

나비목 곤충용 펠릿사료 조제법 개발

설광열* · 홍성진 · 김남정 · 김성현

농촌진흥청 농업과학기술원 농업생물부 유용곤충과

Development of Pellet-type Artificial Diet for Lepidopteran Insect by Using a Twin Screw Extruder

Kwang-Youl SEOL*, Seong-Jin HONG, Nam-Jung KIM, Seong-Hyun KIM

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-853, Republic of Korea

ABSTRACT : Development of pellet-type artificial diet for insect was tried by using a twin screw extruder(TSE). Screws were arranged several times and two reverse screws were equipped on the foreparts of 2 axes of TSE. Pellet-type diet could be produced successfully under conditions of TSE set as the following. ; 300 rpm of main motor speed, 228 rpm of feed motor speed, 75ml/min of running water speed and 5 mm of extrusion diameter. The optimum adding quantity of water to the manufactured diet was 1.2~1.5 times of dry diet. On the rearing results of beet armyworm, *Spodoptera exigua* and common cutworm, *Spodoptera litura* with the pellet-type diet, the final survival ratio (emergence rate) of these two species was over than 50%, and so it was concluded that the manufactured pellet-type artificial diet was sufficient dietetically to rear those insects.

KEY WORDS : Pellet-type diet, Twin screw extruder(TSE), Beet armyworm(*Spodoptera exgua*), Common cutworm(*Spodoptera litura*), Survival ratio

초 록 : 곤충 사육용으로 개발되어 있는 인공사료는 습체형으로 사료의 조제 및 사육에 많은 노력이 들고 불편함이 있어 본 연구에서는 나비목 곤충용 인공사료의 펠릿화를 시도하였다. 펠릿사료의 제조에는 이축압출기를 이용하였는데 바렐 내의 압력을 높이기 위해 2축의 앞부분에 역스크류를 2개씩 장착하였고, 수차레의 조정 끝에 메인모터 속도 300rpm, 피드모터 속도 228rpm, 사료조제시의 첨가물량 75ml/min로 맞추었고 이때 사출공의 직경은 5mm의 것을 사용하였다. 사용한 사료의 메뉴는 기존의 것을 첨가량 및 첨가비율에서 다소 조정하였으며 최종적으로 사료의 점착성을 개선하기 위한 새로운 조성분으로 젤라틴을 첨가함으로 사료의 물리성을 획기적으로 개선할 수 있었다. 조제된 사료의 적정 수분흡수량을 검토한 결과 사료 무게의 1.2~1.5배의 물을 첨가하는 것이 가장 양호하였다. 이 사료를 파밤나방 및 담배거세미나방에게 각각 공시하여 사육한 결과 전반적으로 기존의 습체형 인공사료에 비해 사육성적이 떨어지지 않아 추후 곤충용 차세대 인공사료로서 조제하여 공급할 수 있을 것으로 판단되어 펠릿사료 조제법을 특허출원 하였다.

검색어 : 펠릿사료, 이축압출기, 파밤나방, 담배거세미나방, 생존율

서 언

곤충의 영양요구는 처음에는 각종 파리류나 딱정벌레

등에서 밝혀졌는데 이것은 이들 곤충이 취급하기가 용이했기 때문이다. 식식성(植食性phytophagous)인 곤충은 식성에 알맞은 인공사료의 개발이 쉽지 않았기 때문

*Corresponding author. E-mail: kyseol@rda.go.kr

에 영양요구성의 해명은 다소 늦게 시작되었다. 1942년에 야 비로서 Bottger가 옥수수의 주요해충 중 하나인 조명나방(*Pyrausta/Ostrinia nubilalis*)의 인공사료육을 보고하였고, 이어서 Beck등(1949, 1950)은 사료조성을 개선함과 동시에 사육법을 개량하였다. 이것이 하나의 계기가 되어 식식성 곤충의 인공사료 및 영양에 관한 연구가 여러 나라에서 급속히 퍼져나가게 되었다. 특히 누에의 인공사료는 1960년대에 일본에서 처음으로 성공한 후 급진전하여 1970년대에는 일본과 한국의 일반 농가에서 치잠공동사육을 인공사료로 실시하기에 이르렀다. 그런데 이러한 사료는 습체(濕體)사료라고 부르는 것으로 각 재료들을 고운 분말로 만들어 배합한 가루사료를 적당한 양의 물을 붓고 반죽한 다음 증가해서 익힌 후 급속 냉각시켜 고형화된 사료를 저온에 보관해 두고 사용한다. 따라서 사료의 조제에 시간과 노력이 많이 들고, 곤충에게 급여할 때 적당한 크기로 다시 잘라 주어야 하는 등의 불편이 있을 뿐만 아니라 조제된 사료의 보관가능기간이 5℃의 냉장고에서도 2~3개월 정도로 짧다.

본 연구는 이러한 종래의 습체사료의 단점을 줄이고 사육노동력을 대폭 줄일 수 있는 새로운 사료로서 곤충 인공사료의 펠렛화를 이축압출기를 이용하여 시도한 결과 성공적인 사료의 제조가 가능해져 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

펠렛사료 개발을 위한 이축압출기의 제조조건 확립

사료의 조제시험에 사용한 이축압출기는 벤텍바이오(Com.)에서 제작한 것으로 메인모터속도, 피드모터속도, 바렐(전, 중, 후)온도, 첨가물량, 다이직경 및 스크류배열(oriented metering screw, reverse metering screw, compressing screw, feeding screw) 등을 조정하여 제조된 펠렛사료의 물리성 등을 육안 검사하였다.

사료메뉴의 작성

사료의 기본 조성은 실험곤충(파밤나방, 거세미나방)용은 Wakamura (1988)의 것을 이용하였다. 여기에 펠렛사료화 하는 데 필요한 성분 및 사육성적 향상을 위한 성분들을 재배합하면서 시험하였다.

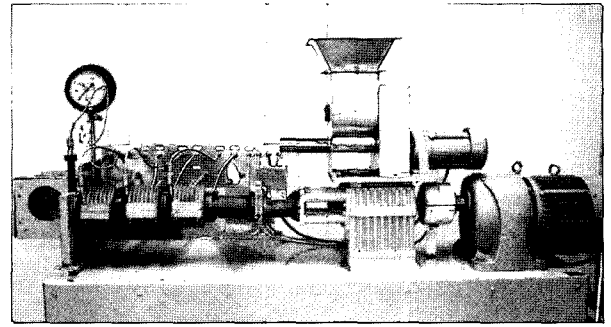


Fig. 1. Twin screw extruder(TSE) used in the development of pellet-type diet for insect.

조제사료의 수분흡수 능력검정

일차 이축압출기로 조제된 사료를 충분히 건조시킨 후 사료의 수분 흡수능력을 사료 무게당 1~2배까지 물을 부어 전부 흡수하는데 걸리는 시간 및 흡수후의 팽화도와 잉여수분 유무를 육안으로 검사하였다.

완성된 펠렛사료에 의한 곤충 사육시험

담배거세미나방(*Spodoptera litura*) 및 파밤나방(*Spodoptera exigua*)은 부화유충을 50마리씩 3반복으로 공시하여 실내에서 페트리접시 및 각식상자를 이용하여 사육하였는데 대조사료는 2항의 기본사료를 공시하였다. 펠렛사료는 공시하기 전에 무게를 달고 물을 부은 후 10분 정도 지난 다음 유충에게 공급하였고, 어린 유충(1~3령)의 경우 3일에 1회, 큰 유충(4~5령)에게는 매일 사료를 보충해 주고 유충경과일수, 용화율 및 우화율을 조사하였다. 사육온도는 1~3령 때 28℃, 4~5령 때 25℃로 하였고 습도와 광주기는 60% R.H. 및 16시간 조명으로 일정하게 하였다.

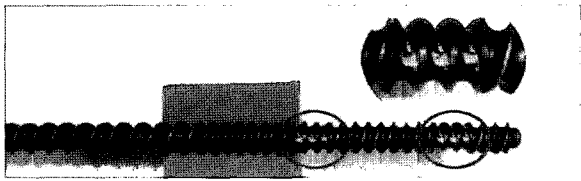
결과 및 고찰

펠렛사료 개발을 위한 이축압출기의 제조조건 확립

펠렛사료를 제조하기 위한 이축압출기의 각 부분의 제조조건을 수차례 검토한 결과 최종적으로 Table 1 및 그림과 같은 조건하에서 사용 가능한 펠렛사료가 제조되었다. 이 때 무엇보다도 첨가물량의 조정이 매우 어려웠는데 이를 적절히 조정하기 위해 미세 수량계(플루오메터)를 장착한 결과 어느 정도 컨트롤이 가능해졌으며, 또한 제조된 후 충분히 수분을 흡수하기 위해서는 사료의 팽화가

Table 1. Final conditions of TSE for manufacturing pellet-diet

○ Speed of main motor : 300rpm
○ Speed of feed motor : 228rpm
○ Speed of running water : 75ml/min
○ Temp. of barrels : B ₁ 75, B ₂ 115, B ₃ 75℃
○ Diameter of extrusion : 5mm



F : Feeding screw C : Compressing screw
 O : Oriented metering screw R : Reverse metering screw
Fig. 2. Screw arrangement : (in) FFFCCCCOROOO (out)

* The part of red circle indicates reverse screw.

Table 2. Investigation of optimum moisture content of diet for rearing insect.

Adding quantity of water (ml/100g dry diet)	Water content of diet	Physical properties
100	deficient	hard
120	optimum	spongy
150	"	"
180	overplus	watery
200	"	"

Table 3. Results of rearing test.

o Beet armyworm *Spodoptera exigua*

Diet	Hatched larvae experimented	Larval duration (days)	Pupal ratio (%)	Pupal weight (mg)	Emergence rate (%)
Established	150	15.5±1.3	82.9	103±13	78.0
Pellet	150	13.0±1.3	86.7	72.4±4.3	78.7

o Common cutworm, *Spodoptera litura*

Diet	Hatched larvae experimented	Larval duration (days)	Pupal ratio (%)	Pupal weight (mg)	Emergence rate (%)
Established	150	22.3±1.5	76.5	302.4±12.8	58.0
Pellet	150	18.2±1.4	87.3	291.4±14.3	66.7

커져 사료 내 공극이 많아져야 하는데(Sakaguchi, 1987) 이를 위해 바렐내 압력을 최대한 올리는 것이 필요하나 압력이 너무 높으면 메인모터가 정지해버리는 경우가 발생하므로 Table 1의 제조조건 및 Fig. 2에서와 같이 역스크류를 2축의 앞부분에 2개씩 장착함으로써 이 문제를 해결하였다.

사료메뉴의 작성

과밤나방과 담배거세미나방 사육용 사료의 기본메뉴는 Wakamura(1988)의 과밤나방용 인공사료 조성을 기초로 Singh(1977)의 곤충사료와 Shinbo & Yanagawa(1994)가 개발한 초저렴 누에인공사료 조성을 참고로 하여 Kidneybean powder 40g, Mouse diet 20g, Wheatgerm 20g, Yeast 16g, Vitamin mix. 6.9g, Starch 2g, Sucrose 1g, β-sitosterol 0.2g, Antibiotic and antiseptics를 첨가한 사료 조성으로 펠렛사료의 제조를 시도하였으나 제조된 사료를 흡수(吸水)시켰을 때 점착성이 남아 사육에 다소 어려움이 있었다. 이를 해결하기 위해 새로운 사료조성분의 첨가를 시도한 결과 최종적으로 Gellatin을 3g 정도 첨가함으로써 사료에 점착성이 남지 않고 수분 흡수시간이 매우 단축되는 효과를 얻었다.

조제사료의 적정 수분량 검정

펠렛사료의 경우 건조된 상태이므로, 일반적으로 나비목 곤충의 유충은 물을 따로 먹지 않기 때문에 그 먹이를 공급할 경우 물을 충분히 흡수시켜 주어야 한다. 금변에는 팽화도를 측정할 수 있는 기기가 완비되지 않아 조제된

사료를 샤펠(Ø 10cm)에 넣고 사료 무게의 1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.0배량의 물을 부어 10분후에 사료의 흡수(吸水)정도와 탄력성 및 점착성 여부 등을 육안으로 검사하였다. 그 결과 표 2에 나타난 바와 같이 1.2~1.5배량의 물을 흡수시켰을 때 사료의 물리성이 가장 양호하였다. 따라서 이후 사육 시험에 공시할 때 사료의 수분첨가량은 1.3배로 하였다.

완성된 펠렛사료에 의한 곤충 사육시험

연구 3년차에 완성된 펠렛사료를 공시하여 파밤나방, 담배거세미나방의 사육을 시도하였다. 공시충은 갓 부화한 유충을 처음부터 펠렛사료로 사육하였다. 그 결과는 Table 3에 나타난 바와 같이 기존의 습체사료인 대조구에 비해 펠렛사료의 사육성적이 떨어지지 않아(Ishida & Miyashita, 1976) 금번에 완성된 펠렛사료는 공시한 곤충

들을 충분히 사육할 수 있는 사료로 판정되었다.

Literature Cited

- Ishida, S. and K. Miyashita. 1976. Effects of photoperiod and temperature on development and overwintering of *Spodoptera litura* F.(Lepidoptera : Noctuidae). Appl. Ent. Zool. 11(3): 248-257.
- Sakaguchi, S. 1987. Extrusion cooking — Development and utilization of twin screw extruder. RC of extrusion cooking technology(Food Industry). pp. 59-160.
- Shinbo, H. and H. Yanagawa. 1994. Low-cost artificial diets for polyphagous silkworms. JARQ 28: 262-267.
- Singh, P. 1977. Artificial diets for insects, mites, and spiders. IFI/Plenum Publishing Corporation. pp. 287-453.
- Wakamura, S. 1988. Rearing of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* H.(Lepidoptera : Noctuidae), on an artificial diet in the laboratory. J. Appl. Ent. Zool. 32: 329-331.

(Received for publication 3 March 2006;
accepted 20 March 2006)