

УДК 631.5

Профессор В.А. Панфилов

(Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева) кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств

Professor V.A. Panfilov

(Russian state agrarian university ICCA named after K.A. Timiriaz'ev) Department of processes and apparatus of processing industries

Аграрно-пищевая технология: эффект системного комплекса

Agro-food technology: the effect of the complex system

Реферат. Развитие технологий продуктов питания в последние два десятилетия столкнулось с новым негативным явлением. Дело в том, что данный период - время стагнации производства отечественных продуктов питания, массового их импорта, а также импорта техники для сельскохозяйственных, перерабатывающих и пищевых технологий. Все это значительно снижает продовольственную безопасность России. Одна из причин такого состояния в производстве продуктов питания есть методологический кризис в науке и инженерии АПК страны. Диалектический метод рассматривает категорию "система" во всех ее аспектах, поэтому системный подход к решению проблем АПК России - это не дань моде, а необходимость именно такого подхода к созданию технологических комплексов. Эффект же, выигрыш, возникает при построении этой высшей формы организации технологических систем. Системный подход должен вскрывать причины возникновения больших систем и наиболее крупной их формы - комплексов, показывать историческую неизбежность их становления, диалектический процесс развития этих молодых, но высокоэффективных технологических формирований. Нам надо понять и уяснить, что системные технологические комплексы в АПК - один из важнейших факторов прогресса в науке о производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Системные технологические комплексы обладают совершенно новыми свойствами не характерными ни для технологий производства растительной и животноводческой продукции, ни для многочисленных технологий ее переработки. Таким образом, комплекс создается для получения существенного прироста эффективности в производстве продуктов питания. Цель статьи - вскрыть и проанализировать эффект системного комплекса, возникающий под действием различных системообразующих факторов при объединении в единое целое производящих и перерабатывающих технологий АПК России.

Summary. Development of food technology in the last two decades, faced with a new negative phenomenon. The fact that this period - the time of stagnation of domestic production of food, the mass of imports and import equipment for the agricultural, processing and food technology. This significantly reduces the food security of Russia. One reason for this state of food production has methodological crisis in science and engineering, agribusiness country. The dialectical method considers the category of "system" in all its aspects, so a systematic approach to problem solving AIC Russia - this is not a fad, but the need for such an approach to the creation of technological systems. The effect of the same prize, arises in the construction of the highest forms of technological systems. Systematic approach should reveal the cause of the large systems, and the largest of their shape - complexes show the historical inevitability of their formation, dialectical process of development of these young but highly efficient units. We need to understand and realize that the system technological systems in agriculture - one of the most important factors of progress in the science of the production and processing of agricultural products. System process systems have completely new properties are not typical for either production technology of plant and animal products, nor for many of its processing technology. Thus, the complex is created for significant efficiency gains in food production. The purpose of the article - to reveal and analyze the effect of a complex system arising under the influence of various system factors, when combined into a single unit producing and processing agricultural technologies Russia.

Ключевые слова: АПК, системный подход, технологический комплекс.

Key words: AIC, systematic approach, technological complex.

Развитие технологий продуктов питания в последние два десятилетия столкнулось с новым негативным явлением. Дело в том, что данный период – время стагнации производства отечественных продуктов питания, массового их импорта, а также импорта техники для сельскохозяйственных, перерабатывающих и пищевых технологий. Все это значительно снижает продовольственную безопасность России.

Одна из причин такого состояния в производстве продуктов питания есть методологический кризис в науке и инженерии АПК страны. Законсервированы многие научные направления развития технологий и техники, в основе которых лежат закономерности диалектического материализма как эффективной методологии научного познания.

© Панфилов В.А., 2014

Диалектический метод рассматривает категорию "система" во всех ее аспектах, поэтому системный подход к решению проблем АПК России – это не дань моде, а необходимость именно такого подхода к созданию технологических комплексов. Эффект же, выигрыш, возникает при построении этой высшей формы организации технологических систем.

Что отличает технологические комплексы? Прежде всего – внутренние связи, взаимодействие, взаимовлияние элементов системы (технологических операций - переделов), их взаимосогласованность и взаимообусловленность, общая конечная цель. В технологических комплексах АПК эти свойства сегодня приобретают решающее значение. Новой ступенью в развитии систем процессов становятся именно комплексы. Технологический системный комплекс объединяет в единое целое большое число разнородных систем – автономных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Понятие "комплекс" и производные от него аспекты актуализируют научные и инженерные разработки в начале XXI века. Это и веление времени, и очередной шаг в развитии цивилизации. Поэтому методологический провал в научном и инженерном обеспечении развития АПК может, в частности, быть закрыт методологией системного подхода к решению важнейшей народнохозяйственной проблемы – обеспечения населения России высококачественным отечественным продовольствием.

Системный подход должен вскрывать причины возникновения больших систем и наиболее крупной их формы – комплексов, показывать историческую неизбежность их становления, диалектический процесс развития этих молодых, но высокоэффективных технологических формирований. Нам надо понять и уяснить, что системные технологические комплексы в АПК – один из важнейших факторов прогресса в науке о производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Системные технологические комплексы обладают совершенно новыми свойствами, не характерными ни для технологий производства растительной и животноводческой продукции, ни для многочисленных технологий ее переработки. Таким образом, комплекс создается для получения существенного прироста эффективности в производстве продуктов питания.

В специальной литературе комплексы называют "системами большого масштаба" или "большими системами". Не всякий хол-

динг, соединяющий сельскохозяйственную технологию (например, производство пшеницы) и перерабатывающие технологии (например, производство муки и хлеба) может составить системный технологический комплекс. Лишь те технологии, которые состоят из большого числа разнородных и сложных частей – подсистем, тесно связанных между собой, которые насыщены машинами, аппаратами, биореакторами, автоматикой, информационно-вычислительными системами, снабжены хорошим управлением, обладают свойствами, позволяющими называть их системными комплексами. Комплексы представляют собой закономерный, но качественно новый этап развития технологических систем, этап непосредственно связанный с инновационной революцией в АПК.

После первых успехов в механизации отдельных ведущих процессов в различных сельскохозяйственных, перерабатывающих и пищевых технологиях специалисты обнаружили, что изолированное функционирование новых механизированных процессов недостаточно эффективно. Начались изыскания по стыковке выходов одних процессов и входов других процессов. Так возникли принципиально новые виды технических структур в сельском хозяйстве и механизированные поточные производства в виде линий практически во всех перерабатывающих и пищевых отраслях. Начало этих научных и инженерных изысканий – первая половина XX века.

Мир второй половины XX века становится миром различных комплексов, миром все усложняющихся больших систем. Комплексы – закономерная фаза развития производительных сил общества. Они появились именно потому, что оказались объективно необходимыми для обеспечения крутого роста эффективности в различных областях научной и инженерной деятельности человека.

Сегодня мы подходим к такому этапу развития производственных комплексов в АПК, когда требуется создание больших сложных аграрно-пищевых технологий, объединяющих в единое целое процессы сельскохозяйственной технологии и процессы соответствующей перерабатывающей технологии.

Для создания системного комплекса "Аграрно-пищевая технология" нужно обязательно реализовать принципы системного подхода и выполнить ряд условий:

- правильно выбрать все составные части комплекса;

- обеспечить хорошую взаимосвязь между этими частями;

- обеспечить управление всеми этими частями и комплексом в целом, которое должно быть ориентировано на требуемую эффективность комплекса;

- доля ручного труда в технологиях комплекса должна быть минимальной;

- комплекс должен иметь очень высокую технологическую надежность.

При этом трудности, возникающие на пути прорыва технологий и техники в совершенно новые сферы, нужно преодолевать не за счет какого-то одного-двух изобретений или одной, пусть даже наисовременнейшей идеи, а только объединяя, "комплексируя" целый ряд нововведений-инноваций. В таком сложном, ответственном деле, как создание комплексов масштаба "Аграрно-пищевая технология", нужна строгая инженерная база, надежный научный фундамент.

Таким научным фундаментом проектирования и создания больших сложных систем является относительно новая для сельскохозяйственных, перерабатывающих и пищевых технологий наука – системотехника. Она не только являет новую отрасль знаний, но и новый подход к техническому решению технологических задач, связанных с изменением масштабов человеческой деятельности. Большие системы представляют собой новую, более высокую ступень развития производительных сил по сравнению с прежними, "малыми" технологическими системами в растениеводстве и животноводстве, а также классическими поточными линиями для производства муки, крупы, хлебобулочных изделий, молочных и мясных продуктов, консервов и т.д.

Системные комплексы позволяют решать производственные задачи иначе не решимые. В научном и инженерном мышлении должна произойти ломка многих традиций. Если раньше разработка "малых" технологических систем опиралась, прежде всего, на детальный анализ, растущую специализацию задач и методов, то сейчас разработка больших систем предполагает интеграцию, синтез различных сторон технологических процессов. Здесь необходимо уметь связать близкие цели с дальними, технические перспективы с социально-экономическими. Следует подчеркнуть, что переход с уровня "малых" технологических систем на уровень больших технологических систем требует не только нового методологического окружения,

но и сопровождается сменой математического аппарата. Это и есть инновационный подход к развитию техники в отраслях АПК.

Можно утверждать, что цель организации системного комплекса "Аграрно-пищевая технология" сводится либо к решению пусть привычных, старых, но очень актуальных задач на совершенно новом качественном уровне, либо к получению принципиально новых технологических результатов, достижение которых иными путями просто невозможно. Вместе с этим должно быть совершенно ясно, что отнюдь не всегда и не везде нужны системные комплексы, например в производствах продуктов питания малой производительности и широкого ассортимента.

Чтобы принять решение об организации той или иной большой сложной технологической системы, необходимо иметь на пути развития соответствующей отрасли некий барьер, преодолеть который можно только путем привлечения новых систем, кардинального улучшения управления, внедрения средств автоматизации, существенного усовершенствования организации всего производственного процесса. Например, консервная промышленность выдвигает следующие требования к сортам томатов, которые в системном комплексе должны быть преодолены. Для всех видов переработки нужны ярко-красные, равномерно окрашенные плоды, без желто-зеленого пятна у плодоножки. Поверхность плодов должна быть гладкой. Плоды не должны быть ребристые, а также с большим углублением у основания и отходящими от него сильно развитыми сосудистыми волокнами. Площадь места прикрепления плода к плодоножке должна быть небольшой. Плоды не должны иметь трещин (радиальных и кольцевых), так как их наличие затрудняет удаление загрязнений, способствует развитию плесени, ускоряет порчу сырья, увеличивает количество отходов и резко снижает качество готовой продукции. Для цельноплодного консервирования нужны мелкоплодные сорта томатов (массой до 50 г), удлиненно-овальной или круглой формы, однородные по размеру. Плоды должны быть мясистыми, плотными, с относительно малым содержанием сока и мелких семян, без пустот. Кожица должна быть эластичной, устойчивой к растрескиванию при стерилизации, а для производства очищенных томатов – легко отделяющейся при механизированной очистке. Плоды томатов при механической уборке должны отделяться от плодоножек. Кроме это-

го, томаты для цельноплодного консервирования должны содержать: водорастворимых сухих веществ не менее 5,5 %; сахаров не менее 3,2 %; кислот не менее 0,4 %; витамина С не менее 25 мг/100г; бета-каротина не менее 4,5 мг/100г; pH в диапазоне 4,2-4,4.

Аналогичные технологические требования разработаны Всероссийским научно-исследовательским институтом консервной и овощесушильной промышленности (ВНИИКОП) к большинству сортов овощей и плодов, предназначенных для различных видов консервирования.

Другими научно-исследовательскими организациями перерабатывающего и пищевого сектора АПК России разработаны и разрабатываются технологические требования практически ко всей сельскохозяйственной продукции растительного и животного происхождения.

Таким образом, ориентация на преодоление технологических и технических барьеров по всей технологической цепочке есть важная особенность организации системных комплексов.

Функционирование комплекса осуществляется в виде многоэтапного непрерывного процесса, имеющего начало – ресурсы ("вход") и окончание – продукт ("выход"). "Выход" это не только конечный результат, но и требования к этому результату (показатели, его характеризующие, и допуски на эти показатели).

В отличие от предшествующих "малых" технологических систем, в которых технологический процесс осуществляется как бы рывками, с промежуточными паузами, остановками, отрицательно сказывающимися на результатах, в больших системах непрерывность является органичным свойством. Более того, большие системы создаются для обеспечения нового качества технологического процесса – непрерывности, в том числе, и процессов хранения. Все технологические системы системного комплекса и, прежде всего, его управление, должны обеспечивать эту непрерывность, сглаживать стыки (допуски на показатели качества и количества), соединяющие этапы большого сквозного технологического процесса от поля до потребителя или, как говорят в Европе, "от лопаты до вилки".

Эта стратегия соединяет в единое целое (системный комплекс) такие технологии в растениеводстве как подготовка земли к севу, сев, уход за посевами, уборка урожая, его хранение, первичная переработка сельскохозяйственной продукции (например получение из винограда виноматериалов), вторичная пере-

работка сельскохозяйственной продукции (получение из виноматериалов вина), хранение готовой продукции и так далее вплоть до появления продуктов питания на прилавках торговых организаций [1].

Такую гигантскую и очень трудную задачу масштабно решить можно только организовав комплексы "Аграрно-пищевая технология" в различных направлениях, определяемых видом готовой продукции в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, а также в рыболовстве. Облик системного комплекса, отражающий важнейшие особенности сложной структуры, может быть представлен в виде блочной схемы. Каждый блок (та или иная технология АПК) напоминает куклу-матрешку, ведь он состоит из целого ряда подсистем, а те в свою очередь – из элементов – технологических операций, которые сами состоят из комплекта типовых физических, химических и биохимических процессов. В блочной структуре отражена исключительно важная роль связей и взаимодействий выходов и входов различных технологических процессов. Если разрушить эти связи, возникнет конгломерат процессов. Поэтому связи-соединения разнородных процессов с заранее оговоренными допусками должны рассматриваться как важнейшие, неотъемлемые части структуры комплекса. Такая многоступенчатость, иерархичность взаимосвязанных элементов есть единственная возможность построения системных комплексов.

Неизмеримо более сложные и совершенные комплексы мы наблюдаем в живой природе. Органы кровообразования, кровообращения, дыхания, нервная система, пищеварение и так далее могут рассматриваться как типичные блоки (технологические системы) системного комплекса "Человек". Человек, создавая свои технологические и технические системы, всегда начинал с имитации систем созданных природой за редким исключением, например колеса. Процесс вымешивания пшеничного теста и опары рукой человека был полностью реализован в кинематике месильной машины "Стандарт" и машины Т1-ХТ2А для хлебозаводов малой и средней мощности. Поэтому, создавая сложные системные комплексы, мы должны пристально вглядываться в аналогии, созданные природой за миллионы лет и, прежде всего, в качество связей, т.е. размеры допусков на параметры связей. Яркий пример – допуски на результаты медицинских анализов. Лишь в этих очень узких пределах показателей

(например, крови: общий белок, альбумин, глюкоза, азот мочевины, билирубин общий, натрий, калий, магний, общий холестерин, триглицериды и др.) может нормально жить и развиваться человек [2].

Таким образом, системные комплексы "Аграрно-пищевая технология" должны изначально проектироваться так, чтобы их структуру являли блоки-компоненты, между которыми должны устанавливаться очень четкие взаимосвязи и взаимоотношения с возможно узкими диапазонами допусков на параметры входов и выходов ведущих процессов.

Вместе с этим блоки-компоненты (технологические системы) должны иметь определенную автономию и решать самостоятельную, хотя и ограниченную, задачу (вспомним перечень медицинских специальностей). И все же системный комплекс – это единая, сквозная технология, и ни один блок в отдельности не может выполнять задачи, поставленные перед комплексом.

Для системных комплексов характерны очень большие размеры; они размещаются на значительной территории. И здесь вновь проявляется исключительно важная роль связей (прямых и обратных) в обеспечении эффективного функционирования комплекса.

Большую организованную систему невозможно создать без управления. Чем больше система, тем выше должна быть ее организация, тем лучше должно быть управление. Возможности человека в управлении системами ограничены, поэтому должно быть организовано управление, основанное на автоматизации, нацеленное на получение высоких конечных результатов во всех условиях, в том числе, и неблагоприятных. Автоматизация должна быть в системном комплексе сплошной. В задачу управления должно входить обеспечение непрерывности функционирования системного комплекса, то есть организация технологического потока без задержек и ускорений.

И еще одну серьезную проблему должен решать системный комплекс – устойчивость, то есть способность возвращаться к нормальному состоянию после действия внешних возмущений. Однако при больших и длительных возмущениях одной устойчивости комплекса недостаточно, ему необходима помощь человека. Увеличение количества технологий в системном комплексе "Аграрно-пищевая технология" и взаимосвязей между ними влечет за собой значительное усиление возмущающих факторов. Сложные системы подвержены воздействию

возмущений и помех в гораздо большей степени, чем элементарные, простые системы-технологии. В этой связи надо сказать и о том, что не всякое наращивание систем, не всякое "комплексирование" может дать ощутимый положительный эффект. Только перспективная структура, включающая прогрессивные технические решения технологических задач, основанная на плодотворной, дальновидной концепции, может привести к успеху. Только реализация технологических новаций, повышающих технологическую надежность, может повысить эффективность системного комплекса.

Конечно, принципы проектирования системного комплекса могут быть реализованы тогда, когда дальнейшее развитие того или иного технико-технологического направления становится невозможным без внедрения системных комплексов. Но для этого нужно, чтобы научно-технический потенциал АПК позволял реализовать принятую концепцию.

Опыт разработки системных комплексов в других областях народного хозяйства дает возможность сформулировать основные принципы проектирования таких комплексов в АПК. Кратко, с учетом того, что системные закономерности организации, строения, функционирования и развития системных объектов едины, не зависимо от их природы, принципы проектирования следующие [1]:

- рациональный выбор технологий, обеспечивающий выполнение системным комплексом в целом всех поставленных задач;
- тщательное сопряжение технологий в единый, хорошо функционирующий технологический поток;
- всесторонняя, скупуплезная автономная проверка технологической надежности каждого компонента комплекса;
- количественная оценка уровня стабильности каждой из сопряженных технологий как подсистемы комплекса;
- количественная оценка уровня целостности (уровня организации) системного комплекса в целом и определение его эффективности при решении поставленных задач.

Мы подходим к кульминационному моменту – к обстоятельствам, при которых формируется целостность системного комплекса, приводящая к сверхвозможностям, сверхэффективности соединенных в единое целое технологий сельскохозяйственного производства, технологий перерабатывающих производств и технологий пищевой промышленно-

сти. Речь идет от системообразующих факторах, которые могут быть разные по технологическим решениям в каждой из технологий, составляющих комплекс. Например, в одной технологии – это синхронность функционирования процессов, в другой – это узкая специализация процессов, в третьей – это высокая стабильность выходов процессов и так далее. Таким образом, в основе дополнительного эффекта функционирования каждого блока-технологии внутри системного комплекса лежит свой системообразующий фактор. А эффект системного комплекса в целом определяется уровнем реализации этих системообразующих факторов в отдельных технологиях, составляющих комплекс. И если в одной из технологий системообразующий фактор будет реализован ниже проектируемых возможностей, нарушатся "стыки" между технологиями, их связи, и цепь процессов разорвется, а эффект комплекса снизится, а то и вообще упадет до недопустимо малой величины.

Таким образом, взаимоусиление соединенных в комплекс технологий – вот источник эффекта больших систем. Это означает, что целое больше суммы своих частей только при определенных условиях, иначе оно равно, а то и меньше этой суммы по своим свойствам.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Панфилов В.А. Теория технологического потока. М.: КолосС, 2007. 319 с.
- 2 Погорелый Л.В. Сельскохозяйственная техника и технология будущего. К.: Урожай, 1988. 176 с.

Для проектирования и создания системных комплексов "Аграрно-пищевая технология" нужны квалифицированные кадры специалистов-системотехников, знающих и технологии сельскохозяйственного производства, и технологии перерабатывающих производств. К сожалению, таких специалистов высшая школа России сейчас не готовит. Эти специалисты должны обеспечить стыковку столь разных технологий в инновационном техническом исполнении, проверить все взаимосвязи и не допустить ошибок. Только при этих условиях возможно получить ожидаемый эффект системного комплекса, который характеризует уровень его приспособленности к выполнению всех необходимых функций и получения ожидаемого результата.

Роль высокоорганизованных больших систем в народном хозяйстве, несомненно, будет возрастать, а их число множиться. Появятся новые промышленные, транспортные, горнодобывающие, металлургические и продовольственные комплексы. При создании комплекса "Аграрно-пищевая технология" особое внимание должно быть обращено на одновременный учет следующих ключевых условий: высокий технический уровень, минимальный технологический цикл, низкозатратность работ по организации комплекса, высокая технологическая надежность.

REFERENCES

- 1 Panfilov V.A. Teoriia tekhnologicheskogo potoka [The theory of the process stream]. Moscow, KolosS, 2007. 319 p. (In Russ.).
- 2 Pogoralyi L.V. Sel'skokhoziaistvennaia tekhnika i tekhnologiya budushchego [Agricultural machinery and technology for the future]. Kiev, Urozhau, 1988. 176 p. (In Russ.).