

Bazı zararlı böceklerin virus hastalık etmenleri ile biyolojik savaş olanakları

Enis ERKİN*

Summary

The possibilities of biological control
with viruse diseases of some harmful
insects

The viruses which are pathogen on the insects have been examined in this study. They have grouped because of their structure and the pests which have been effected by viruses are given with their biological control studies.

In addition the current principles of virus applying are out lined for getting succesful results and reported how to obtain and preserve the virus materials.

Giriş

Böceklerde hastalık yapan patojenlere ait bilgiler çok eskilere dayanmaktadır. Bu konudaki ilk bilginin Aristo tarafından verildiği kayıttır. Aristo «Historia Animalum» isimli eserinde ipek böceği ve bal arılarının hastalandığını belirtmektedir. Bilgin daha sonra Foulbrood hastalığı yani Amerikan Yavru Çürüklüğü adı verilen hastalığın bal arılarında ölüm meydana getirdiğini M.Ö. 325 yılında gözleyerek açıklamıştır.

Daha sonra Virgil M.Ö. 37-29 yıllarında yazdığı eserde arı hastalıklarına değinmiştir.

Böcek patolojisiyle ilgili ilk ciddi çalışmalar 1726 yılında başlamıştır. Bu tarihte Réamur, noctuid larvaları üzerinde bir fungus cinsini saptamıştır. 1830 yılında Agostina Bassi, ipek böceği üzerinde yine bir fungus türü olan *Beauveria bassiana* (Bals.)'yı izole edip incelemiş ve 1835 yılında yayınladığı eserinde incelemelerin sonuçlarını vererek zararlı böceklerin funguslarla

(*) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bornova - İzmir.

kontrol altına alınabileceğini belirtmiştir. Bu tarihten sonra patojenlerle zararlı böcek kontrolü yapılabileceği tezi kuvvet kazanmış ve bugünkü Patojenlerle Biyolojik Savaş Biliminin başlangıcı olmuştur. Dünya üzerinde halihazırda böceklerle ilişkili 1325 kadar mikroorganizma bilinmektedir. Bunların 250 türü veya varyetesi bakteri, 260 türü virüs ve rickettsia, 460 türü fungus, 255 türü Protozoa ve 100 türü de nematodlardır.

Böcek virusları ile ilk çalışma 1856 yılında Cornalia ve Maestri tarafından ekonomik önemde olduğu için İpek Böceği üzerinde yapıldı. Enfekteli larvaların abdomen'leri üzerinde sarı noktaların görülmesi nedeniyle bu hastalığı «Sarılık» olarak isimlendirdiler. 1947 yılında Bergold bu hastalık etmeninin «Nüklear Polyhedros» olarak sınıflandırılan virus olduğunu elektron mikroskopta gösterdi. Polyhedrosis'in anlamı böcek virus hastalıklarından doku içinde Polyhedra denen oluşuk meydana getirenlerdir. Bu oluşuk araştırmacıların dikkatini çekti ve polyhedra'nın protein yapısı Bolle tarafından ilk olarak ortaya kondu. Daha sonra Bergold Polyhedra'da çubuk şeklindeki virusun varlığını elektron mikroskop yardımıyla gösterdi.

Bugün 175 böcek ve arachnid türünde 250 virus enfeksiyonu saptanmıştır. Bunların 170'i Nüklear polyhedros, 30'u Stoplazmik polyhedros, 35'i Granülosis ve 15 tanesi de serbest virus enfeksiyonlarıdır.

Bu virusların başta gelen konukçuları arasında Lepidoptera takımı önemli yer tutar. Bazı Hymenoptera ve Diptera birkaç Coleoptera cinsi (*Melolontha* ve *Oryctes*) bu etmenler tarafından hastalandırılır. Orthoptera ve Heteroptera takımlarına bağlı türlerde şimdiye kadar virus enfeksiyonu görülmemiştir.

Böcek Viruslarının Sınıflandırılması ve Nomenklatürü

Son yıllarda böcek viruslarının sınıflandırılması ve isimlendirilmesi konusunda birçok teşebbüsler yapılmıştır. Ancak bunları belirli gruplara koymak mümkün olmamaktadır. Beynelmül nomenklatür komitesince bugüne kadar geçerli olan şu cins isimler altında toplanmıştır.

Borrelinavirus (Paillot) (Nüklear polyhedros viruslara verilen cins adı)

Smithiavirus (Bergold) (Stoplazmik » » » » »)

Bergoldiavirus (Steinhaus) (Granül viruslara verilen cins adı)

Moratorvirus (Holmes) (Serbest viruslara » » »)

Weiser ise bunlara ilâve olarak;

Birdia (Nüklear polyhedros virusun «barsak epitelinde etkili» olanları)

Xerosia (Yarımay şekilli polyhedra ile karakterize edilen virusa)

Steinhausia (Nüklear granül virusa) cins adlarını vermiştir.

Ayrıca *Paillotella* (Steinhaus) cinsi, Komitece onanmak için virus partiküllerinin kati izolasyonunu beklemektedir (De Bach, 1964).

Böcek ve Akarlarda Patojen Virusların Sınıflandırılması ve Karakterleri

Virus Grubu

Nükleik Asit

Diğer Sınıflandırmalar

Tipi Seg. Sayısı

Yapısı

Weiser and Briggs (1971)

Martignoni and Iwai (1977)

Familya: Baculoviridae

Borrelinavirus

Brdiavirus

Nükleopolyhedrosis

A: Nüklear polyhedrosis

DNA

1

Çubuk şeklinde

Xerosiavirus

Cins: *Baculovirus*

B: Gronülosis

Çubuk şeklinde

Bergoldiavirus

Granulosis

C: *Oryctes virus*

Çubuk şeklinde

—

Malaya hastalığı

Familya: Reoviridae

Stoplazmik polyhedrosis

RNA

10

Küresel

Smithiavirus

Stoplazmik polyhedrosis

Familya: Poxviridae

Cins: *Entomopoxvirus*

DNA

1

Yumurta veya

Vagoiavirus, Pox-like

Alt Cins: A, B ve C

Tuğla şeklinde

virus, Grasshopper

Spheroidosis

inclusion body virus

Familya: Iridoviridae

Cins: *Iridovirus*

DNA

1

Küresel

Iridescent virus

Iridescent virosis

(Değişik renk gös. virus)

Familya: Parvoviridae

Cins: *Densovirus*

DNA

1

Küresel

Densonucleosis virus

Densonucleosis

Familya: Picornaviridae

Cins: *Enterovirus*

RNA

1

Küresel

—

Acute paralysis, Sacbrood

Familya: Rhabdoviridae

Cins: *Sigmavirus*

Bilinmiyor

—

Mermi şeklinde

Sınıflandırılmamış Viruslar

Drosophila X Virusu

RNA

2

Küresel

Karbondioksit hassasiyeti

Diveded genome group

RNA

2

Küresel

Nudaurelia B virus group

RNA

1

Küresel

Kelpfly virus group

RNA

1

Küresel

«Group 5» viruses

RNA

1

Küresel

Örnek: Flacherie

«Min virus» group

RNA

1

Küresel

Örnek: Crystalline array

Örnek: Crystalline array

Ovoid viruses

RNA

1

Oval

—

Örnek: Chronic paralysis

Ancak son zamanlarda böcek ve akarlarda patojen olan viruslar yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi sınıflandırılarak ana karakterler belirtilmiştir (Payne and Kelly, 1981).

Böcekleri Hastalandırabilen Virus Tipleri

Entomopatojen viruslar, polyhedral, granül ve serbest olmak üzere 3 grup altında toplanırlar.

Polyhedral viruslar, konukçunun enfekte olan dokuları içinde oluşan çok yüzlü, çok düzlemli şekil formasyonlu polyhedralarla karakterize edilir. Yapılarında nükleoprotein ve amino asit bulunur. Bu oluşuklar çubuk ve küre şeklindeki virusları sarar. Bunlar, girdiği konukçu dokularının matrislerinde oluşan yatakçıklar içine yerleşir.

Polyhedrosun 2 genel tipi tanınır. Bunlardan biri hücre çekirdeğinde polyhedra meydana getiren Nüklear Polyhedral Viruslar, diğeri ise stoplazma içinde polyhedralar oluşturan Stoplazmik Polyhedral viruslardır. Uzun zamandan beri çubuk şeklindeki virusların nüklear polyhedros olduğu, stoplazmik polyhedrosa sebep olanların az veya çok küre şeklinde olduğu bilinmektedir.

Polyhedralar ölçü ve şekil olarak farklılık göstermektedir. Bu fark türler arasında olduğu gibi aynı türde de olabilir. Bergold (1963), ipek böceğinde hakim olan polyhedranın dodecahedra (12 yüzlü), *Lymantria monacha* L. (Lep.: Lymantriidae)'da tetrahedra (4 yüzlü) olduğunu işaret eder. *Lymantria dispar* L. (Lep.: Lymantriidae)'daki polyhedra ise muntazam olmayan şekildedir. Bazı türlerde de polyhedralar *Tipula paludosa* Meig. (Dip.: Tipulidae)'da hilâl şeklinde olduğu gibi tamamen karakteristik görünüştedir. Ölçüleri ise türlere bağımlı olarak 0.5-15 mikron arasında değişmektedir.

Nüklear Polyhedros

Nüklear polyhedros virusu ile enfekte olmuş larvalar ölümden birkaç saat evveline kadar kesin simptom göstermezler. Değişik konukçu türlerinde inkubasyon süresi 5 ve 20 gün arasında değişir. Bazı böcek türlerinde enfekteli larvalar beslenmeden kesilir, hareketleri yavaşlar. İlk kes'in işaretler deride görülür. Nymphalid'lerde (*Vanessa io* L. ve *Vanessa urticae* L.) deri üzerinde yağlı bir görünüm belirir. İpek böceklerinde sarı şeritler ortaya çıkar, hızla gelişir ve «sarılık» denen simptomları gösterir. Hastalık ilerledikçe larvalar hafifçe şişerler, daha sonra zayıf hale gelir ve gevşerler. Ölümden hemen evvel veya sonra integümentler çok zayıflar ve kolayca kopar. Sıvı içerik dışarı atılır. Ölü larvalar yalancı ayaklarından konukçu üzerinde asılı olarak

bulunur. Bu hastalığa «Ağaç Uç Hastalığı» (Tree top disease) denir. Sonunda larvalar kurur, kahverenginden - koyu kahverengine veya siyah renge dönüşür.

Konukçu dokuların enfekte olmuş hücrelerinin çekirdeklerinde polyhedra oluşumu vuku bulur. Bu hastalığın arız olduğu larvalar değişik dönemlerde incelendiğinde polyhedra gelişmesi şu dokuları takip eder:

1. Yağlı dokular,
2. Hipodermis,
3. Trahel matrix,
4. Adeli kılıflar,
5. Sinir kılıfları,
6. Kaslar,
7. Sinir düğümleri ve
8. Kalp dış zar hücreleri.

Malpiki borucukları ile ipek bezlerinde rastlanmamıştır. Enfeksiyondan 4-5 gün sonra enfekteli çekirdekte ufak parçacıklar görülmeye başlar. Zamanla ölçüleri artar, bazan çekirdek etrafında halka oluşturur. Çekirdek ve hücre zarını yırtarak böceğin vücut boşluğu içinde polyhedralar serbest kalır.

Polyhedra su, alkol, eter ve aseton içinde erimez. Asit ve alkali içinde erir. Asitle bir ön muameleden sonra birçok anilin boyalarla farklı olarak boyanır. Bulduğu türe bağımlı olarak 0.5-15 mikron büyüklüğündedir. Şayet polyhedra muntazam sulu alkali ile muamele edilirse içindeki çubuk şekilli virus partikülleri görülebilir. Polyhedraya gömülü, tesadüfen dağılmış, yüzden fazla virus partikülleri bulunabilir. Bunlar genellikle 20-50 milimikron genişlikte ve 200-350 milimikron uzunluktadır.

Nüklear polyhedros viruslarının çoğunluğu yüksek derecede spesifiktir. Geri kalanlar 2 veya daha fazla böcek türünde enfeksiyon yapabilirler. Bazı hallerde virus enfeksiyonu böcek içinde latent durumdadır. Bu pasif virus bazı etkenlerle aktif duruma geçinceye dek böcek içinde birçok generasyon öyle kalabilir. Polyhedra içinde virus uzun yıllar aktifliğini korur, bazı durumlarda 25 veya daha uzun yıl canlı kalabilmektedir.

Yaklaşık olarak 170 nüklear polyhedros bilinir. Bunlar içinde şekilce en tipik olanı *Tipula paludosa* larvalarının lökosit ve yağ hücre çekirdeklerin-

deki hilâl şeklindeki polyhedralardır. Nüklear polyhedros virus genellikle Lepidoptera takımı türlerinde ve Hymenoptera takımının *Diprion*, *Neodiprion* (Tentredinidae) cinslerinde bulunmaktadır.

Ayrıca Neuroptera takımından faydalı b'r tür olan *Chrysopa perla* (L.) (Chrysopidae) nüklear polyhedros virusuna duyarlıdır (Smith, 1967).

Son zamanlarda tarımsal zararlılara karşı kullanılan nüklear polyhedros virusun başarısı bu konuda geniş araştırmaların yapılmasını sağlamıştır. Nitekim Thompson and Scott (1980) bu virusu üretebilmek için yaptıkları deneylerde kullandıkları konukçu larvalarının gençlere oranla daha yaşlılarının seçilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

Sovyetler Birliğinde yapılan bir araştırmada ise lâboratuvar koşullarında *Lymantria dispar*'a karşı su-gliserin karışımı içindeki nüklear polyhedral virusların thermomekanik aerosol formunda jeneratörlerle tatbik edildiğinde 200-300 metre uzaklıkta yüksek ölüm meydana getirdikleri Sakharov et al. (1980) tarafından belirtilmektedir. Ayrıca, Bull et al. (1976) *Heliothis* (Lep.: Noctuidae) türlerinden elde edilen nüklear polyhedral virusların *H. zea* (Boddie) ve *H. virescens* (F.)'e karşı kullanılan insektis'dlere alternatif olarak başarı sağladığını, Smirnoff et al. (1979) ise yem bitkilerinde zararlı *Thymelicus lineola* (Ochs.) (Lep.: Hesperidae)'ya karşı baculovirus (NPV)'un biyolojik savaşta kullanılabilir derecede etkili olduğunu, ayrıca üzerinde denendiği koyunlara ve 16 tür böceğe etkisi bulunmayıp sadece *T. lineola* üzerinde özelleşme gösterdiğini kaydetmektedir.

Stoplazmik Polyhedros

İlk stoplazmik polyhedros Ishimori tarafından 1934 yılında ipek böceğinde bulundu. Araştırmacı böceğin orta bağırsağındaki hücrelerin stoplazmasında polyhedraları gözledi ve bunların hücre çekirdeğinde olanlardan farklı olduğunu belirtti. 1941 yılında Lotmar, *Tineola* (Lep., Tineidae) larvalarının barsak hücrelerinin stoplazmalarında benzer polyhedrayı buldu. Daha sonra bu, elektron mikroskop yardımıyla kanıtlandı.

Stoplazmik polyhedros, nüklear polyhedros gibi fazla patlama göstermez. Enfeksiyon orta barsak epitelinde sınırlı kalır. Hastalanan larva vücudu, dumanlı beyaz, donuk beyaz veya sarımsı renge döner. Larvalar sağlıklılarla oranla küçük kalır.

Polyhedra birçok yönden nüklear polyhedrosdaki gibidir, gerçi bazı hal-lerde renkli görülür ve daha sonra metilen mavisine bürünür. Diğer taraftan virus part'külleri tamamen ayrıdır. Küresel veya küreye yakın şeklinde olup konukçusuna bağımlı olarak 20-70 milimikron çapındadır.

Bugüne değin 200 böcek türünde bu tip virusa rastlanmıştır. Katagiri (1981)'nin belirttiğine göre bunların %85'i Lepidoptera, %9'u Diptera, %4'ü Hymenoptera, gerisi de Coleoptera takımına bağlı türlerde hastalık meydana getirmektedirler. Aynı yazar bunlardan %10'u üzerinde kontrol amili olarak çalışmalar yapıldığını fakat sadece birkaçının pratiğe verildiğini kaydetmektedir. Özellikle *Thaumatopoea pityocampa* Schiff. (Lep.: Thaumatopoeidae)'ya karşı kullanılan stoplazmik polyhedros virus, biyolojik mücadele açısından ilk uygulama olup başarısı yüksektir.

Stoplazmik polyhedral virusun sıcak kanlılara etkisi de Maksu-ura ve Akabori tarafından araştırılmış ancak yaptıkları testlerde hiç bir olumsuz etkiye rastlamamışlardır.

Granülosis

1926 yılında, enfekteli hücrelerde birçok küçük taneli parçacıkların bulunuşu ile karakterize edilen hastalığa *Pieris brassicae* L. (Lep.: Pieridae)'de rastlandığını De Bach (1964), Pa'llot (1926)'a dayanarak belirtmektedir. Aynı amil 30 kadar Lepidoptera türü larvalarında da infeksiyon yapmaktadır. *Euxoa*, *Peridroma* (Noctuidae), *Cacoecia* (Tortricidae) ve *Pieris* cinsine bağlı türler bu virusa çok hassastır.

Hastalık simptomları bir dereceye kadar konukçu türüne bağlıdır. Hastalıklı larvalar genellikle sağlıklılara oranla daha az hareketli ve gevşemiş haldedir. Daha sonra solgun veya beyazımsı görünüş alır. Enfeksiyondan ölüm kadar 6-20 gün geçer. Ölü larvalar konukçudan aşağı sarkar.

Granül virus tarafından enfekte olan dokuların çoğunluğu yağ dokuları, epidermis ve sık sık da trache matrixi, kan hücreleridir.

Virusun enfekteli hücre içinde stoplazma veya çekirdekte gelişmelerinde uyumsuzluk vardır. Bazı araştırmacılar bir kısım granüllerin nüklear granül ve bazılarının da stoplazmik granül yapıda olduklarını belirtirler.

Enfekteli dokularda ufak granüllerin birikmesi ile «Kapsül» adı verilen oluşuklar ortaya çıkar. Bu elipsoid şeklindeki oluşuklar 200-500 milimikrondur. Yağ hücrelerinde bir araya gelmiş bu kapsüller birkaç mikron çapında vakuol veya kabarcıklar içinde bulunur. Enfekteli dokular sonunda dağılırlar ve böceğin vücut sıvısına sızarlar. Ölçü ve şekil dışında kapsüllerin yapısı nüklear polyhedra gibidir.

Bazı araştırmacılar granülosis virusun sinerjik etk'sinden bahsederler. Nitekim De Bach (1964), Tanada (1956, 1959)'ya dayanarak *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) (Lep.: Noctuidae)'da nüklear polyhedros ile granülosis virus arasında synergizm olduğunu, granülosis virusun konukçuya daha önce girmesi halinde konukçunun nüklear polyhedros inokulasyonuna duyarlılığının arttı-

ğını belirtir. Fakat nüklear polyhedrosun daha önce girmesi granülosis virusun enfeksiyonunu zorlaştırmaktadır.

Granülosis virus bazı tarımsal zararlılara karşı biyolojik savaş amili olarak denenmiş ve bazı olumlu sonuçlar alınmıştır. Danimarka'da patates, havuç ve şeker pancarlarında önemli zararlar yapan *Agrotis segetum* Schiff. (Lep.: Nootuidae)'a karşı bu virusların etkili olduğunu ve zararı %80 azalttığını Zethner (1980) belirtmektedir. Ayrıca Gordon (1971) bu virusun *Pieris rapae* L.'ye, bazı noctuid ve tortricid'lere etkili olduğunu da bildirmektedir.

Serbest Viruslar ve Gizli Virus Enfeksiyonu

Bütün viruslar konukçu dokuları içinde oluşuk meydana getirmezler. Hücre içinde bulunduğu dair belirti vermeyen sekiz kadar v'rus hastalığı saptanmıştır. Bunlardan yalnız ikisi elektron mikroskopta görülmüştür. Bu tip virusların saptanmasına bugünkü teknik olanak vermemektedir.

Oluşuk meydana getirmeyen ilk virus hastalığına bal arılarında rastlanmıştır. Daha sonra bu, ipek böceklerinde de görülmüştür. De Bach (1964)'ın bildirdiğine göre Steinhaus (1951), *Pseudaletia unipuncta* larvalarında v'rusun neden olduğu hastalığı bulmuş, Wasser (1952) de bunun elektron mikroskopta 2 milimikron çapında partiküller olduğunu göstermiştir. Bu hastalık son dönem larva ve pupa devresinde görülmüştür. Hasta larvalar sağlıklılarına oranla koyu renk alır ve şişerler. Ölüm enfeksiyondan 6-14 gün sonra olur.

1954 yılında Xereos, *Tipula paludosa*'da oluşum meydana getirmeyen virus hastalığının bulunduğunu, hasta larvanın nemli derisi boyunca yağ kısımlarının mor görünüm aldığı göstermiştir. Ölüm enfeksiyondan 2-4 hafta sonra olmaktadır.

Oluşum göstermeyen diğer bir tip virus *Drosophila melanogaster* Me'g. (Dip.: Drosophilidae)'nin sigma-virusudur. Bunun simptomu sadece sineklerin CO₂'e karşı hassaslaşmasıdır. Normal *Drosophila*'lar CO₂ içinde bir saat kalabilirler. Ancak virus enfeksiyonu almış sinekler birkaç dakika dayanabilmektedirler. Fransa'da toplanıp CO₂ denemesine tabi tutulmuş *Drosophila*'ların üçte birinin duyarlı olduğu görülmüştür.

Böcek viruslarının sık sık gizli kaldığı ve konukçuların da gizli enfeksiyona sebep olduklarına dair önemli gözlemler vardır. Bazı yazarlara göre virus birkaç nesil konukçu içinde simptom vermeden gelişmesine devam eder. Fakat bazı koşulların etkisi ile gizli durumda olan v'rus aktif duruma geçebilir.

Gizli virusları aktif hale geçiren etkenlerden bazıları sıcak, soğuk, aşırı nem, birikme, kimyasal maddeler, ultraviole ışın ve gıdanın niteliğidir.

Virus etmeni, Mendel açılmalarına bağlı kalmaksızın gametlerle geçerler. Bazı sinekler virusu bütün nesillerine geçirirler, bunlara stabil dişler denir. Bazıları ise virusu nesillerine yalnızca %22 oranında geçirirler, bunlara da stabil olmayanlar denir.

Biyolojik Savaşta Virusların Kullanılması ve Prensipleri

Zararlı böceklerin virus hastalıkları ile kontrol olanakları geniş şekilde araştırıldı, fakat hepsinde başarıya ulaşılamadı. Bunlar önce laboratuvar koşullarında denendi, daha sonra zararlıların problem olduğu yerlerde geniş saha uygulamaları yapıldı.

Virusların biyolojik savaşta kullanılmasında en klasik örneği Avustralya'da zararlı tavşanlara karşı kullanılan Myxoma virusudur. Fakat bunun pratiğe geçmeyişi ve son zamanlarda yeniden çalışılmaya başlanmasının nedeni bilgi noksanlığından ileri gelmiştir.

Virusun böcekler üzerinde ilk başarılı adaptasyonu *Diprion hercyniae* Hart. (Hym.: Diprionidae)'ye karşı kullanılan polyhedros virusla sağlanmıştır. Bird, daha önce Kuzey Amerika'da bulunmayan fakat diğer ülkelerden getirilen polyhedros virusu, *Neodiprion sertifer* (Geoff.) (Hym.: Diprionidae) (Avrupa Çam Arısı)'e karşı hem yerden, hem de havadan tatbik etmiş ve başarı sağlamıştır.

Heliothis spp. konukçusu üzerinde açık olarak beslendiğinde bu türlere karşı virusu biyolojik savaş başarılı olmaktadır. Nitekim nükleer polyhedros virusu uygulamasından olumlu sonuçlar alındığını Smith (1967), Ignoffo (1965)'ya dayanarak kaydetmektedir.

Mısır, pamuk ve diğer tarla bitkilerinde zararlı *Spodoptera litura* (Lep.: Noctuidae)'ya karşı nükleer polyhedros virusu ile bazı başarılı sonuçlar elde edildiğini aynı yazar kaydetmektedir.

Granüler virusların, *Pieris brassicae* ve *Pieris rapae*'ye karşı kullanıldığında olumlu sonuçlar alındığını, ayrıca Güney Afrika'da *Kotochalia junodi* (Heyl.) (Lep.: Psychidae) kontrolünde nükleer polyhedros virusun yine başarıyla kullanıldığını Smith (1967) belirtmektedir. Ayrıca aynı yazar akasyalar üzerinde yaşayan Güney Afrika orijinli bazı zararlılara karşı 10.000 polyhedra/mm³lük süspansiyonla yapılan savaşta yüksek oranda ölüm görüldüğünü, bu süspansiyonun aktivitesini önemli bir süre muhafaza ettiğini de kaydetmektedir. Bu uygulama zararlı yumurtaları açılmadan birkaç ay önce de yapılabilir.

Virusların başarılı bir şekilde kullanılması ve hastalığın yayılabilmesi, çevre koşullarına konukçu ve mikroorganizmaların biyolojilerine ve karakter

terlerine bağılıdır. Konukçu böcek, patojenin girişı ve enfeksiyonu için uygun yapıda olması lâzımdır. Hastalığın kolayca yayılabilmesi için yüksek zararlı yoğunluğunun bulunması veya toplu yaşaması gerekir. Bazı parazitik mikroorganizmalar fungus gibi kontakt yoluyla konukçuya girebilirler. Ancak virüslerin gıdalanma yoluyla alınması lâzımdır. Yine parazitik mikroorganizmalar içinde en fazla seçici olanı virüslardır. Uygulamada bu noktaya da dikkat etmek gerekir. Zararlı böceklere karşı virus hastalığı ile biyolojik savaşta bazı avantaj ve dezavantajlar vardır. Bunlar;

Avantajlar

1. Böceklerde hastalık yapan virüslerin diğer canlılara toksik veya zararlı etkileri yoktur.
2. Birçok virus tipinin yüksek oranda seçici olması faydalı böceklerin korunmasında önemli rol oynar.
3. Bazı virus tiplerinin bazı bakteri türleri ile ve insektisidlerle kullanılabilmesi ve sinerjik etkileri konukçunun duyarlılığını arttırmaktadır.
4. Yine bazı tiplerin üretilmesi ucuz ve kolaydır.
5. Mikrobiyal patojenler uygulama yöntemi bakımından çok yönlüdürler.
6. Duyarlı konukçunun patojenlere karşı geliştireceği dayanıklılık yavaş olur.
7. Bazı virus tiplerinin zararlıyı kontrol edebilmesi için düşük dozları yeterlidir.

Dezavantajları

1. Hastalığın inkubasyon süresi dikkate alınarak uygulama zamanlamasının çok iyi saptanması gerekir.
2. Hastalığın yüksek oranda seçici olması etki spektrumunu daraltmaktadır.
3. Bazı virus tiplerinin böcek tarafından alınıncaya kadar aktif ve yüksek derecede virulent olması gerekir.

Virüslerin Seçimi

Burada göz önünde bulundurulacak husus, zararlıya özđü kullanılabilen virus veya virüslerin saptanmasıdır. Tercihinde ise virüsün çok etkin olması

ve vücut içi oluşuk meydana getirenlerin seçilmesi gerekir. Bunun avantajı bu tip virusların vücut içersinde kendiliğinden yayılmasıdır (Polyhedros veya granül virustan biri gibi). Bunlar, dış şartlardan etkilenmemesi için ambalâjlanabildiği gibi, virus araştırmaları için de uygun formdadırlar. Bunun yanında vücut içi oluşuk meydana getiren virus formlarının inaktif durumda uzun müddet kalabilmeleri, böylece zararlı içinde canlılığını koruduğu olumlu bir durumdur.

Virusun konukçu üzerinde etkisi önemlidir. Diğer bir deyimle hastalığın gelişme çeşidi kolay yayılmaya etki edebilmelidir. Bu nedenle nüklear polyhedroslar kontrol amili olarak stoplazmik polyhedroslardan daha etkin görünmektedir. Bu durumda böcek derisinin parçalanması ile vücut suyu içinde milyonlarca polyhedra serbest kalacak ve etrafa yayılmasına neden olacaktır. Stoplazmik polyhedrada deri parçalanmaz ve vücut içeriği sıvı hale geçmez. Bu yüzden bu tip virustan polyhedra dağılması yalnız kusma ve dışkı yoluyla olur.

Granüller de genellikle kontrol etmeni olarak nüklear polyhedros gibi etkilidir. Bunlarda da deri parçalanması ve vücut sıvısının polyhedralarla veya granüllerle birlikte dağılması söz konusudur.

Virusların Seçiminde «Değişebilen Faktörlere» Dikkat Edilmesi

Virusların insektisit olarak kullanılmasının önemli faktörlerinden biri zararlı böceği kontrol edebilmek için içine girebilme olanağıdır. Konukçu bitkinin yaprakları üzerinde açıkta ve sürü halinde beslenen larvalar için bulasma olanağı fazladır ve bu tip böceklerde umulan sonuçlar gözlenmiştir. Örneğin, *Neodiprion* cinsinin iki türü ile *Trichoplusia* (Lep.: Noctuidae) ve *Pieris* cinsinin iki türü bu tip böceklerdir.

Diğer taraftan habitatın örttüğü böceklerle uğraşmak zordur. Buna örnek, birçok göz kurtlarını ve toprakta yaşayan böcekleri verebiliriz.

Dikkat edilecek diğer önemli bir faktör de virusun böcek içindeki inkubasyon süresinin uzunluğudur. Şayet bu süre uzun ise virus uygulamasındaki amaç sonuca ulaşmaz. Bu durumda sonuçta ölüm % 100 bile olsa aradaki sürenin uzunluğu o böceğin yapacağı zararı önleyemeyecektir. Örneğin, virus tatbikatından sonra ölüm 15 günde oluyor ve konukçusunda zarar yapan böcekler için mutlak zarar 10 gün içersindeyse bu uygulama gereksiz olmaktadır.

İnkubasyon süresine etki eden bazı faktörler vardır. En önemlileri sıcaklık ve nemdir. Bunlar duyarlılığın artmasında değil, virusun aktif olabilmesi için geçecek zamanda rol oynarlar. Düşük sıcaklık inkubasyon süresini uzatır ve populasyon yoğunluğuna etki eder.

Yağmur, virus uygulamasının başarısı üzerinde çok etkin değildir, zaten polyhedra kristal halinde kullanılıyorsa yaprak üzerinde kuru olarak bulunacak ve kolaylıkla yer değiştiremeyecektir.

Önemli olan diğer faktörler ise virus konsantrasyonu yani polyhedra miktarı, uygulama sayısı, uygulama zamanıdır.

Virusun optimum konsantrasyonu farklı viruslara göre değişebilir, bunun denemelerle saptanması gerekir.

Lâboratuvar denemelerinde, *Trichoplusia ni* Hb.'nin kontrolunda dozun, 0,001 ml inokulum olacağı bulunmuştur. Bu inokulum virus tarafından öldürülmüş 5. dönem larvanın vücut içeriğinin toz hale getirilip 16 lt. su ile hazırlanmasından elde edilir. Bu doz muamele edilen bütün larvaları enfekte edip öldürmüştür.

Lahanalar üzerinde bu gaye ile 4 tarla denemesinin gerçekleştirildiğini Smith (1967) vermektedir. Bu denemelerde 0.94-120 ölü larvadan elde edilen virus süspansiyonu bir dönüme uygulandı. Her dönüme 120 lt. süspansiyon gelecek şekilde düşük volumlu pülverizatörle uygulandı. Her 4 denemede de polyhedros bulaşması yer aldı ve *Trichoplusia* populasyonunda büyük bir azalma oldu, fakat doz arttıkça hastalık yayılmasının daha hızlı olduğu gözlemlendi. Hemositometrik sayım her bir dönüme en düşük dozda 0,6 milyon ve en yüksek dozda 7,6 milyon polyhedranın atıldığını gösterdi.

Virus uygulamasının zamanı da önemlidir, bu da larva duyarlılığı ile sıkı ilişkilidir. Kural olarak ilk dönem larvalar enfeksiyona daha hassastır. Bunu Elmore (1961) kanıtlamıştır. *Trichoplusia* yumurtalarından çıkan larvalara virus tatbik ettiğinde (Nisan ayında) bütün larvaların öldüğünü gördü. Aynı uygulamayı Eylül'de olgun larvalarda denediğinde başarılı olmadığı ortaya çıktı.

Virus Uygulaması

Virus preparatları toz veya solusyon halinde olabilir ve bunlar standart tozlama aletleri ve pülverizatörle atılabilir. Sıvı püskürtme daha iyi kaplama olanakları sağlar. Sıvı preparatlarda düşük volumlü pülverizatörler uygundur.

Tozlama veya pülverize ile yaprak altları ve üstleri iyice kaplanmalıdır. Aksi taktirde yumurtadan çıkan larvalar yaprağın alt kısmında epidermisi yiyerek yaprak üzerindeki virus ile temasa geçemeyecektir.

Virus uygulamasında da yeni teknikler geliştirilmektedir. Sakharov et al. (1980), Sovyetler Birliğinde daha önce de bahsedildiği gibi su, gliserin ve virus karışımını thermomekanik aerosol formunda jeneratörlerle uygulamak-

tadırlar. Jeneratörün hızı saatte 5 km. olup 200-300 m.'de yüksek ölüm görülmektedir.

Islatıcı veya yapıştırıcı maddelerin virus üzerinde olumsuz bir etkileri yoktur. Bunlar nemi sağlar ve virus materyalinin gücünü artırır. Örneğin, *Thaumetopoea pityocampa* larvalarından alınan stoplazmik polyhedralı suspansiyon, % 02'lik bir ıslatıcı ile karıştırıldığında, yüksek ölüme sebep olur ve bunlara laboratuvar şartlarında yağmur uygulaması yapıldığında çam yapraklarında kaldığı görülür.

Bazı hallerde virusun, diğer bir patojen veya insektisit ile karıştırıldığında yalnız başına verdiği etkiden daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Steinhau (1951) nüklear polyhedros ile *Bacillus thuringiensis*'in beraberce tatbikatının yalnız virusa oranla *Colias* (Lep.: Pieridae) türlerini daha iyi kontrol ettiğini kaydeder.

Smith (1967), bazı araştırmacıların *Trichoplusia*'ya karşı kullanılmak üzere polyhedros virus + yüzey gerilimi azaltıcı madde + insektisit kombinasyonları üzerinde çalıştıklarını kaydeder. Virus-su solusyonuna yağ ve Endrin ilâve edildiğinde lahananın mumumsu yaprakları üzerinde zararlı kontrolünü arttırdığı görülmüştür. Aynı yazar benzer çalışmanın *Malacosoma fragile* (Strech) (Lep.: Lasiocampidae) üzerinde yürütüldüğünü kaydeder. Nüklear polyhedros ile *Bacillus thuringiensis* kombinasyonunun bu amillerin tek tek uygulanmasından daha etkin olduğu gösterilmiştir.

Virus Materyalinin Hazırlanması ve Saklanması

Mikrobiale kontrolde kullanılacak virusun miktarını solusyon hazırlarken iyi ayarlamak lâzımdır. Çünkü çoğalma sadece yaşayan duyarlı hücrede olur. Bir kere böceğin o bitkide beslendiğini bilmemizin yanında, çok miktarda larvanın enfekte olması için de aynı yerde cezbederek toplanmaları sağlanmalıdır. Bu teknik genellikle kullanışlı değildir. Bazı hallerde bitkiden vazgeçmek mümkündür, lüzumlu olan larva miktarı sentetik veya yarı sentetik diyetler üzerinde çoğaltılabilir. Bu yöntem, *Heliothis zea* ve *H. virescens*'in tarla populasyonuna karşı, nüklear polyhedros virusun etkileri üzerindeki çalışmalarda başarılmıştır. Bu iki testte de pamuklarda tavsiye edilen insektisitlerle mukayesede başarılı olmuştur.

Şayet virus bulaştırmada gerekli miktarda larva yetiştirmek için sentetik ortam yoksa başka alternatif yoktur. Bazı hallerde hastalıkla doğal olarak bulaşık larvaları toplamakla da virus stokları sağlanabilmektedir. Bu, bazı araştırmacılar tarafından birçok zararlı türlere karşı kullanılan nüklear polyhedrosda yapılmıştır. Tarladan hastalıklı larvalar toplanmış ve bir tepsi içinde birçok sağlıklı larvalar ile temas etmeleri sağlanmıştır. Birkaç gün içinde

sağlıklılar da enfekte olup ölmüşlerdir. Bu enfekteli vücutlar periyodik olarak toplanmış, geniş cam kaplarına konmuş ve kullanılıncaya dek buzdolabında tutulmuştur.

Önceden santrifüj edilmiş ve ayrılmış polyhedra veya kapsüller 4°C'da uzun müddet saklanabilmektedir. Bu mikrobial kontrolda kullanılacak polyhedral viruslar için bir avantajdır.

Enfekteli larva vücutları saf su ile karıştırılır, iyice ezilip parçalayıcıdan (blender) geçirilir. Materyal tekrar saf su ile sulandırılıp tülbentten süzülür ve büyük parçacıklardan ayrılarak tamamen saf süspansiyon elde edilir.

Bazı uygulamalarda virusların polyhedra veya kapsül sayılarında hassas ayırım lâzımdır. Bunun için «hemositometre» denen cihaz kullanılır ve her bir milimetreye düşecek toplam polyhedra sayısı tayin edilir.

Bazı hallerde bu kadar ince ayırma gerek yoktur. Kaba olarak granüler virus ile enfekteli tam gelişmiş 5 *Pieris brassicae* larvası 4 lt. viruslu süspansiyon yapmaya yeterlidir. Bazı küçük kabuklu bitler gibi lokal zararlılar için fazla konsantrasyonlu süspansiyona veya dikkatli ayarlamaya gerek yoktur.

Sonuç

Böcek patolojisi ve mikrobial kontrolün bir parçası olan böceklerin virus hastalıkları konusundaki çalışmalar çok eskidir. Ancak bu konunun gecikmesi ve başarısızlıklar teknik ve bilgi yetersizliği nedeniyle olmuştur. Son zamanlarda teknolojinin de ilerlemesiyle büyük atılımlar kaydedilmiştir. Kimyasal savaşın insan ve hayvan sağlığına olan olumsuz etkilerinin yanında çevre kirlenmesi ve doğal dengenin bozulması, bu konunun önemini daha da arttırmıştır. Bugün mikrobial etmenlerle tarımsal zararlılara karşı biyolojik savaşta önemli kazanımlar vardır.

Bilim ve teknolojinin gelişmesine koşut olarak, birim alanda üretimin artırılması amacıyla yönelik bu tip çalışmaların daha da derinleştirilerek pratiğe dönük yeni kazanımların sağlanması gerekmektedir.

Özet

Bu çalışmada böcekleri hastalandırabilen virus etmenleri ele alınarak incelenmiştir. Bunlar, yapıları göz önünde bulundurularak ayırımları yapılmış ve etki ettiği tarımsal zararlılar ile bunlara karşı yapılan biyolojik savaş uygulamaları verilmiştir. Ayrıca bu uygulamaların başarıya ulaşabilmesi için geçerli ilkeler belirtilerek virusların elde ediliş ve saklanma yolları kaydedilmiştir.

Literatür

- Bergold, G.H., 1963. «Insect Pathology. An Advanced Treatise».
Edit. by: E.A. Steinhaus, Vol I, 413-456, Academic Press, New York.
- Bull, D.L., R.L. Ridgway, V.S. House and N.W. Pryor, 1976. Improved Formulations of the *Heliothis* Nuclear Polyhedrosis Virus.
J. econ. Ent., 69(6) : 731-738.
- De Bach, P., 1964. Biological Control of Insect Pests and Weeds.
Chapman and Hall Ltd., London, 844 s.
- Elmore, J.C., 1961. Control of the Cabbage Looper with a Nuclear Polyhedrosis Disease. *J. econ. Ent.*, 54 : 47-50.
- Gordon, R.S., 1971. «Use of Viruses for Microbial Control of Insects, 97-122»
In: H.D. Burges, N.W. Hussey; Microbial Control of Insects and Mites, Academic Press, London, 861 s.
- Ignoffo, C.M., 1965. The Nuclear Polyhedrosis Virus of *Heliothis zea* (Boddie) and *Heliothis virescens* (Fabr.) IV. Bicassay of Virus activity.
J. Invert. Pathol. 7 : 315-319.
- Katagiri, K., 1981. «Pest Control by Cytoplasmic Polyhedrosis Viruses, 433-440». In: H.D. Burges, Microbial Control of pests and Plant Diseases 1970-1980, Academic Press, London, 949 s.
- Martignoni, M.E., and P.J. Iwai, 1977. A catalog of Viral Diseases of Insects and Mites. USDA Forest Service Gen. Techn. Rep. PNW-40.
- Paillot, A., 1926. Sur une nouvelle maladie du noyau ou grasserie des chenilles de *Pieris brassicae* et un nouveau groupe de micro-organismes parasites.
Compt. Rend. Acad. Sci., 182 : 180-182.
- Payne, C.C., and D.C. Kelly, 1981. «Identification of Insect and Mite Viruses, 61-91».
In: H.D. Burges, Microbial Control of Pests and Plant Diseases. 1970-1980; Academic Press, London, 949 s.
- Sakharov, V.M.; E.I. Kirov; K.P. Kutsenogii; G.V. Larionov; V.N. Zhimerikin; L.A. Litvino; S.A. Bakhlavov, 1980. Application of thermomechanical aerosols for the dispersion of virus preparations in the protection of plants from injurious insects. *Izvestiya Sibirskago Otdeleniya Akademii Nauk SSR. Biol.*, 1979, 10(2) : 135-140. Abst. in: *Rev. appl. Ent.*, 1980, 68(3) : 211.
- Smirnoff, W.A., J.N. McNeil, P. Lomothe, 1979. Safety tests for the Baculovirus of *Thymelicus lineola* (Lepidoptera: Hesperidae). *Canadian Entomologist*, 111(4) : 459-464.
- Smith, M.K., 1967. Insect Virology. Academic Press. Inc., New York, 256 s.
- Steinhaus, E.A., 1951. Report on diagnoses of diseased insects, 1944-1950.
Hilgardia, 20 : 629-678.

- Tanada, Y., 1956. Some factors affecting the susceptibility of the armyworm to virus infections. *Jour. Econ. Ent.*, 49 : 52-57.
- , 1959. Synergism between two viruses of the Armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) (Lepidoptera: Noctuidae). *Jour. Insect. Pathol.*, 1 : 215-231.
- Thompson, C.G., and D.W. Scott, 1980. Production and persistence of the Nuclear Polyhedrosis Virus of the Douglasfir Tussock Moth, *Orgyia pseudotsugata* (Lepidoptera: Lymantriidae), in the forest ecosystem. *Journal of Invertebrate Pathology*, 1979, 33(1) : 57-65, Abstr. In: *Rev. appl. Ent.*, 1980, 68(1) : 69.
- Wasser, H.B., 1952. Demonstration of a new insect virus not associated with inclusion bodies. *Jour. Bact.*, 64 : 787-792.
- Weiser, J. and J.D. Briggs, 1971. «Identification of Pathogens, 13-66» In: H.D. Burges and N.W. Hussey, *Microbial Control of Insects and Mites*. Academic Press, London and New York, 861 s.
- Zethner, O., 1980. Control of *Agrotis segetum* (Lep.: Noctuidae) in Root Crops by Granulosis Virus. *Entomophaga*, 25(1) : 27-35.