

Obidov Nurdinjon Shuhratjon o'g'li
O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi doktoranti
Ayubov Mirzakamol Sobitjonovich
O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi lab. mudiri. PhD
Mamajonov Behzod Orifjon o'g'li
O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi kichik ilmiy xodim
Yusupov Abdurahmon Nodirjon o'g'li
O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi kichik ilmiy xodim
Murodov Anvarjon Adhamjon o'g'li
O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi doktoranti
Bashirxonov Ziyodulloxon Hakimullo o'g'li
O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi doktoranti
e-mail: obidovnuriddin17@gmail.com

***PHYTOCHROME B* GENINING O'SIMLIKLAR HAYOTIDAGI ROLI**

Annotatsiya. O'simliklar o'sish, rivojlanish va fiziologik jarayonlarni tartibga solish uchun atrof-muhit, ayniqsa yorug'lik bilan ta'sirlanadi. Yorug'likni sezish uchun javob beruvchi molekulyar mexanizmlar orasida fitoxromlar (phytochrome) oilasiga mansub bo'lgan genlar asosiy o'rin tutadi. Fitoxrom genlar oilasi *PHYA*, *PHYB*, *PHYC*, *PHYE*, va *PHYD* kabi bir qancha genlarni o'z ichiga oladi. Biroq *PHYD* geni paxtada uchramaydi. Yuqoridagi genlar vazifasi nuqtai nazaridan bir biridan farqlanadi va turli yorug'lik nurlariga javob reaksiyasialarni amalga oshiradi. Phytochrome B (*PHYB*) geni ushbu oilaning eng ko'p o'rganilgan vakillaridan biridir. U o'simliklarda fotomorfogenez, sirkadiyalik ritmni tartibga solish, gullash vaqti va abiotik stresslarga javob reaksiyalarda muhim hisoblanadi. Ushbu maqolada *PHYB* genining tuzilishi, signallarni uzatish mexanizmlari, fiziologik jarayonlardagi ahamiyati va qishloq xo'jaligi va biotexnologiya sohalarida qo'llanilishi haqida umumiy ma'lumot berilgan.

Kalit so'zlar. Fitoxrom genlar oilasi, *PHYB* geni, gipokotil, kotiledon, deetiolsiya, uzoq-qizil nur, qizil nur.

Обидов Нурдинжон Шухратжон угли
докторант, Центр геномики и биоинформатики АН РУз

Аюбов Мирзакамол Собитжонович
PhD, заведующий лабораторией, Центр геномики и биоинформатики АН РУз

Мамажонов Бехзод Орифжон угли
м.н.с., Центр геномики и биоинформатики АН РУз

Юсупов Абдурахмон Нодиржон угли
м.н.с., Центр геномики и биоинформатики АН РУз

Муродов Анваржон Адхамжон угли
докторант, Центр геномики и биоинформатики АН РУз

Баширхонов Зиёдуллохон Хакимулло угли
докторант, Центр геномики и биоинформатики АН РУз

e-mail: obidovnuriddin17@gmail.com

РОЛЬ ГЕНА ФИТОХРОМА В В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ

Аннотация. Рост, развитие и физиологические процессы растений регулируются воздействием факторов окружающей среды, особенно света. Среди молекулярных механизмов, отвечающих за восприятие света, ключевую роль играют гены, относящиеся к семейству фитохромов. Семейство генов фитохромов включает такие гены, как *PHYA*, *PHYB*, *PHYC*, *PHYE* и *PHYD*. Однако ген *PHYD* у хлопчатника отсутствует. Указанные гены различаются по функциям и участвуют в реакциях растений на различные спектры света. Ген *PHYB* (phytochrome B) является одним из наиболее изученных представителей этого семейства. Он играет важную роль в процессах фотоморфогенеза, регуляции циркадных ритмов, определении сроков цветения, а также в реакциях растений на абиотические стрессы. В данной статье приведены сведения о структуре гена *PHYB*, механизмах передачи сигналов, его значении в физиологических процессах, а также перспективах применения в сельском хозяйстве и биотехнологии.

Ключевые слова: семейство генов фитохромов, ген *PHYB*, гипокотиль, котиленоны, деэтиоляция, дальний красный свет, красный свет.

Obidov Nurdinjon Shuhratjon ugli

PhD Student, Center of Genomics and Bioinformatics, AS RUz

Ayubov Mirzakamol Sobitjanovich

PhD, Head of Laboratory, Center of Genomics and Bioinformatics, AS RUz

Mamajonov Bexzod Orifjon ugli

Junior Researcher, Center of Genomics and Bioinformatics, AS RUz

Yusupov Abdurahmon Nodirjon ugli

Junior Researcher, Center of Genomics and Bioinformatics, AS RUz

Murodov Anvarjon Adxamjon ugli

PhD, Head of Laboratory, Center of Genomics and Bioinformatics, AS RUz

Bashirxonov Ziyodullokhon Hakimullo ugli

PhD, Head of Laboratory, Center of Genomics and Bioinformatics, AS RUz

e-mail: obidovnuriddin17@gmail.com

THE ROLE OF THE *PHYTOCHROME B* GENE IN PLANT LIFE

Abstract. Plant growth, development, and physiological processes are regulated by environmental factors, particularly light. Among the molecular mechanisms responsible for light perception, genes belonging to the phytochrome family play a central role. The phytochrome gene family includes *PHYA*, *PHYB*, *PHYC*, *PHYE*, and *PHYD*. However, the *PHYD* gene is absent in cotton. These genes differ in their functions and mediate plant responses to various light spectra. The *PHYB* (**phytochrome B**) gene is one of the most extensively studied members of this family. It plays a crucial role in photomorphogenesis, regulation of circadian rhythms, flowering time, and responses to abiotic stresses. This article provides an overview of the structure of the *PHYB* gene, its signal transduction mechanisms, its significance in physiological processes, and its potential applications in agriculture and biotechnology.

Keywords: phytochrome gene family, PHYB gene, hypocotyl, cotyledon, de-etiolation, far-red light, red light.

Kirish. Yorug'lik nafaqat fotosintez uchun energiya manbai, balki o'simliklarning butun hayot sikli davomida rivojlanishini tartibga soluvchi asosiy omildir. Fitoxromlar o'simliklarning yorug'lik muhitiga moslashishiga imkon beradigan qizil hamda uzoq-qizil yorug'lik fotoreseptorlaridir. *PHYB* geni tomonidan kodlangan fitoxrom fotoreseptor oqsili o'simliklarda ko'plab yorug'lik bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarni tartibga solishda asosiy rol o'ynaydi. *PHYB* genining kashf etilishi o'simliklar fotobiologiyasi haqidagi tushunchalarni o'zgartirdi. *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. kabi model o'simliklarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, *phyB* geni nihollarni unib chiqishidan tortib yetuk o'simlik morfologiyasi va ko'payish davrigacha bo'lgan jarayonlarda muhim ahamiyatga ega [1].

***PHYB* genining kashf etilishi va tuzilishi.** 1980 yilda *A. thaliana* o'simligida *PHYB* geni birinchi marta kashf etilgan bo'lib, u mutantlarni skrining qilish va genlarni klonlash usullari orqali tadqiq etilgan [2]. Ushbu gen N-terminal fotosensor moduli va C-terminal promoter modulidan tashkil topgan ~117 kDa xromooqsilni kodlaydi. N-terminal hududi xromofor fitoxromobilinni bog'laydigan domenlarni o'z ichiga oladi, bu fotoretseptorga qizil va uzoq-qizil nurni singdirish imkonini beradi. C-terminal mintaqasi esa signalni uzatish va yadroviy lokalizatsiyaga vositachilik qiladi [3].

Fotokonversiya va signal uzatish. *PHYB* ikkita o'zaro almashtiriladigan shaklda mavjud bo'lib, faol bo'lmagan shakli (660 nm uzunlikdagi qizil nurni yutuvchi) va faol shakli (730 nm uzunlikdagi uzoq-qizil nurni yutuvchi). Qizil nur *PHYB* ni faollashtirib, 660 nmdan 730 nmga o'tkazadi va faol ishga tushiradi. Shuningdek, uzoq-qizil nur (730 nm) esa qizil nurni yutuvchi (660 nm) ga qaytariladi, so'ngra signal faolsizlantiriladi [4]. O'simlikka kelayotgan nurlar uzoq-qizil nur shaklida bo'lganida, *phyB* oqsili yadroga o'tib, oqsil turli transkripsiya omillari, ayniqsa fitoxromga o'zaro ta'sir qiluvchi omillar (PIFs)

bilan o'zaro ta'sirlanadi. *PHYB* geni uzoq-qizil nurlarning PIF bilan bog'lanishi ularning degradatsiyasiga olib keladi, yorug'likka sezgir genlarning cheklanishi osonlashadi [5].

O'simlik rivojlanishida *PHYB* genining o'rni. Ushbu genning yana bir o'ziga xosligi nihollar fotomorfogenezida ishtiroki bo'lib, qorong'ulikda nihollar cho'zilgan gipokotillar, yopiq kotiledonlar va apikal bilan ajralib turadigan etiolatsiyani namoyon qiladi. Qizil yorug'lik ta'sirida *PHYB* geni koteledon cho'zilishini pasaytirish va kotiledon kengayishini rag'batlantirish orqali deetiolatsiyaga (ko'chatlarning yer ostidagi o'sishdan yer usti o'sish shakliga o'tishi) yordam beradi [6]. *A. thaliana phyB* mutantlari yorug'lik ta'sirida ham cho'zilgan gipokotillarni ko'rsatadi, bu *phyB* ning haddan tashqari cho'zilishni susaytirishdagi rolini ko'rsatadi [7].

Soyadan qochishdagi roli. Zich populyatsiyalarda o'sadigan o'simliklar ko'pincha yorug'lik uchun kurashadi. Qo'shni o'simliklar yorug'likni yutganda qizil va uzoq-qizil nur nisbati kamayadi. *PHYB* geni bu o'zgarishni sezadi, bu poyaning cho'zilishi, barglarning qisqarishi va erta gullash hamda soyadan qochish reaksiyalarini keltirib chiqaradi [8]. *PHYB* mutantlarida soyada o'sish reaksiyalari doimiy faol bo'lib, bu uning atrof-muhitni idrok etishdagi tartibga soluvchi rolini izohlaydi [9].

***PHYB* geni va sirkadiyalik soat.** Yorug'lik sirkadiyalik soatni boshqarish uchun asosiy signal hisoblanadi va *PHYB* geni ichki jarayonlarni kecha-kunduz sikllari bilan moslashtirishga yordam beradi. Bu *CCA1*, *LHY* va *TOC1* kabi asosiy ritmik soat genlarining ekspressiyasiga ta'sir qiladi hamda soat genlari tomonidan tartibga solinadigan fiziologik jarayonlarni modulyatsiya qiladi [10]. Funktsional *PHYB* yo'qligi yorug'lik-qorong'u sharoitda normal sirkadiyalik ritmlarni buzadi, gullash vaqti va o'sish davriyligiga ta'sir qiladi.

A. thaliana gullash kun uzunligi bilan qat'iy tartibga solib, qisqa kun sharoitida gullashni susaytiradi. Bunga gullashda asosiy ro'l o'ynaydigan transkripsion faktor CONSTANS (CO) genini barqarorligini ta'minlash shu orqali FLOWERING LOCUS T (FT) geniga ta'sir etib genning ekspressiyasini

pasaytirish orqali erishadi [11]. *PHYB* mutantlari induktiv bo'lmagan (tashqi stimulgacha masalan, yorug'lik, harorat o'zgarishiga javob bermasligini) fotoperiodlar ostida erta gullaydi va ma'lum kontekstlarda gul to'xtatuvchi (repressori) sifatidagi funksiyasini namoyish etadi [12]

Abiotik stressga *PHYB* genining reaksiyasi. *PHYB* geni abiotik stressga javob reaksiyalari bilan yorug'lik signalini birlashtiradi. Yuqori haroratlarda *PHYB* faolligi issiqlikka yuqori darajada sezgir hisoblanib, u yuqori haroratda uzoq-qizil nur (730 nm) dan qizil nur (660 nm) ga aylanadi va qorong'udagi kabi nafaol holatga o'tadi, natijada poyaning cho'zilishi va barg shakli o'zgarishi bilan bog'liq reaksiyalarni boshqarishga javob beradi [13]. Bundan tashqari, tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, *PHYB* geni stomatal rivojlanish, abstsiz kislotasi (ABA) sezgirligi va zararli kislorod turlari (ROS) gomeostazini tartibga solish orqali qurg'oqchilik va tuz stressiga chidamlilikka hissa qo'shadi [14].

O'simliklarda *PHYB* genining o'rni va roli. *PHYB* geni o'simlikda ko'p molekulyar jarayonlarda ishtirok etganligi sababli, qishloq xo'jaligida ham juda muhimdir. *PHYB* geni expressiyasini yoki faoliyatini boshqarish, iqlim o'zgarishi va atrof-muhit sa'lbiy ta'sirining kuchayishi sharoitida o'simliklar o'sish samaradorligini oshirish strategiyasi sifatida o'rganilgan [15]. G'o'zada (*Gossypium hirsutum* L.) *PHYB* geni o'simlik balandligi va fotodavriy gullashni tartibga solib, *PHYB* geni ertapishar liniyalar olishga xizmat qiladi [16].

***PHYB* genining boshqa fitoxromlar bilan o'zaro ta'siri.** *PHYB* geni yorug'likni sezishda asosiy o'rinni egallaydi. O'simliklarda *PHYB* genining yorug'lik tasirida foallashuvi *PHYA*, *PHYC*, *PHYE* va *PHYD* genlar bilan bog'liqlikni namoyon qiladi. Yuqoridagi fitoxrom genlari yorug'lik signallarini qabul qiladi va o'simlikni morfobiologik jarayonlarni foallashivida muhim ahamiyat kasb etadi.

Kelajak istiqbollari. *PHYB* geni signal yo'llarini tushunish faol tadqiqot sohasi bo'lib qolmoqda. *PHYB* geni bir nechta atrof-muhit signallarini (yorug'lik, harorat, suvning mavjudligi) qanday birlashtirganini aniqlash o'simliklarning moslashuvi haqida chuqurroq ma'lumot o'rganishga imkon beradi. Yagona

hujayrali transkriptomika va proteomika kabi rivojlanayotgan molekulyar biologiya fan yo'nalishi to'qimalarga xos *PHYB* geni vazifalarini va ishlatish mumkin bo'lgan maqsadlarni ochishi mumkin. Sintetik biologiya yondashuvlari, shuningdek, o'simliklarning turli abiotik streslarga chidamliligini oshirish uchun maxsus tolasi uzun, turli abiotik stressga chidamli, erta pishar xususiyatlarga ega gen muxandisligi yo'li bilan *PHYB* mutasiyaga uchratilgan o'simlik liniyalarini olish mumkin.

Xulosa. *PHYB* geni o'simliklarning yorug'lik va harorat signallariga javob berishida asosiy rol o'ynab, fotomorfogenez, gullash va abiotik stresslarga moslashuv jarayonlarini boshqaradi. Paxtachilikda esa *PHYB* genini chuqur o'rganish va tadqiqotlar olib borish, o'simliklarda hosildorlik, erta pisharlik kabi xo'jalik belgilarini yaxshilashda va turli stressga chidamlilikni ortishida katta ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Quail P.H. Phytochrome photosensory signaling networks. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2002. 3(2), 85-93.
2. Sharrock R.A., Quail P.H. Novel phytochrome sequences in *Arabidopsis thaliana*: Structure, evolution, and differential expression of a plant regulatory photoreceptor family. *Genes & Development*, 1989. 3(11), 1745-1757.
3. Rockwell N.C., Su Y.S., Lagarias J.C. Phytochrome structure and signaling mechanisms. *Annual Review of Plant Biology*, 2006. 57, 837-858.
4. Franklin K.A., Quail P.H. Phytochrome functions in *Arabidopsis* development. *Journal of Experimental Botany*, 2010. 61(1), 11-24.
5. Leivar P., Monte E. PIFs: Systems integrators in plant development. *The Plant Cell*, 2014 26(1), 56-78.
6. Chen M., Chory J., Fankhauser C. Light signal transduction in higher plants.
7. Reed J.W., Nagatani A., Elich T.D., Fagan M., Chory J. (). Phytochrome A and phytochrome B have overlapping but distinct functions in *Arabidopsis* development. 1994.

8. Ballaré CL. Light regulation of plant defense, *Annu Rev Plant Biol*, 2014
9. Mazzella M.A., Arana M.V., Staneloni R.J., Perelman S., Rodriguez Batiller M.J., Muschietti J., Casal J.J. Phytochrome control of the *Arabidopsis* transcriptome anticipates seedling exposure to light. *The Plant Cell*, 2001. 13(12), 2745-2760.
10. Somers D.E., Devlin P.F., Kay S.A. Phytochromes and cryptochromes in the entrainment of the *Arabidopsis* circadian clock. *Science*, 1998. 282(5393), 1488-1490.
11. Valverde F., Mouradov A., Soppe W., Ravenscroft D., Samach A., Coupland G. Photoreceptor regulation of CONSTANS protein in photoperiodic flowering. *Science*, 2004. 303(5660), 1003-1006.
12. Halliday K.J., Salter M.G., Thingnaes E., Whitelam G.C. Phytochrome control of flowering is temperature sensitive and correlates with expression of the floral integrator FT. *The Plant Journal*, 2003. 33(5), 875-885. Jung J. H., Domijan M., Klose C., Biswas S., Ezer D., Gao M., Wigge P. A. Phytochromes function as thermosensors in *Arabidopsis*. *Science*, 2016 354(6314), 886-889.
13. Gao Y., Wu M., Xu Y., Zhu X., Zhang Y. The phytochrome B regulates stomatal development and drought tolerance via ABA signaling in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell and Environment*, 2015. 38(10), 2181-2193.
14. Wang J., Shi W., Xu F., Qian Y. Manipulation of phytochrome B improves yield and stress tolerance in crops. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2021. 163, 43-51.
15. Reddy U.K., Abburi V.L., Abburi C., Saminathan T., Levi A., Staton M.E. Gene expression analysis of *phyB*-mediated flowering in cotton. *BMC Plant Biology*, 2017. 17(1), 1-12.
16. *Annual Review of Genetics*, 2004. 38, 87-117.