

## ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЭКСПОРТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В КАЗАХСТАНЕ

<sup>1</sup>Н.Б. ДАУТКАНОВ , <sup>1</sup>Ж.К. УСЕМБАЕВА , <sup>1</sup>Д.Р. ДАУТКАНОВА\* ,  
<sup>2</sup>А.Т. ҚАЖЫМҰРАТ , <sup>3</sup>С.Л. ИСМАТУЛЛАЕВ 

<sup>1</sup> Каз НИИ ППП, Республика Казахстан, А15G5B0, ул. Серкебаева 62,

<sup>2</sup> АТУ, Республика Казахстан, А05Н0Е2, ул. Толе Би 100,

<sup>3</sup> КазНАИУ, Республика Казахстан, А25D4Т6, пр. Абая 8)

Электронная почта автора-корреспондента: dida09@yandex.ru\*

*В статье представлен комплексный аналитический обзор состояния и перспектив развития глубокой переработки зерна (ГПЗ) в Республике Казахстан в контексте мировой агропромышленной трансформации. Рассматриваются структурные ограничения действующей зерновой модели, исторически ориентированной на экспорт сырья, включая дефицит внутреннего спроса на продукцию глубокого передела, недостаточное развитие перерабатывающих мощностей с высокой добавленной стоимостью, кадрово-образовательные и научно-методические разрывы. На основе международной статистики и отраслевых источников, охарактеризованы ключевые производственные кластеры, ведущие страны и транснациональные компании, определяющие ценовую и технологическую повестку отрасли, проведен сравнительный анализ пшеницы и кукурузы как базовых культур для индустрии ГПЗ, их роли в формировании глобальных цепочек добавленной стоимости, а также специфике мировых рынков крахмала, глютена, биоэтанола, сиропов и ферментационных продуктов. В работе указано, что Казахстан обладает значительным промышленным потенциалом для развития глубокой переработки пшеницы и кукурузы, при соответствующей агротехнологической и институциональной поддержке. Обоснованы экспортные преимущества страны, связанные с качественными характеристиками пшеничного глютена, географическим положением и развитием транзитной логистики. Отдельно рассмотрены риски и ограничения, включая сырьевой баланс, конкуренцию за посевные площади, волатильность рынков и требования к промышленной готовности проектов. Таким образом обоснован промышленный потенциал страны, базирующийся на высоком качестве пшеничного глютена и географическом расположении. Определены продуктовые направления и сценарии развития отрасли в Казахстане. Сформулированы рекомендации по институциональной и агротехнологической поддержке проектов ГПЗ для усиления позиций Казахстана в глобальных цепочках добавленной стоимости.*

**Ключевые слова:** глубокая переработка зерна, пшеница, кукуруза, экспортный потенциал, добавленная стоимость, индустриальное развитие, цифровая трансформация в сельском хозяйстве.

## ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АСТЫҚТЫ ТЕРЕҢ ӨНДЕУДІҢ ӨНЕРКӘСІПТІК ӘЛЕУЕТІ МЕН ЭКСПОРТТЫҚ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

<sup>1</sup>Н.Б. ДАУТҚАНОВ, <sup>1</sup>Ж.К. УСЕМБАЕВА, <sup>1</sup>Д.Р. ДАУТҚАНОВА\*,  
<sup>2</sup>А.Т. ҚАЖЫМҰРАТ, <sup>3</sup>С.Л. ИСМАТУЛЛАЕВ

<sup>1</sup>Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты,  
Қазақстан Республикасы, А15G5B0, Серкебаев көш. 62,

<sup>2</sup>Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, А05Н0Е2, Төле би көш. 100,

<sup>3</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, А25D4Т6, Абай даңғылы 8)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: dida09@yandex.ru\*

*Мақалада әлемдік агроөнеркәсіптік трансформация жағдайындағы Қазақстан Республикасындағы астықты терең өңдеу (АТӨ) саласының жай-күйі мен даму перспективаларына кешенді аналитикалық шолу жасалған. Тарихи тұрғыда шикізат экспортына бағытталған қолданыстағы астық моделінің құрылымдық шектеулері, соның ішінде терең өңделген өнімдерге ішкі сұраныстың тапшылығы, жоғары*

қосылған құны бар өңдеу қуаттарының жеткіліксіз дамуы, кадрлық-білім беру және ғылыми-әдістемелік ашықтықтар қарастырылады. Халықаралық статистика мен салалық дереккөздер негізінде саланың бағалық және технологиялық күн тәртібін айқындайтын негізгі өндірістік кластерлерге, жетекші елдер мен трансұлттық компанияларға сипаттама берілген. Бидай мен жүгерінің АТӨ индустриясы үшін базалық дақылдар ретіндегі рөліне, олардың жаһандық қосылған құн тізбегін қалыптастырудағы маңызына, сондай-ақ крахмал, глютен, биоэтанол, шәрбаттар және ферментация өнімдерінің әлемдік нарықтарының ерекшеліктеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Жұмыста тиісті агротехнологиялық және институционалдық қолдау көрсетілген жағдайда, Қазақстанның бидай мен жүгеріні терең өңдеуді дамыту үшін айтарлықтай өнеркәсіптік әлеуетке ие екендігі көрсетілген. Елдің бидай глютенінің сапалық сипаттамаларына, географиялық орналасуына және транзиттік логистиканың дамуына байланысты экспорттық артықшылықтары негізделген. Шикізат теңгерімі, егіс алқаптары үшін бәсекелестік, нарықтардың құбылмалылығы және жобалардың өнеркәсіптік дайындығына қойылатын талаптарды қоса алғанда, тәуекелдер мен шектеулер бөлек қарастырылған. Қорытынды бөлімде басым өнімдік бағыттар мен Қазақстандағы саланы даму сценарийлері ұсынылған.

**Негізгі сөздер:** астықты терең өңдеу, бидай, жүгері, экспорттық әлеует, қосылған құн, индустриялық даму, ауыл шаруашылығындағы цифрлық трансформация.

## INDUSTRIAL POTENTIAL AND EXPORT ADVANTAGES OF DEEP GRAIN PROCESSING IN KAZAKHSTAN

<sup>1</sup>N.B. DAUTKANOV, <sup>1</sup>ZH.K. USEMBAYEVA, <sup>1</sup>D.R. DAUTKANOVA\*,  
<sup>2</sup>A.T. KAZHYMURAT, <sup>3</sup>S.L. ISMATULLAYEV

<sup>1</sup>Kazakh Research Institute of Food and Processing Industry, Kazakhstan, A15G5B0, 62 Serkebayev St.,

<sup>2</sup>Almaty Technological University, 100 Tole Bi St., A05H0E2, Kazakhstan,

<sup>3</sup> Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, A25D4T6, 8 Abay Ave.,)

Corresponding author's e-mail: dida09@yandex.ru\*

*This article provides a comprehensive analytical review of the current state and development prospects of the deep grain processing (DGP) industry in the Republic of Kazakhstan within the framework of global agro-industrial transformation. The study examines structural constraints of the existing grain model, historically focused on raw material exports, including the deficit of domestic demand for high-processed products, insufficient development of high-value-added processing facilities, as well as educational and scientific-methodological gaps. Based on international statistics and industry sources, the paper characterizes key production clusters, leading countries, and transnational corporations that shape the global price and technological agenda. A comparative analysis of wheat and corn as primary feedstock for the DGP industry is conducted, evaluating their role in global value chains and the specific dynamics of international markets for starch, gluten, bioethanol, syrups, and fermentation products. The research indicates that Kazakhstan possesses significant industrial potential for deep processing of wheat and corn, provided there is adequate agro-technological and institutional support. The country's export advantages are substantiated through the quality characteristics of wheat gluten, strategic geographical location, and the development of transit logistics. Risks and constraints, including raw material balance, competition for acreage, market volatility, and industrial readiness requirements, are addressed. The study concludes by identifying priority product areas and development scenarios for the industry in Kazakhstan, offering recommendations for institutional support to strengthen the country's position in global value chains.*

**Keywords:** deep grain processing, wheat, corn, export potential, value added, industrial development, digital transformation in agriculture.

### **Введение**

Глубокая переработка зерна (ППЗ) — промышленная трансформация зернового сырья в широкий спектр ингредиентов и биопродуктов (крахмал и производные, сиропы, глютен и белковые фракции, биоэтанол, аминокислоты, органические кислоты, а также ко-продукты — DDGS/корма, CO<sub>2</sub>). Рынок ППЗ характеризуется

высокой капиталоемкостью, технологической сложностью и сильной зависимостью от доступа к сырью, энергии и логистике.

В мировой практике глубокая переработка зерна рассматривается как ключевой элемент перехода к биоэкономике, обеспечивающий переход от сырьевой модели аграрного сектора к

производству высокомаржинальных биотехнологических продуктов.

Современные исследования показывают, что интеграция крахмало-паточного производства, биоэтанольных технологий и выпуска белковых ингредиентов позволяет существенно повысить эффективность использования зерновых ресурсов и снизить образование отходов [1, 2]. Подобные интегрированные подходы с выпуском биоэтанола, аминокислот и белковых ингредиентов формируют устойчивые промышленные биореференции, которые способны значительно повышать экономику аграрных регионов и активно внедряются в странах ЕС, США и Китае как основа устойчивого развития агропромышленных систем [3].

По данным зарубежных исследований цепочек добавленной стоимости, конкурентоспособность предприятий глубокой переработки зерна определяется уровнем технологической интеграции производственных стадий и цифровизации логистических процессов [4]. Развитие комплексной переработки позволяет перераспределить сырьевые потоки между пищевыми, кормовыми и биохимическими направлениями производства, обеспечивая устойчивость отрасли к рыночным колебаниям [5].

Однако, для стран Центральной Азии влияние логистических факторов на эффективность глубокой переработки зерна практически не исследовано. Отсутствие цифровой координации поставок сырья приводит к снижению загрузки производственных мощностей и увеличению производственных затрат, что требует разработки адаптированных организационно-технологических решений.

Мировая практика показывает переход от традиционных крахмальных заводов к концепции *integrated biorefinery*, при которой все компоненты зерна используются комплексно – углеводная фракция направляется на производство сиропов (глюкозных, глюкозо-фруктозных) и биоэтанола, белковая – на пищевые и кормовые ингредиенты, а побочные потоки перерабатываются в биохимические продукты. Такой подход позволяет увеличить экономическую отдачу переработки зерна на 20-40% по сравнению с традиционными технологиями переработки [6, 7].

Повышение эффективности переработки зерна напрямую связано с вовлечением побочных продуктов в повторный производственный цикл и созданием дополнительных рынков биопродуктов. Использование сопутствующих потоков переработки значительно повышает ресурсную

эффективность и снижает углеродный след производства [2, 8].

Практические модели ГПЗ в контексте циркулярной экономики и устойчивого развития, где ключевым фактором является вовлечение побочных продуктов в повторный производственный цикл в условиях экспортно-ориентированных зерновых экономик остаются ограниченно изученными. Полученные результаты демонстрируют возможность формирования таких моделей для Казахстана.

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных биомоделям переработки зерна, большинство работ ориентировано на страны с высокоразвитой инфраструктурой агропромышленного комплекса и устойчивыми логистическими системами [9].

В то же время вопросы адаптации технологий глубокой переработки зерна к условиям стран с переходной экономикой, включая Казахстан, остаются недостаточно изученными. Особенно ограничены исследования, учитывающие региональные особенности сырьевой базы, сезонность поставок и инфраструктурные ограничения перерабатывающих предприятий. Данное исследование направлено на устранение указанного научного разрыва.

Большинство опубликованных исследований [10-14] рассматривает отдельные технологические стадии переработки зерна – производство крахмала, биоэтанола или кормовых продуктов – без комплексной оценки интеграции всех потоков переработки в единую производственную систему. Отсутствие системного подхода ограничивает возможность оценки полной экономической эффективности глубокой переработки зерна как единую технологическую экосистему, включающую использование всех побочных потоков.

Научная новизна исследования заключается в комплексном рассмотрении глубокой переработки зерна как интегрированной технологической и логистической системы, адаптированной к условиям агропромышленного комплекса Казахстана и ориентированной на принципы биоэкономики и безотходного производства.

Основные результаты данного исследования заключаются в следующем:

– Разработка интегрированной концептуальной основы глубокой переработки зерна, адаптированной к условиям агропромышленного комплекса Казахстана;

– Систематическая оценка технологической и экономической эффективности комплексного

использования зерна, включая потоки вторичной переработки;

–Интеграция принципов циркулярной экономики в переработку зерна путем повышения ценности побочных продуктов;

–Выявление механизмов цифровой трансформации, позволяющих оптимизировать цепочки поставок сырья и повысить эффективность производства.

**Материалы и методы исследований**

В своих исследованиях использовались: обзор статистики и отраслевых публикаций; сравнительный анализ продуктовых сегментов; идентификацию ведущих производителей и компаний; оценку драйверов спроса и рисков; собственный экспертный анализ отрасли. Методологический подход также учитывал международные исследования цепочек добавленной стоимости зернового сырья, согласно которым конкурентоспособность отрасли глубокой переработки зерна определяется уровнем

технологической интеграции, логистической эффективности и девирсификации продуктового портфеля, включая биохимические и ферментационные продукты.

**Результаты и их обсуждение**

Из основных мировых крахмалоносов к которым относятся кукуруза, пшеница, рис и картофель (тапиока), для Казахстана промышленный потенциал из зерновых имеет только пшеница и кукуруза. Рис для казахстанцев является столовой культурой ввиду его малого объема производства.

Зарождённая в 2003 году крахмальная отрасль на данный момент имеет позитивные и негативные позиции (табл. 1).

В рамках данного исследования под ГПЗ понимается переработка зерна в компоненты и продукты с высокой добавленной стоимостью, включающая фракционирование, ферментативный гидролиз, ферментацию, мембранные и сорбционные методы очистки (табл. 2).

Таблица 1. Анализ крахмальной отрасли Казахстана (позитивные и негативные позиции)

Негативные	Позитивные
Отсутствие внутреннего спроса на продукты промышленной переработки глубокого передела (малочисленное население страны, неразвитые отрасли потребления крахмалопродуктов)	Стабильное развитие экономики
	Конкретный посыл президента
	Меры государственной поддержки
Отсутствие промышленных предприятий, производящих продукты более глубокого передела с высокой добавленной стоимостью (большая доля импортозависимости по пищевым, техническим и кормовым ингредиентам)	Экологические сложности отрасли в КНР что привело к созданию предприятий в развивающихся странах
Наука (агропром и агроэкономика) не в состоянии объективно и лаконично отразить и рекомендовать решения проблем	Уникальные свойства казахстанского пшеничного глютена
В стране отсутствуют образовательные программы по выпуску инженеров-технологов, инженеров-механиков, инженеров-химиков и других дипломированных отраслевых специалистов по сахаристой группе продуктов (крахмал – природный полисахарид)	Развитие транснациональных логистических маршрутов
	Геополитическое положение Казахстана

Таблица 2. Классификация продукции ГПЗ

Группа	Деривативы	Отрасли потребления
Крахмал и производные	крахмал нативный, модифицированный, декстрины	пищевые продукты, бумага, клеи, химия
Сиропы и сахара	глюкоза, декстроза, мальтодекстрины, глюкозо-фруктозные сиропы (HFCS)	напитки, кондитерская, молочная отрасль
Белковые фракции	пшеничный глютен, протеиновые концентраты	пищевая промышленность, корма
Биоэтанол	топливный этанол, спирт-сырец	транспорт, химическая промышленность
Ферментационные продукты	лизин, треонин, глутамат, органические кислоты	корма, пищевая индустрия, биохимия
Ко-продукты	Сухая послеспиртовая барда (DDGS), CO <sub>2</sub> пищевой, кормовые дрожжи	животноводство, напитки

Как видно из таблицы, продукты глубокой переработки зерновых широко применяются во многих отраслях экономики и зачастую они взаимосвязаны. В последнее время актуальной становится повестка нулевого углеродного следа, и соответственно крахмальная отрасль стала якорной, так как производство и применение биоэтанола в

автомобильном и авиационном топливе является одним из мультипликаторов отрасли.

По сути, производство биоэтанола стало крупнейшим промышленным сегментом глубокой переработки зерновых и наибольший его объём производства в США, Бразилии и Индии (рис. 1).

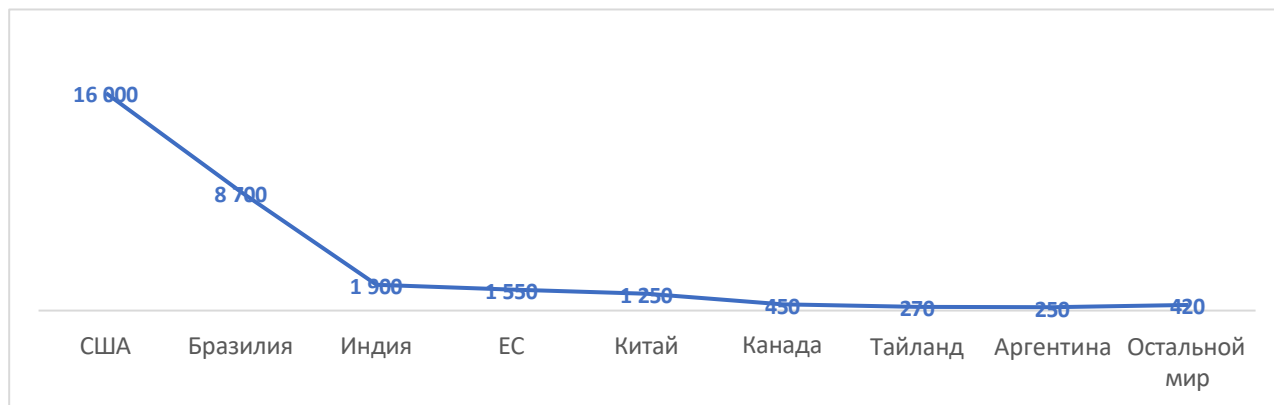


Рисунок 1. Мировое производство топливного этанола по регионам, 2024 (млн галлонов) [15]

В Казахстане функционирует единственный (и первый в СНГ) завод по производству топливного спирта ТОО BioOperations (ранее АО компания ВЮНИМ), но в глобальном масштабе

его объём производства в рамках статистической погрешности. На рисунке 2 представлена упрощённая диаграмма потоков ГПЗ.

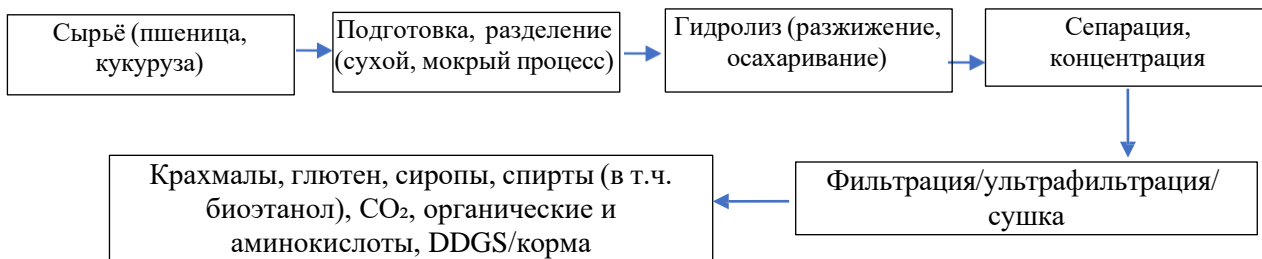


Рисунок 2. Упрощенная технологическая цепочка ГПЗ

В качестве сырья в Казахстане наибольший интерес ввиду ежегодного профицита представляет пшеница. Ниже представлены данные мирового производства пшеницы за 2025 год, где Казахстан традиционно входит в топ 15 лидеров глобального производства.

Как видно из таблицы 3, 906 кг пшеницы в год для казахстанца это десятикратное превышение нормы потребления хлеба и/или изделий из муки. Весь избыток является потенциальным сырьём для ГПЗ.

Однако в отношении кукурузы, в стране ситуация обратная – дефицит зерна, так как 70-75% кукурузы в период молочно-восковой

спелости идёт на силос. Ниже представлены данные по кукурузе.

Кукуруза — первая культура, объём производства которой превышает 1 млрд тонн в год в течение нескольких лет (табл. 4). Казахстан, имея свыше 29 млн гектар посевных площадей, в прошлом году оказался на 51-м месте по валовому сбору, но при этом учитываем соотношение кукурузы на зерно и сочный корм скоту. Показателен пример Кыргызстана, который для сельскохозяйственного производства может использовать только 10% своей территории, но при этом производит сопоставимый объём и доля кукурузы на зерно значительно выше казахстанского.

Таблица 3. Валовой сбор и среднечеловой объём производства пшеницы

№	Страны	Количество, тонн [16]	Пахотных земель, га [17]	Население [18]	тонн на человека
1	КНР	140 100 000	134 900 000	1 412 914 089	0,099
2	Индия	113 290 000	169 463 000	1 476 625 576	0,077
3	Россия	81 600 000	123 249 000	143 394 458	0,569
4	США	53 850 000	160 436 800	349 035 494	0,154
5	Австралия	34 940 000	31 074 000	26 477 710	1,320
6	Франция	34 600 000	19 463 780	66 746 401	0,518
7	Канада	35 940 000	38 352 400	40 961 653	0,877
8	Пакистан	31 440 000	32 003 000	259 299 791	0,121
9	Германия	22 600 000	11 971 000	84 480 000	0,268
10	Аргентина	22 200 000	40 200 000	45 816 224	0,485
11	Украина	23 400 000	33 669 000	36 944 328	0,633
12	Турция	19 000 000	23 384 000	87 926 082	0,216
13	<b>Казахстан [19]</b>	<b>18 570 000</b>	<b>29 527 000</b>	<b>20 495 975</b>	<b>0,906</b>
14	Польша	12 433 000	11 291 000	37 724 233	0,330
15	Иран	10 000 000	16 477 000	93 644 258	0,107
	<b>мировое производство/население</b>	<b>800 810 000</b>		<b>8 273 553 567</b>	<b>0,10</b>

Таблица 4. Валовой сбор и среднечеловое производство кукурузы [20]

№	Страны	Количество, тыс тонн [16]	Население [18]	Посевные площади, га [17]	тонн на человека
1	США	378 270 000	349 035 494	160 436 800	1083,758
2	КНР	294 920 000	1 412 914 089	134 900 000	208,732
3	Бразилия	136 000 000	216 605 837	63 366 060	627,869
4	ЕС	59 020 000	448 400 000		131,624
5	Аргентина	50 000 000	45 816 224	40 200 000	1091,316
6	Индия	42 280 000	1 476 625 576	169 463 000	28,633
7	Украина	26 800 000	36 944 328	33 669 000	725,416
8	Мексика	23 200 000	128 594 970	26 574 000	180,411
9	Южная Африка	17 060 000	60 495 373	12 413 000	282,005
10	Канада	15 060 000	40 961 653	38 352 400	367,661
11	Россия	14 000 000	143 394 458	123 249 000	97,633
12	Индонезия	13 100 000	277 988 000	51 300 000	47,124
13	Нигерия	11 217 000	224 588 394	40 500 000	49,945
14	Эфиопия	10 200 000	126 997 145	17 540 100	80,317
15	Пакистан	8 239 000	259 299 791	32 003 000	31,774
16	Филиппины	8 331 000	117 687 613	10 940 000	70,789
	остальные	119 626 000	2 678 962 502		44,654
	<b>всего мировое производство/население</b>	<b>1 230 000 000</b>	<b>8 273 553 567</b>		
51	<b>Казахстан</b>	<b>1 005 000</b>	<b>20 495 975</b>	<b>29 527 000</b>	<b>49,034</b>
54	<b>Узбекистан</b>	<b>867 000</b>	<b>37 724 223</b>	<b>4 418 000</b>	<b>22,983</b>
55	<b>Кыргызстан</b>	<b>805 000</b>	<b>7 400 465</b>	<b>1 363 800</b>	<b>108,777</b>

Таблица 5. Отраслевые стейкхолдеры Казахстана

Проект/локация	Сырье	Продукция	Примечание/источник
BioOperations* (СКО, Тайынша)	пшеница	биоэтанол, глютен, крахмал, корма	действующее предприятие [21]
Qostanai Grain Industry* (Костанайская область)	пшеница	лизин, глютен, биоэтанол, CO2	мощность 415 тыс. т/год; запуск заявлен на 2027 г. [22]
Kazkrakhmal** (Туркестанская обл.)	кукуруза	крахмалопродукты	переработка 100-150 тыс. т/год (план с 2026 г.) [23]
Проекты по кукурузе (Жамбылская обл.)	кукуруза	крахмал/аминокислоты/сиропа (потенциал)	инвестпроекты и переговоры, включая китайских инвесторов [24]
План до 2028 г. 5 проектов	пшеница/кукуруза	крахмал, глютен, биоэтанол, аминокислоты	совокупно 4,8 млн т/год [25]

\* - в структуре холдинга KazFoodProducts, \*\* - ребрендинг ТОО Жаркентский крахмалопаточный завод, в планах 3-я очередь в Кызылординской области

Предложенная на рисунке 3 интегрированная модель демонстрирует взаимодействие между технологической модернизацией, цифро-

вым управлением логистикой и принципами циклической переработки, направленными на повышение эффективности переработки зерна.



Рисунок 3. Интегрированная модель развития глубокой переработки зерна

### Заключение

Результаты данного исследования подтверждают глобальные тенденции к развитию интегрированных биоперерабатывающих предприятий, одновременно подчеркивая региональные ограничения, характерные для развивающихся сельскохозяйственных экономик. В отличие от исследований, проведенных в высокоразвитых странах, результаты показывают, что технологическая эффективность сама по себе не определяет конкурентоспособность; решающую роль играют логистическая координация и цифровое управление сельскохозяйственными

цепочками поставок. Это расширяет существующее теоретическое понимание агропромышленной модернизации за счет включения институциональных и инфраструктурных факторов в технологическую оценку.

Цифровая трансформация агропромышленного сектора позволяет осуществлять мониторинг потоков сырья в режиме реального времени, прогнозное планирование производства и более эффективное распределение ресурсов. Интеграция цифровых инструментов в зерноперерабатывающие предприятия может значительно снизить вариативность производства и повысить пока-

затели устойчивости, особенно в географически протяженных сельскохозяйственных системах, таких как Казахстан.

Полученные результаты имеют практическое значение для национальной сельскохозяйственной политики, направленной на диверсификацию экспорта зерна и развитие предприятий по переработке с добавленной стоимостью. Внедрение интегрированных предприятий глубокой переработки может способствовать повышению экономической устойчивости, снижению зависимости от экспорта сырьевых товаров и стимулированию отечественного промышленного развития.

Предложенный подход демонстрирует, что глубокую переработку зерна следует рассматривать не только как технологическую модернизацию, но и как системную трансформацию агропромышленной цепочки создания стоимости. Интеграция принципов циркулярной экономики, цифровых инструментов управления и комплексное использование вторичных продуктов создает основу для устойчивого агропромышленного развития в странах-экспортерах зерна.

Данное исследование вносит вклад в развивающуюся область устойчивой агропромышленной биоэкономики, предлагая интегрированную модель глубокой переработки зерна, адаптированную к условиям переходной экономики.

Таким образом, развитие глубокой переработки зерна в Казахстане соответствует глобальному тренду формирования биоэкономики и низкоуглеродных производственных систем, где зерновое сырье рассматривается не как товарный продукт, а как платформа для получения широкого спектра биотехнологических ингредиентов с высокой добавленной стоимостью [1, 7, 9].

Для Казахстана наиболее реалистичная экспортная стратегия в ГПЗ - выход на соседние и быстрорастущие рынки (Китай, Центральная Азия, Ближний Восток) по продуктам, где логистика и стандартизация достижимы: крахмал и производные, глютен, биоэтанол и ко-продукты. Для аминокислот целесообразна модель партнерства/СП с технологическими лидерами и гарантированным сбытом. Кроме того, положительно скажется следующий инструментарий:

–Развитие инфраструктуры: промышленные площадки, энергообеспечение, водоподготовка/очистные сооружения.

–Качество и стандарты: лабораторная база, технические регламенты, внедрение прослеживаемости.

–Финансы: льготные кредиты/гарантии, поддержка экспортного финансирования, стимулирование оффтейк-контрактов.

–Кадры и компетенции: образовательные программы, центры инжиниринга и биотехнологий, подготовка операторов и технологов.

–Экспорт и продвижение: целевые торговые миссии, сертификация, соглашения по взаимному признанию стандартов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koutinas A.A., Du C., Wang R., Webb C. Production of chemicals from biomass using biorefinery concepts // *Bioresource Technology*. - 2018. - Vol. 247. - P. 1132–1142. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.09.071>.
2. Liu Z., Qin L., Pang F. Integrated biorefinery approaches for cereal processing industries // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. - 2020. - Vol. 131. - 109964. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109964>.
3. Mussatto S.I. Biomass fractionation technologies for a lignocellulosic feedstock based biorefinery // *Critical Reviews in Biotechnology*. - 2017. - Vol. 37(3). - P. 339–352. <https://doi.org/10.3109/07388551.2016.1144047>.
4. Trienekens J.H., Zuurbier P. Value chain integration in agri-food systems // *Food Policy*. - 2018. - Vol. 75. - P. 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.11.002>.
5. Van der Vorst J.G.A.J., Tromp S.O., Zee D.J. Simulation modelling for food supply chain redesign // *Computers and Electronics in Agriculture*. - 2017. - Vol. 75. - P. 269–279.
6. Ruan Z., Zanotti M., Zhong Y. Co-product valorization in bioethanol production systems // *Biotechnology for Biofuels*. - 2019. - Vol. 12. - 120. - <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1453-3>.
7. Cheng J.J., Timilsina G.R. Status and barriers of advanced biofuel technologies // *Renewable Energy*. - 2021. - Vol. 177. - P. 793–803.
8. Rosentrater K.A., Krishnan P.G. Corn ethanol coproducts: processing and utilization // *Applied Engineering in Agriculture*. - 2019. - Vol. 35(3). - P. 353–365.
9. OECD. Sustainable bioeconomy and agro-industrial transformation // OECD Publishing. - Paris, 2022.
10. Singh N., Kaur, L., & McCarthy, O.J. (2022). Corn starch production and applications: A review. *Food Chemistry*, 375, 132707. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132707>
11. Zabed, H., Sahu, J.N., Suely, A., Boyce, A.N., & Faruq, G. (2021). Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 475–501. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110852>
12. Liu, K. (2020). Distillers grains: Production, properties, and utilization. // *Applied Engineering in Agriculture*, 36(6), 849–860. <https://doi.org/10.13031/aea.13471>
13. Singh, A. (2023). The study and optimization of production and fermentation processes in biofuel production. arXiv preprint, arXiv:2308.00717. <https://arxiv.org/abs/2308.00717>

14. Lonardi, L., et al. (2025). Toward a circular nanotechnology for biofuels: integrating sustainable synthesis and optimization. arXiv preprint, arXiv: 2506.17548. <https://arxiv.org/abs/2506.17548>
15. Renewable Fuels Association (RFA). Annual World Fuel Ethanol Production (таблица 2020-2024) и U.S. production. Markets & Statistics (доступ: 2026) <https://afdc.energy.gov/data/categories/biofuels-production>
16. Top Producing Countries. Foreign Agricultural Service. - [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.fas.usda.gov/data/production/0440000> (дата обращения 12.10.2025)
17. Cropland Area by Country. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.worldometers.info/food-agriculture/cropland-by-country/>
18. Countries in the world by population (2026). [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.worldometers.info/world-population/population-by-country> (дата обращения 12.10.2025)
19. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. Бюро национальной статистики агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/> (дата обращения 02.10.2025)
20. Statista. Production volume of corn in 2024/2025, by country. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.statista.com/statistics/254292/global-corn-production-by-country/#:~:text=Corn%20production%20worldwide%202022%2F2023%2C%20by%20country&text=In%202022%2F2023%2C%20it%20is,the%20top%20corn%20producing%20countries.> (дата обращения 12.12.2025)
21. Производственный комплекс по глубокой переработке зерна. [Электронный ресурс]. – 2025 – URL: <https://www.biooperations.com> (дата обращения 12.10.2025)
22. Глубокая переработка зерна в Казахстане: планы и достижения. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://agresearch.kz/news/glubokaya-pererabotka-zerna-v-kazaxstane-plany-i-dostizeniya?ysclid=mlug7iesx9421170333> (дата обращения 12.10.2025)
23. Строительство завода "Казкрахмал" в Шардаре: шаг в будущее переработки кукурузы. [Электронный ресурс]. – 2025 – URL: <https://www.zakon.kz/sobytiia/6460998-stroitelstvo-zavoda-kazkrakhmal-v-shardare-shag-v-budushchee-perera-botki-kukur uzy.html> (дата обращения 12.10.2025)
24. Завод по глубокой переработке кукурузы строят в Жамбылской области. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.zakon.kz/sobytiia/6474158-zavod-po-glubokoy-pererabotke-kukuruzy-stroyat-v-zhambylскоy-oblasti.html> (дата обращения 12.10.2025)
25. Экспорт переработанной продукции АПК наращивает Казахстан. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://primeminister.kz/ru/news/eksport-pererabotannoi-produkcii-apk-narashhi-vaet-kazaxstan-30798> (дата обращения 15.12.2025)
- concepts. *Bioresource Technology*, 2018, vol. 247, pp. 1132–1142. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.09.071>.
2. Liu Z., Qin L., Pang F. Integrated biorefinery approaches for cereal processing industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2020, vol. 131, 109964. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109964>.
3. Mussatto S.I. Biomass fractionation technologies for a lignocellulosic feedstock based biorefinery. *Critical Reviews in Biotechnology*, 2017, vol. 37(3), pp. 339–352. <https://doi.org/10.3109/07388551.2016.1144047>.
4. Trienekens J.H., Zuurbier P. Value chain integration in agri-food systems. *Food Policy*, 2018, vol. 75, pp. 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.11.002>.
5. Van der Vorst J.G.A.J., Tromp S.O., Zee D.J. Simulation modelling for food supply chain redesign. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2017, vol. 75, pp. 269–279.
6. Ruan Z., Zanotti M., Zhong Y. Co-product valorization in bioethanol production systems. *Biotechnology for Biofuels*, 2019, vol. 12, 120. <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1453-3>.
7. Cheng J.J., Timilsina G.R. Status and barriers of advanced biofuel technologies. *Renewable Energy*, 2021, vol. 177, pp. 793–803.
8. Rosentrater K.A., Krishnan P.G. Corn ethanol coproducts: processing and utilization. *Applied Engineering in Agriculture*, 2019, vol. 35(3), pp. 353–365.
9. OECD. Sustainable bioeconomy and agro-industrial transformation. Paris: OECD Publishing, 2022.
10. Singh N., Kaur L., McCarthy O.J. Corn starch production and applications: A review. *Food Chemistry*, 2022, vol. 375, 132707. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132707>.
11. Zabed H., Sahu J.N., Suely A., Boyce A.N., Faruq G. Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, vol. 71, 110852. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110852>.
12. Liu K. Distillers grains: Production, properties, and utilization. *Applied Engineering in Agriculture*, 2020, vol. 36(6), pp. 849–860. <https://doi.org/10.13031/aea.13471>.
13. Singh A. The study and optimization of production and fermentation processes in biofuel production. arXiv preprint, arXiv:2308.00717, 2023. <https://arxiv.org/abs/2308.00717>.
14. Lonardi L., et al. Toward a circular nanotechnology for biofuels: integrating sustainable synthesis and optimization. arXiv preprint, arXiv: 2506.17548, 2025. <https://arxiv.org/abs/2506.17548>.
15. Renewable Fuels Association (RFA). Annual World Fuel Ethanol Production (2020–2024) and U.S. production. Markets & Statistics (accessed: 2026). Available at: <https://afdc.energy.gov/data/categories/biofuelsproduction>.
16. Top Producing Countries. Foreign Agricultural Service, 2025. Available at: <https://www.fas.usda.gov/data/production/0440000> (accessed 12.10.2025).

#### REFERENCES

1. Koutinas A.A., Du C., Wang R., Webb C. Production of chemicals from biomass using biorefinery

17. Cropland Area by Country, 2025. Available at: <https://www.worldometers.info/food-agriculture/cropland-by-country/> (accessed 12.10.2025).

18. Countries in the World by Population (2026), 2025. Available at: <https://www.worldometers.info/world-population/population-by-country/> (accessed 12.10.2025).

19. Statistika sel'skogo, lesnogo, okhotnich'ego i rybnogo khozyaistva [Statistics of Agriculture, Forestry, Hunting and Fisheries]. Byuro natsional'noy statistiki agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan [Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan]. Available at: <https://stat.gov.kz/ru/> (accessed 02.10.2025). (in Russian).

20. Statista. Production volume of corn in 2024/2025, by country, 2025. Available at: <https://www.statista.com/statistics/254292/global-corn-production-by-country/> (accessed 12.12.2025).

21. Proizvodstvennyy kompleks po glubokoy pererabotke zerna [Production Complex for Deep Grain Processing], 2025. Available at: <https://www.biooperations.com> (accessed 12.10.2025). (in Russian).

22. Glubokaya pererabotka zerna v Kazakhstane: plany i dostizheniya [Deep Grain Processing in Kazakhstan:

Plans and Achievements], 2025. Available at: <https://agrosearch.kz/news/glubokaya-pererabotka-zerna-v-kazaxstane-plany-i-dostizeniya> (accessed 12.10.2025). (in Russian).

23. Stroitel'stvo zavoda "Kazkrakhmal" v Shardare: shag v budushchee pererabotki kukuruzy [Construction of the "Kazkrakhmal" Plant in Shardara: A Step into the Future of Corn Processing], 2025. Available at: <https://www.zakon.kz/sobytiia/6460998-stroitelstvo-zavoda-kazkrakhmal-v-shardare-shag-v-budushchee-pererabotki-kukuruzy>.html (accessed 12.10.2025). (in Russian).

24. Zavod po glubokoy pererabotke kukuruzy stroyat v Zhambylskoy oblasti [A Corn Deep Processing Plant is Being Built in the Zhambyl Region], 2025. Available at: <https://www.zakon.kz/sobytiia/6474158-zavod-po-glubokoy-pererabotke-kukuruzy-stroyat-v-zhambylskoy-oblasti>.html (accessed 12.10.2025). (in Russian).

25. Eksport pererabotannoy produktsii APK narashchivaet Kazakhstan [Kazakhstan is Increasing Exports of Processed Agricultural Products], 2025. Available at: <https://primeminister.kz/ru/news/eksport-pererabotannoi-produkcii-apk-narashhivaet-kazaxstan-30798> (accessed 15.12.2025). (in Russian).