120	0,66	---	53,13	---	72,75	758,94
3. Рядковое внутривспашечное внесение органоминеральных удобрений	01.05-15.05	MT3-80+МВУ-6	1	--	2,5	4,5	106,75	25	0,28	--	7,91	---	36,93	176,87
4. Посадка картофеля	01.05-15.05	а) MT3-80+КСМ-4 б) MT3-82+КСМ-6	1	---	7,41 6,35	0,70 0,74	316,41 271,15	74,1 63,5	1,8 1,7	---	50,87 51,39	---	696,58 819,64	1139,76 1207,38
5. Химическая обработка против сорняков	20.05-22.05	MT3-80+ОП-2000	1	1	0,36	10,9	15,37	3,6	0,12	0,08	3,27	---	11,82	34,26
6. Первое окучивание картофеля	25.06-30.06	а) MT3-80+КФК-2,8 б) MT3-80+КРН-4,2	1	---	10,0 2,73	2,8 1,80	427 116,57	100 27,3	0,45 0,7	---	12,98 19,78	---	39,49 47,49	579,92 211,84
7. Второе окучивание посадок картофеля	03.07-08.07	а) MT3-80+КФК-2,8 б) MT3-80+КРН-4,2	1	1	10,0 2,73	2,8 1,80	427 116,57	100 27,3	0,45 0,7	---	12,98 19,78	---	39,49 47,49	579,92 211,84

8. Химическая обработка против жука	20.05-22.05	МТЗ-80+ОП-2000	1	1	0,36	10,9	15,37	3,6	0,12	0,08	3,27	---	11,82	34,26	
9 Скашивание ботвы	25.08-5.09	МТЗ-80+КИР-1,5	1	---	7,81	0,63	333,49	78,1	2,0	---	56,52	---	182,14	652,25	
10.1 Выкапывание и сбор в контейнеры. Разгрузка контейнеров в транспортное средство.	01.09-20.09	МТЗ-80+КСТ-1.4А	1	8	22,1	0,3	944	221	4,2	24	118,7	---	805	2116,9	
		МТЗ-80+ПФ-0,5	1	1	1,22	4,05	52,09	12,2	0,31	0,22	8,79	---	42,22	115,83	
10.2 Уборка картофеля комбайнами	01.09-20.09	МТЗ-80+КПК-2	1	2	41,9	0,26	1789,13	419,0	4,85	6,92	137	---	4172,6	6529,5	
11. Транспортировка картофеля	01.09-20.09	МТЗ-80+2-ПТС-4	1	---	0,48	16,80	20,50	4,8	0,08	---	2,12	---	4,69	32,19	
12. Вспашка зяби	15.09-05.10	Т-4А+ПЛН-6-35	1	---	12,0	1,53	512,4	120	0,82	---	81,05	---	88,53	802,8	
13. Снегозадержание в два следа	01.01-20.01 01.02-20.02	Т-4А+2СВУ-2,6	1	---	1,0	9,3	85,4	20	0,14	---	26,67	---	34,18	166,39	
Суммарные энергозатраты:															
1. Операция 2.1+операция 10.2+агрегаты а)								4660,07		35,71		2556,66		7252,44	
2. Операция 2.1+операция 10.2+агрегаты б)								3837,95		36,11		2709,84		6583,9	
3. Операция 2.1+операция 10.1+агрегаты а)								5638,91		18,75		5891,55		11549,21	
4. Операция 2.1+операция 10.1+агрегаты б)								4816,79		19,15		6044,73		10880,67	
5. Операция 2.2+операция 10.1+агрегаты а)								4765,47		35,98		2587,46		7388,88	
6. Операция 2.2+операция 10.1+агрегаты б)								3943,35		36,38		2740,64		6720,34	
7. Операция 2.2+операция 10.2+агрегаты а)								5744,31		18,99		5922,35		11685,65	
8. Операция 2.2+операция 10.2+агрегаты б)								4922,19		19,39		6075,53		11017,11	

Примечание: В расчётах учитываем энергозатраты на семена картофеля $E_{сем} = 20000$ МДж/га и на удобрения $E_{уд} = 1400$ МДж/га

