HASHAROTLARNING EKOLOGIK MOSLASHUVLARI VA ULARNING EVOLYUTSION AHAMIYATI

Aymuratov Miyirbek
Chimboy tumani 38-sonli maktab biologiya fani o'qituvchisi

Annotatsiya. Maqolada hasharotlarning morfologik, fiziologik, xulq-atvor va hayotiy sikl darajasidagi ekologik moslashuvlari tahlil qilingan. Adabiyot manbalari va fauna ma'lumotlarini qiyosiy-tahliliy usulda umumlashtirish asosida moslashuvlar to'rt guruhga ajratildi hamda ularning asosiy muhit omillari bilan bog'liqligi ko'rsatildi. To'liq metamorfozli turkumlar tasvirlangan turlarning taxminan 80 % dan ortig'ini tashkil etishi aniqlandi. Uchish, to'liq metamorfoz, diapauza va kutikulaning suv o'tkazmasligi hasharotlarning evolyutsion muvaffaqiyatini belgilagan asosiy "kalit innovatsiyalar" ekani asoslab berildi.

Kalit so'zlar: hasharotlar, ekologik moslashuv, metamorfoz, diapauza, mimikriya, koevolyutsiya, evolyutsion radiatsiya.

Kirish. Hasharotlar (Insecta) Yerdagi eng ko'p turli hayvonlar sinfidir: hozirgacha 1 milliondan ortiq tur tasvirlangan, umumiy turlar soni esa taxminan 5,5 million deb baholanadi [10]. Ular dengiz tubidan tashqari deyarli barcha muhitlarni — cho'l, tog', muz qoplamlari, chuchuk suvlar, tuproq va boshqa organizmlar tanasini egallagan. Bunday keng tarqalish ularning muhit omillariga moslashish qobiliyati bilan bevosita bog'liq [2; 3].

Filogenomik tadqiqotlarga ko'ra, hasharotlar taxminan 479 million yil oldin paydo bo'lgan, uchish qobiliyati esa taxminan 406 million yil oldin shakllangan [8]. Shu davr ichida ular bir necha ommaviy qirilishlardan omon qolgan va qayta-qayta evolyutsion radiatsiyaga uchragan [5].

Mavzuning dolzarbligi uch jihat bilan belgilanadi. Birinchidan, iqlim o'zgarishi hasharotlar areali va rivojlanish muddatlarini siljitmoqda. Ikkinchidan, zararkunanda turlarning insektitsidlarga chidamlilik hosil qilishi qishloq xo'jaligi uchun jiddiy muammo bo'lib qolmoqda. Uchinchidan, dunyo miqyosida hasharotlar sonining qisqarishi kuzatilmoqda [9], bu esa ularning moslashish chegaralarini o'rganishni talab qiladi. O'zbekistonning keskin kontinental iqlimi, cho'l va tog' mintaqalari bunday tadqiqotlar uchun qulay tabiiy model hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi — hasharotlarning asosiy ekologik moslashuvlarini tizimlashtirish va ularning evolyutsion ahamiyatini baholash.

Vazifalar:

1. Moslashuvlarni darajalar bo'yicha (morfologik, fiziologik, xulq-atvor, hayotiy sikl) tasniflash.
2. Har bir guruhni asosiy muhit omillari bilan bog'lash.
3. Turkumlar bo'yicha tur xilma-xilligini metamorfoz turi bilan solishtirish.
4. "Kalit innovatsiyalar"ning evolyutsion ketma-ketligini aniqlash.

Tadqiqot nazariy-tahliliy xarakterga ega bo'lib, ikki turdagi manbalarga asoslandi:

– entomologiya bo‘yicha asosiy darsliklar va monografiyalar [1–6];

– hasharotlar evolyutsiyasi, tur xilma-xilligi va moslashuv mexanizmlariga oid xalqaro taqrizlanadigan jurnallardagi maqolalar [7–12].

Quyidagi usullar qo‘llandi:

1. **Qiyosiy-tahliliy usul** — turli turkumlardagi moslashuv belgilari o‘zaro solishtirildi.

2. **Tizimli tasniflash** — moslashuvlar namoyon bo‘lish darajasiga ko‘ra to‘rt guruhga ajratildi: morfologik, fiziologik-biokimyoviy, xulq-atvor va hayotiy sikl moslashuvlari.

3. **Omil–moslashuv matritsasi** — har bir moslashuv uni yuzaga keltirgan yetakchi abiotik yoki biotik omil bilan bog‘landi.

4. **Statistik umumlashtirish** — turkumlar bo‘yicha tasvirlangan turlar soni [10] metamorfoz turi bo‘yicha guruhlandi va ulushlari hisoblandi.

5. **Xronologik tahlil** — kalit innovatsiyalarning paydo bo‘lish vaqtlari filogenomik va paleontologik ma’lumotlar [5; 8] asosida tartiblandi.

Turlar soni bo‘yicha keltirilgan ko‘rsatkichlar taxminiy bo‘lib, yaxlitlangan qiymatlardir; ular yangi turlar tasvirlanishi bilan o‘zgarib boradi.

1. Moslashuvlar tasnifi

Tahlil natijasida hasharotlarning ekologik moslashuvlari to‘rt darajaga ajratildi (1-jadval). Har bir daraja muhitning ma’lum bir “muammosi”ga javob beradi: suv yo‘qotish, harorat, oziq tanqisligi yoki yirtqichlar bosimi.

1-jadval

Hasharotlar ekologik moslashuvlarining tasnifi

Daraja	Moslashuv	Mexanizm	Misol
Morfologik	Og‘iz apparati ixtisoslashuvi	Kemiruvchi, so‘ruvchi, sanchib-so‘ruvchi, yalovchi tiplar	Chigirtka, kapalak, shira, asalari
Morfologik	Himoya rangi va mimikriya	Kriptik rang, ogohlantiruvchi rang, Bates va Myuller mimikriyasi	Tayoqchasimonlar, xonqizi, ari-taqlidchi pashshalar
Morfologik	Qanot va oyoq ixtisoslashuvi	Elitra, sakrovchi, suzuvchi, qazuvchi oyoqlar	Qo‘ng‘izlar, chigirtkalar, suv qo‘ng‘izlari, buzoqboshi
Fiziologik	Kutikulaning suv o‘tkazmasligi	Epikutikula mumi, spirakulalarni yopish	Cho‘l qorako‘ng‘izlari (Tenebrionidae)

Fiziologik	Sovuqqa chidamlilik	Glitserin va boshqa krioprotektorlar, muzlashdan saqlanish	Qishlovchi tuxum va g‘umbaklar
Fiziologik	Insektitsidlarga chidamlilik	Detoksikatsiya fermentlari, nishon-oqsil mutatsiyalari	Kolorado qo‘ng‘izi, oq qanot
Xulq-atvor	Ijtimoiy hayot	Mehnat taqsimoti, uya termoregulyatsiyasi	Asalari, chumoli, termit
Xulq-atvor	Migratsiya va termoregulyatsiya	Mavsumiy ko‘chish, quyoshda isinish	Saranchalar, monarx kapalagi
Hayotiy sikl	To‘liq metamorfoz	Lichinka va imago oziq, muhit bo‘yicha ajralishi	Qo‘ng‘izlar, kapalaklar, pashshalar
Hayotiy sikl	Diapauza	Fotoperiod boshqaradigan rivojlanish to‘xtashi	Tut ipak qurti tuxumi, ko‘plab zararkunandalar

2. Muhit omillari va moslashuvlar bog‘liqligi

Har bir yetakchi muhit omili bir necha darajadagi moslashuvlarni bir vaqtda yuzaga keltiradi (2-jadval). Masalan, qurg‘oqchilikka qarshi morfologik (qalin kutikula), fiziologik (metabolik suv) va xulq-atvor (tunda faollik) moslashuvlari birgalikda ishlaydi [6].

2-jadval

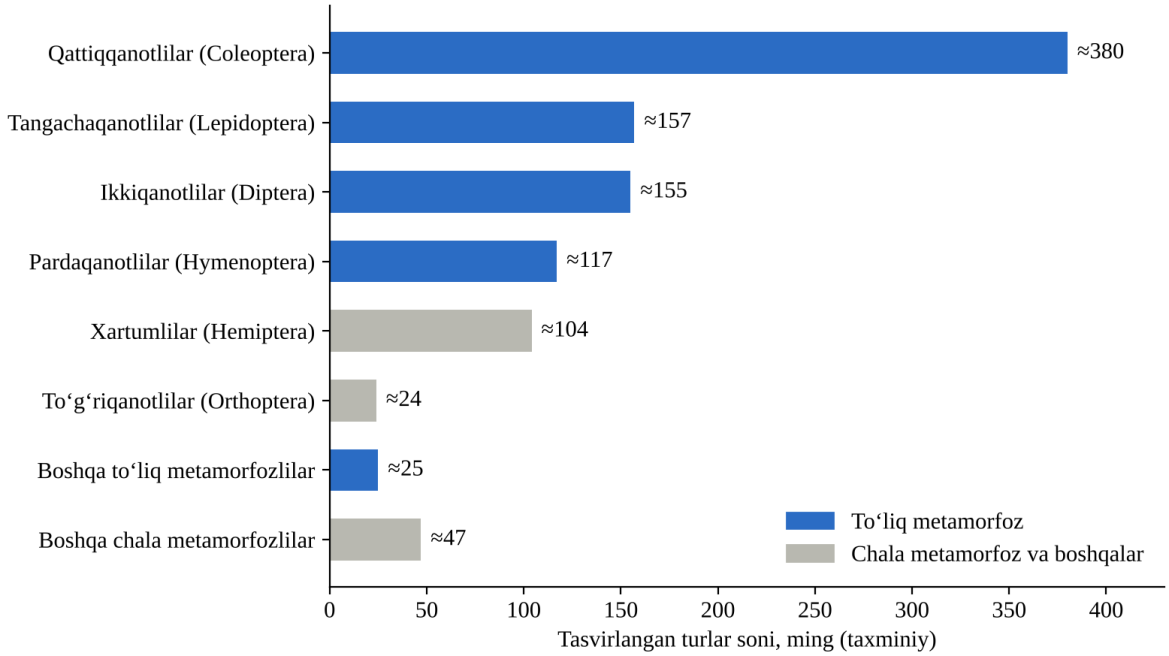
Muhit omillari va ularga javob moslashuvlari

Muhit omili	**Morfologik javob**	**Fiziologik javob**	**Xulq-atvor javobi**
Yuqori harorat, qurg‘oqchilik	Qalin kutikula, birikkan elitra	Metabolik suvdan foydalanish, quruq ekskretlar	Tungi faollik, tuproqqa ko‘milish
Past harorat	Tukli qoplam, to‘q rang	Krioprotektorlar, diapauza	Panalarda qishlash, guruhlanish
Suvli muhit	Suzuvchi oyoqlar, traxeya jabralari	Havo pufagi (plastron) orqali nafas	Suv yuzasiga chiqib havo olish
Yirtqichlar bosimi	Kriptik rang, mimikriya, tikanlar	Zaharli moddalar to‘plash	Qotib qolish, kimyoviy himoya
Oziq o‘simlik kimyosi	Ixtisoslashgan og‘iz apparati	Ikkilamchi metabolitlarni zararsizlantirish	Tor oziq ixtisoslashuvi

Antropogen bosim	—	Insektitsidlarga chidamlilik	Shahar muhitiga o'tish

3. Tur xilma-xilligi va metamorfoz turi

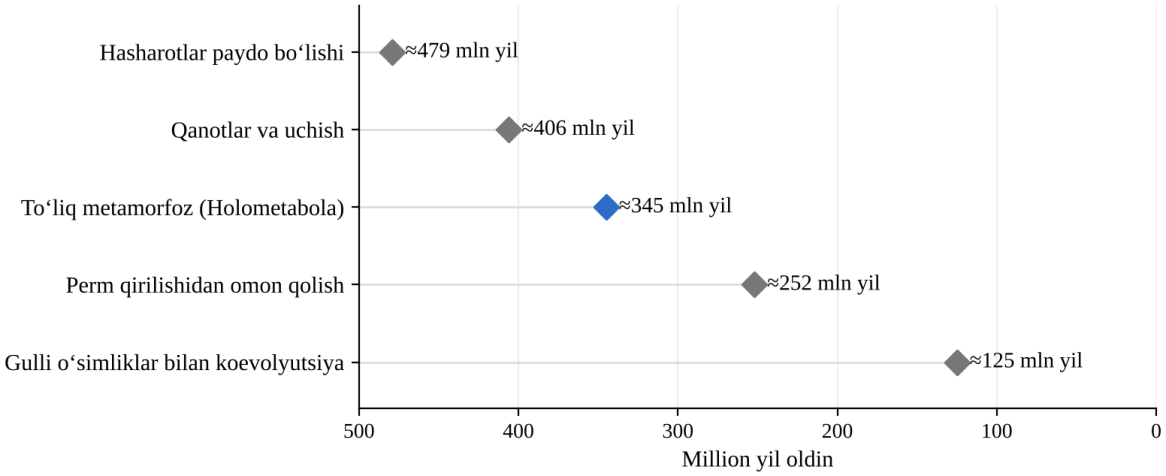
Tasvirlangan turlarning eng katta qismi to'rtta to'liq metamorfozli turkumga to'g'ri keladi (1-rasm). Qattiq qanotlilar (Coleoptera) yolg'iz o'zi taxminan 380 ming turni tashkil etadi. To'liq metamorfozli barcha turkumlar birgalikda tasvirlangan turlarning taxminan 83 % ini beradi [3; 10].



1-rasm. Hasharotlar turkumlari bo'yicha tasvirlangan turlar soni (ming tur, taxminiy) [3; 10]

4. Kalit innovatsiyalar xronologiyasi

Kalit innovatsiyalar birdaniga emas, ketma-ket paydo bo'lgan va har biri yangi ekologik bo'shliqlarni ochgan (2-rasm). Quruqlikka chiqish kutikula va traxeya tizimini, uchish esa tarqalish va yirtqichlardan qochishni ta'minlagan [5; 8].



2-rasm. Hasharotlar kalit innovatsiyalarining evolyutsion xronologiyasi (million yil oldin) [5; 8]

Olingan natijalar hasharotlarning evolyutsion muvaffaqiyati bitta belgiga emas, balki bir-birini to'ldiruvchi moslashuvlar majmuasiga bog'liq ekanini ko'rsatadi. Bu xulosa Grimaldi va Engel [5] hamda Gullan va Cranston [3] qarashlariga mos keladi.

To'liq metamorfozning ahamiyati. Lichinka va voyaga yetgan individning turli oziq va muhitdan foydalanishi tur ichidagi raqobatni kamaytiradi. Shu sababli to'liq metamorfozli turkumlarning tur soni bo'yicha ustunligi (≈83 %) tasodifiy emas. Bu ustunlik ularning taxminan 345 million yil oldin ajralib chiqqanidan keyingi radiatsiyasi bilan izohlanadi [8].

Koevolyutsiya. Gulli o'simliklarning tarqalishi bilan changlatuvchi va fitofag hasharotlarning xilma-xilligi ortgan. Ehrlich va Raven [11] kapalaklar va ularning oziq o'simliklari misolida bu jarayonni "qurollanish poygasi" sifatida tavsiflagan: o'simlik yangi himoya moddasini hosil qiladi, hasharot esa uni zararsizlantirish yo'lini topadi.

Tez ketadigan moslashuvlar. Ba'zi moslashuvlar bir necha o'n yillar ichida kuzatiladi. Qayin odimchisi kapalagi (*Biston betularia*) da sanoat melanizmi [7] va insektitsidlarga chidamlilikning tez shakllanishi tabiiy tanlanishning amaldagi namunalaridir. Qisqa avlod almashinuvi va yuqori nasl berish bunday tezlikni ta'minlaydi.

Diapauza va iqlim. Diapauza fotoperiod orqali boshqariladi va noqulay mavsumni o'tkazishga yordam beradi [4; 12]. Biroq iqlim isishi bilan fotoperiod signali va haqiqiy harorat o'rtasidagi muvofiqlik buzilishi mumkin. Bu ayniqsa O'zbekiston kabi keskin kontinental hududlarda zararkunandalar avlodlari sonini oshirishi ehtimoli bor va alohida dala tadqiqotini talab qiladi.

Cheklovlar. Ishda keltirilgan turlar soni adabiyotdagi yaxlitlangan baholarga asoslangan. Mahalliy faunaga oid miqdoriy xulosalar uchun O'zbekiston hududida dala yig'malari va monitoring ma'lumotlari zarur.

Xulosa. Hasharotlarning ekologik moslashuvlari to‘rt darajada — morfologik, fiziologik, xulq-atvor va hayotiy sikl darajasida — namoyon bo‘ladi va har bir muhit omiliga bir vaqtda bir necha darajada javob beriladi.

1. Kutikulaning suv o‘tkazmasligi, uchish, to‘liq metamorfoz va diapauza hasharotlarning evolyutsion muvaffaqiyatini belgilagan asosiy kalit innovatsiyalardir.

2. To‘liq metamorfozli turkumlar tasvirlangan turlarning taxminan 83 % ini tashkil etadi, bu lichinka va imago o‘rtasidagi ekologik ajralishning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi.

3. Gulli o‘simliklar bilan koevolyutsiya hamda antropogen omillarga (insektitsidlar, shaharlashuv) tez moslashish hasharotlarda tabiiy tanlanish hozir ham faol davom etayotganini ko‘rsatadi.

4. Kelgusida O‘zbekiston cho‘l va tog‘ mintaqalarida hasharotlarning qurg‘oqchilik va haroratga moslashuvlarini dala sharoitida miqdoriy o‘rganish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. — 3-е изд. — М.: Высшая школа, 1980. — 416 с.

2. Chapman R.F. The Insects: Structure and Function. — 5th ed. — Cambridge: Cambridge University Press, 2013. — 929 p.

3. Gullan P.J., Cranston P.S. The Insects: An Outline of Entomology. — 5th ed. — Chichester: Wiley-Blackwell, 2014. — 624 p.

4. Denlinger D.L. Insect Diapause. — Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

5. Grimaldi D., Engel M.S. Evolution of the Insects. — Cambridge: Cambridge University Press, 2005. — 755 p.

6. Hadley N.F. Water Relations of Terrestrial Arthropods. — Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

7. Kettlewell H.B.D. Selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera // Heredity. — 1955. — Vol. 9. — P. 323–342.

8. Misof B. et al. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution // Science. — 2014. — Vol. 346, No. 6210. — P. 763–767.

9. Sánchez-Bayo F., Wyckhuys K.A.G. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers // Biological Conservation. — 2019. — Vol. 232. — P. 8–27.

10. Stork N.E. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? // Annual Review of Entomology. — 2018. — Vol. 63. — P. 31–45.

11. Ehrlich P.R., Raven P.H. Butterflies and plants: a study in coevolution // Evolution. — 1964. — Vol. 18, No. 4. — P. 586–608.

12. Bale J.S. Insects and low temperatures: from molecular biology to distributions and abundance // Philosophical Transactions of the Royal Society B. — 2002. — Vol. 357. — P. 849–862.