

**АСИМІЛЯЦІЯ CO<sub>2</sub> РОСЛИНАМИ ЯК ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА ОСВОЄННЯ  
МІКРО- І НАНОТЕХНОЛОГІЙ В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ КЛАСТЕРА  
ЦУКРОБУРЯКОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Б.В. Сінельников, к.е.н.**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

*У дослідженні розглянуто механізм асиміляції вуглецю в рослинах і його вплив на переробну промисловість в контексті нового великого циклу. Важливою умовою розвитку цукробурякового кластера буде нове розуміння закономірностей його трансформації в розглянутому циклі. Якщо у всіх попередніх циклах переважало матеріальне виробництво, то в новому циклі в процесі виробництва буде панувати сфера науки, освіти, культури [2].*

**Ключові слова:** фотосинтез, великий цикл, асиміляція, вуглець, цикл Кальвіна, нанотехнології, нові знання, бурякоцукровий кластер, зміна клімату, цукрові буряки, цукор, диверсифікація, стратегічне прогнозування, майбутнє, лідерство.

**ASSIMILATION OF CO<sub>2</sub> BY PLANTS AS A THEORETICAL BASIS OF THE  
DEVELOPMENT OF MICRO- AND NANOTECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF  
THE DEVELOPMENT OF A BEET-SUGAR INDUSTRY CLUSTER**

**B.V. Sinelnikov, candidate of economic sciences**  
National Technical University of Ukraine  
"Kyiv Polytechnic Institute named Igor Sikorsky"

*In a study of the mechanism of carbon assimilation in plants and its impact on the processing industry in the context of a new great cycle. An important condition for the development of sugar beet cluster will be a new understanding of the laws of its transformation in the present cycle. If all the previous cycles dominated by material production, in a new cycle in the production process will dominate the sphere of science, education, culture [2].*

**Keywords:** photosynthesis, the great cycle, assimilation, carbon, Calvin cycle, nanotechnology, new knowledge, sugar beet cluster, climate change, sugar beet, sugar, diversification, strategic forecasting, future leadership.

**АССИМИЛЯЦИЯ CO<sub>2</sub> РАСТЕНИЯМИ КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА  
ОСВОЕНИЯ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ  
КЛАСТЕРА СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Б.В. Синельников, к.э.н.**

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

*В исследовании рассмотрен механизм ассимиляции углерода в растениях и его влияние на перерабатывающую промышленность в контексте нового великого цикла. Важным условием развития свеклосахарного кластера будет новое понимание закономерностей его трансформации в рассматриваемом цикле. Если во всех предыдущих циклах преобладало материальное производство, то в новом цикле в процессе производства будет господствовать сфера науки, образования, культуры [2].*

*Ключевые слова:* фотосинтез, великий цикл, ассимиляция, углерод, цикл Кальвина, нанотехнологии, новые знания, свеклосахарный кластер, изменение климата, сахарная свекла, сахар, диверсификация, стратегическое прогнозирование, будущее, лидерство.

**Постановка проблемы.** Переход к рыночным отношениям уменьшил долю рынка Украины в мировом производстве свекловичного сахара с 24% до 1,2%, что ухудшило экономическое положение не только отрасли, но и научно-исследовательских, проектно-конструкторских институтов, семенных и машиностроительных заводов. Вследствие уменьшения посевных площадей сахарной свеклы, вывода из эксплуатации ряда сахарных заводов, осталось без работы более 2 млн человек, что способствовало дальнейшей социальной напряженности в районах свеклосеяния, уменьшению поступлений в бюджеты всех уровней.

Выход из кризиса и повышение конкурентоспособности отрасли возможен на основе перестройки с учетом системы обоснованных стратегических решений, определяющих номенклатуру, объем и качество изготавливаемой продукции на основе обоснованных задач и механизмов их реализации, обеспечивающих высокий уровень трансформационных процессов в условиях нового великого цикла.

**Анализ последних публикаций и исследований по теме.** Вопросы функционирования различных отраслей национального хозяйства в контексте теории цикличности активно изучали известные ученые: А. И. Амоша, А. И. Анчишкин, П. П. Борщевский, С. Д. Бушуев, Б. М. Данилишин, Л. В. Дейнеко, П. П. Саблук, Л. И. Федулова, М. В. Птуха, С. Г. Струмилин, В. С. Немчинов, и другие исследователи. Однако вопросы развития отрасли в условиях VI-го великого цикла рассматриваются автором впервые.

**Цель исследования** заключается в отыскании, на основе новых знаний и положений Римского клуба, путей трансформации свеклосахарного кластера в будущее, социально ориентированное, базирующееся на европейских ценностях, общество в условиях VI великого цикла.

**Методы исследований.** Теоретической базой исследования является системный подход В. В. Вернадского с ориентацией на устойчивое развитие цивилизации в свете положений Римского клуба с учетом высокой степени неопределенности [3]. Важным моментом методики служат методы эвристики, основанные на многолетних исследованиях непосредственного, обозримого и отдаленного будущего отрасли, проводимых автором в течении многих лет.

**Изложение основного материала.** Прошлое, настоящее и будущее человечества связаны между собой общими закономерностями поступательного развития природы и общества, уходящими вглубь веков и проникающими в обозримую историческую перспективу.

В настоящее время увеличивается численность населения планеты «Земля» и эта тенденция сохранится и в будущем. Потребности населения в продуктах питания уже сейчас сложно удовлетворить, а тем более эта задача усложнится в обозримом будущем в связи с ограниченностью ресурсов. Глубокая дестабилизация состояния экосистем через интенсивное развитие производительных сил и всевозрастающую «нагрузку» на природную среду определяют необходимость рационализации использования факторов производства для обеспечения устойчивого развития цивилизации.

Для Украины эти факторы имеют особенно важное значение, потому что темпы роста основных микроэкономик сокращается и отмечается низкий уровень конкурентоспособности продукции сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности в сравнении с зарубежными конкурентами.

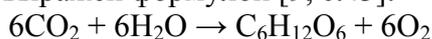
Каждые 5125 лет Земля и Солнечная система на своем пути во Вселенной достигают точки, когда заканчивается один и начинается новый цикл, который будет сопровождаться изменениями магнитных полей Земли, климата, ресурсов, уровня океанов

и т. д. Мы живем в период, когда закончился V-й и начал свое эволюционное развитие VI-й цикл длительностью 5125 лет. Под влиянием VI-го цикла будут эволюционировать и другие циклы: длинные волны Н. Кондратьева, Дж. Китчина, Ж. Жюглера, С. Кузнеця и т.д. Ученые изучают эти события, ищут ответы на эти вопросы. К числу таких вопросов, относится вопрос фотосинтеза и развития свеклосахарного производства.

Фотосинтез является глобальным планетарным процессом, благодаря которому жизнь на Земле сложилась в ее современном виде. Ассимиляция углерода растениями является основой фотосинтеза. Интенсивность этого процесса в сахарной свекле определяется внешними (освещенность, температура) и внутренними (генетические особенности сортов сахарной свеклы и распределения ассимилированного сахара) факторами. Образование и накопление сахарозы в корнеплодах свеклы представляется конечным результатом фотосинтеза [9].

Основные биохимические реакции ассимиляции углерода растениями установил М. Кальвин. Сахарная свекла усваивает углерод из атмосферы через цикл Кальвина. Между ассимиляцией CO<sub>2</sub> и накоплением сахара в корнеплодах сахарной свеклы, как сырья для свеклосахарного производства находится сложная система физиолого-биологических и морфофизиологических процессов ее роста и развития, зависящими еще от экологических условий ее воспроизводства. Цикл Кальвина состоит из трех этапов: карбоксилирования, восстановления ассимилированного углерода и регенерации рибиско (рибулозо-1,5-биофосфат).

Первые сведения о фотосинтезе, образовании и передвижении углеводов в сахарной свекле приводятся в учебнике по свекловодству П. Л. Лепа. Как отмечает автор, исходными веществами фотосинтеза являются углекислота и вода, и весь процесс может быть выражен формулой [9, с.43]:



Одновременно с фотосинтетическим усвоением CO<sub>2</sub> у сахарной свеклы проходит обратный процесс - фотодыхание, поглощения O<sub>2</sub> и выделение в атмосферу CO<sub>2</sub>. Снижение интенсивности фотодыхания является важным фактором повышения эффективности воспроизводства сырья для свеклосахарного комплекса в условиях изменения климата.

Основным транспортным продуктом ассимиляции углерода является сахароза. Урожайность и сахаристость сахарной свеклы зависит от скорости формирования листового аппарата в начале периода вегетации и продолжительности активной жизни листьев первого и второго десятков. Ускорение роста корнеплодов в первой половине вегетации и торможение его структурного роста при переходе к преобладающему накоплению сахарозы в цикле Кальвина во второй период становится важной темой научных исследований кругооборота углерода в природе. Кроме того, проблема регулирования оптимального соотношения корнеплода и листьев представляется одной из ключевых при разработке подходов к повышению хозяйственной эффективности урожая, как сырья для производства сахара.

Новые знания о фотосинтезе и формировании сахарозы в цикле Кальвина становятся источником и составной частью совершенствования переработки сахарной свеклы на основе нанотехнологий. Под нанотехнологией понимают совершенствование методов производства наноматериалов (размерами от 1 до 1000 нм), оборудования и технологических процессов для повышения эффективности переработки сырья на основе увеличения результатов и (или) уменьшения затрат. За счет более глубокого измельчения и перехода веществ в наноразмерное состояние они получают новые качества, приобретают высокоразвитую поверхность, характеризующуюся более высокой химической активностью, что ведет к увеличению энергии технологической системы.

Формирование нанотехнологий в отрасли возможно в газе, жидкости и твердых веществах. Среди физических методов получения нанообъектов преобладают: механическое измельчение, ионно-плазменный и взрывной синтез. Для измельчения

найдут применение барабанные, планетарные, молотковые, струйные мельницы. Образование нанобъектов в жидких средах возможно в результате взаимодействия и (или) химических реакций, ведущих к образованию в соке, сиропе, утфеле фазовых преобразований. Фазовым преобразованием называют переход вещества из однородной фазы в другую, при изменении параметров состояния, характеризующих термодинамическое равновесие.

Для практических целей нанотехнологии будут эффективными в обработке свеклорезных ножей, изготовлении сит и диафрагм, подготовке известкового молока, обжиге известняка, производстве биогаза и наноудобрений в биоэнергетических реакторах.

Первые результаты применения нанотехнологий в свеклосахарном производстве говорят о высокой их эффективности. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения гидроксида алюминия в наноразмерном состоянии для очистки соков по сравнению с действием сульфата алюминия.

Важным направлением дальнейших исследований по теме становится изучение влияния внешних факторов. Одновременное влияние повышения температур атмосферного воздуха и изменение количества и сроков выпадения осадков усилят риски земледелия, что негативно скажется на стабильности урожаев сырья и без принятия эффективных мер приведет к непредсказуемым последствиям, особенно в отдаленном будущем [4].

Новые знания и нанотехнологии, изменение климата окажут позитивное влияние не только на эффективность переработки сырья, но и длительность производства, диверсификацию, размещение сахарных заводов, рентабельность и конкурентоспособность заводов и отрасли на международных рынках в условиях все возрастающей глобализации.

Важными, основными направлениями научно-технологических исследований, повышающих технико-экономические показатели освоения нанотехнологий (эффект мультипликации) будут:

- дискретно-импульсный ввод энергии (ДИВЭ) и наноматериалов в технологический процесс для интенсификации тепломассообмена и повышения эффекта очистки продуктов с целью перехода к энергосберегающим технологиям;

- обработка воды для диффузионных установок, паровых котлов, биоэнергетических реакторов и т.д. по методике ДИВЭ.

ДИВЭ - это прямое преобразование непрерывно вводимой в аппарат энергии в кратковременные импульсы, дискретно распределяемые в рабочем объеме. Использование процессов вскипания и кавитации при резких перепадах давления в сочетании с нагревом и охлаждением воды дает возможность получить ряд новых эффектов. Изменяются электропроводность, удельная теплота парообразования, кинематическая вязкость воды, уменьшается общая жесткость, общая щелочность, микроструктура и фракционный состав примесей, что определяет особенности протекания (течения) многих химических и технологических процессов [1].

Например, сейчас изменение рН достигается путем ввода химических реагентов. Для выпарных аппаратов, паровых котлов отрасли важна нейтрализация технологической среды, что изменит процесс накипеобразования, что является серьезной проблемой, над которой работают уже более 200 лет. Технология ДИВЭ решает эту проблему. Стратегический прогноз в контексте VI-го цикла говорит о том, что на сахарную свеклу окажет решающее влияние явление апомиксиса. Уменьшение солнечной активности даст возможность получить новые сорта сахарной свеклы, устойчивой к изменяющемуся климату и эволюционирующему вместе с ним в цикле.

Творческое отношение к нанотехнологии в переработке новых сортов сахарной свеклы с высокой степенью вероятности даст возможность получать неожиданные, но представляющие самостоятельную ценность, результаты, открывающие путь в новые,

неизвестные сейчас, области бизнеса. Например, предпринятая автором попытка получения экологически чистого топлива (нанотоплива) для реактивных двигателей (в связи с прогнозируемым в бесконечно удаленном будущем снижении добычи нефти), спрос на которое, при достижении определенной цены, будет абсолютно эластичным [5].

В VI цикле отрасль вступит в качественно новый этап развития. В этом цикле будет прекращена деградация окружающей среды и свекловодство будет развиваться на основе органического воспроизводства сырья для сахарного производства с учетом интересов грядущих поколений, предупреждающих глобальную экологическую катастрофу, динамично надвигающуюся на земную цивилизацию.

Это даст возможность создать технологию переработки сахарной свеклы без применения химических препаратов и:

- перейти с двухступенчатой схемы очистки сока на более прогрессивную одноступенчатую;

- сократить применение дорогих химических препаратов с целью снижения издержек и повышения конкурентоспособности отрасли.

Новый цикл свеклосахарный кластер встретит с новыми целями, миссией, корпоративной, функциональной, операционной стратегией и станет одним из ведущих отраслей национального хозяйства в наноэпоху.

### **Выводы**

1. Отрасль может восстановить утраченные позиции по производству диверсифицированных товаров и стать важнейшим источником наполнения бюджетов всех уровней. Для этого необходимо повысить уровень стратегического прогнозирования инновационных проектов.

2. Новые знания об образовании сахарозы дают возможность уменьшить роль минеральных удобрений и перейти в свекловодстве на органическое производство сырья с более ценными хозяйственными признаками – более высоким содержанием сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы.

3. Свеклосахарный кластер стоит на пороге нового исторического цикла, в котором предстоит решать многие вопросы воспроизводства лидерства. Инновационный путь экономического развития станет фундаментом, определяющим перспективы отрасли в мировом распределении ресурсов, производимых товаров и международном разделении труда [6].

4. Вопросы лидерства станут наиболее востребованными, так как долгосрочное и эффективное развитие отрасли будет определяться успешной деятельностью лидеров, их стремлением вернуть отрасли лидерство как было 100 лет назад во времена деятельности братьев Бобринских, Симиренко и др.

5. Эволюция сахарной свеклы не завершилась. Изменение климата вносит новые коррективы в ее апомиксис. Технология переработки сырья обладает значительным резервом в ее совершенствовании.

6. Чтобы уйти от метода проб и ошибок нужно воспользоваться «мудростью» А.А. Бобринского. Для успеха в любом новом деле нужно, чтобы им занимались достаточное количество работников с высшим образованием, а также необходимое количество практиков, вносящим в дело свой труд и свою опытность.

### **Литература**

1. Микро- и наноуровневые процессы в технологиях ДИВЭ: тематический сборник статей / Институт технической теплофизики НАН Украины: [под общей редакцией А. А. Долинского]. – К.: Академперіодика, 2015. – 464 с. – JSBN 978-966-360-291-2.

2. Синельников Б. В. Философско-экономические аспекты взаимодействия искусства, науки и техники / Б. В. Синельников // VIII міжнародна науково-практична конференція НАУ ім. Жуковського, Харків, 2005. – С. 16-18.
3. Синельников Б. В. Прогнозирование научно-технического прогресса как фактора экономического развития в условиях неопределенности / Б. В. Синельников // Економічний вісник НТУУ КПІ. – К. – 2007 (4), С. 367-371.
4. Синельников Б. В. Философские аспекты научно-технического прогресса как фактора экономического развития в непосредственном, обозримом и отдаленном будущем: Б. В. Синельников Сучасні проблеми економіки і підприємництво. Збірник наукових праць. Випуск 2, К.: Політехніка – 2007, С. 187-197.
5. Синельников Б. В. В поисках экологически чистого топлива / Б. В. Синельников // Збірник наукових праць Вісник МНТУ – К.: 2008, №2, С. 33-38.
6. Синельников Б. В. Стратегические конкурентные преимущества свеклосахарного производства как фактор повышения его эффективности в будущем: Б. В. Синельников «Сахар», - 2010, №3, С. 24-29
7. Синельников Б. В. Развитие свеклосахарного производства в контексте интеллектуального наследия Н. Д. Кондратьева: Б. В. Синельников// «Экономика Украины» - К.: 2011, № 11, С. 44-59. ISSN 0131-7744
8. Синельников Б. В. Свеклосахарный завод будущего в контексте тенденций и закономерностей устойчивой эволюции цивилизации: Б. В. Синельников// «Сахар» - 2013, № 9, С. 51-55.
9. Свекловодство. Под ред. П. М. Лепа, М.: «Сельхозгиз» - 1941, 436 с.
10. Фотосинтез: структурная организация и функциональные особенности световой фазы фотосинтеза: [Монография: в 3-х т]/ том I//С. М. Кочубей, О. Ю. Бондаренко, В. В. Шевченко – К.: Логос, 2014, 384 с. ISBN 978-966-171-924-7.