

**Выводы**

Применение разработанного рабочего устройства в виде модуля в составе картофелеуборочного комбайна позволит повысить производительность, точность разделения и снизить затраты труда на переработку картофеля.

В результате проведенных лабораторных испытаний установлено: точность разделения по фракциям достигает 90%, а повреждаемость клубней соответствует агропотребованиям при производительности до 18 т/ч.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Войцех, Т., Сташинский, Р.С. Обоснование параметров рабочей поверхности для сортирования клубней картофеля: автореф. ... дисс. канд. техн. наук/ Т. Войцех, Р.С. Сташинский; БИМСХ. – Минск, 1988. – 23 с.

2. Диденко, И.Ф. Машины для уборки овощей/ И.Ф. Диденко, В.А. Хвостов, В.П. Медведев. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.

УДК635.21:631.5

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.10.2007

**АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ  
ДЛЯ ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ**

**В.С. Лахмаков, канд. техн. наук, доцент, И.И. Бондаренко, аспирантка (УО БГАТУ)**

**Аннотация.**

*Рассматриваются способы посадки картофеля. Приводится обзор рабочих органов (активных и пассивных). Схема ротационных рабочих органов.*

**Введение**

Картофель – один из важнейших продуктов питания для человека и кормления животных. Он занимает пятое место по энергетической ценности после пшеницы, кукурузы, риса и ячменя [1].

В общем комплексе мер по обеспечению высокого уровня производства картофеля важное значение имеют выбор и подготовка почвы под картофель, применение новейших достижений агротехники возделывания, использование высокопроизводительных орудий.

Структура почвы, обусловленная размерами, формой и прочностью агрегатов, на которые она распадается в спелом состоянии, оказывает большое влияние на урожайность картофеля.

Подготовленная к посадке картофеля почва должна иметь хорошо взрыхленный мелкокомковый слой с объемной массой 0,9... 1,0 г/см. В такой почве должны преобладать (80% и более) комки размером 0,1...2,5 см., а комки более 5 см не допускаются.

**Основная часть**

Наиболее эффективна подготовка почвы под посадку картофеля с формированием гребней, особенно на почвах в зонах избыточного увлажнения. Образование гребней увеличивает толщину пахотного горизонта за счет почвы, вынесенной из борозд, что способствует созданию благоприятных условий для роста и развития картофеля. Кроме этого, создаются благоприятные условия для выполнения операции посадки и ухода за всходами, так как борозды между гребнями служат направляющими для колес трактора

и позволяют проводить междурядные обработки с малыми (5-8 см) защитными зонами, снижают буксование колес трактора, уменьшают разрушение структуры почвы.

К образованию гребней предъявляют следующие требования:

- гребни должны иметь высоту 12...22 см; отклонение по высоте не должно превышать 1-3 см;
- ширина вершины гребня должна быть в пределах 0...20 см;
- гребни должны быть прямолинейны по всей длине гона, что обеспечивает точность ведения рабочих органов орудий при междурядной обработке;
- отклонение от прямолинейности рядков на длине 50 м не должно превышать 5 см;
- почва гребней должна быть рыхлой, полностью подготовленной для посадки.

Выполнению этих требований способствует своевременная весенняя обработка почвы, достаточная глубина пахотного слоя. Образование гребней под посадку способствует снижению затрат труда при уходе за посадками.

В настоящее время известен ряд рабочих органов машин для образования гребней и окучивания. По способу взаимодействия с почвой их можно разделить на пассивные и активные.

Пассивные гребнеобразователи (рис. 1) выполнены в виде окучников и используются, в основном, на культиваторах для междурядной обработки. Часть рабочих органов лемешно-отвального типа имеет возможность регулировки высоты гребня и ширины междурядий с учетом расстояния между гребнями.

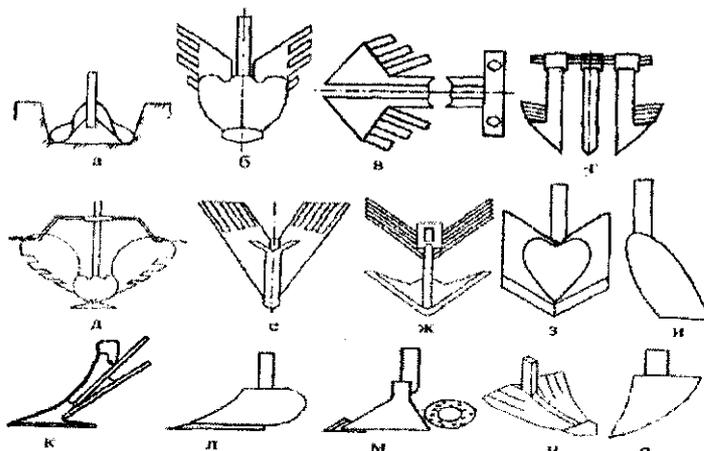


Рисунок 1. Схемы лемешно-отвальных рабочих органов для гребнеобразования и окучевания: а, б, д, о — окучники; в, г, е, ж, з, к, и, — лапы-окучники; л, м — арычник-бороздорез;

Большинство из них устанавливается на жестких или подпружиненных стойках, регулируемых по высоте и ширине. Данные рабочие органы позволяют образовывать необходимые по высоте гребни, производить окучевание посадок картофеля, но при этом происходит уплотнение боковых стенок гребня. Обработка давлением травмирует корневую систему, задерживая развитие растений. При изготовлении этих рабочих органов требуется получение сложных профилей рабочих поверхностей, а при эксплуатации затруднено обеспечение агротехнических допусков по прямолинейности, ширине и высоте гребней.

Ротационные рабочие органы (рис. 2,а) имеют вращающиеся зубовые барабаны, установленные на жестких стойках, они приводятся в движение реактивной силой при контакте с почвой и используются при междурядной обработке посадок с определенным профилем борозды.

В БелНИИМСХ разработана конструкция культиватора-окучника гребнеобразователя (рис. 2,д), в котором образование гребней и окучевание осуществляются за счет окучивающих корпусов, и, расположенных за ними ротационных боронок, частично устраняющих уплотнение боковых стенок гребня при работе окучивающих корпусов. Однако эти рабочие органы позволяют эффективно производить крошение поверхностного слоя и вычесывание сорняков только на гребнях с определенным профилем.

Полоцкий заводом "Проммашремонт" выпускается культиватор (рис. 2,е), в котором ротационные боронок расположены перед окучивающими корпу-

сами. Применение данной схемы расстановки рабочих органов снижает эффективность работы ротационных боронок и, в конечном результате, качество производимых работ. В целом сочетание тянущихся (пассивных) и вращающихся (ротационных) рабочих органов дает возможность повысить качество гребнеобразования и окучевания, но не позволяет обеспечить оптимальную структуру почвы. Применение нескольких рабочих органов усложняет конструкцию, обслуживание и настройку культиватора, увеличивает его энергоемкость и массу, снижает надежность.

Известны также различные варианты дисковых гребнеобразователей (рис. 2, б, в, г), в которых образование гребня осуществляется за счет отбрасывания почвы двумя сферическими дисками. Предложены две схемы образования гребня. Согласно первой, образование гребня осуществляется за один проход агрегата (рис. 2, б, в) путем суммирования потоков почвы, отбрасываемых дисками. По второй схеме (рис. 2, г) потоки почвы разделяются и образуют два полугребня за один проход рабочего органа. Использование первой схемы позволяет добиться меньших отклонений по высоте и ширине гребня. Однако такие гребнеобразователи плохо заглубляются, особенно на почвах, засоренных корневищами сорняков. На легких и средних почвах они показывают положительные результаты, поэтому просты по устройству и просты в работе.

В целом рассмотренные пассивные рабочие органы имеют ряд общих недостатков. Во-первых, использование этих рабочих органов не позволяет в полной мере обеспечить оптимальный гранулометрический состав почвы в слое гребня вследствие недос-

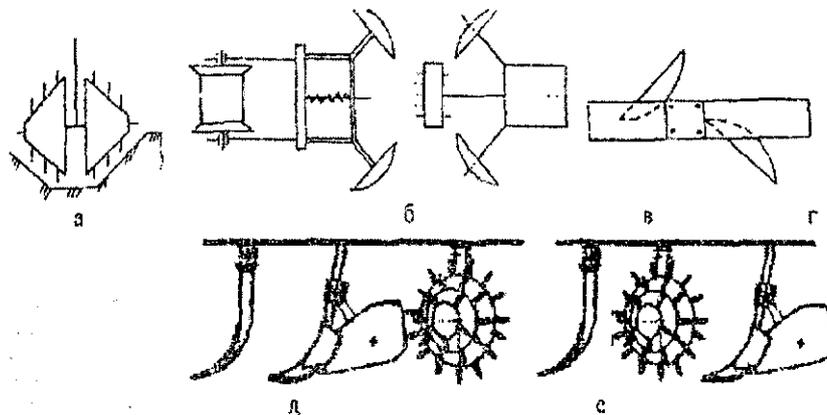


Рисунок 2. Схемы пассивных рабочих органов машин для гребнеобразования и окучевания: а — ротационная бороночка; б, в, г — дисковые рабочие органы; д, е — культиваторы-окучники-гребнеобразователи.

точного крошения почвы; во-вторых, происходит уплотнение боковых стенок гребня, в результате чего нарушается водно-воздушный режим; в-третьих, из-за уплотнения боковых граней гребня в почве быст-

рее протекают процессы самоуплотнения, что в сочетании с другими факторами отрицательно влияет на урожайность культуры, и, наконец, донные рабочие органы применяются не на всех типах почвы.

Эти недостатки на тяжелых почвах можно устранить использованием активных рабочих органов. Последние создают лучшие условия для аэрации почвы, общая скважность которой сохраняется с большей устойчивостью в течение вегетативного периода, и, как результат, увеличивается урожайность картофеля на тяжелых почвах до 30% [3]. Кроме того, уменьшение усилий для разрушения почвенных глыб при уборке позволяет снизить потери и повреждаемость клубней, повысить качество работы картофелеуборочных машин, однако на легких и средних почвах использование активных рабочих органов приведет к значительному образованию частиц размером 0,1 см и менее, что разрушает структуру почвы и приводит к резкому снижению урожайности (до 30% и более).

К активным рабочим органам почвообрабатывающих машин относятся рабочие органы, подвод мощности к которым осуществляется механически от вала отбора мощности трактора или посредством гидроприводов (рис. 3).

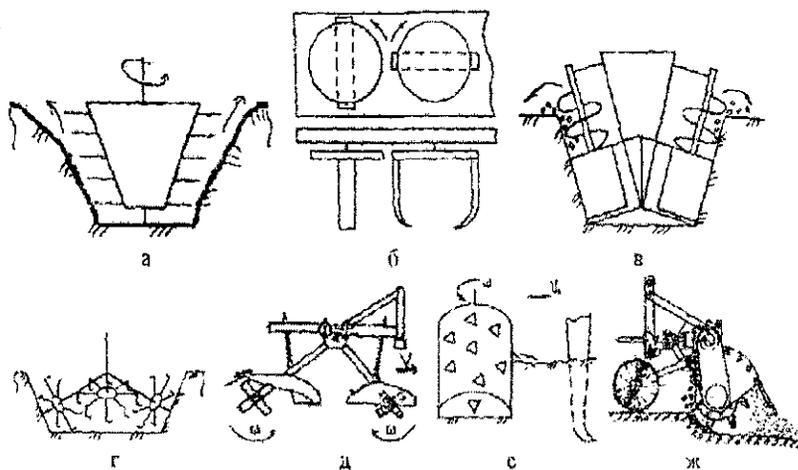


Рисунок 3. Схемы активных рабочих органов машин для гребнеобразования и окучивания: а - ротационный; б, с - роторный; в - роторно-шнековый; г, д - фрезерный; ж - пропашная фреза.

Так, Шотландским институтом сельскохозяйственного машиностроения [3] разработаны ротационные окучники (рис.3, а), в которых каждый окучивающий узел состоит из двух фасонных зубчатых роторов, имеющих штыревидные зубья по спирали, которые проводят встречное рыхление, культивируя и перемещая почву вверх и в сторону для формирования гребней. Данные окучники целесообразно использовать на влажных и тяжелых почвах, причем число комьев в гребнях при такой обработке сокращается, применение их исключает образование жестких выступов на гребнях, неизбежных при использовании обыкновенных отвальных окучников.

Гребнеобразователь с роторными рабочими органами (рис. 3, б) имеет два вращающихся ротора с вертикально расположенными ножами, которые формируют гребень, создавая мелкокомковатую структуру почвы. Рабочий орган (рис. 3, е) имеет ротор, расположенный под углом к вертикальной оси, в поперечной движению плоскости. Существенным его недостатком является то, что для образования гребня необходимо производить два прохода агрегата.

Известны попытки использования для гребнеобразования роторно-шнековых рабочих органов (рис. 3 в), в которых перемещение почвы с последующим образованием гребня осуществляется при использовании двух шнеков, установленных под углом к вертикали. Недостатком такой конструкции является сложность, ненадежность, невысокая производительность, недостаточное качество гребня.

Фрезерные культиваторы для междурядной обработки посадок картофеля (рис. 3, г) имеют активные рабочие органы в виде самозатачивающихся зубьев или Г-образных ножей. Особенностью обработки культиватором (рис. 3, д) является наличие передней режущей секции гребнеобразующих рабочих органов, расположенной позади передней [5]. Эти рабочие органы пока не прошли экспериментальную проверку.

Пропашные фрезы (рис. 3, ж) имеют секции фрез, расположенные по ширине междурядий. За секциями могут устанавливаться дополнительные элементы, обеспечивающие образование гряд и гребней: отвальные рабочие органы, профильные фартуки, шаблоны и др.[6].

Машины с активными рабочими органами также имеют ряд существенных недостатков: их применение нежелательно на легких и средних почвах, а также подверженных ветровой эрозии и каменистых. Они имеют повышенную сложность и ненадежность конструкций, трудоемкость технического обслуживания и т. д.

Отмеченные недостатки гребнеобразовательных машин с пассивными и активными рабочими органами могут быть в значительной мере устранены при использовании ротационных игольчато-дисковых рабочих органов (рис. 4).

Два игольчатых диска, установленных под углом к направлению движения, приводятся во вращение за счет реактивной силы при контакте с почвой. При этом происходит формирование гребня с одновременным рыхлением. В зависимости от угла атаки, при последующих обработках гребня изменяется интен-

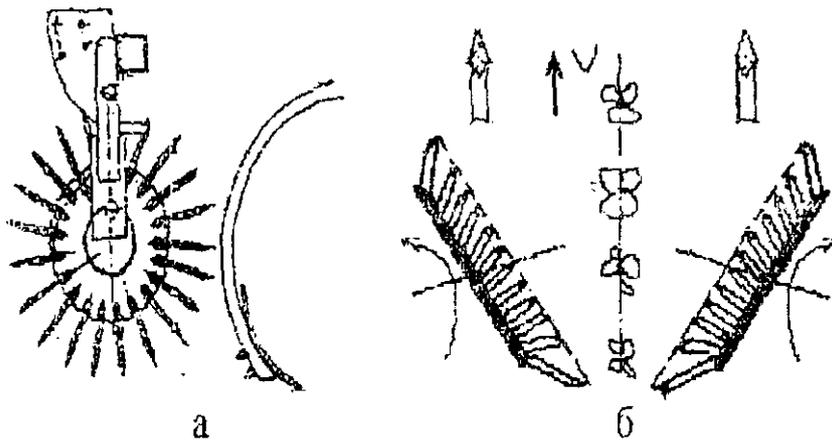


Рисунок 4. Схема ротационных игольчато-дисковых рабочих органов: а – вид сбоку; б – вид сверху.

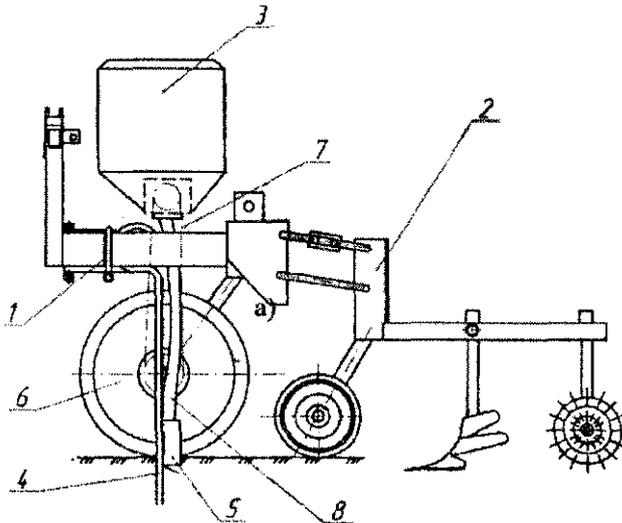


Рисунок 5. Машина-гребнеобразователь.

сивность и глубина воздействия на почву, что позволяет проводить необходимые мероприятия в течение значительной части вегетативного периода культуры. При использовании данных рабочих органов возможно получение хорошо взрыхленного, мелкокомковатого гранулометрического состава почвы гребня, оптимального для растений водно-воздушного режима. Исследования БелНИИ картофелеводства подтвердили, что глубокое (3...5см) рыхление почвы в междурядьях игольчато-дисковыми рабочими органами, позволяет не только повысить урожай до 15% и уменьшить количество сорняков на 20% и более, но и уменьшить на 50% и более потери клубней за комбайном во время уборки.

Результаты испытаний показали, что ротационные игольчато-дисковые рабочие органы для гребнеобразования и окучивания наиболее перспективны на данном этапе. Наряду с простотой конструкции и надежностью они обеспечивают требуемое качество выполнения работ. Однако нуждаются в более глубоком

теоретическом обосновании и широкой экспериментальной проверке их эффективности в различных почвенно-климатических условиях.

По результатам лабораторных исследований была разработана универсальная комбинированная почвообрабатывающая машина-гребнеобразователь с новым рабочим органом (рис. 5), выполняющая за один проход по полю глубокое рыхление зоны развития корневой системы картофеля, внесение локальным способом полоски минеральных удобрений заданной ширины на требуемую глубину заделывания и

нарезку гребней. Это позволяет не только втрое сократить число проходов агрегатов по полю, но и в 2 раза снизить расход вносимых удобрений. Универсальная почвообрабатывающая машина-гребнеобразователь УПГ-2,8 предназначена для подготовки почвы под посадку картофеля с междурядьями 70 см, с одновременным локальным внесением минеральных удобрений в гребень.

Машина, в соответствии с рис. 5, состоит из рамы – 1; секции гребне-образующей – 2; бункеров – 3; чизельных стоек – 4; ложеобразователей – 5; опорно-приводных колес – 6; привода туковысевающих аппаратов – 7; туко-проводов – 8. Секция гребнеобразующая предназначена для образования гребней и установки сменных рабочих органов.

Чизельные стойки предназначены для рыхления плужной подошвы и локального внесения минеральных удобрений в гребень на требуемую глубину. Глубина рыхления регулируется механизмом опорно-приводных колес.

Ложеобразователь предназначен для внесения гранулированных минеральных удобрений. Глубина внесения удобрений регулируется перемещением ложеобразователя относительно стойки.

При проведении опытов измерялись параметры гребня, глубина рыхления, качество крошения почвы, ее влажность, твердость почвы, степень уничтожения сорняков и повреждения культурных растений.

При опыте использовались зубья круглые, квадратные, копьевидные.

На рисунке 6 показаны кривые изменений удельного тягового сопротивления для рабочих органов рыхлителей, в зависимости от поступательной скорости движения и глубины обработки на супесчаной почве влажностью 18%.

Анализ показал, что степень крошения почвы снижается по мере увеличения  $\angle\beta$  и глубины обработки, а также возрастает при скорости движения агрегата. Это объясняется тем, что при увеличении

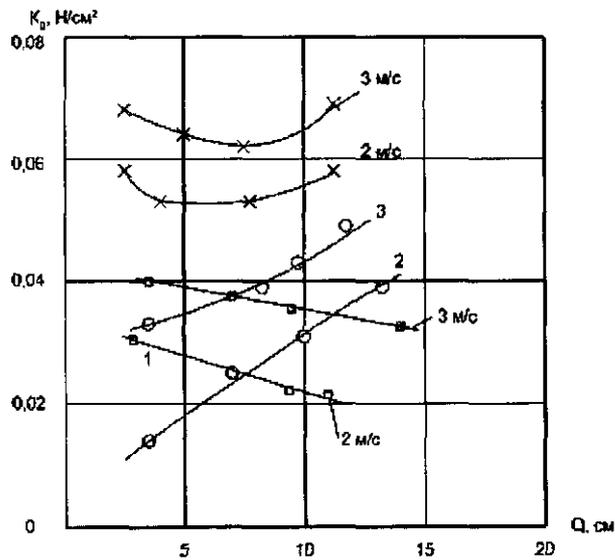


Рисунок 6. Характер изменения удельного сопротивления от глубины обработки почвы при скоростях 2 и 3 м/с.

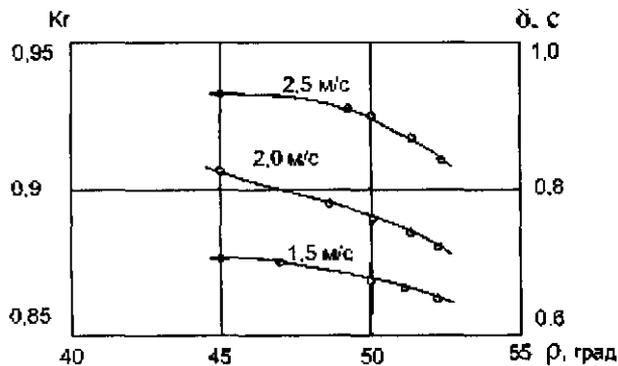


Рисунок 7. Зависимость степени крошения почвы на поверхности гребня  $K_r$  и степени уничтожения сорняков ( $\delta, c$ ) от угла установки зубьев  $\beta^\circ$ .

скорости, происходит деформация почвы, и увеличиваются микротрещины в комках.

Плотность почвы на поверхности гребня при увеличении скорости движения агрегата снижается, так как время деформации зубьями обрабатываемого объема сокращается.

### Выводы

Пассивные рабочие органы имеют ряд общих недостатков. Во-первых, использование этих рабочих органов не позволяет в полной мере обеспечить оптимальный гранулометрический состав почвы в слое гребня вследствие недостаточного крошения почвы; во-вторых, происходит уплотнение боковых стенок гребня,

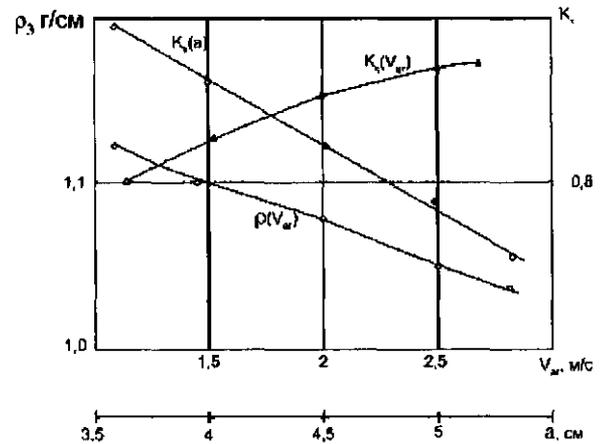


Рисунок 8. Зависимость плотности поверхности гребня и степени крошения почвы от скорости движения агрегата  $V_{agr}$  и глубины рыхления  $Q$ .

в результате чего нарушается водно-воздушный режим; в-третьих, из-за уплотнения боковых граней гребня в почве быстрее протекают процессы самоуплотнения, что в сочетании с другими факторами отрицательно влияет на урожайность культуры.

Машины с активными рабочими органами также имеют ряд существенных недостатков: их применение нежелательно на легких и средних почвах, а также подверженных ветровой эрозии и каменистости. Они имеют повышенную сложность и ненадежность конструкций, трудоемкость технического обслуживания и т. д.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар, Д. Дрегер, В. Иванюк. – Мн.: ФУ «Аинформ», 1999. – 272 с.
2. Сельскохозяйственная техника: каталог / сост. В. М. Бурдыко, Д. С. Лопух, И. С. Нагорский. – Минск, 1996. – 216 с.
3. Лахмаков, В. С. Подготовка почвы с нарезкой гребней под картофель комбинированной машиной: дис. ... канд. техн. наук / В. С. Лахмаков. – Мн.: БИМСХ, 1989 – 185 с.
4. Клочков, А. В. Сельскохозяйственные машины / А. В. Клочков, Н. В. Чайчиц, В. П. Буяшов. – Мн.: Ураджай, 1997. – 494 с.
5. Петров, Г. Д. Механизация производства картофеля и овощей в Нечерноземье / Г. Д. Петров, П. В. Бекетов. – М: Моск. рабочий, 1980. – 224 с.
6. Иванов, С. А. Обоснование параметров средств механизации для гребневания и механического ухода за посадками картофеля: автореф. ... дис. канд. техн. наук / С. А. Иванов. – Елгава, 1988.