



# एग्री आर्टिकल्स

(कृषि लेखों के लिए ई-पत्रिका)

वर्ष: 06, अंक: 02 (मार्च-अप्रैल, 2026)

[www.agriarticles.com](http://www.agriarticles.com) पर ऑनलाइन उपलब्ध

© एग्री आर्टिकल्स, आई. एस. एस. एन.: 2582-9882

## ब्लैक सोल्जर फ्लाई (*Hermetia illucens*): पशु आहार एवं जैविक खाद का एक सतत एवं किफायती विकल्प

\*संदीप

कीट विज्ञान विभाग, बिहार कृषि विश्वविद्यालय, सबौर, भागलपुर-813210, बिहार, भारत

\*संवादी लेखक का ईमेल पता: [sandeepchakradhari001@gmail.com](mailto:sandeepchakradhari001@gmail.com)

विश्व स्तर पर बढ़ती जनसंख्या, पशुपालन की बढ़ती लागत तथा पारंपरिक प्रोटीन स्रोतों पर बढ़ते दबाव ने सस्ते, टिकाऊ और पर्यावरण-अनुकूल विकल्पों की आवश्यकता को अत्यंत महत्वपूर्ण बना दिया है। वर्तमान में सोयाबीन मील और फिशमील जैसे पारंपरिक आहार स्रोत न केवल महंगे होते जा रहे हैं, बल्कि इनके उत्पादन से पर्यावरण पर भी नकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

इस परिप्रेक्ष्य में, ब्लैक सोल्जर फ्लाई (*Hermetia illucens*) एक प्रभावी एवं सतत विकल्प के रूप में उभर रही है, जो जैविक अपशिष्ट को उच्च गुणवत्ता वाले प्रोटीन, वसा तथा जैविक खाद में परिवर्तित करने की अद्भुत क्षमता रखती है। इसके लार्वा में लगभग 40-44% कच्चा प्रोटीन एवं 15-35% वसा पाई जाती है, जो इसे पोल्ट्री, मत्स्य तथा अन्य पशु आहार के लिए अत्यंत उपयुक्त बनाती है। इसके अतिरिक्त, लार्वा द्वारा उत्पन्न अवशेष (फ्रैस) नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, पोटैशियम एवं काइटिन से समृद्ध होता है, जो मृदा की उर्वरता एवं जैविक सक्रियता को बढ़ाने में सहायक होता है।

BSF आधारित प्रणाली 'सर्कुलर इकोनॉमी' एवं 'वेस्ट-टू-वेल्थ' की अवधारणा पर आधारित है, जो न केवल कचरा प्रबंधन को सुदृढ़ बनाती है, बल्कि ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को कम करने में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। अतः वर्तमान कृषि एवं पशुपालन प्रणाली में BSF को एक किफायती, पर्यावरण अनुकूल एवं नवीनतम तकनीक के रूप में अपना अत्यंत आवश्यक है।

### परिचय (Introduction)

दुनिया की तेजी से बढ़ती जनसंख्या के साथ खाद्य सुरक्षा तथा पशु आहार की मांग में निरंतर वृद्धि हो रही है। विभिन्न आकलनों के अनुसार वर्ष 2050 तक वैश्विक प्रोटीन की मांग में लगभग 60-70% तक वृद्धि होने की संभावना है (Van Huis, 2020)। वर्तमान में पोल्ट्री एवं मत्स्य पालन उद्योग मुख्यतः सोयाबीन मील और फिशमील जैसे पारंपरिक प्रोटीन स्रोतों पर निर्भर हैं, किंतु इनकी बढ़ती लागत एवं पर्यावरणीय दुष्प्रभावों ने वैकल्पिक स्रोतों की आवश्यकता को बढ़ा दिया है (ICAR, 2021)।

इसी संदर्भ में, ब्लैक सोल्जर फ्लाई (*H. illucens*) एक संभावनाशील एवं पर्यावरण-अनुकूल विकल्प के रूप में सामने आई है। यह कीट Stratiomyidae कुल का सदस्य है तथा विश्व के उष्ण एवं उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में व्यापक रूप से पाया जाता है। अन्य सामान्य मक्खियों के विपरीत, इसके वयस्क न तो मनुष्यों के लिए हानिकारक होते हैं और न ही रोगों के वाहक माने जाते हैं, क्योंकि वयस्क अवस्था में इनके मुखांग अविकसित होते हैं और ये भोजन ग्रहण नहीं करते।

ब्लैक सोल्जर फ्लाई की वास्तविक उपयोगिता इसके लार्वा अवस्था में निहित होती है। इसके लार्वा विभिन्न प्रकार के जैविक अपशिष्ट जैसे रसोई कचरा, कृषि अवशेष एवं फल-सब्जियों के अपशिष्ट को तीव्र गति से विघटित कर उन्हें उच्च गुणवत्ता वाले प्रोटीन एवं वसा में परिवर्तित कर देते हैं। इस प्रक्रिया के परिणामस्वरूप कचरे की मात्रा में उल्लेखनीय कमी आती है तथा उप-उत्पाद के रूप में पोषक तत्वों से समृद्ध जैविक खाद (फ़ैस) प्राप्त होती है।

वर्तमान लेख में ब्लैक सोल्जर फ्लाई की जैविकी, पोषणीय महत्व, पशु आहार में इसकी उपयोगिता तथा कचरा प्रबंधन एवं सतत कृषि में इसकी भूमिका पर विस्तृत चर्चा प्रस्तुत की गई है।

### जीवन चक्र (Life Cycle)

ब्लैक सोल्जर फ्लाई (BSF) का जीवन चक्र सामान्यतः 40 से 45 दिनों में पूर्ण होता है (Tomberlin & van Huis, 2020), जो तापमान, आर्द्रता एवं भोजन की उपलब्धता पर निर्भर करता है। इसका जीवन चक्र चार प्रमुख अवस्थाओं: अंडा, लार्वा, प्यूपा तथा वयस्क में विभाजित होता है।

- 1. अंडा:** मादा BSF एक बार में लगभग 500 से 900 अंडे देती है। ये अंडे प्रायः जैविक कचरे के निकट किसी सूखी दरार या सतह पर दिए जाते हैं, जिससे अंडों से निकलने वाले लार्वा को तुरंत भोजन उपलब्ध हो सके। अनुकूल परिस्थितियों में अंडों से लार्वा निकलने में लगभग 3 से 5 दिन का समय लगता है।
- 2. लार्वा:** यह BSF का सबसे महत्वपूर्ण एवं सक्रिय चरण होता है। अंडों से निकलने के बाद लार्वा अत्यधिक भोजन ग्रहण करते हैं और विभिन्न प्रकार के जैविक अपशिष्ट को तीव्र गति से विघटित करते हैं। इस अवस्था की अवधि लगभग 14 से 22 दिन होती है। लार्वा में उपस्थित प्रोटियोलाइटिक एंजाइम प्रोटीन के अपघटन में सहायक होते हैं, जिससे कचरे का शीघ्र विघटन संभव हो पाता है। इसी अवस्था में लार्वा को पशु आहार के लिए एकत्रित (हार्वेस्ट) किया जाता है।
- 3. प्रीप्यूपा एवं प्यूपा:** पूर्ण विकसित लार्वा भोजन ग्रहण करना बंद कर देते हैं और उनका रंग हल्के सफेद से गहरे भूरे में परिवर्तित हो जाता है। इस अवस्था में वे कचरे से बाहर निकलकर सूखी एवं सुरक्षित स्थान की खोज करते हैं। इसके पश्चात वे प्यूपा अवस्था में प्रवेश करते हैं, जिसमें शरीर के अंदर वयस्क मक्खी का विकास होता है।
- 4. वयस्क:** वयस्क BSF का जीवनकाल लगभग 5 से 8 दिन का होता है। इस अवस्था में इनका मुख्य कार्य केवल प्रजनन एवं अंडे देना होता है। इनके मुखांग अविकसित होते हैं, जिसके कारण ये भोजन ग्रहण नहीं करते, बल्कि केवल जल का सेवन करते हैं।

इस प्रकार, ब्लैक सोल्जर फ्लाई का जीवन चक्र तीव्र एवं कुशल होता है, जो इसे जैविक कचरे के प्रबंधन एवं प्रोटीन उत्पादन के लिए अत्यंत उपयोगी बनाता है।

### पोषण प्रोफ़ाइल (Nutritional Profile)

ब्लैक सोल्जर फ्लाई (BSF) के लार्वा एक अत्यंत पौष्टिक एवं संतुलित पशु आहार स्रोत हैं, जिनमें उच्च गुणवत्ता का प्रोटीन एवं आवश्यक अमीनो अम्ल पाए जाते हैं (Barragan-Fonseca et al., 2017)।

नीचे BSF लार्वा की प्रमुख पोषण संरचना प्रस्तुत की गई है:

तालिका 1: ब्लैक सोल्जर फ्लाई लार्वा की पोषण संरचना

पोषक तत्व	मात्रा (%)
कच्चा प्रोटीन	40-44%
वसा	15-35%
कैल्शियम	5-8%
फॉस्फोरस	0.6-1.5%
अमीनो अम्ल	लाइसिन एवं मेथियोनीन से समृद्ध

### पशु आहार में BSF का योगदान (Role of BSF in Animal Feed)

ब्लैक सोलजर फ्लाई (BSF) के लार्वा को "इंसेक्ट प्रोटीन" का एक उत्कृष्ट स्रोत माना जाता है, जो विभिन्न पशुपालन प्रणालियों में पारंपरिक प्रोटीन स्रोतों का प्रभावी विकल्प बन सकता है। BSF लार्वा को पशु आहार में शामिल करने से वृद्धि दर एवं उत्पादन क्षमता में सुधार देखा गया है (Nyakeri et al., 2017)।

**मुर्गीपालन (Poultry Farming):** पोल्ट्री उद्योग में BSF लार्वा का उपयोग तेजी से लोकप्रिय हो रहा है। इसमें उपस्थित उच्च गुणवत्ता के प्रोटीन एवं आवश्यक अमीनो अम्ल (लाइसिन एवं मेथियोनीन) मुर्गियों की वृद्धि दर में सुधार करते हैं। इसके अतिरिक्त, लार्वा में पाए जाने वाले कैल्शियम की अधिक मात्रा अंडों के छिलके को मजबूत बनाती है तथा जर्दी के रंग को अधिक आकर्षक बनाती है। इसमें उपस्थित लॉरिक एसिड मुर्गियों की रोग प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाकर उन्हें संक्रमण से बचाने में सहायक होता है।

**मत्स्य पालन (Aquaculture):** मत्स्य पालन में फिशमील एक प्रमुख लेकिन महंगा आहार स्रोत है। BSF लार्वा को फिशमील के आंशिक विकल्प (लगभग 25-50%) के रूप में सफलतापूर्वक उपयोग किया जा सकता है, जिससे उत्पादन लागत में कमी आती है। यह मांसाहारी एवं सर्वाहारी दोनों प्रकार की मछलियों के लिए उपयुक्त आहार प्रदान करता है तथा उनकी वृद्धि एवं स्वास्थ्य पर सकारात्मक प्रभाव डालता है।

**सूअर पालन (Pig Farming):** सूअर पालन में BSF लार्वा एक उच्च गुणवत्ता वाले प्रोटीन सप्लीमेंट के रूप में कार्य करता है। यह पाचन तंत्र को सुदृढ़ बनाता है तथा बच्चों की वृद्धि एवं विकास को प्रोत्साहित करता है। इसके उपयोग से फीड की दक्षता में सुधार देखा गया है।

**अन्य पशुपालन (Other Livestock Uses):** BSF लार्वा का उपयोग बकरी, बतख एवं पालतू पशुओं के आहार में भी किया जा सकता है। इसकी उच्च पाचनशीलता एवं संतुलित पोषण संरचना इसे बहुउद्देशीय आहार स्रोत बनाती है।

इस प्रकार, BSF लार्वा न केवल पशु आहार की लागत को कम करने में सहायक है, बल्कि उत्पादन एवं गुणवत्ता दोनों में सुधार लाकर पशुपालन को अधिक लाभकारी बनाता है।

### जैविक खाद: BSF फ्रैस (Organic Manure: BSF Frass)

ब्लैक सोलजर फ्लाई (BSF) के लार्वा द्वारा उत्सर्जित अवशेष "फ्रैस" एक पोषक तत्वों से भरपूर उच्च गुणवत्ता वाली जैविक खाद है, जो मृदा स्वास्थ्य एवं पौधों की वृद्धि के लिए अत्यंत लाभकारी है (Barragan-Fonseca et al., 2017)। इसमें नाइट्रोजन (N), फॉस्फोरस (P) एवं पोटैशियम (K) का संतुलित अनुपात पाया जाता है, जो फसल उत्पादकता बढ़ाता है। साथ ही, इसमें उपस्थित काइटिन लाभकारी सूक्ष्मजीवों की सक्रियता को बढ़ाकर पौधों को निमेटोड एवं रोगजनक फफूंद से संरक्षण प्रदान करता है। BSF फ्रैस एक प्रभावी बायो-स्टिमुलेंट के रूप में बीज अंकुरण, जड़ विकास एवं पौधों की प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है। इसके नियमित उपयोग से मृदा की संरचना, जलधारण क्षमता एवं सूक्ष्मजीव गतिविधि में सुधार होता है, जिससे दीर्घकालिक रूप से मृदा की उर्वरता बनी रहती है। इस प्रकार, BSF फ्रैस सतत एवं जैविक कृषि के लिए एक बहुउद्देशीय और उपयोगी उत्पाद है।

### कचरा प्रबंधन एवं पर्यावरण संरक्षण

ब्लैक सोलजर फ्लाई (BSF) जैविक कचरे के सुरक्षित एवं टिकाऊ निपटान के लिए एक प्रभावी विकल्प है (Kumar et al., 2021)। इसके लार्वा जैविक कचरे को तेजी से विघटित कर उपयोगी संसाधनों में बदल देते हैं, जिससे कचरे की मात्रा कम होती है। साथ ही, यह मीथेन जैसी ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को घटाकर पर्यावरण संरक्षण में मदद करता है। BSF पालन को वर्टिकल फार्मिंग के माध्यम से कम स्थान में भी किया जा सकता है, जो शहरी क्षेत्रों के लिए उपयुक्त है। इसके अलावा, यह कचरे की दुर्गंध और मक्खियों की समस्या को कम कर स्वच्छता बनाए रखने में सहायक होता है। इस प्रकार, BSF आधारित प्रणाली कचरा प्रबंधन और सतत विकास के लिए एक व्यावहारिक एवं पर्यावरण अनुकूल समाधान है।

### आर्थिक विश्लेषण (Economic Analysis)

ब्लैक सोल्जर फ्लाई (BSF) पालन एक कम लागत वाला और लाभकारी व्यावसायिक मॉडल है, जो किसानों एवं उद्यमियों के लिए आय के नए अवसर प्रदान करता है (ICAR, 2021)। पशु आहार में BSF लार्वा के उपयोग से फीड लागत में लगभग 30–40% तक कमी लाई जा सकती है, जिससे शुद्ध लाभ बढ़ता है। इसके साथ ही, लार्वा तथा BSF फ़ैस (जैविक खाद) को बेचकर अतिरिक्त आय भी अर्जित की जा सकती है। इस प्रणाली में महंगे उपकरणों या अधिक निवेश की आवश्यकता नहीं होती और जैविक कचरे के उपयोग से संचालन लागत कम रहती है। साथ ही, BSF पालन छोटे से बड़े स्तर तक अपनाकर ग्रामीण एवं शहरी क्षेत्रों में स्वरोजगार एवं रोजगार के अवसर भी बढ़ाए जा सकते हैं, जिससे यह एक आर्थिक रूप से व्यवहारिक एवं सतत विकल्प बन जाता है।

### चुनौतियाँ एवं भविष्य की संभावनाएँ (Challenges and Future Prospects)

यद्यपि ब्लैक सोल्जर फ्लाई (BSF) एक अत्यंत संभावनाशील एवं उपयोगी तकनीक है, फिर भी इसके व्यापक स्तर पर अपनाने में कुछ चुनौतियाँ मौजूद हैं, जिन्हें समझना एवं दूर करना आवश्यक है।

#### प्रमुख चुनौतियाँ

- विकास एवं प्रजनन के लिए 25°C से 30°C तापमान तथा उचित आर्द्रता की आवश्यकता होती है। ठंडे क्षेत्रों या शीत ऋतु में इसका उत्पादन प्रभावित हो सकता है, जिसके लिए नियंत्रित वातावरण की आवश्यकता पड़ती है।
- कई किसानों एवं उद्यमियों को BSF पालन की वैज्ञानिक विधियों, प्रबंधन तकनीकों एवं उचित संचालन के बारे में पर्याप्त जानकारी नहीं होती, जिससे उत्पादन क्षमता प्रभावित होती है।
- “इंसेक्ट प्रोटीन” को लेकर अभी भी समाज में जागरूकता की कमी एवं झिझक बनी हुई है, विशेषकर पशु आहार के संदर्भ में। इसे दूर करने के लिए प्रशिक्षण एवं प्रचार-प्रसार आवश्यक है।
- भारत में BSF आधारित उत्पादों के लिए स्पष्ट मानक एवं नियामक ढांचा अभी पूर्ण रूप से विकसित नहीं हुआ है, जिससे इसके व्यावसायिक विस्तार में बाधा आती है।

#### भविष्य की संभावनाएँ

- BSF ‘सर्कुलर इकोनॉमी’ एवं ‘वेस्ट-टू-वेल्थ’ मॉडल को बढ़ावा देता है, जिससे यह सतत कृषि प्रणाली का एक अभिन्न हिस्सा बन सकता है (Van Huis, 2020)।
- BSF लार्वा से प्राप्त बसा का उपयोग भविष्य में बायोडीज़ल उत्पादन के लिए किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, इससे प्राप्त काइटिन एवं काइटोसैन का उपयोग औषधि, कॉस्मेटिक एवं कृषि उद्योगों में किया जा सकता है।
- भारत में बढ़ते स्टार्टअप, सरकारी योजनाएँ (जैसे MSME एवं कृषि-आधारित स्टार्टअप योजनाएँ) तथा जैविक खेती की ओर बढ़ता रुझान BSF पालन के विस्तार के लिए अनुकूल वातावरण प्रदान कर रहे हैं। आने वाले समय में यह तकनीक ग्रामीण उद्यमिता को नई दिशा दे सकती है।

### निष्कर्ष (Conclusion)

अंततः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि ब्लैक सोल्जर फ्लाई (BSF) सतत कृषि एवं कचरा प्रबंधन की दिशा में एक प्रभावी एवं नवाचारपूर्ण समाधान है। यह “सर्कुलर इकोनॉमी” का एक उत्कृष्ट उदाहरण प्रस्तुत करता है, जिसमें जैविक कचरे को पुनः उपयोगी संसाधनों जैसे प्रोटीन एवं जैविक खाद में परिवर्तित किया जाता है। BSF न केवल पशु आहार की लागत को कम करने में सहायक है, बल्कि पर्यावरण संरक्षण, मृदा स्वास्थ्य सुधार एवं किसानों की आय वृद्धि में भी महत्वपूर्ण योगदान देता है। यदि इसे उचित तकनीकी ज्ञान, प्रशिक्षण एवं सरकारी समर्थन प्राप्त हो, तो यह भारत की कृषि एवं ग्रामीण अर्थव्यवस्था को सशक्त बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है।

**संदर्भ (References)**

1. बैरागन-फोंसेका, के.बी., डिके, एम. और वैन लून, जे.जे.ए. (2017). ब्लैक सोल्जर फ्लाई (हर्मेटिया इल्यूसेंस) की न्यूट्रिशनल वैल्यू और जानवरों के चारे के तौर पर इसकी सूटेबिलिटी। *जर्नल ऑफ़ इंसेक्ट्स एज फूड एंड फ़ीड*, 3(2): 105-120.
2. ICAR. (2021). भारत में जानवरों के चारे के तौर पर कीड़ों का इस्तेमाल और वेस्ट मैनेजमेंट स्ट्रेटेजी। इंडियन काउंसिल ऑफ़ एग्रीकल्चरल रिसर्च (ICAR), नई दिल्ली, भारत।
3. कुमार, एस., कुमार, आर., और सिंह, आर. (2021). ब्लैक सोल्जर फ्लाई: ऑर्गेनिक वेस्ट मैनेजमेंट और जानवरों के चारे के प्रोडक्शन के लिए एक सस्टेनेबल सॉल्यूशन। *जर्नल ऑफ़ एनवायर्नमेंटल मैनेजमेंट*, 280: 111710.
4. न्याकेरी, ई. एम., ओगोला, एच. जे., अयेको, एम. ए., और अमीमो, एफ. ए. (2017). पोल्ट्री फीड में ब्लैक सोल्जर फ्लाई (हर्मेटिया इल्यूसेंस) लार्वा मील की न्यूट्रिशनल वैल्यू का असेसमेंट। *जर्नल ऑफ़ इंसेक्ट्स एज फूड एंड फ़ीड*, 3(3): 1-11.
5. टॉमबरलिन, जे. के., और वैन ह्यूइस, ए. (2020). ब्लैक सोल्जर फ्लाई: बायोलॉजी और एप्लीकेशन। CRC प्रेस, बोका रैटन, USA.
6. वैन ह्यूइस, ए. (2020). भोजन और फ़ीड के रूप में कीड़े: एक नया उभरता हुआ एग्रीकल्चरल सेक्टर। *जर्नल ऑफ़ इंसेक्ट्स एज फूड एंड फ़ीड*, 6(1): 27-44.