

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕМЕНАХ И РАСТЕНИЯХ.

Цугленок Николай Васильевич

*член-корреспондент РАН, доктор технических наук,
профессор, вице-президент и научный руководитель
Восточно-Сибирской ассоциации биотехнологических кластеров,
г. Красноярск.*

Аннотация: В статье рассмотрена биоэнергетическая модель определения начальной скорости ростовых процессов в семенах и растениях. Многие исследователи растениеводы не придают значения влиянию начального энергосодержания семян на скорость ростовых процессов и на формирования максимального урожая сельскохозяйственных растений. Полученные аналитические зависимости, характеризующие динамику изменения энергопродуктивности, могут быть использованы для исследования чувствительности биоэнерготехнологических циклов растениеводства к величинам основных управляющих энерготехнологических воздействий, применяемых как на стадии предпосевной обработки семян, так и в процессе дальнейшего роста растений. Для этой цели величины удельного фотосинтеза N и удельного дыхания K , входящие в исходное уравнение, представлены в виде явных функций величин основных управляющих энерготехнологических воздействий $a_{1...a_j}$. Математически удобно представить соответствующие выражения в полибиномиальном виде. Необходимо отметить, что полибиномиальное представление N и K хорошо соответствует ряду эмпирических обобщений, сделанных в сельскохозяйственной науке. Коэффициенты $C_i^{(1)}$, $d_i^{(1)}$, $C_i^{(2)}$, $d_i^{(2)}$, входящие в полибиномы, вычисляются на основе экспериментальных данных с помощью специально разработанного алгоритма для прогнозирования максимальной продуктивности растений.

Summary: In article the biopower model of determination of initial speed of growth processes in seeds and plants is considered. Many researchers plant breeders do not attach significance to influence of initial energy content of seeds on the speed of growth processes and on formations of a top yield of agricultural plants. The received analytical dependences characterizing dynamics of change of power efficiency can be used for a research of sensitivity of biopower production cycles of crop production to sizes of the main managing directors of the power technological influences applied both at a stage of preseeding processing of seeds and in the course of the further growth of plants. For this purpose of size of specific photosynthesis of N and specific breath To , entering the initial equation, are presented in the form of obvious functions of sizes of the main operating power technological influences of $a_{1... a_j}$. It is mathematically convenient to present the corresponding expressions in the polibinomial form. It should be noted that polibinomial representation of N and K well corresponds to a number of the empirical generalizations made in agricultural science. Coefficients of $C_i^{(1)}$, $d_i^{(1)}$, $C_i^{(2)}$, $d_i^{(2)}$ entering polybinomials are calculated on the basis of experimental data by means of specially developed algorithm for forecasting of the maximum efficiency of plants.

Ключевые слова: Биоэнергетическая модель, полибином, энерготехнологические воздействия, семена, растения, энергосодержания семян, начальная скорость роста, семена, растения.

Keywords: Biopower model, polybinomial, power technological influences, seeds, plants, energy contents of seeds, initial growth rate, seeds, plants.

Многие исследователи растениеводы не придают значения влиянию начального энергосодержания семян на скорость ростовых процессов и на формирования максимального урожая сельскохозяйственных растений. Принятая методика определения энергии прорастания, через 3 дня после увлажнения семян на фильтровальной бумаге, по штукам в пересчете на проценты не определяет энергосодержания конкретно каждого семени из 100 штук отобранных произвольно из большой партии семян предназначенных для посева и определения последующей силы роста, измеренной в сантиметрах и так же в процентах, не соответствует биофизической сущности принятых показателей, обозначаемых в принятой в системе СИ соответственно в Дж или Кал и Кгм[1;6;8;10;13;14;18;19;21;23;24].

Ученые биологи своими исследованиями установили, что на продуктивность растений существенное влияние на величину максимальной энергопродуктивности растений оказывает начальная скорость ростовых процессов в семенах, зависящая от их начальной фотосинтетической активности N и потерь энергии на дыхания K молодых растений [2;4;7;11;12;20;22;25;26;27; 28;30].

В результате такого подхода появляется закономерность нарастания биомассы растений от времени биологического цикла, характеризующаяся постоянной времени биологического цикла от семени до взрослого растения t_{Σ} . Чем меньше t_{Σ} , тем выше скорость роста растений и короче биологический цикл развития t_{δ} и, наоборот, – чем больше t_{Σ} , тем ниже скорость роста растений и длиннее биологический цикл развития t_{δ} .

Для этой цели необходимо величины удельного фотосинтеза N и удельного дыхания K , представить в виде явных функций величин основных управляющих энерготехнологических воздействий $a_{1...a_j}$.

Математически удобно представить соответствующие выражения в полибиномиальном виде

$$N = N_0 \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i^{(1)}} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i^{(1)} E\alpha_i\right) \quad (1)$$

$$K = K_0 \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i^{(2)}} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i^{(2)} E\alpha_i\right) \quad (2)$$

Необходимо отметить, что полибиномиальное представление N и K хорошо соответствует ряду эмпирических обобщений, сделанных в сельскохозяйственной науке.

Коэффициенты $C_i^{(1)}$, $d_i^{(1)}$, $C_i^{(2)}$, $d_i^{(2)}$, входящие в полибиномы (1) и (2), вычисляются на основе экспериментальных данных с помощью специально разработанного алгоритма.

$$\Pi = \Phi_0 \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{b_i} e^{-\sum_{i=1}^n C_i E\alpha_i} \quad (3)$$

Вычисление значений b_i и C_i при $i=j$ и $j=1..n$. Каждое из $E\alpha_j$ принимает значения $E\alpha_{j-1}, E\alpha_j, E\alpha_{j+1}$.
Из соотношения (3) следует

$$\frac{\Pi(E\alpha_1, E\alpha_2, \dots, E\alpha_{j-1}, \dots, E\alpha_{n,-1})}{\Pi(E\alpha_1, E\alpha_2, \dots, E\alpha_{j,0}, \dots, E\alpha_{n,-1})} = \frac{\Pi_{j,-1}}{\Pi_{j,0}} = \frac{E\alpha_{j,-1}^{b_j} \cdot e^{-C_j E\alpha_{j,-1}}}{E\alpha_{j,0}^{b_j} \cdot e^{-C_j E\alpha_{j,0}}} = \left(\frac{E\alpha_{j,-1}}{E\alpha_{j,0}}\right)^{b_j} \cdot e^{-C_j(E\alpha_{j,-1} - E\alpha_{j,0})} \quad (4)$$

Логарифмируя (4), получаем

$$\ln \frac{\Pi_{j,-1}}{\Pi_{j,0}} = b_j \ln \frac{E\alpha_{j,-1}}{E\alpha_{j,0}} - C_j (E\alpha_{j,-1} - E\alpha_{j,0}) \quad (5)$$

Аналогично

$$\ln \frac{\Pi_{j,0}}{\Pi_{j,+1}} = b_j \ln \frac{E\alpha_{j,0}}{E\alpha_{j,+1}} - C_j (E\alpha_{j,0} - E\alpha_{j,+1}) \quad (6)$$

Выражения (5) и (6) образуют систему линейных уравнений для определения значений b_j, C_j :

$$b_j \ln \frac{E\alpha_{j,-1}}{E\alpha_{j,0}} - C_j (E\alpha_{j,-1} - E\alpha_{j,0}) = \ln \frac{\Pi_{j,-1}}{\Pi_{j,0}} \quad (7)$$

$$b_j \ln \frac{E\alpha_{j,0}}{E\alpha_{j,+1}} - C_j (E\alpha_{j,0} - E\alpha_{j,+1}) = \ln \frac{\Pi_{j,0}}{\Pi_{j,+1}} \quad (8)$$

Решая (7) и (8), находим b_j и C_j

$$b_j = \frac{\begin{vmatrix} \ln \frac{\Pi_{j,-1}}{\Pi_{j,0}} & E\alpha_{j,0} - E\alpha_{j,-1} \\ \ln \frac{\Pi_{j,+1}}{E\alpha_{j,+1}} & E\alpha_{j,0} - E\alpha_{j,+1} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \ln \frac{E\alpha_{j,-1}}{E\alpha_{j,0}} & E\alpha_{j,0} - E\alpha_{j,-1} \\ \ln \frac{E\alpha_{j,0}}{E\alpha_{j,+1}} & E\alpha_{j,0} - E\alpha_{j,+1} \end{vmatrix}} \quad (9)$$

$$b_j = \begin{vmatrix} \ln \frac{E\alpha_{j-1}}{E\alpha_{j+1}} & \ln \frac{\Pi_{j-1}}{\Pi_{j,0}} \\ \ln \frac{E\alpha_{j,0}}{E\alpha_{j+1}} & \ln \frac{\Pi_{j,0}}{\Pi_{j+1}} \end{vmatrix}$$

$$b_j = \begin{vmatrix} \ln \frac{E\alpha_{j-1}}{E\alpha_{j,0}} & E\alpha_{j,0} - E\alpha_{j-1} \\ \ln \frac{E\alpha_{j,0}}{E\alpha_{j+1}} & E\alpha_{j+1} - E\alpha_{j,0} \end{vmatrix} \quad (10)$$

Подставляя значения (3) и (4) в уравнение (10), получим

$$E^{1-r} = kE_{-p} \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i E\alpha_i\right) \left(1 - e^{-(1-r)k_2 K \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i^{(2)}} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i^{(2)} \cdot d_i\right) \tau}\right) +$$

$$E_0^{(1-r)} e^{-(1-r)k_2 K_0 \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i^{(2)}} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i E\alpha_i\right) \tau}$$

$$+ \frac{N_0}{K_0} \quad (11)$$

где $E_{н} = \frac{N_0}{K_0}$ – номинальное значение энергопродуктивности для конкретной культуры, выращиваемой в конкретной зоне, до применения конкретного энерготехнологического воздействия a_i .

Используя (11), найдем выражение для чувствительности энергопродуктивности к величине i -го энерготехнологического воздействия.

$$\frac{\partial E^{1-r}}{\partial E\alpha_j} = \frac{\partial}{\partial E\alpha_j} \left[k_0 E_{-p} \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i E\alpha_i\right) \right] \cdot$$

$$\left(1 - e^{-(1-r)k_2 K \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i^{(2)}} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i^{(2)} \cdot E\alpha_i\right) \tau}\right) +$$

$$\left(k_0 E_{-p} \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i} \cdot \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i E\alpha_i\right) \frac{\partial}{\partial E\alpha_j} \left(1 - e^{-(1-r)k_2 K \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i^{(2)}} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i^{(2)} E\alpha_i\right) \tau}\right) +$$

$$+ E_0^{(1-r)} \frac{\partial}{\partial E\alpha_j} e^{-(1-r)k_2 K_0 \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i^{(2)}} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i^{(2)} E\alpha_i\right) \tau} =$$

$$k_0 E_{н} \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i E\alpha_i\right) (C_j E\alpha_j^{C_j-1} e^{-d_j E\alpha_j}) \cdot$$

$$\cdot \left(1 - e^{-(1-r)k_2 K \prod_{i=1}^n E\alpha_i^{C_i^{(2)}} \exp\left(-\sum_{i=1}^n d_i^{(2)} \cdot E\alpha_i\right) \tau}\right) + \quad (12)$$

Найдем чувствительность потенциала энергопродуктивности $E_{н}$ к величине j -го энерготехнологического фактора a_j

$$\frac{\partial E_{н}}{\partial E\alpha_j} = k_0 E_{-cp} \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n E\alpha_i^{C_i} \exp\left(-d_i \alpha_i\right) \cdot \left(C_j \alpha_j^{C_j-1} e^{-d_j \alpha_j} - d_j \alpha_j^{C_j} e^{-d_j \alpha_j}\right) = E_{н} \cdot \left(\frac{C_j}{E\alpha_j} - d_j\right) \quad (13)$$

Полагая $\frac{dE_n}{dE\alpha_0} = 0$, находим точку $E\alpha_0 = E\alpha_j^{(0)}$, для которой $E_{cp}(E\alpha_j) = E_{max}$, т.е. максимум функции $E_{cp}(E\alpha_j)$.

Полученные выражения (13), характеризующее динамику изменения энергопродуктивности, может успешно использоваться для исследования чувствительности биоэнерготехнологических циклов растениеводства к величинам основных управляющих энерготехнологических воздействий, применяемых как на стадии предпосевной обработки семян, так и в процессе дальнейшего роста растений [7;12;22;25;26] и определить точку энергетического перенасыщения данного агроприема на примере использования удобрений, различных почвообработок, технологии сушки и обеззараживания при производства продуктов питания ИК-лучами и ВЧ и СВЧ энергией [3;5;8;10] и автоматизированных систем искусственного освещения, облучени и обогрева теплиц терморезисторами позволяющими получить раннюю экологически чистую продукцию в Сибирских условиях [9-15,16 29]. При оптимальном дозировании агроприемов.

Литература

- 1) Влияние электромагнитного поля высокой частоты на энергию прорастания и всхожесть семян томата. Юсупова Г.Г., Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Бастрон А.В., Бастрон Т.Н. Вестник КрасГАУ 2002. С. 21.
- 2) Высокоэнергетическая кормовая культура топинамбур в кормопроизводстве Красноярского края. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Аникиенко Т.Н. Вестник КрасГАУ 2007. №4 С. 127-130.
- 3) Влияние импульсной инфракрасной сушки на сохранность активно действующих веществ. Алтухов И.В., Цугленок Н.В., Очиров В.Д. Вестник Ставрополя 2015. №1(17) С. 7-10.
- 4) Иммитационные модели пространственно распределенных экологических систем. Лапко А.В., Цугленок Н.В., Цугленок Г.И. Ответственный Редактор: д.т.н., профессор А.В.Медведев. Новосибирск, 1999.
- 5) Использование СВЧ энергии при разработке технологии диетических сортов хлеба. Цугленок Н.В., Юсупова Г.Г., Цугленок Г.И., Коман О.А. Ж. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. №2. С. 16-17
- 6) Исследование температурных полей при предпосевной обработке семян масленичных культур ЗМПСВЧ. Бастрон А.В., Исаев А.В., Мещеряков А.В., Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 2011. №2-1. С. 4-8.
- 7) Концепция информатизации аграрной науки Сибири. Гончаров П.Л., Курцев И.В., Донченко А.С., Кашеваров Н.И., Чепурин Г.И. и др., СО РАСХН; Отв. За выпуск А.Ф.Алейников, А.И.Оберемченко. Новосибирск, 2003.
- 8) Комплексная система обеззараживания зерна и продуктов его переработки. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Юсупова Г.Г. ; М-во Сел. Хоз-ва РФ, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. Красноярск, 2004.
- 9) Лабораторный практикум и курсовое проектирование по освещению и облучению. Долгих П.П., КунгсЯн.А., Цугленок Н.В. Учебное пособие для студентов, М-во Сел. Хоз-ва РФ, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. / Красноярск, 2002.
- 10) Методы и математические модели процесса обеззараживания продовольственного зерна. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Юсупова Г.Г. Учеб.пособие для студентов Вузов ; М-во Сел. Хоз-ва РФ, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. Красноярск, 2004.
- 11) Мелкоплодные яблоки Сибири в функциональном питании. Типсина Н.Н., Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 2009. № 1 (28). С. 152-155.
- 12) Оценка влияния оптимальных показателей работы машинно-тракторных агрегатов на энергозатраты технологического процесса. Цугленок Н.В., Журавлев С.Ю. Вестник КрасГАУ. 2010. №10(49). С. 146-152.
- 13) Обеззараживание и подготовка семян к посеву. Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 1984. № 4. С.4
- 14) Обеззараживающее действие электромагнитного поля высокой частоты на семена томата. Юсупова Г.Г., Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Бастрон А.В., Бастрон Т.Н. Вестник КрасГАУ, 2002. С. 33.
- 15) Резисторы из композитов в системах энергообеспечения агропромышленных комплексов. Горелов С.В., Кислицин Е.Ю., Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 2006. № 6. С. 314-319.
- 16) Резисторы в схемах электротеплоснабжения Горелов С.В., Кислицин Е.Ю., Цугленок Н.В. КрасГАУ., Красноярск, 2008. (2-е издание, переработанное и дополненное)
- 17) Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию. Ежегодный Доклад по результатам Мониторинга 2006 Г / Ответственные за подготовку Доклада: Д. И. Торопов, И.Г. Ушачев, Л.В. Богдаренко. Москва, 2007. Том Выпуск 8.
- 18) Способ обработки семян и устройство для его осуществления. Цугленок Н.В., Шахматов С.Н., Цугленок Г.И. Патент на изобретение RUS 2051552 22.04.1992

- 19) Система защиты зерновых и зернобобовых культур от семенных инфекций. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Халанская А.П.; М-во Сел. Хоз-Ва Рос. Федерации, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-Т. Красноярск, 2003.
- 20) Технология и технические средства производства экологически безопасных кормов. Цугленок Н.В., Матюшев В.В. М-во Сел. Хоз-ва РФ, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. Красноярск, , 2005.
- 21) Технология и технические средства обеззараживания семян энергией СВЧ-поля. Бастрон А.В., Мещеряков А.В., Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 2007. № 1. С. 268-271
- 22) Цугленок Н.В. Формирование и развитие технологических комплексов растениеводства. Вестник КрасГАУ. 1997. № 2. С.1.
- 23) Цугленок Н.В. Формирование и развитие структуры электротермических комплексов подготовки семян к посеву. Авт-т дис..Докт.Техн.наук / КрасГАУ. Барнаул, 2000.
- 24) Цугленок Н.В. Формирование и развитие структуры электротермических комплексов подготовки семян к посеву. Диссерт. На соискание док-ра техн. наук / Красноярск, 2000
- 25) Цугленок Н.В. Концепция устойчивого развития АПК Красноярского края. Вестник КрасГАУ. 1996. № 1. С. 1.
- 26) Цугленок Н.В. Биоэнергетическая концепция формирования технологических комплексов АПК. Вестник КрасГАУ. 1998. №3. С.9.
- 27) Цугленок Н.В. Энерготехнологическое прогнозирование структуры АПК. Вестник КрасГАУ, 2000. № 5. С. 1.
- 28) Цугленок Н.В. Энерготехнологическое прогнозирование. Учеб. пособие для студентов Вузов по Агроинженер. Специальностям; М-во Сел. Хоз-ва РФ, КрасГАУ. Красноярск, 2004.
- 29) Энерготехнологическое оборудование тепличных хозяйств. Цугленок Н.В., Долгих П.П., КунгсЯн.А. Учебное пособие для Вузов /КрасГАУ, Красноярск, 2001.
- 30) Эколого-энергетические и медико-биологические свойства топинамбура. Аникиенко Т.И., Цугленок Н.В.; М-во Сельского хоз-ва РФ, КрасГАУ.. Красноярск, 2008.