



UUK:579.862-4. 592.

Bahora JALOLOVA,

PhD, o'qituvchi, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: jalolovabakhora@gmail.com ORCID: 0009-0001-8346-7540

Sitora SAMADIY,

PhD, katta o'qituvchi, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: sitorasamadiy@gmail.com ORCID: 0009-0005-8631-3191

O'zMU professori, b.f.d A.Vaxabov taqrizi asosida

BOMBYX MORI MIKROBIOTASI BAKTERIYALARINI AJRATISH VA MORFOKULTURAL XUSUSIYATLARINI O'RGANISH

Аннотация

Bombyx mori qishloq xo'jaligida muhim iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan hasharot bo'lib, tabiiy ipak ishlab chiqarishning yagona biologik manbai hisoblanadi. Tabiiy ipak o'zining mustahkamligi, elastikligi, gigroskopikligi va ekologik tozaligi bilan ajralib turadi hamda yengil sanoat, tibbiyot, farmatsevtika va biotexnologiya sohalarida keng qo'llaniladi. Jahon miqyosida har yili o'rtacha 180 - 200 ming tonna tabiiy ipak xomashyosi ishlab chiqariladi va uning asosiy qismi ipak qurti pillasidan olinadi. Mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinadigan biologik faol moddalarning hisobiga *Bombyx mori* pilla tolasining sifati va mustahkamligini tabiiy ravishda oshirib beradi, buning natijasida kimyoviy qo'shimchalarsiz sof holdagi ekologik mahsulot olinadi.

Kalit so'zlar: *Bombyx mori*, Antifungal, Go'sht peptonli agar, stereomikroskop, MALDI-TOF, Gramm reaksiyasi, xomashyo, tabiiy, sifat, gigroskopik.

ВЫДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИЙ ИЗ МИКРОБИОТЫ BOMBYX MORI И ИЗУЧЕНИЕ ИХ MORFOКУЛЬТУРНЫХ СВОЙСТВ

Аннотация

Bombyx mori - насекомое, имеющее большое экономическое значение в сельском хозяйстве и являющееся единственным биологическим источником натурального шелка. Натуральный шелк отличается прочностью, эластичностью, гигроскопичностью и экологичностью и широко используется в легкой промышленности, медицине, фармацевтике и биотехнологии. В среднем, ежегодно в мире производится 180-200 тысяч тонн натурального шелкового сырья, основная часть которого получается из коконов тутового шелкопряда. Благодаря биологически активным веществам, синтезируемым микроорганизмами, кокон *Bombyx mori* естественным образом повышает качество и прочность волокна, в результате чего получается чистый экологически чистый продукт без химических добавок.

Ключевые слова: *Bombyx mori*, противогрибковое средство, мясной пептоновый агар, стереомикроскоп, MALDI-TOF, реакция по Грамму, сырье, натуральный, качество, гигроскопичный.

ISOLATION OF BACTERIA FROM THE MICROBIOTA OF BOMBYX MORI AND STUDY OF THEIR MORPHOCULTURAL PROPERTIES.

Annotation

Bombyx mori is an insect of great economic importance in agriculture and the only biological source of natural silk. Natural silk is durable, elastic, hygroscopic, and environmentally friendly, and is widely used in consumer goods, medicine, pharmaceuticals, and biotechnology. On average, 180,000-200,000 tons of natural silk are produced worldwide annually, the majority of which comes from silkworm cocoons. Thanks to the biologically active substances synthesized by microorganisms, the *Bombyx mori* cocoon naturally enhances the quality and strength of the fiber, resulting in a pure, environmentally friendly product without chemical additives.

Key words: *Bombyx mori*, antifungal agent, meat peptone agar, stereomicroscope, MALDI-TOF, Gram reaction, raw materials, natural, quality, hygroscopic.

Kirish. *Bombyx mori* qishloq xo'jaligida muhim iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan hasharot bo'lib, tabiiy ipak ishlab chiqarishning yagona biologik manbai hisoblanadi. Tabiiy ipak o'zining mustahkamligi, elastikligi, gigroskopikligi va ekologik tozaligi bilan ajralib turadi hamda yengil sanoat, tibbiyot, farmatsevtika va biotexnologiya sohalarida keng qo'llaniladi. Jahon miqyosida har yili o'rtacha 180 - 200 ming tonna tabiiy ipak xomashyosi ishlab chiqariladi va uning asosiy qismi ipak qurti pillasidan olinadi. Xitoy, Hindiston, O'zbekiston va bir qator Osiyo davlatlari ipak ishlab chiqarishda yetakchi o'rinlarni egallaydi. Mazkur yo'nalishda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 1-iyundagi PF-85-sonli "Pillachilik sohasida kasanachilikni qo'llab-quvvatlash hamda pilla yetishtirish uchun ozuqa bazasini yanada kengaytirishning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmonida pillachilikni yanada rivojlantirish, tut maydonlarini kengaytirish, hosildorlikni oshirish va tarmoqning barqarorligini ta'minlash bo'yicha aniq vazifalar belgilangan. Ushbu normativ-huquqiy hujjatda pilla yetishtirish samaradorligini oshirish, sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash hamda ilmiy yondashuvlarni keng joriy etish zarurligi alohida ta'kidlangan [1].

Adabiyotlar tahlili. Lepidoptera turkumining iqtisodiy jihatdan eng muhim vakillaridan biri *Bombyx mori* bo'lib, u ipak qurti nomi bilan mashhurdir. Ushbu tur 1758-yilda K. Linney tomonidan tasniflangan. *Bombyx mori* tabiiy ipak ishlab chiqarish

xususiyati bilan ajralib turadi va jahon ipak sanoatining asosiy biologik manbasi hisoblanadi. Ming yillar davomida inson tomonidan xonakilashtirilgan ushbu hasharot ipak tolası hosildorligini oshirish maqsadida sun'iy tanlash orqali takomillashtirib borilgan. Shu sababli *Bombyx mori* hozirgi kunda nafaqat iqtisodiy jihatdan muhim organizm, balki genetika, molekulyar biologiya va mikrobiologiya sohalarida model organizm sifatida ham keng qo'llaniladi [2]. Ipak qurtining hayot sikli to'liq metamorfoz orqali kechadi. Voyaga yetgan urg'ochi kapalak juftlashgandan so'ng tuxum qo'yadi. Tuxumlar dastlab kremsimon oq rangda bo'lib, agar urug'langan bo'lsa, vaqt o'tishi bilan to'qroq, qora rangga kiradi. Tuxumlardan mayda, qora tusli va tukli lichinkalar chiqadi. Lichinkalar rivojlanish jarayonida to'rtta marta po'st tashlaydi va natijada besh yosh bosqichidan o'tadi. Beshinchi yosh bosqichiga yetgach, lichinkalar ipak bezlaridan ajraladigan suyuqlik yordamida pilla yigiradi. Pilla ichida g'umbak bosqichi rivojlanadi va keyinchalik undan voyaga yetgan kapalak chiqadi. Voyaga yetgan kapalaklar juftlashib yangi avlodni hosil qiladi va shu tariqa hayot aylanishi davom etadi [2].

Tadqiqotlar natijalariga ko'ra, ichak mikroorganizmlari mezbon organizmning oziqa moddalardan foydalanish samaradorligini oshirish, parazitlar va patogen mikroorganizmlarga qarshi himoya qilish, immun tizimi faoliyatini tartibga solish hamda kimyoviy kommunikatsiya jarayonlarida ishtirok etishi mumkin. Biroq ushbu jarayonlarning aniq mexanizmlari va ularning mezbon organizm fiziologiyasiga ta'siri hali to'liq o'rganilmagan bo'lib, bu yo'nalishda qo'shimcha fundamental tadqiqotlar olib borish zarurligi ta'kidlanadi [3].

Ipak qurtining ichagida turli mikroorganizmlar yashaydi va ularning tarkibi yuqori xilma-xillik bilan tavsiflanadi. Molekulyar tahlillar ipak qurtining ichak mikrobiotasida asosan *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria* va *Bacteroidetes* filumlariga mansub bakteriyalar ustunlik qilishini ko'rsatgan. Bundan tashqari, zamburug'lar orasida *Ascomycota* va *Basidiomycota* filumlari vakillari aniqlangan. Tadqiqotlar mikrobiota tarkibi ipak qurtining rivojlanish bosqichlariga qarab o'zgarib borishini ham ko'rsatdi. Shuningdek, ichak mikrobiotasining shakllanishiga oziqa turi, atrof-muhit omillari hamda inson tomonidan amalga oshiriladigan parvarish jarayonlari ta'sir ko'rsatishi mumkinligi aniqlangan. Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha, ipak qurtining ichak mikrobiotasi boshqa tut bargi bilan oziqlanuvchi Lepidoptera vakillaridan sezilarli darajada farq qiladi va bu holat mezbon organizmning biologik xususiyatlari mikroorganizmlar bilan o'zaro aloqalarda muhim rol o'ynashini ko'rsatadi [4]. *Bombyx mori* ichak mikrobiotasini o'rganishga qaratilgan molekulyar tadqiqotlar ipak qurtining ichagida turli bakterial guruhlar mavjudligini ko'rsatadi. Tadqiqotlar natijalariga ko'ra, ipak qurtining ichak mikrobiotasida asosan *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria* va *Bacteroidetes* filumlariga mansub bakteriyalar ustunlik qiladi. Ushbu bakteriyalar ozuqa moddalarning parchalanishi, fermentativ jarayonlarning faollashuvi hamda mezbon organizm metabolizmining tartibga solinishida muhim rol o'ynaydi [5]. Ipak qurti *Bombyx mori* serikultura sohasida tabiiy ipak ishlab chiqaruvchi muhim organizm bo'lishi bilan birga, biologiya va mikrobiologiya sohalarida keng qo'llaniladigan model organizm hisoblanadi. Bosheng Chen va hamkorlari (2018) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ipak qurtining ichak mikrobiotasi kompleks tarzda o'rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, ipak qurtining ichagida turli mikroorganizmlar yashaydi va ularning tarkibi yuqori xilma-xillik bilan tavsiflanadi.

Molekulyar tahlillar ipak qurtining ichak mikrobiotasida asosan *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria* va *Bacteroidetes* filumlariga mansub bakteriyalar ustunlik qilishini ko'rsatgan. Bundan tashqari, zamburug'lar orasida *Ascomycota* va *Basidiomycota* filumlari vakillari aniqlangan. Tadqiqotlar mikrobiota tarkibi ipak qurtining rivojlanish bosqichlariga qarab o'zgarib borishini ham ko'rsatdi. Shuningdek, ichak mikrobiotasining shakllanishiga oziqa turi, atrof-muhit omillari hamda inson tomonidan amalga oshiriladigan parvarish jarayonlari ta'sir ko'rsatishi mumkinligi aniqlangan. Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha, ipak qurtining ichak mikrobiotasi boshqa tut bargi bilan oziqlanuvchi Lepidoptera vakillaridan sezilarli darajada farq qiladi va bu holat mezbon organizmning biologik xususiyatlari mikroorganizmlar bilan o'zaro aloqalarda muhim rol o'ynashini ko'rsatadi [4]. Oziqa turi hayvonlarning ichak mikrobiotasi tarkibi hamda umumiy fiziologik holatini shakllantiruvchi muhim omillardan biri hisoblanadi. Guang Wang tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ipak qurti *Bombyx mori* ning oziqa almashinuvi ichak mikrobiotasining tarkibi va mezbon organizm fiziologiyasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. An'anaviy ravishda ipak qurtlari tut daraxti barglari bilan oziqlanadi, sun'iy oziqa esa ko'pincha ularning sog'lom rivojlanishini to'liq ta'minlay olmaydi [6]. Ipak qurti *Bombyx mori* ichak mikrobiotasi turli tashqi omillar ta'sirida o'zgarishi mumkin. Xususan, antibiotiklarning ta'siri mikrobiota tarkibi va xilma-xilligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Li va boshq. (2021) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda antibiotiklar ta'sirida ipak qurti ichak mikrobiotasining tarkibiy tuzilishi sezilarli darajada o'zgarishi aniqlangan. Mualliflarning ma'lumotlariga ko'ra, antibiotik bilan ishlov berilgan lichinkalarda ichak mikrobiotasining umumiy xilma-xilligi kamaygan hamda ayrim dominant bakterial guruhlarning ulushi o'zgargan. Xususan, *Proteobacteria* va *Firmicutes* filumlariga mansub bakteriyalar nisbati sezilarli darajada o'zgargani qayd etilgan. Antibiotik ta'siri natijasida ayrim simbiot bakteriyalar miqdori kamayib, ichak mikrobiotasining tabiiy muvozanati buzilishi kuzatilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ichak mikrobiotasidagi bunday o'zgarishlar ipak qurti lichinkalarining hazm jarayonlari va fiziologik holatiga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli mualliflar ipak qurti mikrobiotasini o'rganishda antibiotiklar kabi tashqi omillarning ta'sirini hisobga olish zarurligini ta'kidlaydilar. Bu holat *Bombyx mori* ichak mikrobiotasining tashqi omillarga nisbatan sezgir ekanligini ko'rsatadi [7, 8].

Material va metod. Namuna olish jarayonida mikrobiologik tadqiqotlar uchun zarur bo'lgan steril sharoitlarga qat'iy rioya qilindi. Tashqi muhit mikroorganizmlarining namunaga tushib qolishini oldini olish maqsadida steril qo'lqoplar, steril pinset va boshqa laboratoriya asbob-uskunalaridan foydalanildi. Tadqiqot uchun jami 5 ta ipak qurti (*Bombyx mori*) lichinkasi tanlab olinib, ular alohida steril idishlarga joylashtirildi.

Namunalarni yig'ishda lichinkalarning fiziologik holati va rivojlanish bosqichlari ham inobatga olindi, chunki ipak qurtining rivojlanish bosqichlari ichak mikrobiotasining tarkibiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli tadqiqot uchun olingan lichinkalar bir xil rivojlanish bosqichiga mansub bo'lishiga e'tibor qaratildi. Bu esa keyingi mikrobiologik tahlillarning aniqligi va natijalarining taqqoslanishini ta'minlashga xizmat qiladi.

Tanlab olingan namunalar steril sharoitda laboratoriyaga yetkazildi. Namunalarni tashish jarayonida ularning fiziologik holatini saqlab qolish hamda mikrobiota tarkibida keskin o'zgarishlarning oldini olish maqsadida namunalar yopiq steril konteynerlarda saqlandi. Laboratoriyaga olib kelingandan so'ng namunalar keyingi mikrobiologik va molekulyar-biologik tadqiqotlar uchun tayyorlandi.

Mazkur lichinkalar ipak qurti ichak mikrobiotasining bakterial tarkibini aniqlash, mikroorganizmlarni ajratib olish hamda ularning morfologik va molekulyar xususiyatlarini o'rganishga qaratilgan tadqiqotlar uchun asosiy biologik material sifatida foydalanildi.

***Bombyx mori* bakteriyalarini ajratish va sof kultura olish**

Ipak qurti *Bombyx mori* ichak mikrobiotasini o'rganish jarayonida bakteriyalarni bakteriyalarni ajratib olish va sof kultura holatida izolyatsiya qilish muhim metodik bosqichlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon ichak namunalaridan mikroorganizmlarni ajratish, ularni ozuqa muhitlarida kultivatsiya qilish hamda alohida bakterial koloniyalarni sof kultura sifatida ajratib olishni o'z ichiga oladi. Tadqiqot davomida barcha mikrobiologik ishlar aseptik sharoitda, steril laboratoriya asbob-uskunalaridan foydalangan holda amalga oshirildi. Ichak mikrobiotasini to'g'ri o'rganish uchun lichinka tanasining tashqi yuzasida mavjud bo'lgan mikroorganizmlarni bartaraf etish muhim hisoblanadi. Shu maqsadda *Bombyx mori* lichinkalari sirt sterilizatsiyasidan o'tkazildi. Avvalo lichinkalar steril distillangan suv bilan bir necha marta yuvilib, yuzasidagi mexanik iflosliklar olib tashlandi. Shundan so'ng ular 70 % li etanol eritmasiga 1-2 daqiqa davomida solib qo'yildi. Etanol bilan ishlov berish tashqi mikroflorani inaktivatsiya qilishga xizmat qiladi. Keyingi bosqichda lichinkalar yana bir necha marta steril distillangan suv bilan yuvilib, etanol qoldiqlari to'liq olib tashlandi. Bu jarayon etanolning ichki to'qimalarga kirib ketishining oldini olish hamda keyingi mikrobiologik tahlillarga ta'sir qilmasligini ta'minlash uchun amalga oshirildi. Sirt sterilizatsiyasi jarayonining to'g'ri bajarilganligini tekshirish maqsadida nazorat tajribasi o'tkazildi. Buning uchun sterilizatsiyadan o'tgan lichinkalarning tashqi yuzasi steril tampon yordamida artildi va ushbu tampon ozuqa muhitiga ekildi. Agar inkubatsiya jarayonida mikroorganizmlar o'sishi kuzatilmasa, sirt sterilizatsiyasi muvaffaqiyatli amalga oshirilgan deb baholandi.

Ichakni ajratib olish va gomogenizatsiya: Sterilizatsiyadan o'tgan lichinkalar steril Petri kosasiga joylashtirildi va disseksiya jarayoni laminar oqimli steril boks ichida amalga oshirildi. Disseksiya vaqtida steril pinset va skalpel yordamida lichinkaning tana qismi ehtiyotkorlik bilan ochilib, ichak trakti ajratib olindi. Ajratilgan ichak namunasi steril fiziologik eritma (0,85 % NaCl) solingan probirkaga joylashtirildi. Keyinchalik ichak namunasi steril sharoitda homogenizatsiya qilindi. Buning uchun ichak to'qimasi steril shisha homogenizator yoki steril pestle yordamida ezilib, bir xil suspenziya hosil qilindi. Hosil bo'lgan suspenziya mikroorganizmlarni ajratib olish uchun asosiy inokulyum sifatida ishlatildi.

Ichak suspenziyasidan bakteriyalarni ajratish uchun universal va selektiv ozuqa muhitlaridan foydalanildi. Asosan go'sht-peptonli agar (GPA) hamda boshqa standart mikrobiologik ozuqa muhitlari qo'llanildi. Suspenziya steril pipetka yoki mikrobiologik ilmoq yordamida Petri kosalaridagi ozuqa muhitlari yuzasiga yoyma usulda ekildi.

Ichak namunalarida zamburug'larning o'sib ketishini oldini olish maqsadida ozuqa muhitlariga antifungal modda qo'shildi. Tadqiqot davomida antifungal komponent sifatida nistatin qo'llanildi va u ozuqa muhitiga 50 µg/ml konsentratsiyada qo'shildi. Antifungal moddaning qo'llanilishi bakterial koloniyalarning selektiv o'sishini ta'minlash hamda zamburug'larning o'sib ketishining oldini olishga xizmat qildi.

Ekilgan Petri kosalari 28 - 30 °C haroratda 24 - 48 soat davomida termostatda inkubatsiya qilindi. Inkubatsiya davomida ozuqa muhitida turli morfologik xususiyatlarga ega bakterial koloniyalar hosil bo'ldi.

Tadqiqot natijalari. Tadqiqot ishini amalga oshirish uchun biologik material sifatida O'zbekiston Respublikasi Ipakchilik ilmiy-tadqiqot instituti tajriba xo'jaligidan olingan *Bombyx mori* lichinkalaridan foydalanildi. Tadqiqot uchun bir xil rivojlanish bosqichida bo'lgan 5 ta lichinka tanlab olinib, ularning ichak mikrobiotasi o'rganildi.

O'tkazilgan mikrobiologik tadqiqotlar natijasida ipak qurti ichagidan turli morfologik xususiyatlarga ega bo'lgan bakterial koloniyalar ajratib olindi. Koloniyalar morfologik jihatdan bir-biridan farqlanishiga ko'ra tanlab olinib, qayta ekish orqali sof kulturaga keltirildi. Natijada ipak qurti *Bombyx mori* ichak mikrobiotasidan jami 27 xil bakterial shtamm ajratib olindi.



1-rasm. *Bombyx mori* ichagidan ajratib olingan sof kultural bakteriyalar

Tajriba davomida nazorat ekishlari ham amalga oshirildi. Sirt sterilizatsiya jarayonining to'g'ri bajarilganligini tekshirish uchun olingan nazorat namunalarida mikroorganizmlar o'sishi kuzatilmadi. Shuningdek, laminar boks sharoitining steril holatini nazorat qilish maqsadida qo'yilgan nazorat kosalarida ham bakterial o'sish aniqlanmadi. Bu natijalar tajriba davomida tashqi muhit mikroorganizmlarining aralashuvi bo'lmaganligini ko'rsatadi.

Ajratib olingan bakterial izolyatlarning morfokultural xususiyatlari go'sht-peptonli agar (GPA) ozuqa muhitida o'rganildi. Inkubatsiya jarayonidan so'ng hosil bo'lgan bakterial koloniyalar tashqi morfologik belgilariga ko'ra tavsiflandi. Tadqiqot davomida koloniyalarning shakli, rangi, yuzasi, chetlari, reliefi hamda konsistensiyasi kabi muhim diagnostik belgilarga e'tibor qaratildi. Ushbu morfokultural ko'rsatkichlar bakterial izolyatlarni dastlabki differensial tavsiflash hamda ularning taxminiy taksonomik guruhlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Xulosa. *Bombyx mori* ichak mikrobiotasidan jami 27 xil bakterial shtamm ajratib olindi. Berdji aniqlagichi orqali morfokultural xususiyatlari o'rganildi hamda Gram usulida bo'yash orqali grammanfiy va grammusbat bakteriyalar ekanligi aniqlandi, ilmiy tadqiqotlar davomida ferment faolligi va ba'zi kimyoviy moddalarning ularga ta'siri o'rganildi.

Bombyx mori ichak mikrobiotasini o'rganishda an'anaviy mikrobiologik usullar, molekulyar-genetik tahlillar hamda zamonaviy "omiks" texnologiyalarining kompleks qo'llanilishi mikrobiota tarkibi va funksiyalarini chuqurroq tushunish imkonini beradi. Ushbu metodologik yondashuvlar ipak qurti va uning simbiotik mikroorganizmlari o'rtasidagi murakkab ekologik hamda fiziologik munosabatlarni aniqlashda muhim ilmiy asos yaratadi.

ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 1-iyundagi PF-85-sonli "Pillachilik sohasida kasanachilikni qo'llab-quvvatlash hamda pilla yetishtirish uchun ozuqa bazasini yanada kengaytirishning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni.
2. Engel, P., & Moran, N. A. The gut microbiota of insects - diversity in structure and function. *FEMS microbiology reviews*, 2013. 37 (5), P: 699-735.
3. Wang, G., Ding, X., Yang, J., Ma, L., Sun, X., Zhu, R., & Sima, Y. Effects of habitual dietary change on the gut microbiota and health of silkworms. *International Journal of Molecular Sciences*, 2024. 25 (3), P: 1722.
4. Xin, L., Chen, Y., Rong, W., Qin, Y., Li, X., & Guan, D. Gut microbiota analysis in silkworms (*Bombyx mori*) provides insights into identifying key bacteria for inclusion in artificial diet formulations. *Animals*, 2024. 14, P:1261.
5. Ismail, M., et al. Environmental factors affecting insect microbiota. *Journal of Applied Entomology*, 2023. 148 (8), P: 928-937.
6. Yuan, S., Sun, Y., Chang, W., Zhang, J., Sang, J., Zhao, J., & Lou, H. The silkworm (*Bombyx mori*) gut microbiota is involved in metabolic detoxification by glucosylation of plant toxins. *Communications Biology*, 2023. 6 (1), P: 790.
7. Hammer, T. J., Janzen, D. H., Hallwachs, W., Jaffe, S. P., & Fierer, N. Caterpillars lack a resident gut microbiome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017. 114 (36), P: 9641-9646.
8. Douglas, A. E. Multiorganismal insects: diversity and function of resident microorganisms. 2015. *Annual review of entomology*, 60, P: 17-34.