

УДК 581.132

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ В.И. ВЕРНАДСКОГО ОБ АВТОТРОФНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Магомедов И.М.

ООО «Амарант Про», Санкт-Петербург, e-mail: Mim39@mail.ru

В 1925 г. В.И. Вернадский предложил концепцию об автотрофности человечества. В ней он рассматривает создание самостоятельно функционирующей человеческой цивилизации и искусственных экосистем, независимых от биосферы и природных «прихотей». Первым этапом возникновения автотрофии, В.И. Вернадский считал появление земледелия и одомашнивание животных и растений. Второй этап – это создание искусственной пищи. По нашему мнению, третьим этапом может быть выведение новых форм растений с заданными свойствами, а четвертым – широкое использование искусственного фотосинтеза для решения задач энергетики и производства продуктов питания. Можно предположить, что в отдаленной перспективе человек настолько овладеет технологией и научными познаниями, что способен будет осуществить симбиоз между фотосинтезирующей клеткой и клеткой человека по типу коралла, обеспечив поглощение солнечного света с помощью биочипа, внедренного в ткань человека. Таким образом, гениальная концепция В.И. Вернадского об автотрофности человека получила дальнейшее обоснование и развитие, и в будущем человечество сможет увеличивать жизненные ресурсы и обеспечивать себя всем необходимым для жизнедеятельности, независимо от «капризов» природы.

Ключевые слова: автотрофность, фотосинтез, продуктивность, энергия, симбиоз

CURRENT STATUS AND DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF V.I. VERNADSKY ABOUT AUTOTROPHY HUMANITY

Magomedov I.M.

Ltd Amaranth Pro, St. Petersburg, e-mail: mim39@mail.ru

In 1925, V.I. Vernadsky proposed the concept of autotrophy humanity. In it he considers the creation of self-functioning human civilization and artificial ecosystems, independent from the biosphere and natural «whims». The first step in the emergence autotrophs V.I. Vernadsky believed the emergence of agriculture and the domestication of animals and plants. The second stage – the creation of artificial food. In our opinion, the third step can be the creation of new forms of plants with desired properties, and the fourth – the widespread use of artificial photosynthesis for solving energy problems and food production. We believe that artificial photosynthesis could contribute to broader human autotrophy to ensure its energy and food. In the long term we can expect that people possess the technology and scientific knowledge for the organization of the symbiosis between man cell and photosynthetic cell the type of coral, as well as himself can absorb sunlight using biochip implanted in human tissue. Thus, the brilliant concept of VI Vernadsky about human autotrophy received further study and development in the future mankind will be able to increase the vital resources and provide themselves with everything necessary for life, regardless of the «whims» of nature.

Keywords: autotrophic, photosynthesis, productivity, energy, symbiosis

90 лет тому назад, в 1925 г. В.И. Вернадский предложил концепцию об автотрофности человечества. В ней он рассматривает создание самостоятельно функционирующей человеческой цивилизации и искусственных экосистем, независимых от биосферы и природных «прихотей» [1]. Предполагается, что существование человека должно определяться созданными им же условиями жизни. Автотрофность человечества – это самообеспечение всех его потребностей, то есть теоретически возможное получение пищи и энергии либо путем хемосинтеза, либо за счет искусственного фотосинтеза для поддержания и развития жизнедеятельности человека. Различные исследователи неоднозначно относятся к данной концепции. Одни отрицают возможности автотрофности человечества [2,4,6–7], другие считают возможным ее существование и постепенный переход биосфера

в ноосферу [3,7,18]. Необходимо отметить, что в то время, когда была выдвинута концепция, человек не обладал полной информацией о химизме фотосинтеза, о жизненных ресурсах цивилизации, о термоядерной энергетике. Величие В.И. Вернадского состоит в том, что он предсказал возможности человека обеспечить дальнейшее его развитие независимо от природы, а за счет мыслительной деятельности и ускорения эволюции. За последние 100 лет человек стал значительно более самодостаточным и самообеспечиваемым видом в биосфере. По сравнению со средними веками, за последние 2–3 столетия продолжительность жизни увеличилась в 2–3 раза, а качество ее – в несколько раз. Эти данные указывают на то, что человек постепенно становится менее зависимым от природы, то есть происходит увеличение вклада автотрофности в его жизнеобеспечение. В XXI веке перед

человеком стоят огромные и многочисленные задачи в связи с увеличением населения планеты. Он должен производить больше продовольствия для людей, а также увеличивать поставку сырья для разрастающегося рынка биоэнергии. Помимо этого, он обязан применять более эффективные и устойчивые методы производства и уметь приспосабливаться к изменениям климата [24]. Прогнозы показывают, что обеспечение продовольствием населения Земли в 9,1 миллиарда человек в период между 2005 и 2050 годами потребует роста общего производства продовольствия на 70% [24]. По данным ФАО, на планете систематически голодают около 500 млн человек, а около 1 млрд испытывают явный недостаток пищи. К 2050 году для удовлетворения потребностей возросшего населения Земли производство зерновых необходимо будет увеличить, по крайней мере, в два раза, обеспечить рост потребления мяса и других продуктов животного происхождения, а также повысить требования к кормам для животных и их промышленному использованию. Расширение производства продовольственных культур для обеспечения спроса на продукты питания, корма и их промышленное применение потребует увеличения производительности труда на единицу площади земли, а также более эффективного использования водных и минеральных ресурсов. Вместе с тем, понятно, что эти ресурсы с течением времени станут более ограниченными. В последние десятилетия значительная доля увеличения урожайности продовольственных культур обеспечивается благодаря усилиям селекции на устойчивость к заболеваниям или к стрессовым факторам, а также совершенствованием управления растениеводством. Однако многие развитые страны в Европе в ближайшем будущем не смогут наращивать производство продовольствия, поскольку основные культуры уже исчерпали потенциал своей биологической урожайности. Урожаи риса в ведущих азиатских странах также достигли максимума [25]. «С 1950 года урожаи зерна в мире выросли в 3 раза. Но те дни уже в прошлом. Темпы роста замедлились. С 1950 по 1990 год урожайность зерновых в мире увеличивалась в среднем на 2,2% в год. Затем рост замедлился до 1,3%».[25].

Урожайность зависит от количества солнечного света, которое получает растение, воды, удобрений, а также от качества семян. Признано, что одним из основных источников увеличения урожайности, необходимой для удовлетворения глобального спроса на продукты питания, является повышение эффективности фотосинтеза рас-

тений. В 50 годах 20 века в Советском Союзе А.А. Ничипоровичем была разработана теория фотосинтетической продуктивности растений. В результате реализации этой теории и использования новых методов селекции можно рассчитывать на то, что многие культуры способны будут достигать уровня теоретически возможной фотосинтетической продуктивности. Это будет способствовать тому, что земледелие будущего нашей планеты и рациональное использование природной органической продуктивности дадут возможность обеспечить продуктами питания 10 млрд человек [13].

За последние 50 лет на планете произошли глобальные изменения климата и содержания CO_2 в воздухе. Так, по некоторым данным [6], масштабы фотосинтетического преобразования и запасаения солнечной энергии огромны: каждый год за счет фотосинтеза на Земле образуется около 200 млрд. тонн биомассы, а ежегодная ассимиляция углекислого газа в результате фотосинтеза составляет около 260 млрд. тонн. Расчеты показывают, что к 2035 году содержание углекислого газа в атмосфере удвоится, то есть будет составлять около 0,06%. В результате скорость фотосинтеза может возрасти на 60% [19]. При этом следует также учитывать, что двукратное повышение содержания CO_2 в атмосфере ведет и к повышению температуры поверхности Земли на 2 – 3°C, причем оно будет минимальным в тропической зоне и максимальным в высоких широтах (8 – 11°C).

Наиболее перспективным направлением в повышении интенсивности фотосинтеза растений признано создание новых форм растений с помощью генных модификацией C_3 растений [5, 22–23]. Высшие растения по виду углеродного метаболизма в фотосинтезе делятся на C_3 , C_4 и САМ – типы [8,21]. САМ –растениями называются те виды растений, которые ночью усваивают углекислоту с образованием дикарбоновых кислот, а днем эти кислоты являются источником CO_2 для фотосинтеза. Встречаются эти растения в аридных регионах планеты. Основной вклад в продовольственное обеспечение человечества (60–70%) вносят C_3 растения, у которых первичным продуктом фиксации CO_2 является 3х-углеродное соединение и C_4 – растения. У последних первичный продукт фиксации CO_2 представлен 4-углеродным соединением. Несмотря на то, что они составляют всего 4–5% всей флоры земного шара, их вклад в снабжение человека продуктами питания достигает 30–40%. Установлено, что C_4 – растения по многим физиологическим показателям резко отличаются от C_3 – растений [8,21].

Первичная фиксация CO_2 происходит у C_4 растений с помощью фосфоенолпируват (ФЕП)-карбоксилазы, при этом, как указано выше, образуется C_4 -кислота, а у C_3 -с участием рибулозобисфосфат (РБФ)-карбоксилазы первичным продуктом является C_3 -кислота.

У C_4 -растений лист имеет «корончатый» тип анатомии листа, и C_4 - и C_3 -пути пространственно разделены. Они находятся в мезофильных и обкладочных клетках, в то время как у C_3 растений фиксация углекислоты происходит в мезофильных клетках.

При насыщающих интенсивностях света скорость фотосинтеза у C_4 растений более высокая: 40–80 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ листа в час по сравнению с 15–40 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ листа в час у C_3 -растений;

4. Температурный оптимум фотосинтеза у C_4 -растений смещен в область более высоких температур (около 30–35°C);

5. C_4 -растения значительно меньше теряют воду при синтезе органических веществ в ходе фотосинтеза: 250–350 г воды на 1 г сухой массы по сравнению с 450–950 г воды/г у C_3 -растений;

6. Эффективность использования азота у C_4 -растений выше, чем у C_3 -растений.

7. Для C_4 -растений характерна высокая скорость роста и высокая продуктивность;

Поскольку продуктивность C_4 -растений выше, чем C_3 -представителей, это явилось причиной появления работ по внедрению элементов C_4 -фотосинтеза в C_3 растения с целью повышения продуктивности последних. Так, в различных странах ведутся работы по получению C_4 -риса [22–23]. Проведены подобные исследования и с пшеницей [5].

Следует указать, что еще в 70-х годах прошлого века для повышения продуктивности растений были начаты исследования по активизированию синтеза C_4 -кислот в C_3 растениях с помощью генетических и физиологических методов [9]. Дальнейшее развитие этих работ на новом методическом уровне может быть связано с исследованиями по созданию C_4 -риса. На наш взгляд, они могут дать сильный толчок для развития биотехнологии, но возможности получения при этом C_4 -риса весьма неопределенны. Более перспективным кажется обогащение качественным белком известных углеводных форм C_4 -растений, таких как кукуруза и сорго, путем внесения в них генов из близкого им по фотосинтезу C_4 -растения амаранта, обладающего самым высоким по качеству белком [10, 20]. И в том случае, если белок кукурузы или сорго станет в результате таких трансформаций более качественным, можно сделать попытку использовать тот же способ для риса и других C_3 -растений.

В настоящее время продуктивность риса с гектара посева такова, что им можно прокормить 27 человек. К 2050 году, учитывая рост народонаселения, этот гектар должен кормить уже 43 человека. Считается, что именно C_4 -рис может обеспечить продовольствием этих людей. Мы предлагаем повысить качество риса путем внедрения из амаранта генов, обеспечивающих синтез белка. Среди C_4 культур, наиболее уникальной и значимой для продовольственной безопасности культурой является именно амарант [10]. Эта единственная культура, которая содержит самые качественные белки, жиры и углеводы [10, 14, 20].

Вместе с тем, необходимо иметь в виду, что для риса наилучшим удобрением считается аммонийная форма азота, которая для C_4 -фотосинтеза является ингибитором. Поэтому работы по полному копированию C_4 -фотосинтеза кукурузы или сорго с «кранц» анатомией для риса, не способны превратить его в C_4 -растение. Они могут способствовать получению совершенно другой модификации риса с новыми характеристиками («биотехрис»). На данном этапе развития научных исследований усилия генной инженерии кажутся более перспективными для внедрения лишь некоторых элементов C_4 -фотосинтеза в листья C_3 -растений. Следующим этапом может быть использование генов синтеза C_4 -цикла в мезофильные клетки C_3 -растений (как у САМ типа). Когда C_3 -растения испытывают дефицит воды, устьица частично закрываются, что приводит к ограничению газообмена. Функционирование C_4 -цикла должно обеспечить положительный баланс углерода в C_3 -растениях, что предотвратит снижение их продуктивности.

Нам кажется, что создание новых растений на базе генетической модификации C_3 -растений путем внедрения определенных « C_4 -генов» в C_3 растения поможет человечеству увеличить продуктивность и качество растений. Допускаю, что в конце 21 века, человек сам непосредственно сможет частично конвертировать солнечный свет для поддержания своей жизнедеятельности без помощи растений

Вернадский придавал своей работе глубокое научное и мировоззренческое значение. Заканчивая статью и оценивая сам феномен автотрофности человечества, он писал: «Нам сейчас трудно, быть может, невозможно представить себе все геологические последствия этого события; но очевидно, что это было бы увеличением долгой палеонтологической эволюции, явилось бы не действием свободной воли человека, а проявлением естественного процесса» [1].

Обоснование В.И.Вернадским концепции автотрофности человечества имеет огромное значение. Становление автотрофности – это медленный исторический процесс. Человек и человечество – порождение биосферы. Как живое биосоциальное явление, человечество неотделимо от биосферы. Их взаимозависимость, их родство чрезвычайно глубоко. Уже сегодня понятно, что судьба биосферы, ее сохранение и развитие является важнейшим условием сохранения и дальнейшей эволюции человечества.

Открытие явления автотрофности человечества есть закономерное проявление научной мысли и процесса перехода биосферы в ноосферу. Первым этапом возникновения автотрофии В.И. Вернадский считал появление земледелия и одомашнивание животных и растений. Второй этап – создание искусственной пищи [12]. По нашему мнению, третьим этапом может быть создание новых форм растений с заданными свойствами, а четвертым – широкое использование искусственного фотосинтеза для решения задач энергетике и производства продуктов питания. Мы предполагаем, что искусственный фотосинтез может способствовать широкой автотрофности человека для обеспечения его энергией и пищей [17]. На этом этапе человек сумеет контролировать изменения климата и пользоваться всеми видами возобновляющих источников энергии. Чем быстрее человек сумеет контролировать климат и использовать для своего развития возобновляемые источники энергии, тем выше будет доля автотрофности в развитии человека. Возможно, при этом будет усиливаться саморегуляция численности населения на планете. В отдаленной перспективе можно ожидать, что человек овладеет технологией и научными познаниями для организации симбиоза между фотосинтезирующей клеткой и клеткой человека по типу коралла [16], а также может сам поглощать солнечный свет с помощью биочипа, внедренного в ткань человека.

В начале XXI века родилась новая научная дисциплина – синтетическая биология, которая ставит задачу создания искусственных биологических систем для обеспечения человечества пищей и энергией для своего развития. [26].

Таким образом, гениальная концепция В.И. Вернадского об автотрофности человека получает дальнейшее обоснование и развитие. Человечество сможет увеличить жизненные ресурсы [11] и обеспечить себя всем необходимым для жизнедеятельности, независимо от капризов природы.

Выводы

За 90 лет после опубликования концепции В. И. Вернадского об автотрофности человечества, ресурсы жизнедеятельности человечества значительно увеличены и расширены.

К концу XXI века благодаря искусственному фотосинтезу и овладению термоядерной энергией, а также другими возобновляемыми источниками энергии, наша цивилизация сумеет обеспечить себя достаточным количеством пищи и энергии. Чем больше доля автотрофности в жизнеобеспечении человечества, тем больше вероятности в сохранении природы в первозданном виде.

Предполагается, что в отдаленной перспективе человек, без участия растений, сможет частично сам конвертировать солнечную энергию и получать необходимые соединения для своего жизнеобеспечения. Человек должен переходить от общества потребления к обществу разумной достаточности.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Автотрофность человечества // *Химия и жизнь*. – 1970. – №8. – С.17–22.
2. Залепухин В.В., Кузнецова Н.В. Концепция автотрофности человечества: идеи В.И. Вернадского и реальность. – URL: www.Lib.volsu.ru.
3. Казначеев В.П. Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд. 1989. – 248 с.
4. Карпинская Р.С. Натуралистическое сознание и космос // *Философия русского космизма*. – М., 1996. – С. 302–315.
5. Кершанская О.И. Фотосинтетические основы улучшения пшеницы для инноваций в биологии и сельском хозяйстве // *Доклады Нац. Академии наук Республики Казахстан*. – 2013. – №1. – С. 78–92.
6. Климов В.В. Фотосинтез и биосфера // *Соросовский образовательный журнал*. – 1996. – №8. – С.6–13.
7. Кутырев В.А. Становление ноосферы: надежды и угрозы // *Философия русского космизма*. – М., 1996. – С. 316–325.
8. Магомедов И.М. Фотосинтез и органические кислоты. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. – 204 с.
9. Магомедов И.М. К вопросу об истории открытия С4-фотосинтеза. Современное состояние проблемы. // *Успехи современного естествознания*. – 2015. – №1. – С. 962–965.
10. Магомедов И.М., Чиркова Т.В. Амарант – прошлое, настоящее и будущее // *Успехи современного естествознания*. – 2015. – №1. – С. 1108–1113.
11. Малин К.М. Жизненные ресурсы человечества. – М.: Изд. АН СССР, 1961. – 135 с.
12. Несмеянов А.Н., Беликов В.М. Пища будущего. – М., 1979. – 128 с.
13. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии // *Фотосинтез: продукционный процесс*. – М.: «Наука», 1988. – С.5–28.
14. Офицеров Е.Н., Костин В.И. Углеводы амаранта и их практическое использование. – Ульяновск, 2001. – 80 с.
15. Поздняков А.В. Добрыми намерениями мстится дорога в ад. – URL: <http://www.lpur.tsu.ru/Seminar/a0102/001.htm>.
16. Смашевский Н.Д. Симбиотический фотосинтез у животных. // *Астраханский Вестник экологического образования*. – 2012. – № 2. – С.131–141.
17. Физики создали солнечные батареи, преобразующие CO₂ в топливо. – URL: <http://ria.ru/science/20160728/1473104935.html#ixzz4FlhkOqpL> (дата обращения: 10.09.2016).
18. Харламов, С.Ю. Эволюция концепции автотрофности человечества В.И. Вернадского // *Научные ведомости БелГУ. Сер. Философия. Социология. Право*. – 2008. – №12(52).5. – С. 196–201.
19. Чесноков В.А., Степанова А.М. Удобрение растений углекислым газом. – Л.: ЛГУ, 1955. – 80 с.
20. Amaranth: Biology, Chemistry, and Technology. // *Ed. OktavioParadez-Lopez*. – 1994. – 223p.
21. C4 Plant Biology. (ed. Sage R.F., Monson R.K.) // *Academic Press*. 1999. 596 p.
22. Karki S., Rizal G. and Quick W.P. Improvement of photosynthesis in rice (*Oryza sativa* L.) by inserting the C4 – pathway // *Rise-2013*. № 6. – С.1–8.
23. Zhu X.G., Shan L., Wang Y., Quick W.P. C4 rice – an ideal arena for systems biology research. // *J. Integr. Plant Biol.* – 2010. – № 52 (8). – P. 762–770.
24. www.Fao.com (дата обращения: 01.09.2016).
25. www.agroxxi.ru/ovoshnye/ovoshnye-tehnologija-vozdeljvanija/urozhainost-zemovyyh-kultur.html (дата обращения: 15.08.2016).
26. www.venture-biz.ru/tehnologii-innovatsii/225-sinteticheskaya-biologiya (дата обращения: 06.09.2016).