

Эволюция производства картофельного крахмала в России

Evolution of potato starch production in Russia

Гольдштейн В.Г., Бызов В.А.

Goldstein V.G., Byzov V.A.

Аннотация

В представленном исследовании проведен анализ публикаций, посвященных развитию производства картофельного крахмала в период с XIX века до наших дней. Цель обзора заключается в изучении генезиса развития отечественного промышленного производства картофельного крахмала на основе анализа трансформации и результатов эволюционного развития российской промышленности. В работе представлены сведения об объемах переработки картофеля и используемом оборудовании с середины 19 века, до Первой мировой войны, после революции 1917 года, в период первых пятилеток, в послевоенный период 1945 года и до настоящего времени. Эти данные позволяют оценить тенденции развития отрасли и определить пути повышения качества продукции и эффективности производства. В 1950 году крахмалопаточная промышленность по своим производственным мощностям и объемам производства практически достигла уровня 1940 года. Работы по восстановлению и модернизации предприятий с целью увеличения их производственных мощностей сопровождались внедрением передовых технологий и технических решений. С начала 1990-х годов в результате отмены государственных субсидий на картофель, предназначенный для промышленной переработки, а также вследствие снижения спроса со стороны потребителей и неконтролируемого импорта более дешевых крахмалопроductов, объемы производства крахмала в стране существенно сократились, и крахмалопаточная отрасль оказалась в критическом состоянии. Возрождение производства картофельного крахмала в государстве предполагает комплексный анализ существующих методов переработки картофеля в контексте взаимодействия с производителями с целью разработки и внедрения аграрно-пищевой технологии. Перспективы развития отрасли, связанной с производством картофельного крахмала, представляются весьма многообещающими в свете внедрения устойчивых методов и технологических инноваций. Это позволит не только удовлетворить растущие запросы рынка, но и обеспечить соответствие продукции новым стандартам качества.

Ключевые слова: картофель, переработка, крахмал, исторический обзор.

Для цитирования: Гольдштейн В.Г., Бызов В.А. Эволюция производства картофельного крахмала в России // Картофель и овощи. 2025. №2. С. 35-41. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.44.47.003>

Abstract

The presented study analyzes publications devoted to the development of potato starch production in the period from the 19th century to the present day. The purpose of the review is to study the genesis of the development of domestic industrial production of potato starch based on the analysis of transformation and the results of the evolutionary development of the Russian industry. The paper presents information on potato processing volumes and equipment used from the middle of the 19th century, before the First World War, after the 1917 Revolution, during the first five-year plans, in the post-war period of 1945 and up to the present. These data make it possible to assess industry development trends and identify ways to improve product quality and production efficiency. In 1950, the starch industry, in terms of its production capacity and production volumes, almost reached the level of 1940. The work on the restoration and modernization of enterprises in order to increase their production capacities was accompanied by the introduction of advanced technologies and technical solutions. Since the early 1990s, as a result of the abolition of government subsidies for potatoes intended for industrial processing, as well as due to lower consumer demand and uncontrolled imports of cheaper starch products, starch production in the country has declined significantly, and the starch industry has been in critical condition. The revival of potato starch production in the state involves a comprehensive analysis of existing potato processing methods in the context of interaction with producers in order to develop and implement agricultural and food technology. The prospects for the development of the potato starch industry seem very promising in the light of the introduction of sustainable methods and technological innovations. This will not only meet the growing demands of the market, but also ensure that products meet new quality standards.

Key words: potato, processing, starch, historical review.

For citing: Goldstein V.G., Byzov V.A. Evolution of potato starch production in Russia. Potato and vegetables. No2. Pp. 35-41. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.44.47.003> (In Russ.).

Крахмал, извлеченный из картофеля, обладает лучшими свойствами, чем крахмал зерновых и бобовых культур. Ограничения нативного картофельного крахмала можно преодолеть с помощью физических, химических и ферментативных модификаций. Фактически картофельный крахмал можно

легко адаптировать к требованиям конечного продукта, и он может придать пищевым продуктам превосходные техно-функциональные свойства, чем традиционно доступные крахмалы зерновых культур. Клетки клубней картофеля содержат крахмальные гранулы. Для извлечения крахмала картофель измель-

чают, и крахмальные гранулы высвобождают из разрушенных клеток. Затем крахмал оставляют осаждаться из раствора, затем высушивают. Картофельный крахмал содержит типичные крупные овальные сферические гранулы размером от 5 до 100 мкм, иногда превышающие 100 мкм, минимальное количество

белка или жира. Это придает порошку чистый белый цвет, а приготовленному крахмалу типичные характеристики нейтрального вкуса, хорошей прозрачности, высокой прочности связывания, длинной текстуры и минимальной тенденции к пенообразованию или пожелтению раствора. Картофельный крахмал содержит фосфата приблизительно 800 мг/кг, связанного с крахмалом; это увеличивает вязкость и придает раствору слегка 302 анионный характер, низкую температуру желатинизации приблизительно 60 °С и высокую способность к набуханию. Эти свойства используются в пищевых и технических целях.

История картофеля началась около 350 млн лет назад, когда появился ядовитый предок пасленовых, давший начало этому обширному семейству покрытосеменных растений, куда помимо картофеля входят табак, перец чили, сладкий перец, томаты и др. Картофель медленно эволюционировал в свою нынешнюю форму в южноамериканских Андских высокогорьях между Перу и Боливией. Люди достигли этой части мира около 15 тыс. лет назад и сумели одомашнить дикорастущий картофель около 8 тыс. лет до нашей эры. Эта культура («папа» на кечуа) способствовала расцвету великой Империи Инков, которая простиралась от территории современной Колумбии до Аргентины. Испанские конкистадоры в поисках золота начали исследовать Южную Америку и привезли картофель в Испанию в 1565 году по личному распоряжению короля Филиппа II. Отсюда в 1576 году он попал в Италию, где начал широко использоваться не только для пищевых, но и кормовых целей. В 1587 году картофель из Италии доставляется в Бельгию и Германию, в 1588 году – в Австрию, в 1589 году в Ирландию и в 1600 году во Францию [2–4].

Точные сведения о датах появления картофеля в России отсутствуют, но с 1736 года картофель начинают высаживать в Аптекарском огороде в Петербурге. Один из основоположников отечественной школы картофелеводства, А.Т. Болотов, опубликовал в 1770 году работу «Примечание о картофеле, или земляных яблоках», в кото-

рой обосновал агротехнику размножения, выращивания и уборки картофеля [4].

История производства крахмала насчитывает более 100 000 лет. Египтяне использовали крахмал для изготовления клейкого вещества из пшеницы, которым скрепляли полосы папируса. Крахмалосодержащие продукты получали из семян, корнеплодов и клубней, а Марк Порций Катон Младший (95–46 годы до н.э.) подробно описал производство крахмала в своем трактате. К 700 году н.э. рисовый крахмал использовали в Китае для производства бумаги [1].

Картофельный крахмал начали производить в Европе в XVIII веке. В 1732 году де Гайф рекомендовал французскому правительству использовать картофель для производства крахмала. Производство картофельного крахмала в Германии началось в 1765 году [2].

В России производство картофельного крахмала началось в XVIII веке, но наибольший размах оно получило во второй половине XIX века. Крахмальное производство в нашей стране особенно быстро возросло вследствие громадного роста текстильной промышленности, предъявляющей спрос на крахмал. Адьонкт Российской Академии Наук Константин Сигизмундович Кирхгоф в 1811 году устанавливает возможность превращения крахмала в сахар (гидролиз). В 1812 году в Ярославской губернии Д.И. Устиновым построен первый завод по переработке картофеля на крахмал и патоку, а в 1836 году начал работать Волжский паточный завод Никиты Петровича Понизовкина, который долго оставался самым крупным в мире [5].

Три картофелетерочных предприятия, принадлежавшие Н.П. Понизовкину, функционировали с использованием паровых машин для обеспечения работы терок и другого оборудования. Эти предприятия поставляли паточному заводу крахмал [9].

Рост текстильной промышленности и одновременно значительная потребность в развитии продукции кондитерской промышленности (леденцы, карамель, пряники) создали повышенный спрос на производство картофельного крахмала и его

дальнейшей переработки на крахмальную патоку. Район распространения этого производства – главным образом нечерноземные, промышленные, отчасти северно-черноземные губернии [6]. В половине шестидесятых годов 19 века было около 60 заводов, а в 1880 году – 224 завода. Крахмальное производство за 25 лет увеличилось в 4,5 раза по числу заводов [6].

Самые мелкие крестьянские хозяйства перерабатывали 50 кг картофеля ручным способом, ежедневно вырабатывая около 10 кг крахмала. Крестьянские мойки для картофеля представляли собой плетеную ивовую корзину или барабанную плетеную мойку из ивовых прутьев. Корзины погружали в кадку с водой или в проточный ручей и тщательно перетряхивали содержимое.

Ручная терка была выполнена из дерева, барабан терки обит листовым железом, в котором четырехгранным шилом пробито много отверстий, как это сделано на кухонных терках. Для отделения крахмала от соковой воды на предприятиях малой производительности использовались отстойные чаны, емкость которого зависит от размера производства. Для артели, перерабатывающей 50 кг картофеля при промывании мезги на сите, получается 300 л крахмальной суспензии. Для отстаивания крахмала требуется чан такой емкости. Размывка крахмала проводится в деревянных размывных чанах. Для переработки 50 кг картофеля необходимы 2–3 чана емкостью по 60 л [7].

Крахмальные цеха с конной тягой перерабатывали 2000 кг картофеля за 16 ч, обеспечивая выработку крахмала 400–500 кг/сут [6].

В конце 70-х годов XIX века в России был основан первый завод по производству оборудования для крахмальных картофелеперерабатывающих предприятий. Его основали братья Зотовы. Продукция завода способствовала значительному развитию отрасли [9].

В истории крахмального производства можно выделить два процесса. С одной стороны, это появление небольших предприятий и рост производства среди крестьян. С другой стороны, это концентрация производства на

крупных фабриках, работающих на паровой тяге.

В 1890 году было 77 таких фабрик, на которых работало 52% всех рабочих и производилось 60% всей продукции. Техника постепенно развивалась, появлялись более крупные предприятия, требующие значительных инвестиций и отличающиеся высокой производительностью труда [6]. Паровые двигатели получают уже широкое распространение в промышленности [11].

В преддверии Первой мировой войны в Российской империи функционировало 2052 предприятия, специализировавшихся на производстве крахмала и продуктов на его основе. На этих предприятиях трудилось 15527 работников, а объемы выработки достигали 100 тысяч тонн. Рост производства в этой отрасли позволил увеличить экспорт продукции. Так, экспорт крахмала вырос с 110 тонн в 1909 году до 7 295,7 тонн в 1913 году [9, 12].

В первые годы после Октябрьской революции управление заводами оставалось в руках их владельцев. Однако постановлением Президиума Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ) и Народного комиссариата продовольствия (Наркомпрода) от 26 ноября 1918 года была установлена государственная монополия на торговлю продукцией крахмало-паточных заводов [9].

В 1919 году значительное количество мелких кустарных крахмальных заводов было ликвидировано, остальные национализированы в 1919 году на основании декрета СНК от 30 июля 1918 года и переданы в ведение губсовнархоза. В двадцатые годы крахмалопаточная промышленность страны характеризовалась двумя формами управления: государственной и кооперативной (в соотношении 65 к 35%) [10, 12]. К 1921 году состояние производства было крайне тяжелым: многие виды оборудования требовали капитального ремонта или замены. Острый дефицит специалистов и руководителей усугублял ситуацию.

В октябре 1922 года был взят курс на реконструкцию действующих предприятий, ликвидацию мелких, плохо оснащенных производств, переоборудование

и ремонт старых предприятий. В дальнейшем планировалось строительство новых картофеле-терочных и крахмалосушильных заводов [10, 13]. Начало этому процессу было положено в 1920 году, когда Главкрахмалом при ВСНХ была организована лаборатория технологии питательных веществ при Московском Высшем Техническом училище. Руководил лабораторией профессор А.Н. Шустов. В 1928–1933 годах научные исследования по отдельным стадиям технологического процесса вела группа ученых сектора крахмалопаточной промышленности при Центральном научно-исследовательском институте сахарной промышленности (ЦИНС) под руководством профессора А.С. Сипягина.

В период первой пятилетки, охватывающей временной промежуток с 1928 по 1932 год, на предприятиях активно внедрялось прогрессивное оборудование, что стало возможным благодаря созданию государством машиностроительной базы для его производства и изготовления запасных частей для крахмалопаточного производства на Ростовских механических мастерских (Ярославская обл.) [9, 13].

Особое внимание было уделено модернизации системы управления крахмалопаточной промышленностью. В 1930 году руководство данной отраслью было передано в ведение Наркомснаба, который провел значительную работу по укреплению наиболее перспективных предприятий и ликвидации неэффективных и технически несовершенных заводов, не обеспеченных достаточным количеством сырья.

В результате этих преобразований на 15 из 180 заводов, расположенных на территории РСФСР, была установленаточная мощность переработки картофеля, превышающая 100 т. На 96 заводах этот показатель составлял от 25 до 100 т, а на остальных – до 25 т.

В конце двадцатых годов объемы научных работ значительно возросли, и малочисленному отраслевому сектору при ЦИНСе стало не под силу справиться с ними. Сама жизнь диктовала необходимость создания специ-

ализированной научно-исследовательской организации.

Решение об организации Центрального научно-исследовательского института крахмалопаточной промышленности и несекловичных сахароносов (таково первоначальное название института) было оформлено Приказом по Народному комиссариату снабжения Союза ССР от 29 июля 1933 года № 1119. Кроме того, исследовательские работы по процессу производства крахмалопродуктов велись в вузах, имеющих соответствующие кафедры.

В результате научно-исследовательских и конструкторских работ советских инженеров и ученых технология и оборудование крахмалопаточной промышленности значительно улучшились [5]. В период с 1935 по 1937 год техническое усовершенствование производства привело к значительному улучшению использования сырья и повышению качества готовой продукции. На большинстве предприятий доля продукции высшего сорта составляла 75–80%. Коэффициент извлечения крахмала из картофеля в среднем достигал 78,5%, а на передовых заводах – до 83%.

В 1940 году рабочий день сократился в 1,5 раза, а производительность труда увеличилась в три раза. Развитие и техническое перевооружение данной отрасли пищевой промышленности связано с такими именами, как А.Е. Лисицин, А.С. Сипягин, Б.А. Векслер, К.И. Пазирук, М.Е. Бурман, Н.А. Баканов, Б.К. Бычков [14].

С 1937 по 1938 год, благодаря развитию и укреплению производственной базы, удалось значительно увеличить объемы переработки картофеля на крахмал и крахмалопродукты. Если в предыдущие годы максимальный показатель составлял 650 тыс. т, то теперь он превысил 1 млн т. К началу Второй мировой войны крахмалопаточная промышленность страны вышла на лидирующие позиции в Европе по объемам производства продукции. Высококачественный российский крахмал пользовался большим спросом на мировом рынке.

Основными потребителями сухого крахмала были текстильная и полиграфическая промыш-

ленность – 25%. Общественное питание и торговля занимали 20,6%, потребительская кооперация – 17,5%, а пищевая промышленность – 11,7%.

Война нанесла сокрушительный удар по экономике страны, в том числе по пищевой промышленности. В крахмалопаточной отрасли были выведены из строя предприятия, способные перерабатывать в сутки: картофеля – 850 т. Большинство заводов на временно оккупированной территории были полностью или частично разрушены. Заготовки картофеля на территории РСФСР в 1945 году составили всего 252,7 тыс. т вместо 687,2 тыс. т в 1940 году.

Еще до окончания войны началось восстановление крахмалопаточных предприятий. Несмотря на огромные разрушения, пищевая индустрия по объемам производства уже в 1948 году достигла довоенного уровня. Стремительно развивались легкая, бумажная, химическая и другие отрасли, которые потребляли крахмал и крахмалопродукты.

В 1950 году крахмалопаточная промышленность по своим мощностям и объемам производства почти достигла уровня 1940 года. Работы по восстановлению и реконструкции предприятий с целью увеличения их производственных мощностей сопровождались внедрением новых технологий и технических решений. В результате уже в 1953 году было произведено более 226 тыс. т крахмала и патоки.

Относительно производства картофельного крахмала, необходимо отметить, что Советский Союз занимал лидирующие позиции в мире по выращиванию картофеля, занимая более 8 млн га посевных площадей. В отдельные годы валовой сбор картофеля превышал 90 млн т, что составляло почти треть мирового производства.

Однако начиная со второй половины шестидесятых годов наблюдается тенденция к уменьшению площадей под посевами картофеля и снижению его валового сбора. Это было обусловлено тем, что более половины посевных площадей и валового сбора картофеля приходилось на индивидуальные хозяйства. В колхозах и совхозах

картофель, как правило, не был основной культурой и занимал небольшие площади, составляющие около 2% от общего объема посевов.

В эпоху шестидесятых-семидесятых годов в сфере картофелеводства наблюдался значительный прогресс, связанный с внедрением передовых технологий и механизации процессов выращивания, сбора и транспортировки картофеля.

Этот прогресс был обусловлен не только увеличением производственных мощностей, но и появлением новых возможностей для промышленной переработки картофеля. В связи с этим возникла необходимость в создании современных производственных мощностей, что потребовало переоснащения предприятий новым технологическим оборудованием: картофелемоекми КМ-100 и КМЗ-57М, терочными СТМ-100 и польскими ЗТ-300, измельчителем картофеля ПКИ-400; гидроциклонами для размытки крахмала СГ-4М1 и СГ-5М, осадочными центрифугами ОГШ и польскими ЗВ-02, барабанными вакуум-фильтрами, центробежными сушилками ЦС-8М, аэрофонтанными ВАВАС, пневматическими ПС-15, ППС-25М, ПКС-100.

Постановление 1960 года ЦК КПСС и Совмина СССР «О мерах по увеличению производства и улучшению качества пищевых продуктов из картофеля, кукурузы, овощей, фруктов и винограда и по расширению торговли этими продуктами» способствовало увеличению производственных мощностей действующих предприятий и строительству новых, оснащенных новым оборудованием и технологиями. Производственные мощности 122 картофелеперерабатывающих предприятий по союзным республикам распределялись неравномерно, основные располагались на территории РСФСР (78), на Украине (5) и в Белоруссии (6) [10].

В конце семидесятых-начале восьмидесятых годов крахмалопаточная отрасль демонстрировала нулевые темпы роста, а в отдельные годы наблюдалось даже снижение объемов производства, особенно крахмала. Одной из причин, препятствовавших увеличению объемов производства крахмалопаточ-

ной продукции, была хроническая недопоставка картофеля, что приводило к недоиспользованию производственных мощностей [10].

В соответствии с постановлениями Центрального Комитета Коммунистической партии Советского Союза и Совета Министров СССР, изданными в 1974 и 1981 годах, были установлены конкретные задачи по развитию сельского хозяйства в Нечерноземной зоне РСФСР. В частности, планировалось увеличить мощности по переработке картофеля до 355 тыс. т в год.

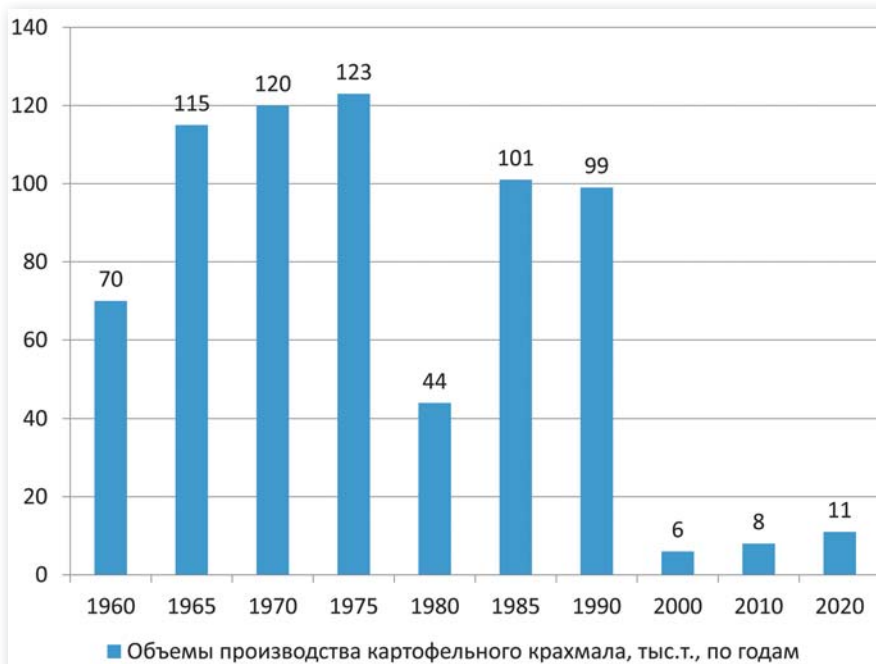
В 1986 году Госагропром СССР принял постановление № 35, направленное на увеличение производства крахмала из картофеля. В результате планировалось довести выпуск картофельного крахмала в 1990 году до 300 тыс. т, что более чем в два раза превышало предыдущий показатель. Для достижения этой цели предполагалось провести техническое перевооружение и реконструкцию существующих предприятий, а также построить новые [9].

С начала девяностых годов, в результате отмены государственных субсидий на картофель, предназначенный для промышленной переработки, а также вследствие снижения спроса со стороны потребителей и неконтролируемого импорта более дешевых крахмалопродуктов, объемы производства крахмала в стране резко сократились, и крахмалопаточная отрасль оказалась в критическом положении.

Из 73 предприятий, включая 35 отдельно стоящих терочных цехов, к 2002 году осталось только 42. Таким образом, за период с 1990 по 2002 год прекратили свою деятельность 66 производственных единиц. Особенно пострадало производство картофельного крахмала, которое к началу 2000-х годов было практически полностью разрушено [9].

В последние годы объемы переработки картофеля и производства крахмала из него в России крайне незначительны (рис.).

Объем производства картофельного крахмала относительно стабилен в последние пятилетний период. В 2023 году его произвели чуть более 11846



Объемы производства картофельного крахмала за 1960–2020 годы

т. При этом, на территорию нашей страны его завезли в объеме 7 222 т (что на 67% меньше, чем в 2022 году), а экспортировали на уровне 2022 года, в объеме почти 516 т. В целом снижение импортных поставок картофельного крахмала может быть связано с его замещением в рецептурах менее дорогостоящими кукурузным и пшеничным, а также изменением продуктовой линейки [9].

Во ВНИИ крахмалопродуктов разработаны технологические линии по переработке клубней на сухой крахмал производительностью от 10 до 500 т картофеля в сутки, которыми были оснащены многие предприятия России, Украины и Белоруссии. Семь комплектных линий поставлены в КНР, чем положили начало производству картофельного крахмала в Китае. В настоящее время они производятся на заводе ВНИИ крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья и успешно применяются на отечественных картофелекрахмальных предприятиях. По техническим характеристикам и технико-экономическим показателям гидроциклонная установка многократно превосходит в совокупности все виды оборудования, применяемого на операциях от начала разделения картофельной каши до получения очищенной крахмальной суспензии и побочных продуктов в виде мезги и картофельного

сока [15], которая используется на корм скоту. Технологические линии по переработке картофеля на сухой выпускаются производительностью 25, 50, 100, 200 и 500 т картофеля в сутки. Совмещение по новой схеме в одной установке операций разделения и размывки позволяет в 4–5 раз уменьшить производственные площади под размещение равнозначного по мощности оборудования, а также снижения количества сбросов и расхода свежей воды [16–17]. Основу линии составляет гидроциклонная установка из трех блоков, в каждом из которых мультициклоны соединены по перекрестной схе-

ме, что повышает разделительную способность установки [18]. Для получения сухого крахмала предусмотрено механическое обезвоживание крахмала с последующим удалением избыточной влаги методом сушки под воздействием сушильного агента (подогретого воздуха) [15].

Восстановление производства картофельного крахмала в стране требует системного подхода к анализу существующих технологий переработки картофеля во взаимосвязи с его производителями для организации аграрно-пищевой технологии. Ключевые операции, влияющие на степень извлечения крахмала и подлежащие исследованию измельчение клубней, выделение крахмала из измельченного картофеля, выделение картофельного сока из суспензии крахмала. Высокая степень измельчения клубней для высвобождения зерен крахмала из клеток (до 95%) достигается при окружной скорости пыльчатого барабана терки более 85 м/с [18].

В комплектной линии по производству картофельного крахмала с современным процессом производства картофельного крахмала используется механизированный метод обработки. Появились требования к автоматизации производства. Линии по производству картофельного крахмала могут работать автоматически с оснащением системы автоматического управления PLC, что требует минимального ручного вмешательства, обеспе-



Мультициклонная установка производства ВНИИ крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья

чивает эффективное измельчение, фильтрацию и сушку.

Извлечение крахмала на современных европейских заводах по производству картофельного крахмала достигается минимум 95%, но оптимальная технология (растирание, декантация, просеивание) обеспечивает степень извлечения от 97 до 98%. Кроме крахмала на картофелекрахмальных предприятиях производятся методом изoeлектрического осаждения в сочетании с тепловой коагуляцией изоляты картофельного белка (содержание белка от 83 до 85%) [19].

Одним из ключевых секторов, стимулирующих спрос на картофельный крахмал, остается пищевая промышленность. Крахмал широко используется в производстве обработанных пищевых продуктов, таких как соусы, супы, макаронные изделия и закуски. Его загущающие и стабилизирующие свойства делают его идеальным дополнением ко многим продуктам, а растущий интерес к специализированным диетам (например, безглютеновым диетам) еще больше увеличивает спрос. Помимо пищевой промышленности, картофельный крахмал играет важную роль в промышленном секторе, особенно в производстве бумаги и текстиля. Благодаря своим связующим и загущающим свойствам крахмал используется в производственных процессах, где он поддерживает создание более устойчивых продуктов. Поскольку промышленность все больше внимания уделяет экологии и устойчивому развитию, картофельный крахмал становится привлекательной альтернативой химическим загустителям. Прогнозы на ближайшие годы указывают на стабильное развитие рынка картофельного крахмала с прогнозируемым ростом на 3,1% в год до 2030 года [20–22].

В странах Европы, таких как Германия, Польша, Бельгия, Швеция и многих других, где налажено крупномасштабное про-

изводство крахмала из картофеля, предприятия осуществляют полную переработку отходов производства. Мезга перерабатывается в клетчатку, а клеточный сок – в белок. Это позволяет создать безотходное, экологически чистое и высокорентабельное предприятие.

При стоимости крахмала на европейском рынке до €500 за т, стоимость картофельного белка и клетчатки составляет более 1200–1300 евро за т [23].

На крахмальном предприятии в Швеции, обладающем производительностью 100 т картофеля в час, осуществляется выпуск 21 тонны крахмала, 10 т мезги и 75 м³ клеточного сока в час. Последний подвергается переработке с целью получения клетчатки и белка.

Рентабельность производства составляет от 25 до 35%, при этом предприятие характеризуется экологической чистотой и отсутствием негативного воздействия на окружающую среду.

Фракция сока, остающаяся после извлечения картофельного белка, не требует утилизации, а подвергается процессу выпаривания. В результате этого процесса получается сжиженный минеральный дистиллят, который может быть использован в производстве, что позволяет сократить потребление чистой воды [23].

Для Российской Федерации, огромным территориям которой свойственны различные климатические условия, увеличение производства картофельного крахмала является важным аспектом восполнения ассортимента перерабатываемого крахмалосодержащего сырья для обеспечения импортозамещения в области продовольствия, а также технического применения. При этом рост объемов производства картофельного крахмала должен базироваться на использовании прогрессивных технологий переработки сырья [24].

Выводы

Мировой рынок картофельного крахмала демонстрирует устойчивую тенденцию к значительному расширению, и прогнозы указывают на среднегодовой темп роста в 4,8% к 2032 году. Этот рост обусловлен многообразием областей применения картофельного крахмала в различных отраслях промышленности. Наблюдается растущий интерес к натуральным продуктам, не содержащим глютен. Потребители во всем мире стремятся к продуктам с простыми и понятными ингредиентами, что увеличивает спрос на картофельный крахмал. Этот продукт широко используется в качестве загустителя и стабилизатора, и его популярность растет не только в пищевой промышленности, но и в таких областях, как косметика, производство бумаги, биопластика и фармацевтики, где востребованы его уникальные свойства.

В Российской Федерации установлены строгие стандарты и технические условия, регламентирующие требования к качеству картофеля. К числу наиболее важных критериев оценки качества для переработки относятся содержание крахмала и стоимость продукта.

Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на повышение эффективности переработки картофеля с использованием нанотехнологий и биотехнологических методов. Это позволит более эффективно использовать побочные продукты производства.

Будущее извлечения картофельного крахмала представляется весьма перспективным благодаря интеграции устойчивых методов и технологических инноваций. Это позволит удовлетворить меняющиеся требования рынка и обеспечить соответствие продукции новым стандартам.

Библиографический список

1. Salman A., Haseeb R., Nabeel A. Potato starch extraction: Techniques, challenges, and future opportunities. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2024. Vol. 13. Iss. 4. Pp. 512 – 524.
2. Schwartz D., Whistle R. L. *Starch* (Third Edition). Chemistry and Technology. Food Science and Technology. 2009. Pp. 1–10.
3. Potato History – Origin and History of Potatoes. [Интернет-ресурс]. URL: <https://www.vegetablefacts.net/vegetable-history/>

history-of-potatoes/. Дата обращения: 10.03.2025.

4. Осипов А.И. История картофеля от Петра Великого до наших дней (к 250-летию картофельного поля в России). *Сельскохозяйственные вести*. 2010. №3. С. 12–14.
5. Сипягин А.С., Милютин А.А., Баканов. *Технология крахмалопаточного производства*. М.: Пищепромиздат, 1950. 424 с.
6. Ленин (Ульянов) В.И. *Развитие капитализма в России*. Картофельно-крахмальное производство. Полное собрание сочинений в 55-ти томах. М.: Издательство политической ли-

тературы. 1971. Т. 3. С. 53.

7. Баканов Н.А., Никитин В.В., Милютин А.А. Производство мальтозной патоки. Москва. Пищепромиздат, 1942. 64 с.
8. Баканов Н.А., Бычков Б.К., Векслер Б.А. Технология крахмалопаточного производства. М.: Пищепромиздат, 1959. 432 с.
9. Андреев Н.Р., Лукин Н.Д. Из истории крахмалопаточной промышленности России // Крахмал и его производные. 2024. №2(4). С. 7 – 17.
10. История. Некоммерческая организация «Союзкрахмал» [Интернет-ресурс] URL: <https://starchunion.com/istoriya/> Дата обращения: 07.02.2025.
11. Никитинский Я.Я. Производство крахмала, картофельного, пшеничного, маисового и рисового. М.: Типография И.Д. Худякова, 1899. 302 с.
12. Зашук С.Л. Крахмало-паточная промышленность за десять лет (1913 – 1923 гг.). Крахмалпартбюро В.С.Н.Х. М.: Интернациональная типография «Мосполитграф». 1923. 102 с.
13. Бобков П.К. Производство картофельного крахмала. Под ред. Проф. А.Н. Шустова. М.: Издание Центрального Товарищества «Кооперативное издательство», 1925. 272 с.
14. Зотов В.П. Пищевая промышленность в предвоенные годы и во время Великой отечественной войны. Интернет-ресурс. URL: <https://libmonster.ru/m/articles/view/Пищевая-промышленность-в-предвоенные-годы-и-во-время-Великой-отечественной-войны>. Дата 10.03.2025.
15. Лукин Н.Д., Дегтярев В.А., Плотников А.А. и др. Состояние и перспективы развития переработки картофеля на крахмал // Пищевая промышленность. 2018. №12. С. 24–28.
16. Гулюк Н.Г. Пути развития крахмалопаточной отрасли // Пищевая промышленность. 2008. №2. С. 48–52.
17. Андреев Н.Р., Лукин Н.Д., Холмянский Ю.А. и др. Совершенствование гидроциклонных установок для линий производства крахмала // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №3. С.31–36. doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-30-36
18. Андреев Н.Р., Малеева Е.Н., Лукина Н.С. Развитие технологии производства картофельного крахмала // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №2. С. 104 – 106.
19. Wang Z., Liu H., Zeng F. et al Potato Processing Industry in China: Current Scenario, Future Trends and Global Impact // Potato Research. 2022.19; 66(2). Pp. 543–562. doi: 10.1007/s11540-022-09588-3.
20. Tong C., Ma Z., Chen H., Gao H. Toward an understanding of potato starch structure, function, biosynthesis, and applications. Food Frontiers. 2023. Vol.4. Iss.3. Pp.980 – 1000. <https://doi.org/10.1002/fft2.223>
21. Guillen J.S. Modification of Potato Starch by Emerging Technologies. Tropical Agricultural Research. 2021. Vol.32(4). 480 p. doi:10.4038/tar.v32i4.8516
22. Potato starch market analysis 2025 [Global Report] [Электронный ресурс] URL: <https://foodcom.pl/en/potato-starch-market-analysis-2024-global-report/> Дата обращения: 10.03.2025.
23. Мазур А.М., Таразевич Е.В. Исследование безотходной технологии переработки картофеля на крахмал // Агропанорама. 2023. №1(155). С. 11 – 15. doi.org/10.56619/2078-7138-2023-155-1-11-15.
24. Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. М.: Пищепромиздат, 2001. 282 с.

References

1. Salman A., Haseeb R., Nabeel A. Potato starch extraction: Techniques, challenges, and future opportunities. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2024. Vol. 13. Iss. 4. Pp. 512–524.
2. Schwartz D., Whistle R. L. Starch (Third Edition). Chemistry and Technology. Food Science and Technology. 2009. Pp. 1–10.

3. Potato History – Origin and History of Potatoes. Internet resource. <https://www.vegetablefacts.net/vegetable-history/history-of-potatoes/>.
4. Osipov A.I. The history of potatoes from Peter the Great to the present day (on the 250th anniversary of the potato field in Russia). Agricultural news. 2010. No3. Pp. 12–14 (In Russ.).
5. Sipiyagin A.S., Milyutin A.A., Bakanov. Starch production technology. Moscow. Pishchepromizdat. 1950. 424 p. (In Russ.).
6. Lenin (Ulyanov) V.I. The development of capitalism in Russia. Potato starch production. Complete works in 55 volumes. Moscow. Publishing House of Political Literature. 1971. Vol. 3. P. 53. (In Russ.).
7. Bakanov N.A., Nikitin V.V., Milyutin A.A. Production of maltose molasses. Moscow. Food publishing house. 1942. 64 p. (In Russ.).
8. Bakanov N.A., Bychkov B.K., Veksler B.A. Starch production technology. Moscow. Pishchepromizdat. 1959. 432 p. (In Russ.).
9. Andreev N.R., Lukin N.D. From the history of the starch industry in Russia. Starch and its derivatives. 2024. No2(4). Pp. 7–17. (In Russ.).
10. History. Non-profit organization Soyuzkrahmal [Web resource] URL: <https://starchunion.com/istoriya/> Access date: 07.02.2025. (In Russ.).
11. Nikitinsky Ya.Ya. Production of starch, potato, wheat, corn and rice. Moscow. Printing house of I.D. Khudyakov. 1899. 302 p. (In Russ.).
12. Zashchuk S.L. Starch and treacle industry for ten years (1913–1923). Starch Department Bureau V.S.N.H. Moscow. International printing house "Mospolitgraf". 1923. 102 p. (In Russ.).
13. Bobkov P.K. Potato starch production. Moscow. Publication of the Central Partnership "Cooperative Publishing House". 1925. 272 p. (In Russ.).
14. Zotov V.P. Food industry in the pre-war years and during the Great Patriotic War. Online resource. URL: <https://libmonster.ru/m/articles/view/Пищевая-промышленность-в-предвоенные-годы-и-во-время-Великой-отечественной-войны>. The date is 03/10/2025. (In Russ.).
15. Lukin N.D., Degtyarev V.A., Plotnikov A.A. et al. The state and prospects of potato starch processing // Food industry. 2018. No12. Pp. 24–28. (In Russ.).
16. Gulyuk N.G. Ways of starch industry development / Food industry. 2008. No2. Pp. 48–52. (In Russ.).
17. Andreev N.R., Lukin N.D., Kholmyansky Yu.A. et al. Improvement of hydrocyclone installations for starch production lines. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2016. No3. Pp. 31–36. doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-30-36 (In Russ.).
18. Andreev N.R., Maleeva E.N., Lukina N.S. Development of potato starch production technology. Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. 2016. Vol.30. No2. Pp. 104–106. (In Russ.).
19. Wang Z. Potato Processing Industry in China: Current Scenario, Future Trends and Global Impact. Wang Z., Liu H., Zeng F. et al. Potato Research. 2022.19; 66(2). Pp. 543–562. doi: 10.1007/s11540-022-09588-3.
20. Tong C., Ma Z., Chen H., Gao H. Toward an understanding of potato starch structure, function, biosynthesis, and applications. Food Frontiers. 2023. Vol.4. Iss.3. Pp. 980 – 1000. <https://doi.org/10.1002/fft2.223>
21. Guillen J.S. Modification of Potato Starch by Emerging Technologies/ Tropical Agricultural Research. 2021. Vol.32(4). Pp. 480. doi:10.4038/tar.v32i4.8516
22. Potato starch market analysis 2025 [Global Report] <https://foodcom.pl/en/potato-starch-market-analysis-2024-global-report/>
23. Mazur A.M., Tarazevich E.V. Study of waste-free technology for processing potatoes into starch/ Agropanorama. 2023. No1(155). Pp. 11 – 15. Doi.org/10.56619/2078-7138-2023-155-1-11-15 (In Russ.).
24. Andreev N.R. Fundamentals of production of native starches. Moscow. food industry publishing house. 2001. 282 p. (In Russ.).

Об авторах

Гольдштейн Владимир Георгиевич (ответственный за переписку), канд. техн. наук, в.н.с., заведующий отделом глубокой переработки крахмалосодержащего сырья. <https://orcid.org/0000-0002-2042-0681>

Бызов Василий Аркадьевич, канд. с.-х. наук, директор ВНИИ крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

Author details

Goldstein V.G. (corresponding author), Cand. Sci. (Tech.), leading research fellow, Head of the Department of Deep Processing of Starch-Containing Raw Materials. <https://orcid.org/0000-0002-2042-0681>

Byzov V.A., Cand. Sci. (Tech.), Director All-Russian Research Institute of Starch and Starch-Containing Raw Materials Processing- Branch of Russian Potato Research Centre