

SATURNIA PYRI (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775) VƏ BOMBYX MORI (LINNAEUS, 1758) İPƏKQURDU PUPLARININ İSTEHLAK ETDİYİ OKSİGEN HƏCMİNİN BƏSLƏNMƏ ÜSULUNDAN ASILILIĞI

ŞÜKÜROVA Z.Y.

AMEA-nın Şəki Regional Elmi Mərkəzi, Şəki ş.
sh.zerintac@gmail.com

Abstract: The research focused on the dependence of the amount of oxygen consumed by *Saturnia pyri* pupae and *Bombyx mori* pupae during the respiration depending on the feeding method of the caterpillars. Feeding for both species was carried out in nature, i.e. in the open air - in the tree, and in the laboratory - on shelves and bouquets. *S. pyri* silkworm was fed with cherry leaf (*Prunus avium* L., 1755) and *B. mori* silkworm with mulberry leaf (*Morus* L., 175) in order to determine the degree of suitability of feeding by different methods through studying the metabolism and oxygen consumption of silkworm pupae separately. It was been found that *B. mori* and *S. pyri* silkworms, which feed on all three methods, consume more energy in the open air - tree-fed *B. mori* pupae, but *S. pyri* pupae use less energy. The main reason for this difference is that the *S. pyri* silkworm, which turns into a pupa, has to live 8-9 months - one diapause, and sometimes 20-21 months - two diapause periods. Comparisons show that the most traditional method of feeding in the laboratory for *B. mori* - shelf method, and for *S. pyri* silkworms, the bouquet method is more profitable in order to avoid waste of feed.

Keywords: energy consumption of silkworm pupae, feeding silkworms in nature, feeding silkworms on shelves, feeding silkworms in a bouquet, pupal diapause.

GİRİŞ

Tut ipəkqurdlarına nisbətən, vəhşi növ ipəkqurdlarından alınan məhsullardan xüsusi əhəmiyyətə malik müasir qida, tibb və yüksək texnologiya sahələri üçün çoxprofilli biomateriallar almağın mümkünlüyü sayəsində, vəhşi ipəkqurdunun müxtəlif növləri istehsalata daxil edilmişdir [2, 3]. Cin, Yaponiya, Hindistan, Vyetnam, Koreya, İndoneziya kimi ölkələrdə bu - qeyri-ənənəvi (vəhşi) ipəkqurdlarının yetişdirilməsinə xüsusi diqqətlə yanaşılır [7, 8]. Vəhşi ipəkqurdu kimi *S. pyri*-dən də istifadə olunması təklifi, dünyada ilk dəfə olaraq, AMEA-nın Şəki Regional Elmi Mərkəzi tərəfindən irəli sürülmüşdür [1, 10]. Bu yenilik həmin növün istehsalat şəraitində bəslənməsi üçün daha münasib üsul seçilməsi məsələsini qarşıya qoydu və məqsədə nail olmaq üçün tərəfimizdən iki növ – biri vəhşi *S. pyri* və digəri əhilləşdirilmiş *B. mori* (ŞZEM-4) ipəkqurdlarının yemləmə dövrü ərzində inkişaf dinamikası və pup dövrü ərzində oksigen istehlakı dərəcəsi ilə enerji sərfinin ölçülməsi qaydası tətbiq edilmişdir. İstifadə edilən üsulların seçilməsi onunla əlaqədar olmuşdur ki, ipəkqurdu canlı orqanizmdir və xarici mühitdən istilik, qida, su və oksigen qəbul etməsi sayəsində ardıcıl inkişaf mərhələləri - metabolism həyata keçirir. Bu proseslər, davamlı olaraq, bir sıra reaksiyalarla müşayiət olunur [5].

Məlumdur ki, müxtəlif yaşayış şəraitində canlı orqanizmlərin vəziyyətindəki dəyişikliklərin əsas göstəricisi oksigenin istehlakı və karbon qazının verilməsi, başqa sözlə, maddələr mübadiləsinin intensivliyidir və istehlak olunan oksigen qazının miqdarı, həmin orqanizmin sərf etdiyi enerji ilə mütənasibdir. İstilik, soyuq, nəmişlik və s. kimi qeyri-əlvərişli yemlənmə şəraitində böyümələrinə və inkişaflarına yüksək enerji sərf etmələri, onların istehlak etdikləri oksigen həcmnin artması ilə xarakterizə olunur [8]. Beləliklə, *B. mori* və *S. pyri* ipəkqurdlarının ağacda, rəflərdə və buket üzərində yemlənməsinin yararlığını qiymətləndirmək üçün, müxtəlif bəslənmə üsulları ilə hər iki növə aparılmış təcrübələrimiz nəticəsində alınmış pupların oksigen istehlakı əsasında maddələr mübadiləsinin xüsusiyyəti öyrənilmişdir.

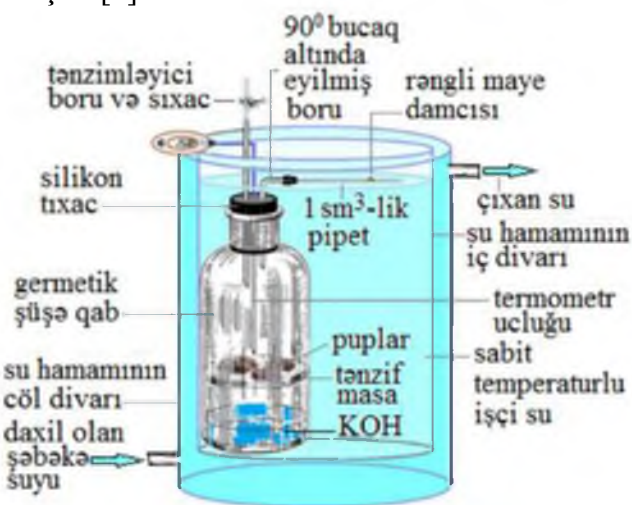
MATERIAL VƏ METODİKA

Vəhşi ipəkqurdu *S. pyri* və tut ipəkqurdu *B.mori*-nin bəslənməsi 2020-ci ilin aprel-iyul aylarında AMEA-nın Şəki şəhərində yerləşən Şəki Regional Elmi Mərkəzinin “Tut ipəkqurdunun seleksiyası” şöbəsinin laboratoriyasında həyata keçirilmişdir. İnkubasiyaya qoyulmuş ŞZEM-4 tut ipəkqurdu cinsinin yumurtalarından yeni çıxmış sürfələrinin tut ağacı yarpaqları ilə yemlənməsinə 2020-ci ilin may ayının əvvəllərindən başlanmışdır. *S. pyri* vəhşi ipəkqurdunun yumurtasının əldə olunması üçün Şəki rayonunun Baş Şəbalıd kəndində dağ-meşə sahəsindən tutulmuş və mayalanmış olan diş kəpənəklərdən istifadə edilmişdir. *S.pyri* ipəkqurdlarının gilə ağacı yarpaqları ilə yemlənməsinə may ayının ortalarında başlanmışdır. Hər iki növ ipəkqurdları üç müxtəlif üsulla: 1) rəflərdə - yarpaq və budaqla; 2) buketlərdə - saxsı su qablarında, suya qoyulmuş budaqların üstündə və 3) təbii şəraitdə - tut və gilə ağaclarında bəslənmişdir.

Buket üsulu ilə aparılan təcrübə zamanı 2 litrlik gil (saxsı) qablardan (dopulardan) istifadə edilmişdir. Belə qabların seçilməsinin səbəbi, qabın mikroməsaməli divarı səthinə sızan suyun buxarlanması nəticəsində qabın sərin qalması və buketin yarpaqlarının uzun müddət təravətli saxlanmasıdır.

Aparılan araşdırmaların əsas məqsədi *S. pyri* və *B. mori* ipəkqurdlarının üç fərqli qidalanma şəraitində bəslənməsi nəticəsində meydana gələn bir sıra fizioloji və ekoloji göstəricilərin qeydə alınması olmuşdur. Əldə edilən puplarının ayrı-ayrılıqda oksigen mənimsəməsi dinamikası öyrənilmiş və hər iki ipəkqurdu növləri üzrə alınan məlumatların müqayisəsi aparılmış, hər iki növ ipəkqurdları üçün rəflərdə dərilmiş yarpaqla, suya qoyulmuş yarpaq buketləri və həyətdə - açıq havada ağaclarla bəslənmənin uyğunluq və yararlılıq dərəcəsi təyin edilmişdir. Təcrübə zamanı adı çəkilən üsullarla bəslənmiş ipəkqurdlardan alınan pupların ayrı-ayrılıqda oksigen istehlakı öyrənilmişdir.

İpəkqurdu puplarının oksigen tələbatının öyrənməsi üçün şəkil 1-də təsvir edilən sadə respirometrdən istifadə edilmişdir [6].



Şəkil 1. Sadə respirometr

Adı çəkilən cihazın (Şək.1) əşya masası kimi kapron halqa qoyulmuş və halqanın üst hissəsinə tənzif üstlük çəkilmişdir. Cihazın tıxac boğazı silindrik silikon tıxacdan ibarətdir. Üst səthi əşya masasından (tənzifdən) müəyyən qədər aşağıda olmaqla KOH qələvi məhlulu tökülmüşdür. Şüşə qabın silikon tıxacına iç diametri 2 mm olan şüşə boru və bir termometr ucluğu taxılmışdır. Borunun biri 90° -li bucaq altında əyilmiş formadadır. Bu borunun üfqi ucuna rezin halqa vasitəsi ilə dayanıqlı üfqi vəziyyətini saxlayan 1 cm³ həcmində malik kapilyar borucuq - pipet qoyulmuşdur. Tibbi iynə ilə pipetin içərisinə gec buxarlanan rəngli maye - qliserin (rənglənmiş) damcısı qoyulmuşdur. Üfqi boru - pipet sabit temperaturlu işçi suyun səthinə çox yaxın və elə qoyulur ki, pipetin aşağı hissəsi suyun səthinə “toxunur”, amma pipetin içərisinə daxil ola bilmir.

Silikon tıxacı taxılmış şaquli və üst ucu 20-50 mm hündürlüyündə olan ikinci - tənzimləyici şüşə borunun ucuna tibbi iynə və sıxac taxıla bilər. Tənzimləyici boru, şüşə qabın içərisindəki havanın

həcmnin dəyişməsi - pipetdə “sıfırıncı” başlanğıc vəziyyəti almaq üçün istifadə olunur. Şüşə qabın içərisindəki havanın temperaturunu təyin etmək üçün silikon tıxacı termometr taxılır. Termometr kifayət qədər uzun olaraq respirometrin daxilində, əşya masa üzərinə qoyulmuş pupların yaxın ətrafında havanın temperaturunu ölçməyə imkan verir. İşçi suyun temperaturunu sabit saxlamaq üçün böyük həcmli su mənbəyindən gələn axar sudan istifadə edilmişdir.

Məlumdur ki, havanın kimyəvi tərkibi, əsasən, azot qazından ($N_2 \sim 78,08\%$), oksigen qazından ($O_2 - 20,95\%$), arqon ($Ar - 0,94\%$) və karbon qazından ($CO_2 - 0,03\%$) ibarətdir. Əşya masasının üzərinə qoyulmuş ipəkqurdu pupları bioobyekt nəfəs aldıqca, ayrılan karbon qazı KOH qələvi məhlul tərəfindən udulduğu üçün qabda təzyiq azalması yaranır və həcmi qabın içərisində pupların tənəffüs prosesində istifadə etdiyi oksigen və qabda əvvəlcədən olan karbon qazının həcmi qədər həcmə malik həcm dəyişməsi yaranır. Bu həcm dəyişməsi pipetdə rəngli maye damcısının yerdəyişmə məsafəsi ilə müəyyən edilir. Müvafiq temperatur və atmosfer təzyiqinə uyğun olan nəticələr cədvəlin müvafiq sətrlərində qeyd olmuşdur.

Respirometr vasitəsi ilə *S. pyri* və *B. mori* ipəkqurdlarının pupları üzərində aparılan təcrübələrin nəticələri gündəlik qeyd olunmuşdur. İpəkqurdunun diapauza adlanan pup mərhələsi *S. pyri* üçün yay mövsümünün sonundan növbəti ilin yazın ortalarına qədər, *B. mori* ipəkqurdu üçün isə pup mərhələsi qısa olaraq, təxminən 18 gün davam edir. *S. pyri* pupu yetkin fərdə (imago)-ya çevrilərək aprel-may aylarında kəpənək kimi baramanı tərk edir. Beləliklə, tut ipəkqurdu pupları üzərində 17 gün, armud saturniyası pupları üzərində 31 gün təcrübə aparılmış, alınmış nəticələr, müvafiq olaraq, Cədvəl 1 və Cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 1

Tarix	<i>S. pyri</i> pupları tərəfindən 1saat müddətinə sərf olunan O_2 həcmi (sm^3)					
	5 ədəd pup üçün			Ümumi kütləsi 1000 q təşkil edən puplar üçün		
	Ağacda yetişən partiya (m=26,50)	Buketdə yetişən partiya (m=29,50q)	Rəfdə yetişən partiya (m=27,70q)	Ağacda yetişən partiya	Buketdə yetişən partiya	Rəfdə yetişən partiya
20.07.2020	1,32	1,62	1,29	50,00	55,08	46,50
22.07.2020	1,21	1,48	1,27	45,80	50,25	45,75
17.08.2020	0,14	0,32	0,36	5,15	10,90	12,9
19.08.2020	0,14	0,29	0,33	5,14	10,07	12,0

Bir sıra alimlərin fikrincə, Pulcuqqanadlıların puplarının qaz mübadiləsində müəyyən qanunauyğunluq var və bu da ondan ibarətdir ki, pupların oksigenə tələbatı puplaşma başladıqda azalmağa, pup dövründə isə çoxalmağa doğru gedir. Lakin, pup fazasının sonunda, yetkin fərdin (imago) çıxmasından öncə, yenə oksigenə olan tələbatın azalması müşahidə olunur [4].

Üç müxtəlif şəraitdə yemlənən *S. pyri* və *B. mori* ipəkqurdlarının formalaşmış canlı pupları üzərində aparılmış ölçmələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, ilk gündən başlayaraq oksigen istehlakı ən az rəqəmə qədər düşmüşdür. Bu azalma, ipəkqurdunun axırıncı yaşının sonlarından, puplaşma dövrünün əvvəlinə qədər gedən maddələr mübadiləsi ləngiməsi ilə ifadə olunan histoliz prosesinə görə baş verir. Histolizin ardından histogenez başlanır ki, bu zaman pupun oksigenə olan tələbatı artır [9]. Şəkil 2 və Şəkil 3-də, müvafiq olaraq üç müxtəlif şəraitdə bəslənən *S. pyri* və *B. mori* ipəkqurdu puplarının istehlak etdikləri oksigenin həcmnin inkişaf günlərindən asılılığı verilmişdir.

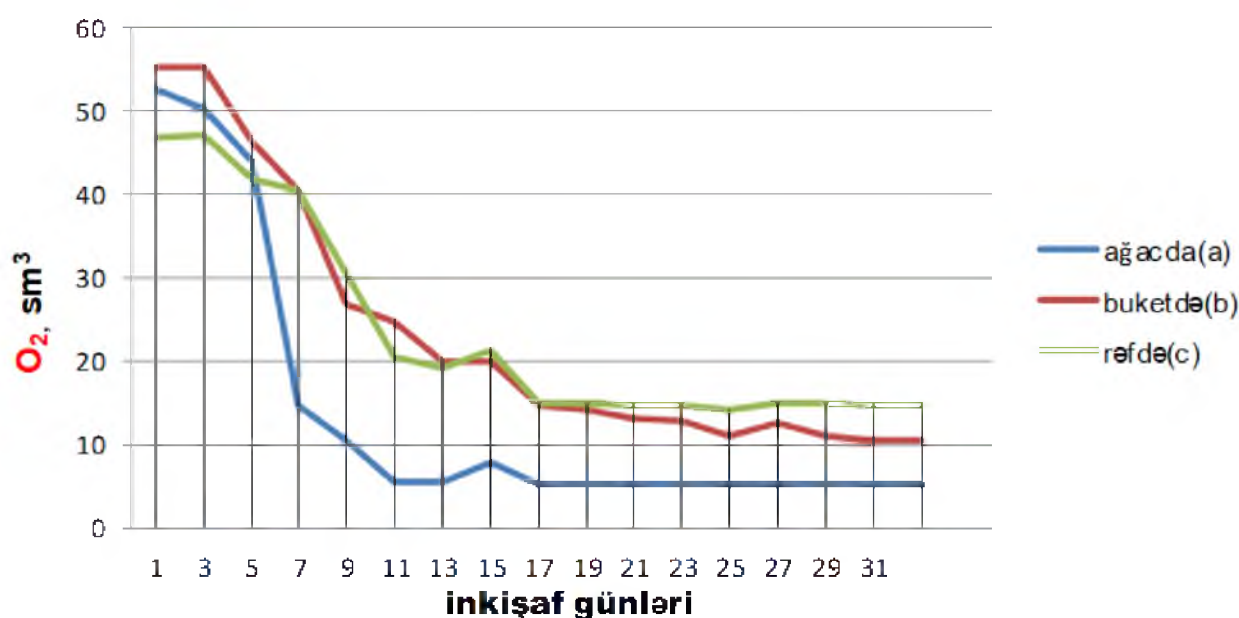
Qeyd edək ki, histogenez prosesi zamanı puplarda oksigen istehlakının artması qanunauyğunluğu, hər iki növ ipəkqurdları üçün, tətbiq olunan üsuldən (rəf, buket və ağac) asılı olmayaraq, öz əksini tapmışdır (Şəkil 2 və Şəkil 3) və pupların normal inkişaf mərhələləri pozulmamışdır.

S. pyri pupunun ikinci mərhələdə oksigen tələbatına olan artımı isə diapauzaya girdiyi üçün, Şəkil 2-də təsvir olunan zaman kəsiyi içində yer ala bilməmişdir. *S. pyri* pupları üzərində apardığımız

təcrübələr göstərdi ki, hər üç üsulla bəslənilən ipəkqurdlarından pup fazasının təxminən 13-cü gününədək kəskin azalma, 15-ci gündə cuzi artımdan sonra, 17-ci gündən başlayaraq gedişat sabit davam etmişdir (Şəkil 2a, b, c).

Cədvəl 2

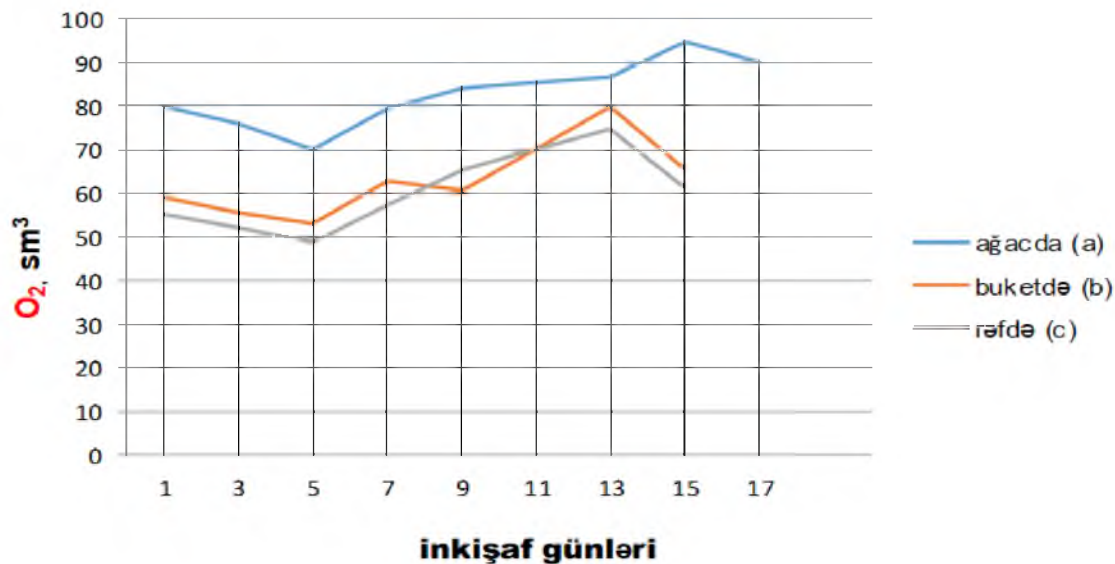
Tarix	gün	<i>B. mori</i> pupları tərəfindən 1saat müddətində sərf olunan O ₂ həcmi (sm ³)					
		5 ədəd pup üçün			Ümumi kütləsi 1000 q təşkil edən puplar üçün		
		Ağacda yetişən partiya (m=5,19q)	Buketdə yetişən partiya (m=5,75q)	Rəfdə yetişən partiya (m=8,70q)	Ağacda yetişən partiya	Buketdə yetişən partiya	Rəfdə yetişən partiya
12.06.2020	1-ci	0,42	0,34	0,48	80,00	59,08	55,50
14.06.2020	3-cü	0,39	0,32	0,44	75,80	56,25	50,75
26.06.2020	5-ci	0,48	0,38	0,53	91,90	65,90	61,9
28.06.2020	7-ci	0,46	-	-	89,07	-	-



Şəkil 2. Üç müxtəlif şəraitdə bəslənən *S. pyri* ipəkqurdu puplarının istehlak etdikləri oksigenin həcmnin 1 ay müddətində inkişaf günlərindən asılılığı

Ağacda bəslənən partiyanın pupları ən az oksigen sərf etmişlər (Şəkil 2a). Rəflərdə kəsilmiş budaqlarla yemlənən qurdların pupları ilə yarpaq buketləri ilə bəslənilən qurdların pupları, təxminən, eyni miqdarda oksigen istehlak etmişlər (Şək. 2b,c). Bu göstəricilər bir daha *S. pyri* ipəkqurdunun vəhşi olmasını və onun üçün rəflərdə, hətta, su dolu qablara qoyulmuş yarpaq buketlərində bəslənmənin ağacda bəslənmə qədər əlverişli olmadığını təsdiqləmişdir.

B. mori ipəkqurdlarının pup mərhələsi, qış diapauzasına girən *S. pyri* ipəkqurdlarının pup mərhələsindən qısa olduğu üçün, histoliz və histogeneza proseslərinin gedişatı, fərqli inkişaf günlərini əhatə etmişdir. İlk gündən, *B. mori*-nin hər üç partiyasının puplarında inkişaf günlərinin beşinci gününədək oksigen sərfiyyatında azalma, beşinci gündən başlayaraq isə kəskin artım müşahidə edilmişdir (Şəkil 3a, b, c). Ən az oksigen istehlakı rəf üsulu ilə bəslənən *B. mori* tırtıllarından alınan puplarda müşahidə olunmuşdur (Şəkil 3c).



Şəkil 3. Üç müxtəlif şəraitdə bəslənən *B. mori* ipəkqurdu puplarının istehlak etdikləri oksigenin həcmnin inkişaf günlərindən asılılığı

NƏTİCƏ

Təcrübələrdən alınmış əsas nəticə ondan ibarət olmuşdur ki, hər üç üsulla bəslənən ipəkqurdlarından pupa çevrilən və sonra qış diapauzasına girən *S. pyri* pupları arasında ən az oksigen istifadə edən ağacda bəslənən tırtılların pupları olmuşdur; rəflərdə, kəsilmiş budaqlarla yemlənən *S. pyri* ipəkqurdların pupları və yarpaq buketləri ilə bəslənilən ipəkqurdların pupları, təxminən, eyni miqdarda oksigen sərf etmişlər. Bütün bunlar onun göstəricisidir ki, *S. pyri* vəhşi ipəkqurdudur, onun üçün rəflərdə, hətta, su dolu qablara qoyulmuş yarpaq buketlərində bəslənmə, çöl şəraitində ağacda bəslənmə qədər əlverişli deyildir.

B. mori ipəkqurdu isə, minilliklərdən bəri əhilləşdirilmiş növ olduğu üçün, tut ipəkqurdu üçün ən-ənəvi olan rəf üsulu ilə bəslənilən tırtıllardan alınmış puplarda ən az oksigen istehlakı müşahidə olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Şükürova Z.Y, Şükürlü Y.H, Əzizov F.Ş, Bəkirov Q.M. “Vəhşi ipəkqurdunun yetişdirilməsi üsulu” Azərbaycan Respublikası patenti, a 2020 0031, 21 may 2021-ci il
2. Altman G.H., Diaz F., Jakuba C., Calabro T., Horan R.L., Chen J., Lu H., Richmond J., Kaplan D.L. (2003) Silk-based biomaterials / Biomaterials, volume 24, No 4 pp. 401–416. doi: 10.1016/s0142-9612(02)00353-8
3. Chitrangada A., Sudip K.Gh., Kundu S.C. (2008) Silk fibroin film from non-mulberry tropical tasar silkworms: A novel substrate for in vitro fibroblast culture
4. Hans J, (1976) Braune Effects of Temperature on the Rates of Oxygen Consumption during Morphogenesis and Diapause in the Egg Stage of *Leptopterna dolabrata* (Heteroptera, Miridae) Oecologia, Vol. 25, No. 1 pp. 77-87, Published By: Springer
5. Halsey, L.G.; Shepard, E.L.; Quintana, C.F.; Gomez Laich, A.; Green, J.A.; Wilson, R.P. (2009) The relationship between oxygen consumption and body acceleration in a range of species, Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol., 152(2), 197-202
6. Klimiashvili-Nutsibidze K.Z. (1952) Influence of feeding conditions on ecological – physiological and economically useful signs in oak silkworm. Dissertation: Tbilisi State University named after Stalin, 142 p (in Russian)

7. Malay, A.D. et al. (2016) Relationships between physical properties and sequence in silkworm silks. *Sci. Rep.* 6, 27573; doi: 10.1038/srep27573
8. Markina, T.Yu., Zlotin, A.Z., (2009) Homeostasis of artifical population of insects: Maintenance mechanisms and Control possibility. *Biological Bulletin of Kharkiv National Agricultural University*, vol. 3 (18), p. 20-27
9. Sami M.K., Gotthard K., Lehmann Ph., (2019) Developmental plasticity in metabolism but not in energy reserve accumulation in a seasonally polyphenic butterfly, *The Journal of Experimental Biology* doi: 10.1242/jeb.202150
10. Shukurlu, Y.H., Aliyev Kh.A., Shukurova Z.Y., (2021) The possibility and prospect of breeding wild silkworm of the Giant Peacock moth (*Saturnia pyri*, Denis & Schiffermüller, 1775), as a new branch of sericulture in Azerbaijan, *Journal of Life Sciences & Biomedicine*, vol. 3(76), No 1, p. 24-31