JOAVM
Journal of
Alternative Veterinary Medicine
joavm.kazerun.iau.ir

مقاله مروری

Islamic Azad University
Kazerun Branch
Fars, Iran

مگس سرباز سیاه به عنوان پروتئین جایگزین: نگرشی نو در صنعت طیور

غلامحسین حبیبی*

گروه علوم بالینی، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۸ اصلاح نهایی: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۹

چکیده

پروتئین ها یکی از درشت مولکولهای مهم تشکیل دهنده ی هستی هستند. پروتئین ها در ساختار و عملکرد سلولها نقش مهمی دارند. علاوه بر آن، پروتئین ها در تأمین نیتروژن و انجام فعالیتهای متابولیک در جانداران نقش به سزایی دارند. امروزه جمعیت جهان رو به افزایش است. پیش بینی شده که تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان از ۱۰ میلیارد نفر فراتر خواهد رفت. این افزایش جمعیت، افزایش نیاز به غذا را به همراه خواهد داشت. پروتئین ها، به عنوان پرهزینه ترین ماده ی اولیه در فرمولاسیون های غذایی، بخش مهمی از منابع تغذیه ای را به خود اختصاص می دهند؛ پس نیاز به پروتئین نیز به صورت روزافزون در حال افزایش است. محدودیت بودجه در کنار افزایش نیاز به تولید، اهمیت استفاده از منابع جدید تأمین پروتئین در صنایع دام و طیور را مطرح می کند. منابع پروتئینی حاصل از روش های جایگزین باید حاوی ترکیب آمینواسیدی مناسب باشند به گونه ای که بتوانند به میزان کافی آمینواسیدهای ضروری را تأمین کنند. همچنین، این روشها باید با کمترین هزینه ی تولید و کمترین میزان تخریب منابع محیطی همراه باشند. تاکنون منابع مختلفی جهت تولید پروتئین مورد بررسی قرار گرفته اند. از جمله ی این موارد می توان به باکتری ها، حشرات، جلبک ها، مخمرها و قارچ ها اشاره کرد که هر کدام مزایا و معایب مخصوص به خود را دارند. امروزه استفاده از مگس سرباز سیاه، به عنوان یکی از حشراتی که درصد مناسبی از وزن آن را پروتئین تشکیل می دهد مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. در این مقاله، به مزایا و معایب استفاده از مگس سرباز سیاه به عنوان منبع جایگزین پروتئین در صنعت طیور خواهیم پرداخت.

واژه های کلیدی: *مگس سرباز سیاه، پروتئین جایگزین، چرخه زندگی، پروتئین، اسید چرب*

غلامحسین حبیبی. مگس سرباز سیاه به عنوان پروتئین جایگزین: نگرشی نو در صنعت طیور. مجله طب دامپزشکی جایگزین. ۱۴۰۲؛ ۶(۱۷): ۱۰۴۰-۱۰۵۱.

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

* نویسنده مسئول: گروه علوم بالینی، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران.
Orcid: https://orcid.org/ 0000-0002-9239-1277 ، Email: habibigh42@yahoo.com

مقدمه

پروتئین ها جزو چهار درشت مولکول تشکیل دهنده ی هستی هستند (Molnar & Gair, 2015). ریشه ی کلمه ی پروتئین واژه ی یونانی "proteios" به معنای "نخستین" می باشد که اشاره به نقش مهم و بنیادی پروتئین در بافتهای انسان و حیوانات دارد. آمینواسیدها اجزای تشکیل دهنده ی پروتئین ها هستند. حدود ۲۰ آمینواسید مختلف در ساختار پروتئین ها به کار می رود. جهت ساخت پروتئین، آمینواسیدها با پیوند پپتیدی به یکدیگر متصل می شوند (Wu, 2016). پروتئین ها علاوه بر تأمین نیتروژن در جانداران در ساختار و عملکرد سلولها و فعالیتهای متابولیک نیز نقش مهمی دارند (Bratosin *et al.,* 2021). آمینواسیدها به دو دسته ی ضروری و غیرضروری تقسیم می شوند (Lopez & Mohiuddin, 2023). آمینواسیدهای غیرضروری توسط بدن تولید می شوند؛ درحالیکه بدن توانایی ساخت آمینواسیدهای ضروری را ندارد و این آمینواسیدها باید بوسیله ی غذا دریافت شوند (Litwack, 2017; Lopez and Mohiuddin 2023). حدود ۴۵٪، ۲۵٪ و ۳۵٪ از گوشت، شیر ودانه ی سویا را پروتئین تشکیل می دهد (Ghasemi *et al.,* 2011). ارزش غذایی پروتئین ها توسط ترکیب آمینواسیدی (به خصوص درصد و نوع آمینواسیدهای ضروری)، میزان هضم آن در بدن و توانایی بدن در استفاده از آمینواسیدهای آن برای ساخت پروتئین جدید مشخص می شود (Henry & Kon 1958; Ritala *et al.,* 2017). پروتئین پرهزینه ترین ماده ی اولیه در فرمولاسیون های غذایی است ویکی از دلایل افزایش چشمگیر این هزینه طی سالهای اخیر، بازده ناکافی روش های سنتی تولید پروتئین و رقابت زیاد انسانها و حیوانات در مصرف آنها است. پیش بینی شده که تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان فراتر از ۱۰ میلیارد نفر خواهد رفت. همچنین، به نظر می رسد که میزان مصرف گوشت مرغ از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰، ۱۷۳٪ افزایش خواهد یافت (Lu *et al.,* 2022). این افزایش نیاز به پروتئین، اهمیت استفاده از منابع جدید پروتئین را در کنار تلاش جهت بهینه سازی تولید حیوانات نشان می دهد. ایجاد پروتئین هایی با ترکیب آمینواسیدی بهینه روش مفیدی برای تامین غذای سالم تر برای انسانها و حیوانات است (Ritala *et al.,* 2017).

پروتئین های جایگزین

مفهوم واژه

هم اکنون منابع غیر معمول جهت ایجاد راه های کارامدتر و پربازده تر برای تولید پروتئین در حال بررسی هستند. این منابع جدید، با نام "پروتئین های جایگزین" مشخص می شوند. البته، در مناطق مختلف جهان ممکن است مفاهیم متفاوتی از این واژه برداشت شود. به گونه ای که در مناطقی از آفریقا، بر خلاف اروپا، اکثریت پروتئین موردنیاز از منابع گیاهی (و نه جانوری) تامین می شود؛ پس واژه ی "پروتئین های جایگزین" در اروپا و آفریقا به مفاهیم متفاوتی اشاره می کند . به همین دلیل، بهتر است در آینده واژه ی دیگری جایگزین آن شود تا در همه ی موارد یک مفهوم واحد را برساند (Grossmann & Weiss, 2021).

منابع پروتئین های جایگزین

"پروتئین های تک سلولی" (Single cell protein) یکی از این منابع هستند . این منابع میکروارگانیسم هایی هستند که جهت تولید پروتئین مورد استفاده قرار می گیرند. باکتری ها، مخمرها و جلبک ها جزء این دسته از پروتئین های جایگزین ها قرار می گیرند. ۵۰ تا ۸۰ درصد ازوزن خشک باکتری ها،

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

۴۵ تا ۶۵ درصد از وزن خشک مخمرها و ۴۵ تا ۷۳ درصد از وزن حشک جلبک ها از پروتئین تشکیل شده است (Nasseri *et al.,* 2011, Matos 2019).

دانه ی گیاهان غلافدار مانند دانه ی سویا و نخودفرنگی نیز جزء پروتئین های جایگزین به شمار می روند (Quintieri *et al.,* 2023). ۱۷ تا ۳۰٪ از وزن خشک آنها از پروتئین تشکیل شده است (Goldstein and Reifen 2022).

قارچ های خوراکی مانند *Agaricus bisporus* و*Lentinula edodes* نیز بعنوان پروتئین های جایگزین مورد مطالعه قرار گرفته اند (Quintieri *et al.,* 2023). بسته به گونه ی قارچ ها ۱۹ تا ۴۵ درصد از وزن خشک قارچ ها از پروتئین تشکیل شده است Quintieri *et al.,* 2023).

حشرات را نیز از دیرباز به عنوان جایگزینهای مناسب جهت تولید پروتئین در نظر گرفته اند. ۴۰ تا ۶۰٪ از وزن خشک آنها را پروتئین ها تشکیل می دهند . اعضای راسته های مختلف حشرات از جمله Megadrilacea، Orthoptera ، Diptera، Lepidoptera و Coleoptera جهت تولید پروتئین مورد بررسی قرار گرفته اند (Khan, 2018).

ویژگی های مورد نیاز پروتئین های جایگزین

جایگزین های پروتئین باید سرعت تولید مثل بالاتری داشته باشند. مثلا سرعت رشد باکتری ها از مخمرها بیشتر است. ویژگی دیگری که بر هزینه و اثربخشی تولید اثر می گذارد سایز ارگانیسم می باشد؛ به گونه ای که هر چه سایز آن کوچکتر باشد هزینه ی تولید بیشتر می شود (Nasseri *et al.,* 2011). در صورت استفاده از گیاهان گیاه مورد استفاده باید از گیاهانی استفاده شود که کشت آنها راحت انجام گیرد (Quintieri *et al.,* 2023). ترکیب آمینواسیدی پروتئین ها باید مناسب باشد (از نظر محتوای اسیدآمینه های ضروری) و همچنین جذب آمینواسیدهای حاصل از آنها در لوله ی گوارش باید زیاد باشد (Gorissen *et al.,* 2018, Quintieri *et al.,* 2023). در بعضی از موارد (مثلا در باکتری ها) منابع تولید پروتئین مواد دیگری نیز می سازند که برای مصارف حیوانی و انسانی مضرهستند. در این موارد نیاز به خالص سازی مواد پروتئینی و جداسازی مواد ناخواسته لازم است (Nasseri *et al.,* 2011). مثلا در گیاه grass pea موادی به نام neuroexcitatory β-N-oxalyl-l-α, β-diaminopropionic acid (β-ODAP) یافت شد که در انسان موجب نورودژنراسیون می شوند. در قارچ ها نیز توکسین های قارچی وجود دارند که نیاز به جداسازی دارند. روشهای جداسازی مختلفی برای جدا کردن اینگونه مواد مضر وجود دارد. به طور مثال دیده شد که حرارت میزان β-ODAP را کاهش می داد. همچنین دیده شد که با اضافه کردن ژن *Ery4 laccase* با استفاده از مهندسی ژنتیک، بیان این آنزیم (که خاصیت آنتی اکسیدانی نیز دارد) موجب کاهش توکسین های قارچی می شد (Quintieri *et al.,* 2023). همچنین تولید این مواد باید کمترین اثر مخرب را بر محیط زیست داشته باشد (Khan, 2018). دیده شده که حشرات از این نظر بسیار مناسب هستند؛ زیرا تولید گازهای گلخانه ای، تخریب جنگل و مصرف زیاد آب در تولید حشرات مطرح نمی باشد (Khan 2018, Queiroz *et al.,* 2023).

استفاده از مگس سرباز سیاه

Hermetia illucens حشره ای ساپروفیت از راسته ی Diptera است که مگس سرباز سیاه (Black soldier fly) نامیده می شود که لارو آن

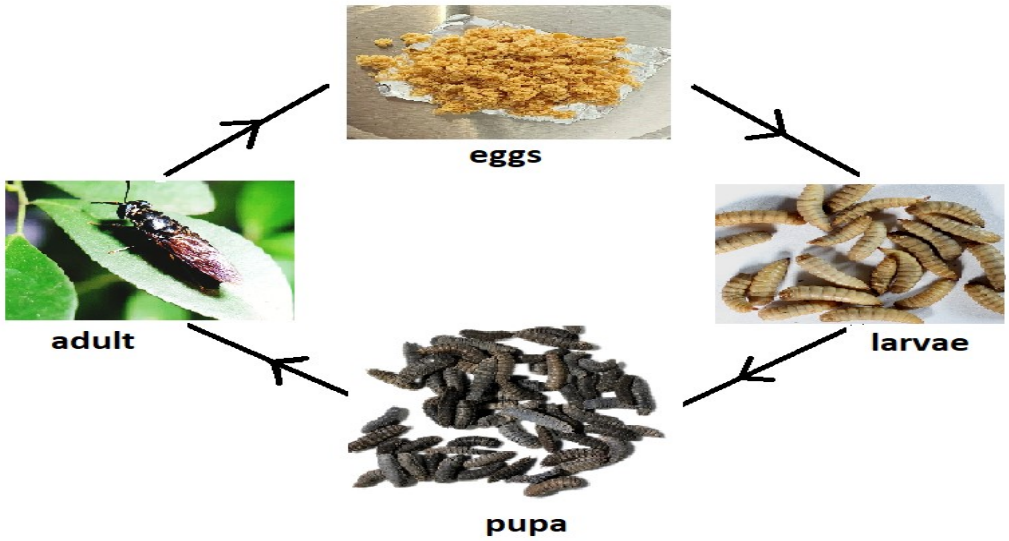
[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]
[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

(Black soldier fly larvae, BSFL) در تغذیه ی طیور کاربرد دارد (Lu *et al.*, 2022).

چرخه ی زندگی و تغذیه

به طور کلی چرخه ی زندگی مگس سیاه از چهار مرحله ی تخم (۲ تا ۴ روز)، لارو (۱۸ روز) شفیره (۱۴ روز) و مگس بالغ (۹ روز) تشکیل شده است (شکل۱) (Cannella *et al.*, 2016, Liu *et al.*, 2017, Müller *et al.*, 2017). مگس ماده در اطراف لبه ی (و نه بر روی) مواد غذایی مناسب لاروها تخم گذاری می کند (Liu *et al.*, 2017). فعالیت تغذیه ای این مگس فقط در مرحله ی لاروی انجام می گیرد (Müller *et al.*, 2017). این مگس از ضایعات آلی تغذیه می کند (Isibika *et al.*, 2023). درصد آب ضایعات آلی نباید کمتر از ۷۰٪ باشد. برخلاف لارو، مگس بالغ فقط آب مصرف می کند (Wang & Shelomi, 2017).

این حشرات در مکان های معتدل تا حاره ای فعالیت مناسبی دارند (Lu *et al.*, 2022). دمای مناسب جهت رشد و تکثیر آنها ۲۵ تا ۳۰ درجه ی سانتیگراد است و دیده شده که بقای آنها در دمای ۳۶ درجه ی سانتیگراد به شدت کاهش می یابد (Wang & Shelomi 2017, Lu *et al.*, 2022). این حشرات همچنین در مناطق سردسیر توانایی رشد ندارند (Lu *et al.*, 2022).



شکل ۱. چرخه ی زندگی مگس سرباز سیاه

مزایای استفاده از BSFL

از مزایای استفاده از این حشرات این است که چرخه ی زندگی آنها کوتاه است وآنها تمایلی به غذاهای تازه و بدن انسان ندارند نیش نمی زنند و ناقل بیماری نیستند (Wang & Shelomi, 2017, Lu *et al.*, 2022, Shah *et al.*, 2022). پرورش آنها در مقایسه با حیوانات به آب و فضای کمتری نیاز دارد و آنها گازهای گلخانه ای کمتری نسبت به محصولات حیوانی تولید می کنند (Wang & Shelomi, 2017). هر حشره تعداد زیادی تخم (۱۰۰۰-۵۰۰) در هنگام تخم گذاری تولید می کند (Müller *et al.*, 2017). استفاده ی آنها از پسماند موجب تبدیل پسماندهای آلی به

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]
[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

زیست توده ی حشره می شود (Wang & Shelomi, 2017). در نتیجه امکان ایجاد ضریب تبدیل غذایی مطلوب در عین پرورش لارو با خوراک کم کیفیت وجود دارد (Shah *et al.*, 2022). همچنین پس از استفاده ی لاروها از پسماندها دیده شد که بار میکروبی بسترها کاهش یافت؛ به گونه ای که کمپوست های فرآوری شده غلظت کمتری از باکتریوفاژها و باکتری هایی مانند سالمونلا انتریتیدیس و انتروکوکوس کلی را نشان می دادند (Wang & Shelomi, 2017). استفاده ی این حشره از این پسماندها در حفظ اکوسیستم ها نیز کمک می کند. این مگس ها توانایی تولید انواعی از پپتیدهای با خاصیت ضد میکروبی نیز دارند که با توجه به افزایش روزافزون سویه های باکتری مقاوم به آنتی بیوتیک می توانند جهت مقابله با باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک مؤثر باشند (Shah *et al.*, 2022).

مطالعات مختلف درصد پروتئین این حشره را ۳۱/۷ تا ۴۷/۶٪ وزن خشک آن بدست آوردند. همچنین درصد چربی بدن این حشرات بین ۱۱/۸ تا ۳۴/۳٪ وزن خشک حشره بدست آمد (Wang & Shelomi, 2017). وزن خالص پروتئین در آنها (۶۵۵-۲۱۵) ۴۱۴/۷ گرم در هر کیلوگرم (g/kg) از BSFL بود که این میزان از وزن پروتئین کنجاله ی سویا (۴۹۴/۴ g/kg) و پودر ماهی (۶۷۵/۳ g/kg) کمتر بود. میزان چربی g/kg (۵۱۵/۳-۲۹۴) ۳۵۳/۲ بدست آمد که از میزان چربی کنجاله ی سویا (۱۴ g/kg) و پودر ماهی (g/kg ۱۰۳/۶) بسیار بیشتر بود. پس از جداسازی چربی، وزن چربی آن به ۶۹/۲ g/kg رسید که همچنان از میزان چربی کنجاله ی سویا بیشتر بود. میزان فیبر موجود در آن g/kg (۲۱۳-۴۱) ۹۵/۴ بدست آمد (جدول ۱). درحالیکه کنجاله ی سویا و پودر ماهی به ترتیب حاوی ۷۴/۳ g/kg و ۲/۶ فیبر بودند. میزان کیتین نیز g/kg (۷۲/۱-۳۸/۷) ۶۱/۷ بود (Lu, *et al.*, 2022).

	پودر ماهی	کنجاله ی سویا	BSFL	پس از جداسازی چربی BSFL
پروتئین (g/kg)	۶۷۵/۳	۴۹۴/۴	۴۳۹-۲۷۵/۴	۶۵۵-۲۱۶
چربی (g/kg)	۱۰۳/۶	۱۴	۳۵۳/۲ (۵۱۵/۳-۲۹۴)	۶۹/۲
فیبر (g/kg)	۲/۶	۷۴/۳	۲۱۳-۴۱	۷۴-۷۰
	Council 2012; Lu *et al.*, 2022	Council 2012; Lu et al., 2022	Spranghers *et al.*, 2017; Onsongo *et al.*, 2018; Shumo *et al.*, 2019; Rawski *et al.*, 2020; Yildirim-Aksoy *et al.*, 2020; de Souza Vilela *et al.*, 2021; Tyshko *et al.*, 2021, Lu *et al.*, 2022	Schiavone *et al.*, 2017; Tyshko *et al.*, 2021; Lu *et al.*, 2022

جدول ۱. مقایسه ی میزان پروتئین و چربی در BSFL با کنجاله ی سویا و پودر ماهی.

ترکیب آمینواسیدها

پروفایل آمینواسیدی BSFL در جدول ۲ با کنجاله ی سویا و پودر ماهی مقایسه شده است . از میان آمینواسیدهای ضروری، لوسین، لیزین و والین میزان بیشتری نسبت به سایر آمینواسیدها داشتند و همچنین نسبت به پودر ماهی و کنجاله ی سویا میزان بیشتری از این آمینواسیدها را دارا بودند . کمترین میزان

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]
[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

آمینواسید در آنها را متیونین و تریپتوفان تشکیل می دادند کـه میزان آنها قابل مقایسه با کنجاله ی سویا بود . میزان هیستیدین و ایزولوسین بیشـتر از میـزان آن در پـودر مـاهی و کنجالـه ی سویا بود. میزان فنیل آلانین و ترئونین در آن مشابه پودر ماهی و کنجاله ی سویا بود و میـزان هیسـتیدین و آرژینـین کمتـر از پودر ماهی و کنجاله ی سویا بود.

پودر ماهی	کنجاله ی سویا	BSFL	BSFL پس از جداسازی چربی	نام آمینواسید	
۴۱	۳۵/۷	۳۳ (۱۸/۷–۶۲)	۲۰/۷	آرژینین	آمینواسیدهای ضروری
۱۵/۴	۱۴/۲	۲۱/۸ (۹/۸–۴۸)	۱۶/۳	هیستیدین	
۲۷/۳	۲۲/۱	۲۸/۶ (۱۷/۷–۴۸)	۲۴	ایزولوسین	
۴۷/۷	۳۸/۶	۴۵/۸ (۲۷/۸–۷۸/۳)	۳۶/۷	لوسین	
۴۸/۷	۳۱/۱	۴۱ (۲۳–۷۴)	۲۵/۲	لیزین	
۱۸/۵	۶/۸	۹/۲ (۶–۲۱)	۸/۵۶	متیونین	
۲۶/۴	۲۵/۵	۳۴/۹ (۱۶/۴–۷۷/۶)	۲۱/۸	فنیل آلانین	
۲۷/۵	۱۹/۸	۲۷/۵ (۱۶/۲–۴۵)	۲۱/۸	ترئونین	
۶/۷	۶/۶	۲/۸ (۰–۶/۳)	–	تریپتوفان	
۳۲/۷	۲۱/۷	۴۰/۹ (۲۵–۶۷/۹)	۳۴/۵	والین	
۴۱/۹	۲۱/۶	۳۷/۳ (۲۵/۶–۸۲/۱)	۴۳/۷	آلانین	آمینواسیدهای غیر ضروری
۵۷/۷	۵۵	۵۶ (۳۵/۶–۱۰۳)	۴۸/۸	آسپارتیک اسید	
۶/۵	۷/۷	۴/۲ (۲/۲–۷/۶)	۰/۲	سیستئین	
۵۰/۳	۲۱/۳	۳۶/۱ (۲۴/۶–۶۱/۵)	۳۰/۳	گلیسین	
۸۴/۱	۸۸/۶	۶۰/۵ (۳۸/۴–۱۳۱)	۶۳/۷	گلوتامیک اسید	
۳۰/۸	۲۷/۴	۳۳/۴ (۲۳/۱–۶۶/۸)	۳۲/۷	پرولین	
۲۵/۹	۲۴/۱	۲۶/۲ (۱۵/۲–۴۸/۸)	۲۶/۸	سرین	
۲۰/۱	۱۵/۵	۳۰ (۲۶/۵–۶۷/۱)	۳۴/۱	تیروزین	
Council, 2012	Council, 2012	Müller *et al.,* 2017; Spranghers *et al.,* 2017; Onsongo *et al.,* 2018; Rawski *et al.,* 2020; Romano *et al.,* 2021; Shah *et al.,* 2022	Schiavone *et al.,* 2017	–	منابع

جدول ۲: مقایسه ی میزان هر آمینواسید (g/kg) در BSFL با کنجاله ی سویا و پودر ماهی.

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

پروفایل اسیدهای چرب

دیده شده که بدلیل چربی های اشباع زیاد در BSFL، استفاده از آنها موجب افزایش اسید چرب های اشباع و mono-unsaturated (که مضر هستند) می شود؛ به علاوه اسیدهای چرب poly-unsaturated که مفید هستند را کاهش می دهند (Wang & Shelomi, 2017; Cullere *et al.,* 2018; Moula *et al.,* 2018; Cullere *et al.,* 2019; Gariglio *et al.,* 2021). بیشترین میزان چربی موجود در ساختار BSFL را اسید لوریک تشکیل می دهد (Lu *et al.,* 2022). این مشکل تا حدودی در لارو beetle نیز وجود دارد؛ زیرا لارو آنها نیزدارای میزان قابل توجهی اسید چرب mono-unsaturated است. اما بعضی از حشرات مانند adult cricket و mealworm میزان بسیار بیشتری از اسیدهای چرب poly-unsaturated (که مفید هستند) را نسبت به BSFL در ساختار خود دارند. یکی از راه حل های تغییر پروفایل اسیدهای چرب BSFL تغییر ترکیب چربی مواد غذایی مورد استفاده ی آنهاست (Wang & Shelomi, 2017).

نوع اسید چرب	BSFL
Lauric acid	۵۷۵-۷۵
Myristic acid	۹۸/۷-۲۳
Palmitic acid	۱۹۲-۱۰/۳
Stearic acid	۶۹-۹/۸
Oleic acid	۲۶۶-۷۹/۷
Palmitoleic acid	۱۹۲-۱۰/۳
Linoleic acid	۳۱۴-۳۸
Linolenic acid	۳۶-۹/۸
Saturated fatty acid	۷۸۲/۹-۳۶۲
Mono-unsaturated fatty acid	۲۸۷-۸۵/۵
n-6 poly-unsaturated fatty acid	۳۱۴-۸۰
n-3 poly-unsaturated fatty acid	۳۶-۹/۸
منابع	Spranghers *et al.,* 2017; Rabani *et al.,* 2019; Ewald *et al.,* 2020; Rawski *et al.,* 2020; Daszkiewicz *et al.,* 2022, Lu *et al.,* 2022; Nayohan *et al.,* 2022

جدول ۳. مقایسه ی میزان و انواع اسیدهای چرب در BSFL با کنجاله ی سویا و پودر ماهی (g/kg در وزن خشک)

مواد معدنی BSFL

یکی از مزیتهای این حشره این است که میزان کلسیم موجود در این حشره نسبت به میزان کلسیم پودر ماهی و سایر حشرات بیشتر است (Wang & Shelomi, 2017). همچنین مصرف این حشره میزان مناسبی از مس، منیزیوم، منگنز، فسفر، پتاسیم و روی را تأمین می کند. این حشره می تواند جیوه، مولیبدنیوم و باریوم (که برای جانداران مضرند) را نیز در بافتهای بدن خود انباشته کند و بدین ترتیب برای

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]
[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

جاندارانی که از آنها تغذیه می کنند مشکل ساز شود (Lu *et al.*, 2022).

اثرات استفاده از BSFL در تغذیه ی طیور

مطالعات مختلفی اثرات استفاده از مقادیر مختلف BSFL را در رشد طیور مورد بررسی قرار داده اند (Lu *et al.*, 2022). با مقایسه ی مطالعات انجام شده به نظر می رسد در صورتیکه BSFL، ۱۰٪ از رژیم غذایی را تشکیل دهد، موجب بهبود رشد طیور می شود (Dabbou *et al.*, 2018; Onsongo *et al.*, 2018).

از آنجایی که ایمونوگلوبولین های در گردش در طیور مصرف کننده ی BSFL افزایش می یابد، مصرف آن در طیور ایمنی را بهبود می بخشد (Abd El-Hack *et al.*, 2020). همچنین این حشرات دارای خواص آنتی اکسیدانی نیز هستند (Gariglio *et al.*, 2019).

مشکلات استفاده از BSFL

جهت استفاده از BSFL به عنوان منبع غذایی، پذیرش مصرف حشرات توسط مصرف کنندگان یکی از موارد پراهمیت است (Lu *et al.*, 2022). از دیگر مسائل مشکل ساز در تولید انبوه این حشرات قوانین سخت گیرانه ی اروپا است که استفاده از حشرات بعنوان غذای حیوانات را منع می کند (Rehman *et al.*, 2023). برای تولید این حشرات باید ترجیحا از منابع غذایی غیر حیوانی برای تغذیه ی آنها استفاده شود. همچنین باید از اینکه این حشرات ناقل هیچگونه بیماری انسانی حیوانی و گیاهی نباشند نیز اطمینان حاصل کرد (Lu *et al.*, 2022).

نتیجه گیری

با توجه به محتوای پروتئینی غنی BSFL، استفاده از آن به عنوان خوراک دام و طیور در آینده در ابعاد گسترده قابل انتظار است (Lu *et al.*, 2022). به علاوه، خواص آن به عنوان آنتی اکسیدان و بهبود دهنده ی ایمنی نیز جهت مصارف آینده نیازمند تحقیقات بیشتر است. انجام تحقیقات بیشتر جهت بهبود پروفایل اسیدهای چرب این حشرات نیز لازمه ی گسترش مصرف آنهاست. به منظور رسیدن به حداکثر کارایی، بایستی فرمولاسیون جیره های حاوی BSFL در آزمایشات بالینی مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به کاستی های اطلاعات کنونی، پژوهشهای بیشتری جهت مشخص نمودن تمام ابعاد پرورش و مصرف این حشرات بعنوان منبع غذایی جایگزین مورد نیاز است.

References

Abd El-Hack ME., Shafi ME., Alghamdi WY., Abdelnour SA., Shehata AM., Noreldin A.E., et al. Black soldier fly (hermetia illucens) meal as a promising feed ingredient for poultry: a comprehensive review. Agriculture, 2020; 10: 339.

Bratosin BC., Darjan S. and Vodnar DC. Single Cell Protein: A potential substitute in human and animal nutrition. Sustainability, 2021; 13: 9284.

Cannella L., Ferrarezi R., Nassef ARA., and Bailey DS. Bailey. Alternative sources of food for aquaponics in the us virgin islands: a case study with black soldier flies. Agricult Exp Station, 2016; 34-39.

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

Council NR. Nutrient requirements of swine. 11nd ed., Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

Cullere M., Schiavone A., Dabbou S., Gasco L. and Dalle Zotte A. Meat Quality and Sensory Traits of Finisher Broiler Chickens Fed with Black Soldier Fly (Hermetia Illucens L.) Larvae Fat as Alternative Fat Source. Animals, 2019; 9(4):140.

Cullere M., Tasoniero G., Giaccone V., Acuti G., Marangon A. and Dalle Zotte A. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits. Animal, 2018; 12(3): 640-647.

Dabbou S., Gai F., Biasato I., Capucchio MT., Biasibetti E., Dezzutto D., et al. Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: Effects on growth performance, blood traits, gut morphology and histological features. J Anim Sci Biotechnol, 2018; 9: 9: 49.

Daszkiewicz T., Murawska D., Kubiak D. and Han J. Chemical Composition and Fatty Acid Profile of the Pectoralis major Muscle in Broiler Chickens Fed Diets with Full-Fat Black Soldier Fly (Hermetia illucens) Larvae Meal. Animals (Basel), 2022; 12(4): 464.

de Souza Vilela J., Alvarenga TIRC., Andrew NR., McPhee M., Kolakshyapati M., Hopkins DL., et al. Technological quality, amino acid and fatty acid profile of broiler meat enhanced by dietary inclusion of black soldier fly larvae. Foods, 2021; 10(2): 297.

Ewald N., Vidakovic A., Langeland M., Kiessling A., Sampels S. and Lalander C. Fatty acid composition of black soldier fly larvae (Hermetia illucens) - Possibilities and limitations for modification through diet. Waste Manag, 2020; 102: 40-47.

Gariglio M., Dabbou S., Crispo M., Biasato I., Gai F., Gasco L., et al. Effects of the dietary inclusion of partially defatted black soldier fly (hermetia illucens) meal on the blood chemistry and tissue (spleen, liver, thymus, and bursa of fabricius) histology of muscovy ducks (cairina moschata domestica). Animals (Basel), 2019; 9(6): 307.

Gariglio M., Dabbou S., Gai F., Trocino A., Xiccato G., Holodova M., et al. Black soldier fly larva in Muscovy duck diets: effects on duck growth, carcass property, and meat quality. Poult Sci, 2021; 100(9): 101303.

Ghasemi Y., Rasoul-Amini S. and Morowvat MH. Algae for the production of SCP. Bioprocess Sciences and Technology: Nova Science Publishers, Inc: 2011; 163-184.

Goldstein N. and Reifen R. The potential of legume-derived proteins in the food industry. Grain Oil Sci. Technol, 2022; 5(4): 167-178.

Gorissen SHM., Crombag JJR., Senden JMG., Waterval WAH., Bierau J., Verdijk LB., et al. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. Amino Acids, 2018; 50(12): 1685-1695.

Grossmann L. and Weiss J. Alternative protein sources as technofunctional food ingredients. Annu Rev Food Sci Technol, 2021; 12: 93-117.

Henry KM. and Kon S. The nutritive value of proteins: general considerations. Proc Nutr Soc, 1958; 17(1): 78-85.

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

Isibika A., Simha P., Vinnerås B., Zurbrügg C., Kibazohi O., Lalander C. Food industry waste-An opportunity for black soldier fly larvae protein production in Tanzania. Sci Total Environ, 2023; 858: 159985.

Khan SH. Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry nutrition. J Appl Anim Res, 2018; 46(1): 1144-1157.

Litwack G. Human biochemistry. 1nd ed., Academic Press, 2017.

Liu X., Chen X., Wang H., Yang Q., Ur Rehman K., Li W., et al. Dynamic changes of nutrient composition throughout the entire life cycle of black soldier fly. PLoS One, 2017; 12(8): e0182601.

Lopez MJ. and Mohiuddin SS. Biochemistry, essential amino acids. [Updated 2023 Mar 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-.

Lu S., Taethaisong N., Meethip W., Surakhunthod J., Sinpru B., Sroichak T., et al. Nutritional composition of black soldier fly larvae (hermetia illucens l.) and its potential uses as alternative protein sources in animal diets: a review. Insects, 2022 ; 13(9): 831.

Matos ÂP. Microalgae as a potential source of proteins. Proteins: sustainable source, processing and applications, Elsevier, 2019; 63-96.

Molnar C. and Gair J. Concepts of biology. 1nd Canadian edition., BCcampus: Victoria, BC, Canada, 2015.

Moula N., Scippo ML., Douny C., Degand G., Dawans E., Cabaraux JF., et al. Performances of local poultry breed fed black soldier fly larvae reared on horse manure. Anim Nutr, 2018; 4(1): 73-78.

Müller A., Wolf D. and Gutzeit HO. The black soldier fly, Hermetia illucens - a promising source for sustainable production of proteins, lipids and bioactive substances. Z Naturforsch C J Biosci, 2017; 72(9-10): 351-363.

Nasseri A., Rasoul-Amini S., Morowvat MH. and Ghasemi Y. Single cell protein: production and process. Am J Food Technol, 2011; 6: 103-116.

Nayohan S., Susanto I., Permata D., Tri Pangesti R., Rahmadani M. and Jayanegara A. Effect of dietary inclusion of black soldier fly larvae (Hermetia illucens) on broiler performance: A meta-analysis. E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 2022.

Onsongo VO., Osuga IM., Gachuiri CK., Wachira AM., Miano DM., Tanga CM., et al. Insects for Income Generation Through Animal Feed: Effect of Dietary Replacement of Soybean and Fish Meal With Black Soldier Fly Meal on Broiler Growth and Economic Performance. J Econ Entomol, 2018; 111(4): 1966-1973.

Queiroz LS., Nogueira Silva NF., Jessen F., Mohammadifar MA., Stephani R., Fernandes de Carvalho A., et al. Edible insect as an alternative protein source: a review on the chemistry and functionalities of proteins under different processing methods. Heliyon, 2023; 9(4): e14831.

Quintieri L., Nitride C., De Angelis E., Lamonaca A., Pilolli R., Russo F., et al. Alternative protein sources and novel foods: benefits, food applications and safety issues. Nutrients. 2023; 15(6): 1509.

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]
[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

Rabani V., Cheatsazan H. and Davani S. Proteomics and lipidomics of black soldier fly (diptera: stratiomyidae) and blow fly (diptera: calliphoridae) larvae. J Insect Sci, 2019; 19(3): 29.

Rawski M., Mazurkiewicz J., Kierończyk B. and Józefiak D. Black Soldier fly full-fat larvae meal as an alternative to fish meal and fish oil in siberian sturgeon nutrition: the effects on physical properties of the feed, animal growth performance, and feed acceptance and utilization. Animals (Basel), 2020; 10(11): 2119.

Rehman KU., Hollah C., Wiesotzki K., Rehman RU., Rehman AU., Zhang J., et al. Black soldier fly, Hermetia illucens as a potential innovative and environmentally friendly tool for organic waste management: A mini-review. Waste Manag Res, 2023; 41(1): 81-97.

Ritala A., Häkkinen ST., Toivari M. and Wiebe MG. Single cell protein-state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001-2016. Front Microbiol, 2017; 8: 2009.

Romano N., Fischer H., Kumar V.,. Francis SA. and Kumar Sinha A. Productivity, conversion ability, and biochemical composition of black soldier fly (Hermetia illucens) larvae fed with sweet potato, spent coffee or dough. Int J Trop Insect Sci, 2022; 42: 183-190.

Schiavone A., De Marco M., Martínez S., Dabbou S., Renna M, Madrid J., Hernandez F., et al. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (Hermetia illucens L.) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. J Anim Sci Biotechnol, 2017; 8: 51.

Shah AA., Totakul P., Matra M., Cherdthong A., Hanboonsong Y. and Wanapat M. Nutritional composition of various insects and potential uses as alternative protein sources in animal diets. Anim Biosci, 2022; 35(2): 317-331.

Shumo M., Osuga IM., Khamis FM., Tanga CM., Fiaboe KKM., Subramanian S., et al. The nutritive value of black soldier fly larvae reared on common organic waste streams in Kenya. Sci Rep, 2019; 9(1): 10110.

Spranghers T., Ottoboni M., Klootwijk C., Ovyn A., Deboosere S., De Meulenaer B., et al. Nutritional composition of black soldier fly (Hermetia illucens) prepupae reared on different organic waste substrates. J Sci Food Agric, 2017; 97(8): 2594-2600.

Tyshko NV., Zhminchenko VM., Nikitin NS., Trebukh MD., Shestakova SI., Pashorina VA., et al. The comprehensive studies of Hermetia illucens larvae protein's biological value. Vopr Pitan, 2021; 90(5): 49-58.

Wang YS. and Shelomi M. Review of black soldier fly (Hermetia illucens) as animal feed and human food. Foods, 2017; 6(10): 91.

Wu G. Dietary protein intake and human health. Food Funct, 2016; 7(3): 1251-1265.

Yildirim-Aksoy, M., Eljack R. and Beck B. Nutritional value of frass from black soldier fly larvae, Hermetia illucens, in a channel catfish, Ictalurus punctatus, diet. Aquac Nutr, 2020; 26(3): 819-2.

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

JOAVM
Journal of Alternative Veterinary Medicine
joavm.kazerun.iau.ir

Islamic Azad University
Kazerun Branch
Fars, Iran

Review Article

Black Soldier Fly as an Alternative Protein: A New Insight in Poultry Industry

Gholam Hossein Habibi*

Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

Received: 18/May/2023 Revised: 15/Jun/2023 Accepted: 19/Jun/2023

Abstract

Proteins are one of the important macromolecules that make living systems. Proteins play important roles in the structure and function of the cells. Additionally, proteins supply living organisms with nitrogen and carry out their metabolic activities. Today, the world's population is increasing. It is predicted that by 2050, the world population will exceed 10 billion people. This increase in population will increase the need for food. Proteins, as the most expensive materials in food formulations, form an important part of nutritional resources, so the need for protein is increasing day by day. The budget limitations, along with the increase in need for food production, raise the importance of using new sources of protein supply in livestock and poultry industries. Alternative protein sources must contain appropriate amino acid composition to provide the food consumers with adequate necessary amino acids. Also, these methods should be done at the lowest production cost and the lowest amount of environmental destruction. So far, various alternatives for protein have been investigated. Some of these alternatives are bacteria, insects, algae, yeasts, and fungi. Each of them has its advantages and disadvantages. Nowadays, black soldier flies, insects with acceptable protein contents, have received much attention. In this article, we will discuss the pros and cons of using black soldier fly as an alternative source of protein in the poultry industry.

Keywords: *Black soldier fly, Replacement protein, Life cycle, Protein, Fatty acid*

Cite this article as: Gholam Hossein Habibi. Black soldier fly as an alternative protein: a new insight in poultry industry. J Altrn Vet Med. 2022; 6(17): 1040-1051.

[Downloaded from joavm.kazerun.iau.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.2717378.2023.6.17.6.3]

**** Corresponding Author***
Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran.
E-mail: habibigh42@yahoo.com, Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9239-1277