

Комплексная переработка картофеля на крахмал и побочные продукты на базе гидроциклонных установок

Complex potato processing for starch and by-products on the base of hydrocyclones

Бызов В.А., Лукин Н.Д., Андреев Н.Р.,
Соломин Д.А.

Byzov V.A., Lukin N.D., Andreev N.R., Solomin D.A.

Аннотация

Abstract

В статье рассмотрены технические характеристики производимого во ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья - филиале ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» оборудования по переработке картофеля на крахмал на базе гидроциклонных установок мощностью от 10 до 500 тонн переработки картофеля в сутки. Гидроциклонные установки обеспечивают выделение крахмала непосредственно из тонкоизмельченного картофеля (картофельной каши) с получением на выходе сухого картофельного крахмала по ГОСТ Р 53876 - 2010 «Крахмал картофельный» и побочного продукта - смеси картофельной клетчатки (мезги) и картофельного сока. Рассмотрены область применения, технологии утилизации картофельной мезги и картофельного сока для животноводства и удобрительные поливы с учетом их химического состава. Производственные мощности представленного оборудования могут быть также использованы для переработки некондиционного картофеля, а также побочных продуктов картофелепродуктового производства. Отмечено, что одной из причин недостаточного объема производства картофельного крахмала является отсутствие в стране рентабельной сырьевой базы, так как клубни на переработку поступают низкого качества по высокой цене. Для обеспечения экономической эффективности производства картофельного крахмала крахмалистость картофеля должна составлять не менее 19%. Таким образом, основным направлением повышения эффективности переработки в крахмал является увеличение крахмалистости и урожайности клубней. Кроме того, одним из резервов дополнительного повышения объема выпуска картофельного крахмала является использование производственных мощностей для переработки некондиционного картофеля, а также побочных продуктов картофелепродуктового производства. Отмечено также, что для повышения рентабельности картофелекрахмального производства требуется создание предприятий большей производственной мощности, а также организация на них выпуска модифицированных картофельных крахмалов повышенного потребительского спроса.

The article discusses the technical characteristics of potato starch processing equipment produced at the All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-containing Raw Materials - branch of the FSBSI «Federal Potato Research Center named after A.G. Lorkh» based on hydrocyclone installations with a capacity of 10 to 500 tons of potato processing per day. Hydrocyclone installations provide starch extraction directly from finely ground potatoes (potato porridge) to produce dry potato starch according to GOST R 53876 - 2010 «Potato starch» and a by-product - a mixture of potato fiber (pulp) and potato juice. The scope of application, technologies for the utilization of potato pulp and potato juice for animal husbandry and fertilizer irrigation, taking into account their chemical composition, are considered. The production facilities of the presented equipment can also be used for processing substandard potatoes, as well as by-products of potato production. It is noted that one of the reasons for the insufficient production of potato starch is the lack of a profitable raw material base in the country, since tubers are processed of poor quality at a high price. To ensure the economic efficiency of potato starch production, the starchiness of potatoes should be at least 19%. Thus, the main direction of increasing the efficiency of processing into starch is to increase the starchiness and yield of tubers. In addition, one of the reserves for an additional increase in potato starch output is the use of production facilities for processing substandard potatoes, as well as by-products of potato production. It was also noted that in order to increase the profitability of potato starch production, it is necessary to create enterprises with greater production capacity, as well as organize the production of modified potato starches with increased consumer demand.

Key words: technology, cellular (potato) juice, potato pulp.

For citing: Complex potato processing for starch and by-products on the base of hydrocyclones. V.A. Byzov, N.D. Lukin, N.R. Andreev, D.A. Solomin. Potato and vegetables. 2025. No3. Pp. 45-51. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.22.98.005> (In Russ.).

Ключевые слова: переработка картофеля, технология, оборудование, картофельный сок, картофельная мезга, картофельный белок

Для цитирования: Комплексная переработка картофеля на крахмал и побочные продукты на базе гидроциклонных установок / В.А. Бызов, Н.Д. Лукин, Н.Р. Андреев, Д.А. Соломин // Картофель и овощи. 2025. №3. С. 45-51. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.22.98.005>

Во ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиале ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» разработана техническая документация и создано производство линий по переработке картофеля на сухой крахмал мощностью 10, 25, 50, 100, 200 и 500 т исходного сырья в сутки на базе гидроциклонных

установок [1]. Используемая при этом технология предусматривает выделение крахмала непосредственно из картофельной каши с получением на выходе сухого картофельного крахмала по ГОСТ Р 53876–2010 «Крахмал картофельный» и смеси картофельной клетчатки (мезги) и позволяет перерабатывать также и некондиционный картофель.

Технологическая схема линии по переработке картофеля на крахмал с использованием гидроциклонной установки включает блоки, которые осуществляют очистку сырья от примесей, мойку и измельчение клубней, разделение картофельной каши на крахмал (в виде крахмальной суспензии) и смесь мезги (клетчатки) с картофельным соком, промывание, обезвоживание и высушивание крахмала.

Сравнительный анализ существующих технологических схем переработки картофеля на крахмал показал, что технология с применением гидроциклонов на стадии разделения картофельной каши обеспечивает совмещение технологических операций по выделению и промывке крахмала, что позволяет значительно уменьшить производственные площади под размещение соответствующего по мощности оборудования, а также повысить коэффициент извлечения крахмала из картофеля. Следует также отметить, что для достижения требуемых технологических показателей снижается расход свежей воды (до 0,7–1,0 м³ на 1 т картофеля).

Для приемки, хранения и передачи в производство картофеля предусматривается оборотный склад, примыкающий непосредственно к производственному корпусу переработки картофельного сырья. Оборотный склад картофеля, должен обеспечить работу предприятия от 2 до 3-х суток. В поперечном разрезе оборотный склад имеет форму треугольника, вершина которого обращена вниз и замыкается канавкой гидротранспортера [2].

Расход воды на гидротранспортировку картофеля составляет 500–625% к массе картофеля. Оборотный склад изготавливается из листового железа.

Картофель из оборотного склада подается винтовым конвейером с водоотделителя на камнеловушку-мойку, где происходит отделение камней, песка, земли и других тяжелых примесей. Камнеловушка представляет собой перфорированный барабан с внутренней и наружной поверхности имеются винтовые лопасти, которые удаляют тяжелые примеси в карманы камнеловушки с последующей их выгрузкой. Для осуществления выделения примесей используется оборотная вода из песколовушек, уровень воды в камнеловушке регулируется переливным патрубком.

Отмывание картофеля от грязи осуществляется в картофелемойке барабанного типа. В зависимости от загрязнения расход чистой воды на мойку картофеля может колебаться от 200 до 300% по массе картофеля.

Для измельчения картофеля используется скоростные картофелетерки истирающего типа, с целью максимального извлечения крахмальных зерен.

Коэффициент измельчения картофеля в одну стадию обеспечивается на уровне 85%. Измельчающий барабан набирается пилками.

Картофельная кашка подается на гидроциклонную установку через самоочищающийся фильтр, в котором задерживаются примеси размером более 2,5 мм.

На гидроциклонной установке происходит разделение картофельной каши на два продукта: крахмальную суспензию и смесь мезги с картофельным соком. Для получения качественной крахмальной суспензии необходимо стабильная подача чистой воды в количестве 50–60% к массе перерабатываемого картофеля.

После предварительного обезвоживания до 40% влажности крахмал высушивается на пнев-

матической сушилке до 18–20% влаги товарного крахмала, посредством подачи в сушилку горячего воздуха.

Сухой картофельный крахмал просеивается на призматическом бурате, затем фасуется и складировается.

Внедрение линий малой мощности по переработке картофеля дает возможность задействовать резервы сырья в виде некондиционного картофеля и вторичных ресурсов картофелеперерабатывающих предприятий и сортировальных пунктов в объеме 300 тыс. т в год, что позволит дополнительно производить более 30 тыс. т крахмала и в значительной степени решить проблему импортозамещения такой продукции.

Использование предлагаемой технологии переработки картофеля на крахмал с применением гидроциклонных установок решает проблемы утилизации вторичных ресурсов при производстве картофелепродуктов и открывает возможности для получения дополнительного дохода от реализации крахмала с низкой себестоимостью, так как затраты на сырье в этом случае полностью учитываются при выработке картофелепродуктов.

С целью сокращения расхода свежей воды и, соответственно, сброса сточных вод предусматривается оборотное использование осветленной транспортерно-моечной (ТМ) воды на гидроподаче картофеля и использование фильтра после обезвоживания крахмала на мойке.

Свежая вода расходуется на:

- мойку картофеля;
- гидроциклонную установку;
- промывание мезги на рафинировальных ситах;
- охлаждение сальников ц/б насосов;
- мойку сит и оборудования;
- цеховые и лабораторные нужды.

Вода уходит:

- со смесью мезги и картофельного сока;
- с готовой продукцией – крахмалом;
- испаряется при высушивании крахмала;
- испаряется в песколовушке транспортерно-моечных вод.

Осветленная вода из песколовушки подается в оборотную систему на гидроподачу картофеля до 80% от общего объема.

Избыточная вода сбрасывается в канализацию, ее количество определяется количеством воды, подаваемой на картофелемойку.

Сточная вода от цеховых и лабораторных нужд сбрасывается в септик или канализацию хозяйственных стоков.

Утилизацию побочных продуктов картофелекрахмального производства можно осуществлять в различных вариантах. Например, образующаяся смесь мезги с картофельным соком пригодна для использования на корм скоту, ее можно разделить на центрифуге, после чего реализовать мезгу в качестве корма. Питательность 1 кг сухих веществ мезги и 1 кг сухого вещества картофельного сока равноценна 1,1 кормовой единицы.

Картофельный сок можно использовать для удобрительных поливов. ВНИИК совместно с НИИ по с.-х. использованию сточных вод «Прогресс» определили высокую удобрительную ценность картофельного сока и разработали рекомендации по его применению. Установлено, что картофельный сок содержит 1100–2000 мг/л калия, 50–

350 мг/л кальция, 50–350 мг/л фосфора (P_2O_5), 816–2580 мг/л азота общего. Рекомендуемая норма удобрительного полива для зерновых культур – до 300 м³/га, для кукурузы, подсолнечника и многолетних трав – до 500 м³/га. Общий агрономический потенциал картофельного сока при норме его полива 500 м³/га составляет 3200 кг.

Таким образом, внедрение линий малой мощности по переработке картофеля дает возможность задействовать резервы сырья в виде некондиционного картофеля и вторичных ресурсов картофелеперерабатывающих предприятий и сортировальных пунктов в объеме 300 тыс. т в год, что позволит дополнительно производить более 30 тыс. т крахмала и в значительной степени решить проблему импортозамещения такой продукции.

Использование предлагаемой технологии переработки картофеля на крахмал с применением гидроциклонных установок решает проблемы утилизации вторичных ресурсов при производстве картофелепродуктов и открывает возможности для получения дополнительного дохода от реализации крахмала с низкой себестоимостью, так как затраты на сырье в этом случае полностью учитываются при выработке картофелепродуктов.

Использование картофельной мезги и сока на корм животным

Скармливание смеси мезги с картофельным соком в сыром или разваренном виде. Разваривание смеси позволяет удалить воздух из смеси, стабилизирует консистенцию, что улучшает ее перекачивание и повышает усвояемость ее животными. Сырая и разваренная смесь скармливается дойным коровам, телятам старше 6 месяцев и бычкам на откорме. Свиным смесь скармливают толь-

ко в разваренном виде. Количество побочных продуктов переработки на крахмал до 200 т картофеля в сутки приведено в **таблице 1** [3].

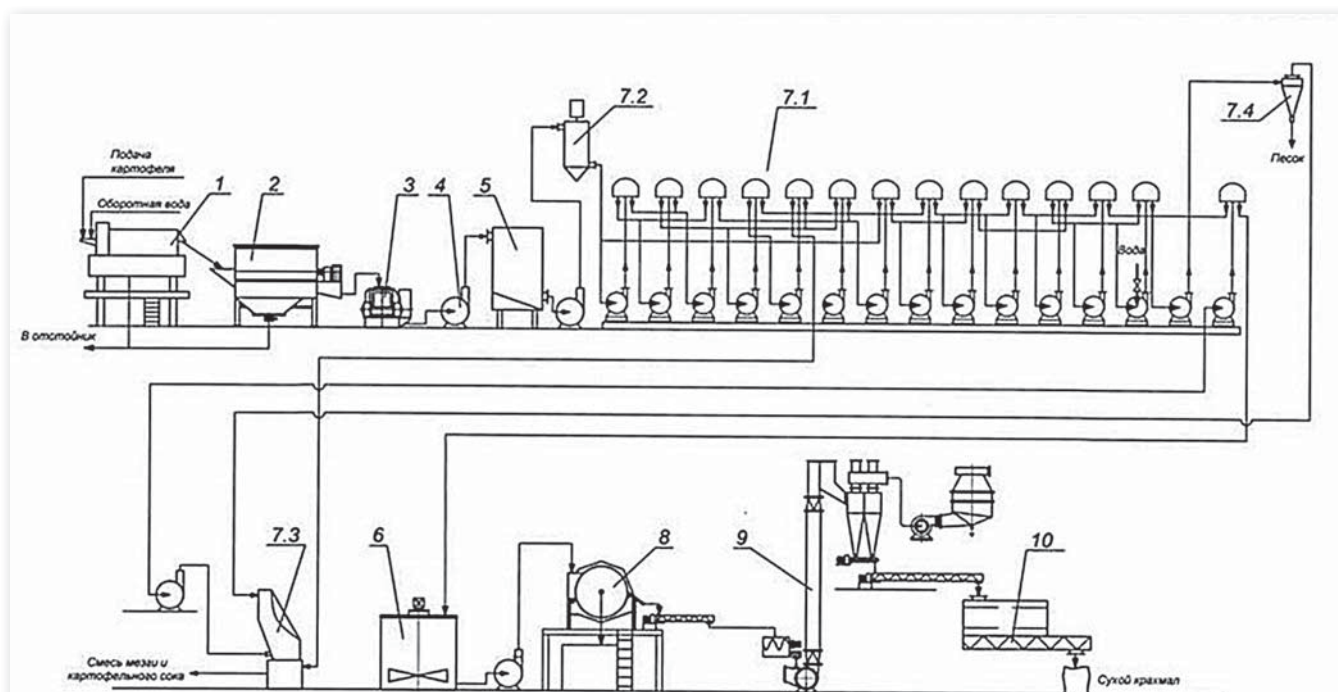
При производстве картофельного крахмала мощностью до 200 т картофеля в сутки количество смеси мезги и картофельного сока составляет 9,5 м³/ч, в том числе: сырая мезга, 2,5 т/ч; картофельный сок, 7,0 м³/ч.

Рекомендуемые суточные нормы скармливания смеси мезги с картофельным соком в сыром виде: коровы дойные – 20–25 кг, молодняк от 6 месяцев до 1 года – 7–12 кг, молодняк старше 1 года – 20–25 кг; в разваренном виде, соответственно: 20–35, 10–15, 20–25. Свиноматкам и свиньям на откорме суточная норма скармливания разваренной смеси составляет 6–8 кг. Использование смеси мезги с картофельным соком на корм животным является крупным резервом повышения эффективности использования картофеля как сырья для производства крахмала, а также увеличения продуктов животноводства. Для разваривания смеси могут быть использованы разварники, а также теплообменники типа «труба в трубе».

Использование сырой, частично обезвоженной мезги на корм животным. Мезга из смеси выделяется на центрифугах типа ОГШ, на барабанных ситах, или в отстойниках непрерывного или периодического типа. Отстойниками периодического типа являются мезгохранилища с дренажным устройством или с устройством сифонного удаления картофельного сока.

Картофельный сок может быть применен для удобрительных поливов сельскохозяйственных угодий с использованием стационарных полей орошения или путем вывоза его в цистернах на поля.

Нагрев воздуха для сушки картофельного крахмала осуществляется паром от котельной или га-



Технологическая схема переработки картофеля мощностью 200 т/с

1 - камнеловушка, 2 - картофелемойка, 3 - картофелетерка, 4 - насос центробежный, 5 - сборник-накопитель картофельной каши, 6 - сборник крахмальной суспензии, комплект гидроциклонной установки, в том числе: 7.1 - станция гидроциклонов, 7.2 - фильтр самоочищающийся, 7.3 - сито дуговое, 7.4 - гидроциклон песковый, 8 - вакуум-фильтр, 9 - сушилка пневматическая, 10 - бурат

Таблица 1 Технологическая характеристика линий по переработке на крахмал 50 и 200 т картофеля в сутки		
Технологический параметр, размерность	Значение	
Производительность по картофелю, т/сут, не менее	50,0	200
Производительность по сухому крахмалу, т/сут*	7,5-9,0	24
Установленная мощность кВт, не более	155	490
Расход пара (при 0,5 МПа) т\ч, не более	0,5-0,6	1,31-1,5
Расход свежей воды, м³/час, **	3,7-4,0	22,7
Расход оборотной воды, м³/час,	8	54,6
Количество сточных вод, м³/час	3,45	13,7
Выход мезги и картофельного сока, т/час	2,73	13,8
Размер помещения, а × в × с, м	12 × 48 × 4,5	900,0 м2
Режим работы	круглосуточный 20 – 150 суток в год	круглосуточный 120 – 150 суток в год
Коэффициент измельчения крахмала, %	90-92	90-92
* в зависимости от крахмалистости картофеля. ** в зависимости от качества перерабатываемого картофеля.		

зовым теплогенератором типа ПТГ. Давление газа в линии составляет 0,5 атм, мощность привода горелки равна 2,0 кВт. Технологическая характеристика оборудования линии по переработке 200 т картофеля в сутки представлена в таблице 1.

ВНИИ крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья разрабатывает проектные решения, осуществляет изготовление оборудования, выполняет авторский надзор за монтажом, оказывает техническую и консультативную помощь, необходимую для организации данного производства [4].

Технологическая схема линии переработки картофеля на крахмал, представленная на рисунке, включает последовательно установленные и технологически увязанные между собой блоки из аппаратов, осуществляющих очистку сырья от примесей, мойку и измельчение клубней, разделение картофельной каши на крахмальную суспензию и смесь клетчатки с картофельным соком, промывание и высушивание крахмала.

Основная техническая характеристика линии по переработке на крахмал 50 и 200 т картофеля в сутки приведена ниже.

Требования к категории, классификация зон по взрыво-пожаробезопасности и условия среды помещений производства картофельного крахмала приведены в таблице 2.

ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» совместно с ООО «ГИПРОПИЩЕПРОМ» оказывают техническую помощь по организации новых производств по переработке крахмалосодержащего сырья и выполняют проектные работы.

Сроки изготовления линий по переработке картофеля в зависимости от загруженности производства составляет от 4 до 6 месяцев.

Линии переработки картофеля на крахмал на базе гидроциклонной установки производительностью до 30 т/сут. могут использоваться в крестьянско-фермерских хозяйствах как для переработки товарного, так и некондиционного картофеля. Обслуживающему персоналу не требуется специальная подготовка, обучение происходит в процессе проведения монтажных и пуско-наладочных работ совместно со специалистами ВНИИК. На базе ВНИИК возможно также обучение специалистов лабораторий [5].

Технологическая схема линии переработки картофеля на базе гидроциклонной установки включает последовательно установленные и технологически увязанные между собой блоки из аппаратов, осуществляющих очистку сырья от примесей, мойку и измельчение клубней, разделение картофельной каши на крахмальную суспензию и смесь клетчатки с картофельным соком, промывании, обезживание и высушивание крахмала.

Технологическая линия мощностью переработки до 30 тонн картофеля в сутки на крахмал полностью укомплектована и не требует дополнительного технологического оборудования. ВНИИК – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН осуществляет изготовление оборудования, разрабатывает проектные решения, выполняет авторский надзор за монтажом, пуско-наладочные работы, техническую и консультативную помощь, необходимую для организации данного производства.

Разваривание смеси позволяет удалить воздух из смеси, стабилизирует консистенцию, что улучшает ее перекачивание и повышает усвояемость ее животными. Сырая и разваренная смесь скармливается дойным коровам, телятам старше 6 ме-

Таблица 2. Категорийность производств и классификация зон по взрыво-пожаробезопасности и условия среды						
Наименование помещений и сооружений	Характеристика помещений по условиям среды		Категория производств по взрывопожароопасности соответствии с НПБ 105-95	Классификация зон по ПУЭ		Категория основных электроприемников по надежности электроснабжения
	по влажности	по пыльности		класс взрывопожароопасности	опасность поражения электрическим током	
Оборотный склад картофеля	Влажное	Пыльное	Д	Открытая установка	С повышенной опасностью	3
Станция очистки картофеля	То же	—	Д	Помещения с нормальной средой	С повышенной опасностью	2
Моечное отделение	—	—	—	—	—	2
Цех сырого картофельного крахмала	Влажное	—	Д	Помещение с нормальной средой	С повышенной опасностью	2
Отделение сушки крахмала	Сухое	Выделение крахмальной пыли	Б	В-IIa	Без повышенной опасности	2
Отделение расфасовки и упаковки крахмала	То же	То же	То же	В-IIa	То же	2
Склад хранения сухого картофельного крахмала	—	—	В	П-IIa	—	2
Сырьевая лаборатория	Нормальное	-	Д	Помещение с нормальной средой	С повышенной опасностью	3

Таблица 3. Питательная ценность 1 кг картофельных кормов

Наименование корма	Сухие вещества, г	Содержание кормовых единиц	Сырой протеин, г	Перевариваемый белок, г	Углеводы, г	Клетчатка	Зольные элементы
Картофельный сок	50	0,06	0,25	16	9	8	10
Мезга сырая 90%	90	0,11	5	2	45	7	6
Мезга частично обезвоженная	170	0,19	9,4	3,8	85	24	11
Мезга сухая	860	0,95	46	20	430	130	25
Корм сырой	70	0,08	12,6	7,9	35	6	9,4
Корм запаренный	60	0,07	10	6,3	29	5	8

сяцев и бычкам на откорме. Свиньям смесь скармливают только в разваренном виде. Количество побочных продуктов производства картофельного крахмала до 30 т/сут по переработки картофеля указано в таблице 3 [6].

Рекомендуемые суточные нормы скармливания смеси мезги с картофельным соком в сыром виде: коровы дойные – 20–25 кг, молодняк от 6 месяцев до 1 года – 7–12 кг, молодняк старше 1 года – 20–25 кг; в разваренном виде соответственно: 20–35, 10–15, 20–25. Свиноматкам и свиньям на откорме суточная норма скармливания разваренной смеси составляет 6–8 кг.

Использование смеси мезги с картофельным соком на корм животным является крупным резервом повышения эффективности использования картофеля как сырья для производства крахмала, а также увеличения продуктов животноводства. Для разваривания смеси могут быть использованы разварники типа «Лагер», теплообменник «труба в трубе» или варочное оборудование спиртовых заводов.

Использование сырой, частично обезвоженной мезги на корм животным. Мезга из смеси выделяется на центрифугах типа ОГШ, на барабанных ситах, либо в отстойниках непрерывного или периодического типа. Отстойниками периодического типа являются мезгохранилища с дренажным устройством или с устройством сифонного удаления картофельного сока [7].

Картофельный сок может быть применен для удобрительных поливов сельскохозяйственных угодий с использованием стационарных полей орошения или путем вывоза его в цистернах на поля.

Водопотребление и водоотведение

С целью сокращения расхода свежей воды и, соответственно, сброса сточных вод предусматривается оборотное использование осветленной транспортерно-моечной (ТМ) воды на гидроподаче картофеля и использование фильтрата после обезвоживания крахмала на мойке.

Свежая вода расходуется на операции:

- мойку картофеля;
- гидроциклонную установку;

- промывание мезги на рафинировальных ситах;
- охлаждение сальников ц/б насосов;
- мойку сит и оборудования;
- цеховые и лабораторные нужды.
- Вода уходит:
- со смесью мезги и картофельного сока;
- с готовой продукцией – крахмалом;
- испаряется при высушивании крахмала;
- испаряется в песколовушке транспортерно-моечных вод.

Осветленная вода из песколовушки подается в оборотную систему на гидроподачу картофеля до 80% от общего объема.

Избыточная вода сбрасывается в канализацию, ее количество определяется количеством воды, подаваемой на картофелемойку.

Сточная вода от цеховых и лабораторных нужд сбрасывается в септик или канализацию хозяйственных стоков.

Нагрев воздуха для сушки картофельного крахмала осуществляется газовым теплогенератором типа ПТГ. Давление газа в линии составляет 0.5 атм, мощность привода горелки – 2.0 кВт. При нагреве воздуха от – 30 °С до + 180 °С; в теплое время года расход природного сокращается на 20–25%.

Расчет расхода электроэнергии ведется лишь на электропотребители внутри основного производственного корпуса, без учета электроустановок, расположенных вне этого помещения.

Требования к системам отопления и вентиляции При проектировании необходимо руководствоваться требованиями СНиП для организации и расчета отопления и вентиляции производственных помещений.

Требуемые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений должны обеспечиваться в комплексе с технологическими мероприятиями по уменьшению производственных вредностей при наиболее экономичных технических решениях.

Расчет воздухообменов в помещениях следует проводить по условиям ассимиляции вреднос-

Таблица 4. Агрономелиоративный потенциал картофельного сока при разных нормах удобрительного полива

Оросительная удобрительная норма, м³/га	Показатель, кг/га						Общий агрономелиоративный потенциал, кг/га
	взвешенные вещества	органич. соединения	N	K	P	Ca	
100	80	250	200	100	45	15	640
300	90	750	600	300	135	45	1920
500	150	1250	1000	500	225	75	3200
700	210	1750	1400	700	315	105	4480
1000	300	2500	2000	1000	450	150	6400

Таблица 5. Питательная ценность 1 кг картофельных кормов

Наименование корма	Сухие вещества, г	Содержание кормовых единиц	Сырой протеин,г	Перевари- ваемый белок, г	Углеводы, г	Клетчатка, г
Картофельный сок	50	0,06	0,25	16	9	8
Мезга сырая – 90%	90	0,11	5	2	45	7
Мезга частично обезво- женная	170	0,19	9,4	3,8	85	24
Мезга сухая	860	0,95	46	20	430	130
Корм сырой	70	0,08	12,6	7,9	35	6
Корм запаренный	60	0,07	10	6,8	29	5

тей, поступающих в помещения. Определение воздухообмена по кратности разрешается только для вспомогательных и бытовых помещений.

На предприятиях, перерабатывающих до 200 т картофеля в сутки в течение сезона (120 дней) образуется 26,4 тыс. тонн смеси мезги и картофельного сока, что составляет 1,84 млн кормовых единиц. При использовании этой смеси на откорм молодняку крупного рогатого скота можно получить около 270 т говядины, при скормливании дойным коровам – около 1800 т молока, при скормливании свиньям – 310 т свинины.

Опыт использования картофельного сока для удобрительных поливов накоплен в Швеции, для орошения с.-х. полей в Финляндии (табл. 4).

ФГУП НИИССВ «Прогресс» совместно с ВНИИК проведены исследования по изучению химического состава картофельного сока и определению его удобрительной ценности (табл. 5).

Установлено содержание в картофельном соке следующих веществ, мг/л: калия – 1100–2000; кальция 30–350; фосфора (P₂O₅) –160–580; азота общего – 816–2582.

Наилучшим образом реагируют на удобрительный полив: подсолнечник, кукуруза, ячмень, кормовые травы.

Картофельный белок и перспективы его применения

Белки картофеля являются биологически ценными, поскольку содержат все незаменимые аминокислоты. Большая часть белков картофе-

ля представлена глобулинами (70%), меньшая (30%) – альбуминами.

Картофельный белок имеет идеальный аминокислотный состав в соединении с отличной усвояемостью белка (96%). По усвояемости белка картофельный белок превосходит все белки растительного происхождения, по составу аминокислот и их усвояемости – все белки растительного и животного происхождения (табл. 6).

Картофельный белок представляет собой сыпучий порошок светло-коричневого или серого цвета без запаха с влажностью не более 10%.

Картофельный белок получают из обескрахмаленного клеточного сока картофеля, из которого в процессе термокоагуляции с последующей дегидратацией выделяется белковая фракция.

Картофельный белок является наиболее ценным из всех растительных белков, а также обладает высокой биологической активностью. Данный продукт содержит достаточно большое количество важных для метаболизма аминокислот в легкоусвояемой форме. Наиболее часто картофельный белок используется для производства кормов для животных, в частности, предстартерных для птиц и для производства комбикормов для взрослых особей. Корма на основе картофельного белка могут использоваться в качестве замены основных кормов (растительного происхождения) для животных в тех или иных условиях.

Картофельный белок в течение десятилетий используется во многих странах мира и на сегодняшний день оценивается как наиболее надежный источник белка наивысшего качества при кормлении поросят и птицы. Эта популярность объясняется, целым рядом важных свойств продукта, таких как идеальный аминокислотный состав в соединении с отличной усвояемостью белка (96%). По усвояемости белка картофельный белок превосходит все белки растительного происхождения, по составу аминокислот и их усвояемости – все белки растительного и животного происхождения. Положительные свойства картофельного белка подтверждены многими экспериментами, которые проводятся университетами, институтами кормов и покупателями картофельного протеина. Он является особенно ценным компонентом кормов, которые используются во время отлучки поросят (на предстартерных и стартерных кормах), а также на предстартерных и стартерных кормах для откорма бройлеров.

В России картофельный белок не производится, так эффективность его производства достигается при крупнотоннажной переработке картофеля.

Выводы

В настоящее время в России постоянно работают только 5–6 крахмальных заводов. Одной из проблем

является отсутствие в стране рентабельной сырьевой базы, так как клубни на переработку поступают низкого качества по высокой цене и не всегда в нужном объеме. А эффективность технологии обеспечивается при использовании клубней с крахмалистостью не менее 19% (1 т крахмала из 5 т сырья) и радиусе их перевозки не более 50 км. Расчеты экономической эффективности производства крахмала из картофеля мощностью 25 т в сутки при крахмалистости 19% показали, что срок окупаемости капитальных затрат составляет 2,2 года. Таким образом, основным направлением повышения эффективности переработки в крахмал является повышение крахмалистости и урожайности клубней [8].

Решение проблемы «диспаритета цен на картофель и крахмал» возможно за счет переработки некондиционного картофеля при сортировке продовольственного и побочных продуктов от производства картофелепродуктов. Если валовый сбор картофеля в РФ составляет около 27 млн т, то предлагается выращивать 75 тыс. высококрахмалистого картофеля и направлять на крахмальный завод после сортировки продовольственного картофеля еще 60 тыс. т некондиционного картофеля, а также 35 тыс. т отходов из заводов по производству картофелепродуктов для получения в итоге 35 тыс. т крахмала, в т.ч. 20 тыс. т модифицированного. При этом также получается 15 млн т про-

довольственного картофеля для торговых сетей и 180 тыс. т направится на картофелеперерабатывающие предприятия страны для выпуска 50 тыс. т картофелепродуктов.

В настоящее время в связи с введенными западноевропейскими санкциями наблюдается повышенная потребность в модифицированных картофельных крахмалах, показатели рентабельности производства которых значительно выше по сравнению с нативным картофельным крахмалом.

В настоящей статье приведены данные о составе, свойствах и достаточно высокой эффективности производства картофельного белка. Как известно, в России средняя суточная производственная мощность предприятий по переработке картофеля составляет 200 т. Однако в связи с низким содержанием белка картофеле соответствующая эффективность может быть достигнута только при суточной мощности переработки картофеля не менее 1000–1500 т.

Президент Ассоциации «Союзкрахмал» О.И. Радин также считает, что в России должно быть хотя бы одно крупное предприятие по глубокой переработке картофеля, которое способно перерабатывать в год до 120 тыс. т картофеля технических сортов для получения крахмала, ценного белка и пищевой клетчатки высокого качества с целью импортозамещения.

Библиографический список

1. Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. М.: Пищепромиздат, 2001. 289 с.
2. Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, Н.Н. Петюшев, И.М. Почичкая; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Минск: Беларуская навука, 2008. 537 с.
3. Картофель и технологии его глубокой переработки / В.В. Литвяк, Н.Д. Лукин, Е.А. Симаков, В.А. Дегтярев, Л.Б. Кузина, Л.Г. Кузьмина. М: ФЛИНТА, 2021. 896 с.
4. Информационный ресурс Интернет: ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»: <https://arrisp.ru/> Дата обращения: 31.03.2025.
5. Глубокая переработка крахмалсодержащего сырья: современное состояние и перспективы устойчивого развития / Н.Д. Лукин, С.Н. Серегин, М.В. Сидак, Г.В. Сысоев. Пищевая промышленность. 2021. № 11. С. 30–41.
6. Аминокислотный состав белковых концентратов из вторичных продуктов пищевых производств и альтернативного сырья / Р.В. Уланова, В.В. Колпакова, Д.С. Куликов, Е.Г. Евлагина // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 4. С. 89–103. doi:10.36107/spfp.2020.330
7. Белковые отходы как альтернативные источники белка в рационе / А.А. Прокофьева, А.В. Быков, О.В. Кван // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 2. С. 112–126 doi:10.33284/2658-3135-106-2-112.
8. Состояние и перспективы развития переработки картофеля на крахмал / Н.Д. Лукин, В.А. Дегтярев, А.А. Плотников, М.Л. Соколова, Е.О. Голионко // Пищевая промышленность. 2018. № 12. С. 24–28.

References

1. Andreev, N.R. Fundamentals of native starch production. N.R. Andreev. M.: Pishhepromizdat, 2001. 289 p. (In Russ.).
2. Potatoes and potato products: science and technology. Z.V. Lovkis, V.V. Litvjak, N.N. Petjushev, I.M. Pochickaja. Minsk. Belaruskaja navuka, 2008. 537 p. (In Russ.).
3. Potatoes and their deep processing technologies. V.V. Litvjak, N.D. Lukin, E.A. Simakov, V.A. Degtjarev, L.B. Kuzina, L.G. Kuz'mina. M: FLINTA. 2021. 896 c. (In Russ.).
4. Internet information resource: <https://arrisp.ru/>. Access date: 31.03.2025 (In Russ.).
5. Deep processing of starch-containing raw materials: current state and prospects for sustainable development. N.D. Lukin, S.N. Seregin, M.V. Sidak, G.V. Sysoev. Food industry. 2021. No11. Pp. 30–41 (In Russ.).
6. Amino acid composition of protein concentrates from secondary products of food production and alternative raw materials. R.V. Ulanova, V.V. Kolpakova, D.S. Kulikov, Evlagina EG. Storage and Processing of Farm Products. 2020. No4. Pp. 89–103. doi: 10.36107/spfp.2020.330 (In Russ.).
7. Prokof'eva A.V. Bykov, O.V. Kvan. Protein waste as alternative sources of protein in the diet. Animal husbandry and forage production. 2023. Vol. 106, No 2. Pp. 112–126 doi:10.33284/2658-3135-106-2-112 (In Russ.).
8. Lukin N. D., Degtjarev V. A., Plotnikov A. A., Sokolova M. L., Golionko E. O. The state and prospects of potato starch processing. Food industry. 2018. №. 12. Pp. 24–28 (In Russ.).

Об авторах

Бызов Василий Аркадьевич, канд. с.-х., наук директор
Лукин Николай Дмитриевич, доктор техн. наук, профессор, зам. директора по научной работе
Андреев Николай Руфеевич, доктор техн. наук, научный руководитель, член-корреспондент РАН
Соломин Дмитрий Анатольевич (ответственный за переписку), зав. сектором. E-mail: i@solomin-work.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

Author details

Byzov V.A., Cand. Sci. (Agr.), director
Lukin N.D., D.Sci.(Techn.), professor, deputy director for scientific work
Andreev N.R., D.Sci.(Techn.), scientific adviser, corresponding member of RAS
Solomin D.A. (author for correspondence), head of the sector. E-mail: i@solomin-work.ru
All-Russian Scientific Research Institute of Starch and Processing of Starch-containing Raw Materials is a branch of the Federal State Budgetary Institution Federal Potato Research Center named after A.G. Lorkh