

**ÇİMLENME ENGELİNİN GİDERİLMESİNDE
NEM DENETİMLİ ÇIPLAK KATLAMA YÖNTEMİ**

Ar. Gör. Dr. Mustafa YILMAZ¹⁾

Kısa Özet

Bazı bitki türlerinin tohumlarında dormansi (çimlenme engeli) bulunmakta ve bu dormansili tohumlar elverişli ortama rağmen çimlenememektedirler. Tohumlardaki dormansiyi gidermenin yollarından biri tohumlara nem denetimli çıplak katlama (NDÇK) uygulamaktır. Bu yöntemde tohumların nemi, katlama sırasında belli bir oranında tutulur. Bu nem içeriği, tohumun dormansisinin kırılması için yeterli, fakat tohumun çimlenmesi için kısıtlayıcı bir eşik değerdir. Yöntem, katlamadaki bütün tohumların dormansisinin sorunsuz olarak giderilmesi, daha hızlı ve homojen çimlenme, tohumların optimum çimlenme sıcaklığının ötesinde daha geniş bir sıcaklık aralığında çimlenebilmesi ve katlama sırasında tohumlarda daha az mantar zararı görülmesi gibi avantajlar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tohum, Dormansi, Katlama, Çıplak katlama, Çimlenme

**THE METHOD OF NAKED STRATIFICATION AT CONTROLLED MOISTURE CONTENT
IN BREAKING SEED DORMANCY**

Abstract

Some plant species' seeds have dormancy and are not able to germinate in suitable environment. One of the ways of breaking seed dormancy is naked stratification at controlled moisture content. In this method, during the treatment, the moisture content of seed is restrained at a certain level that is adequate for the dormancy breaking but not sufficient for the germination of seeds. The method provides dormancy breaking for all the treated seeds, fast and homogenous germination, germination at broader temperature interval besides the optimum germination temperature, and less fungi attacks during the stratification.

Key words: Seed, Dormancy, Stratification, Prechilling, Germination

¹⁾ KSÜ Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

1. GİRİŞ

Tohum, botanik anlamda koruyucu bir örtünün (kabuk veya tohumgömleği) içinde embriyo ve (eğer varsa endosperm gibi) besleyici dokular taşıyan olgunlaşmış ovül (tohum taslağı)'dür (SCHMIDT 2000). Tanım, daha geniş anlamda tohumu içine alan bütün yayılma birimini (meyve, meyvenin bir parçası, vs.) de kapsamaktadır. Tohumun oluşum ve gelişmesi; (1) dölleme (zigotun oluşumu, varsa endospermin gelişimi), (2) hücre bölünmesi ve farklılaşma, (3) özümlenen maddelerin (karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vs.) taşınması ve endosperm veya kotiledonlarda depo edilmesi, (4) absisik asitin (ABA) etkisiyle embriyo büyümesinin durması ve (5) olgunlaşmanın tamamlanması+kuruma aşamalarından geçmektedir (EIRA/CALDAS 2000). Tohum dökümü ile beraber çimlenmenin gerçekleşmesi için de ayrıca 3 aşama söz konusudur: (1) şişme (hücrenin ve proteinlerin su alımı, organel yapılarının oluşumu), (2) metabolizma faaliyetlerinin başlaması (solunum, RNA ve protein sentezi, enzim faaliyetleri, depo maddelerinin ayrışması), (3) gözle görünür büyüme-kök uzaması-çimlenme (hücre uzaması, hücre bölünmesi, kökçüğün uzaması için hücre duvarlarının yıkımı).

Bazı bitkilerin tohumlarında dormansi (çimlenme engeli) bulunmakta ve tohumlar elverişli ortama (su, oksijen, sıcaklık ve bazı durumlarda ışık) rağmen çimlenmemektedirler. Özellikle ılıman kuşaktaki ağaç türlerinin tohumlarında dormansi daha sıklıkta görülmektedir. Tohumun oluşumundan çimlenmeye kadar geçen süreç içinde dormansi bir veya birkaç aşama ile ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır. Tohum dormansisi: embriyonun yeterince olgunlaşmaması, embriyonun uyku ihtiyacı, tohum kabuğu, çimlenmeyi engelleyici kimyasal maddeler gibi farklı nedenlerden kaynaklanmaktadır.

Dormansi olgusu bir hâl, bir durum olup, bitkilerin yetiştirme ortamlarıyla yakından ilgilidir ve bitkilerin yaşama stratejilerinin bir parçasıdır. Diğer yandan, dormansi bir tohum niteliğidir ve çimlenme yokluğu (çimlenmezlik) olarak tanımlanmamalıdır (VLEESHOUWERS *ve ark.* 1995). Dormansinin nedeni dış etken olmayıp tohumdan kaynaklanan bir durğu (durma+bekleme) söz konusudur. Su yetersizliği, oksijen yokluğu ve uygun olmayan sıcaklık gibi dış nedenlerden dolayı tohumun çimlenememesi (çimlenme koşullarının bulunmaması) dormansiden farklı olup "durgunluk (quiescence)" olarak adlandırılmaktadır.

Dormansi (Dormancy) kelimesinin Türkçe'de yerleşik bir karşılığı bulunmamaktadır. Türkçe'de birçok kelime ile ifade edilmiştir. Bunlardan bazıları şunlardır: "uyuklama" (BEŞKÖK 1956), "çimlenme engeli" (SAATÇIOĞLU 1967; ÜRGENÇ 1998), "doğal istirahat hali" (ÇEPEL 1990), "dormansi" (PALAVAN-ÜNSAL 1993; ÖNDER ve YENTÜR 1999; MUNZUROĞLU 1999; TDK 2004), "dinlenme" (GERÇEKÇIOĞLU/ÇEKİÇ 1999) "uyku hali" (TÜBİTAK 2002). Literatürde sıklıkla vurgulandığı gibi dormansi olgusu basit bir çimlenememe durumu olmayıp, bir tohum niteliği, bitkinin yaşama stratejisinin bir parçasıdır. Doğada, dormansi yani tohum dökümünden sonra uygun koşullarda tohumun çimlenmemesi, genel olarak çimlenme sonucu ortaya çıkacak olan fidelikler için yaşama koşullarının elverişli olmadığı zaman diliminde gerçekleşir. Burada bilinçli bir "durgun" söz konusudur. Bu çalışmada, dormansinin tanımı, kapsamı, nedenleri ve uluslararası literatür bilgileri ile uyum içinde olması bakımından "dormansi" kelimesinin kullanılması tercih edilmiştir.

Dormansi, doğada doğal koşullar altında kırılmakta olup, yapay olarak ise doğadakinine benzer koşullar altında giderilebilmektedir. Dormansiyi yapay olarak gidermenin yollarından biri, tohumlara soğuk işlem uygulamaktır. Soğuk işlem, genellikle kum gibi soğuk-ıslak bir ortamda gerçekleştirilir. Bazı türlerde soğuk-ıslak katlamaya alınan tohumlar, dormansinin kırılmasıyla beraber düşük sıcaklıklarda da çimlenmeye başlarlar. Tohumlar çimlenmeye başladığından katlama işlemi durdurulur. Çünkü çimlenen tohumların ekim alanına gidene kadar geçen süre içinde ve ekim sırasında zarar görmesi söz konusu olur. Ayrıca soğuk-ıslak işlem sırasında ıslak

ortam ve yüksek nem mantarlar için son derece elverişlidir. Soğuk işlem, kum ve turba gibi katlama malzemesi kullanılmadan gerçekleştirildiğinde buna çıplak katlama adı verilmektedir. Nem denetimi yapılmayan çıplak katlama işlemi de soğuk-ıslak katlama gibi sakıncalar taşımaktadır. Soğuk-ıslak katlama ve çıplak katlamanın sakıncalarını ortadan kaldırmak amacıyla nem denetimli çıplak katlama (NDÇK) yöntemi geliştirilmiştir (SUSZKA 1979; TANAKA/EDWARDS 1986; JONES/GOSLING 1990, 1994; JONES *ve ark.* 1993; KOLOTELO *ve ark.* 2001).

NDÇK yönteminde tohumların nemi katlama sırasında belli bir nem aralığında tutulur. Bu hedef nem içeriği (HNİ)'nin, tohumun dormansisinin kırılması için yeterli, fakat tohumun çimlenmesi için yetersiz olması gerekir. Bu yolla, çimlenme olmadan tohumların tamamında dormansi kırılıncaya kadar katlama süresi uzatılabilmektedir. Bu yöntem Avrupa kayını (SUSZKA 1979; MULLER/BONNET-MASIMBERT 1989; 1999) ve bir çok ibrelili türde (EDWARDS 1986; POULSEN 1996; JONES/GOSLING 1990; 1994) başarı ile uygulanmıştır.

NDÇK yöntemi ile hem tohumların dormansisi kırılmakta hem de tohumun çimlenme niteliklerinde olumlu yönde gelişmeler olmaktadır. Çimlenme daha hızlı ve homojen gerçekleşmektedir (DERKX/JOUSTRA 1997; DOWNIE *ve ark.* 1998). Dolayısıyla çimlenme değeri oldukça artmaktadır. Yöntem, özellikle dormansi bulunan tohumlarda çok olumlu sonuçlar verirken, dormansi bulunmayan tohumlarda da koşullandırma etkisi yaparak çimlenme niteliklerini arttırmaktadır (BRAY 1995).

Bu çalışmada, nem denetimli çıplak katlama (NDÇK) yöntemi açıklanmış, üstünlükleri üzerinde durulmuş ve ülkemizdeki tohum çalışmaları için taşınmış olduğu önem vurgulanmıştır.

2. NEM DENETİMLİ ÇIPLAK KATLAMA YÖNTEMİ

Dormansinin kırılması için katlama sırasında tohumun nem bakımından tam doygun veya tam doygun duruma yakın olması gerekir. Nem içeriği belli bir oranın (katlama eşiği) altında olan tohumlar soğuk işleme alınsalar dahi dormansinin kırılması gerçekleşmez. NDÇK yönteminde tohum, dormansinin kırılması için gerekli olan alt nem eşiği ile tam doygun durumda sahip olduğu nem arasında bir değerde tutulur. Tohum bu nemde $+3\pm 2$ °C'de soğuk işleme alındığında, dormansi kırılmakta, fakat çimlenme meydana gelmemektedir.

2.1. Hedef Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Yöntemin uygulanması için, birinci aşamada tohumun ulaştığı en yüksek nem düzeyini belirlemek gerekir. Bunun için değişik yöntemler kullanılabilir. Örneğin, tohum $+4$ °C'de 7 güne kadar su içinde bekletilir. Su miktarı, tohum miktarının yaklaşık 3 katı hacimde olmalıdır. Tohumun taze ağırlığa göre ulaştığı en yüksek nem düzeyi 7. gün sonunda belirlenir (JONES/GOSLING 1994). Fakat bazı türlerin tohumları su içinde kaldığında zarar gördüğünden tohumun özelliklerine göre değişik yöntemlerle tam doygun durumdaki nem belirlenebilir. Tohumun nemi, ISTA (1996) kurallarında da olduğu gibi genellikle 103 ± 2 °C'de 17 saat kurutma işlemi uygulanarak taze ağırlığa göre belirlenir (Formül I).

$$MC = \frac{FW - DW}{FW} \times 100 \quad (\text{Formül I})$$

MC	: nem içeriği (%)
FW	: taze ağırlık
DW	: kuru ağırlık

POULSEN (1996). tohumları 4 °C'de 7 gün ıslak filtre kağıdı arasında beklettikten sonra 12 saat akan su altında tutarak en yüksek nem düzeyini belirlemiştir. Hedef nem içeriği (HNI)'nin bu en yüksek nem düzeyinden yaklaşık 5 puan daha düşük olmasının uygun olacağı belirtilmiştir. Örneğin en yüksek nem düzeyi % 40 olan *Pseudotsuga menziesii* için çıplak katlama sırasında %35 nem uygun olmaktadır. En yüksek nem düzeyi Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) gibi bazı tohumlarda orijinlere göre farklılık göstermektedir (Çizelge I). JONES/GOSLING (1994) ise HNI'nin en yüksek nem düzeyinden 2 puan düşük olmasının yeterli olacağını belirttiktedirler. Bununla birlikte örneğin, 2 puanlık geri kurutma, dormansisi giderilmiş kayın tohumlarının çimlenmesini durdurmak için yetersizdir. Bundan dolayı her tür için dormansinin kırıldığı nem düzeyi (katlama eşiği) ile çimlenmenin gerçekleştiği nem değerini (çimlenme eşiği) belirlemek gerekir. NDÇK sırasında tohumun nemi, bu iki eşik değer arasında tutulmalıdır. Doğu kayınında en yüksek nem % 38-42, çimlenme eşiği % 35-36 ve katlama eşiği % 26-27 olarak belirlenmiştir (YILMAZ 2005). Eğer denemelerle eşik değerler belirlenmemişse, NDÇK'da nemin en yüksek nem düzeyinden 5 ile 15 (ortalama 10) puan arasında daha düşük olması önerilebilir. Avrupa kayınında en yüksek nem düzeyi %38-41 civarında olup dormansinin kırılması için % 28 nem yeterli olmaktadır (GOSLING 1991).

Çizelge I. Bazı ağaç türlerinin tohumlarının en yüksek nem düzeyi ve NDÇK sırasındaki hedef nem içeriği (HNI).

Tür	En Yüksek Nem Düzeyi (%)	NDÇK'daki Nem (HNI) (%)	Kaynak
<i>Abies nordmanniana</i>	39,7	31,4-33,8	POULSEN 1996
	41,4	35,4	
	34,7-35,4	27,7-30,2	
<i>Abies procera</i>	38,5	30,5-31,9	
	40,9	33,7	
	38,3	31,2-32,0	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	40,1-40,8	31,7-34,2	
	38,6-38,8	29,5-30,5	
<i>Picea sitchensis</i>	31,0-32,2	24,1-27,7	
<i>Fagus sylvatica</i>	---	28-30-32-34	
	---	31	SUSZKA 1979
	---	30	DERKX/IOUSTRA 1997
<i>Fagus orientalis</i>	40±2	31±2	YILMAZ 2005
<i>Abies nordmanniana</i>	---	33	GOSLING ve ark. 1999
<i>Abies lasiocarpa</i>	45	35	LEADEM 1988
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	39	37	JONES/GOSLING 1994
	33	31	
	37	35	
<i>Picea sitchensis</i>	---	30	GOSLING/RIGG 1990 JONES/GOSLING 1990 JONES ve ark. 1997; 1998
<i>Abies grandis</i> <i>Abies amabilis</i> <i>Abies lasiocarpa</i>	45	30-35	EDWARDS 1996
	---	30	TANAKA/EDWARDS 1986
	---	30	

HNI: Hedef nem içeriği

2.2. Nemin Ayarlanması

NDÇK için, ikinci aşama katlanacak tohumların nemini hedef nem içeriği (HNI)'ne ayarlamaktır. Bunun için öncelikle katlamaya alınacak tohumların taze ağırlığa göre nem içeriği belirlenir (Formül I). Daha sonra formül (Formül II) yardımıyla HNI'nde tohumun olması gereken ağırlık (FW_2) bulunur (SUSZKA ve ark. 1996). Su ilave edilerek (püskürtme yoluyla) işlem görecektir tohumların ağırlığı FW_2 'ye ayarlanır. Tohumlar su alma (şişme) sırasında zarar görmemelidir. Bunun için ayarlama işleminin genellikle +3 °C gibi düşük sıcaklıkta yavaş bir tempo ile uygulanması önerilmektedir. +10 °C'lik ortamda her gün az miktarda su ilave ederek nemlendirme daha hızlı olmaktadır. Su ilave şekli, tohumları her gün suya daldırıp çıkararak dolayısıyla yüzeyel olarak ıslatarak da yapılabilir. Bunun oldukça pratik ve etkin bir yol olduğu görülmüştür. Belli miktardaki nemi bilinen tohumun ağırlığı değiştiğinde de yeni nem içeriği (MC_2) Formül III yardımıyla hesaplanır.

$$FW_2 = FW_1 \times \left(\frac{100 - MC_1}{100 - MC_2} \right) \quad (\text{Formül II})$$

$$MC_2 = 100 - \frac{FW_1 \times (100 - MC_1)}{FW_2} \quad (\text{Formül III})$$

MC_1 : başlangıç nem içeriği (%)

MC_2 : yeni nem içeriği (%)

FW_1 : başlangıç ağırlığı

FW_2 : yeni ağırlık veya ayarlanan ağırlık

2.3. Nemin Denetimi

NDÇK'da üçüncü aşama, katlamadaki tohumların neminin denetimidir. Nemi, HNI'ne ayarlanan tohumlar katlama boyunca aynı nemde veya en azından çimlenme olmaksızın katlamamın gerçekleştiği nem içeriği aralığında tutulmalıdır. Hedef Nem İçeriği (HNI) belirlenen tohumlar kısmen hava alan kaplarda veya naylon torbalarda soğuk işleme alınır. Tohumlar kaplara konulmadan önce, kapların ağırlığı ölçülür. Nemleri bilinen tohumlar da kaplara ağırlığı ölçülerek konular. Soğuk işlem sırasında sıcaklık düşük (+3±2 °C) olduğundan evaporasyon yoluyla nem kaybı oldukça az olur. Tohumlar kaplarıyla beraber haftada bir tartılır. Nemi azalan tohumlara su püskürtme yoluyla nem ilave edilir ve eski ağırlığına çıkartılır. İlave edilecek nem miktarı formül (JONES/GOSLING, 1994) yardımıyla da hesaplanabilir (Formül IV).

$$w = \frac{s - (m \times s)}{1 - TMC} - s \quad (\text{Formül IV})$$

w: ilave edilecek su miktarı (gr)

s: katlamaya alınacak olan tohumun ağırlığı (gr)

m: katlama öncesi tohumun nem içeriği (ondalık olarak)

TMC: hedef nem içeriği (ondalık olarak)

Diğer yandan PEG çözeltisi gibi osmotik koşullandırmada kullanılan solüsyonlarla da solüsyonun yoğunluğuna bağlı olarak tohumun nem içeriği çimlenmenin gerçekleştiği nem eşliğinin altında tutulabilmektedir (EDWARDS 1996; SCHMIDT 2000). Fakat, işlemin uygulanma sürecinde yapılan işler, maliyet ve daha itinalı çalışma gerektirmesi gibi nedenlerden dolayı büyük miktarlardaki tohumların PEG ortamında koşullandırılarak fidanlıklarda uygulanması pratik bulunmamaktadır.

2.4. Kullanılabilecek Kaplar

NDÇK için kullanılacak kaplar ilke olarak hafif ve dayanıklı olmalı, nem almamalı, tohumların oksijen ihtiyacı için hava alışverişini sağlamalı ve nem kaybını en azda tutmalıdır. Ayrıca kabin saydam olması, mantar oluşumu gibi olumsuz durumlarda tohumların dışardan denetim altında tutulmasını kolaylaştırır. Kabin hacmi, genel olarak katlamaya alınacak tohumların 4-5 katı büyüklükte olmalıdır. Böylece her birim hacimdeki tohum için 3-4 birim hava boşluğu olacaktır. Bu ölçütler, denetim sıklığına ve kabin içine hava geçişine bağlı olarak değişebilir. Burada temel ilke, katlama sırasında kabin içine hava geçişi olması ve tohumların nem kaybetmeden rahat solunum yapabilmeleridir. Kabin düz tabanlı yatay-dörtgen (kare veya dikdörtgen) olması, tohumların daha homojen neme sahip olması bakımından arzu edilmektedir. Deneysel çalışmalar için yatay-dörtgen kaplarda tohumlar bir kaç sıra olarak serilmekte, üst üste fazla yığılma olmamaktadır. Böylece bütün tohumlar havaya kolayca ulaşmakta ve yeknesak bir neme sahip olmaktadır.

NDÇK katlama için çok değişik kaplar ve naylon torbalar kullanılabilir. İnce naylon torbalar ağzı kapalı dahi olsa kısmen hava geçişi sağlayıp, nem kaybını engellediğinden bu yöntem için uygundur. Naylon torba kalın dahi olsa hava alması için delinerek yöntemin uygulanmasında kullanılmaktadır. Metal kaplar fazla miktardaki tohumlar için kullanışlı olabilir. Özellikle alüminyum gibi özgül ağırlığı düşük metalleri tercih etmek gerekir. Az miktardaki tohumlar için plastik kapların kullanılması daha yerinde olur. Plastik saklama kapları, hava alması için ağzı kısmen açık bırakılarak veya delinerek kullanılabilir. Delme işlemi üstten olabileceği gibi yanlardan da olabilir. Deliklerin üstte olması durumunda nem kaybı daha fazladır. Laboratuvar çalışmaları sırasında, özellikle yanlarda kabin yüksekliğinin yarısında 2-3 cm aralıkla ve 3-5 mm çapında deliklerle yapılan delme işleminin NDÇK için son derece uygun ve pratik olduğu görülmüştür. Böylece kap hava almakta, fakat nem kaybı en azda tutulmaktadır. Ayrıca haftada bir kabı açmadan ters çevirerek tohumların daha homojen bir neme olması ve bütün tohumların havalanması sağlanır. Delme işleminin kabin üst tarafından yapılması durumunda da 3-5 mm çapındaki delikler 2-3 cm aralıkla açılabilir. Bu ölçütlerin kabin büyüklüğü, kabin içindeki boşluk/tohum oranı, katlama işleminin denetim sıklığı ve ortamdaki hava sirkülasyonuna göre değişebileceği unutulmamalıdır.

3. NDÇK YÖNTEMİNİN BAZI ÜSTÜNLÜKLERİ

NDÇK yönteminin, klasik katlama yöntemlerine göre bir çok üstünlüğü vardır. Bundan dolayı son yıllarda bir çok türde bu yöntemin uygulanabilirliği araştırılmış ve araştırılmaya devam edilmektedir.

Yöntemin en önemli üstünlüğü, katlama sırasında herhangi bir çimlenme olmadan katlamaya alınan bütün tohumlarda dormansinin giderilmesidir. Klasik soğuk-ıslak katlamada ilk çimlenmeler görüldüğünde genel olarak katlama sona erdirilmektedir. Çünkü bütün tohumların dormansininin giderildiği düşünülmekte ve katlama sonlandırılmaktadır veya katlamanın

uzatılması durumunda çimlenmeler artacağı için, bu ekim sırasında sorunlara yol açmaktadır. NDÇK yönteminde dormansisi erken kaybolanlar nem yetersizliği nedeniyle çimlenememekte ve çimlenmeye tamamen hazır durumda beklemektedirler (MULLER ve ark. 1999). Bu arada sürenin uzatılması ile diğer tohumlarda da dormansi kırılmaktadır. NDÇK yönteminde sürenin ne kadar uzatılabileceği konusunda belli bir sınır bulunmamaktadır. Sitka Ladini (*Picea sitchensis*) tohumları 6 haftalık NDÇK ile en yüksek çimlenme yüzdesine ulaşmış, 20 haftalık NDÇK ile aynı çimlenme yüzdesini korumuştur (GOSLING/RIGG 1990). Douglas Göknarı (*Pseudotsuga menziesii*) tohumlarında ise NDÇK süresinin uzatılması ile zayıf kalitedeki tohum partilerinde çimlenme yeteneğinde düşüşler meydana gelirken, iyi kalitedeki tohum partilerinde 40 günlük sürenin 150 güne çıkarılması ile çimlenme yeteneği korunmuştur (ALLEN 1960).

Bu yöntemde tohumlar arzu edildiği biçimde hızlı çimlenmektedir. Katlama süresinin uzatılması ile bütün tohumların dormansisi kırılmakta ve çimlenmeye hazır durumda beklemektedirler. Çimlenme için sadece nemin artırılması yeterli olmaktadır. NDÇK süresi uzatıldıkça (normal katlama süresinin 3-4 katına kadar) çimlenme daha hızlı olmaktadır (ALLEN 1960; 1962). Avrupa kaynında 24. haftaya kadar süren NDÇK'da ortalama çimlenme süresi düşmüş (hızlı çimlenmiş), daha sonra 28. haftadan itibaren artmaya başlamıştır (DERKX/JOUSTRA 1997). Hızlı çimlenme, özellikle fidanlıklarda ve doğada oldukça aranan bir özelliktir. Hızlı çimlenen tohumlar rekabet gücünü artırarak çevrelerindeki diğer bitkilere kolayca üstünlük sağlayabilmektedirler. Çimlenmeye elverişli ortam kısa süre için dahi olsa toplu çimlenme olması yüksek fidan yüzdesi sonucunu verir. Bu da biyotik ve abiyotik zararlarla karşı gelişmenin başarıya ulaşma şansını yükseltir. Geç çıkan fidanlarda ölüm riski artmakta ve dikilebilir fidan olması güçleşmektedir (MEXAL/SOUTH 1991).

Hızlı ve homojen çimlenme sonucunda, fidanlar kısa sürede topluca toprak üstüne çıkar ve daha yeknesak fidanlar elde edilir. Fidanların korunmasına yönelik önlemlerin alınması ile fidanlıklarda kısa zamanda daha yoğun üretim yapılması imkanı doğar. Ekilen tohumlardan fidancıkların daha geniş bir zaman aralığında toprak üstüne çıkması, fidanlıklarda uygulanan işlemlerde zaman bakımından güçlükler neden olur. Çimlenme ve ardından geniş zaman aralığında toprak üstüne çıkma sonucu meydana gelen fidanlar, kısa bir zaman diliminde uygulanması gereken bir işlem aşamasının gerisinde, ortasında veya ilerisinde olabilirler. Bu durum, o işlemde beklenen yararın tam olarak sağlanamamasına yol açar. Hatta bu aşamanın dışında yer alan fidanları olumsuz yönde etkileyebilir. Mavi ladin (*Picea glauca*) de zaman bakımından homojen çimlenme için 3 haftalık çıplak katlamanın yeterli olduğu bildirilmektedir (DOWNIE ve ark. 1998).

NDÇK, uygulanan tohumlar daha geniş sıcaklık aralığında çimlenebilmektedir. Bu yöntem ile tohumların tohum gücü oldukça yüksek olup topluca daha düşük ve daha yüksek sıcaklıklarda çimlenebilmektedirler (ALLEN 1962; DERKX/JOUSTRA 1997). Örneğin *Picea sitchensis* tohumlarının optimum çimlenme sıcaklığı 25 °C'dir. 3 haftalık NDÇK uygulaması ile 25 °C'de en yüksek çimlenme yüzdesine ulaşır. 6 haftalık NDÇK uygulaması ile 15-20 °C'de de aynı yüksek çimlenme yüzdesine ulaşılır (JONES/GOSLING, 1994). Özellikle kitle halinde daha düşük sıcaklıklarda hızlı çimlenebilmek (fidanlıklarda ve doğada) erken ilkbaharda türün fidanlarının daha erken kök gelişimi ve fidan oluşturmalarını sağlar (ALLEN 1960). Bu durum, bir yaşındaki fidanlar için az da olsa vejetasyon süresinin uzaması anlamı da taşımaktadır. Diğer yandan erken kök gelişimi ve büyüme türün diğer istenmeyen bitkilere karşı öne geçmesini sağlar. Yaz kuraklığı bulunan yerlerde erken çimlenen tohumlar, hızlı ve erken kök gelişimi ile kuraklığa karşı daha dayanıklı duruma gelebilmektedir. Kitle halinde optimum sıcaklıktan daha yüksek sıcaklıklarda çimlenebilme niteliği ise tohumların yüksek sıcaklık etkisi ile tekrar dormansili (sekonder dormansi) duruma gelmesini engeller.

NDÇK yönteminde tohumlar yüzeysel olarak kuru olduklarından daha az oranda mantar ve diğer hastalık tehlikelerine maruz kalırlar. Bu yöntemde ortam, yüzeyle bulunan mantarların gelişmeleri ve yayılmaları için pek elverişli değildir (MULLER/BONNET-MASIMBERT 1989). Ayrıca düzenli olarak denetlendiklerinden mantar gibi arzu edilmeyen bir durumda anında müdahale etmek mümkündür. Böylece katlamadaki tohumların büyük çoğunluğu kurtarılır. Yöntemin uygulanması sırasında gerektiğinde fungusit kullanılması da önerilmektedir. Ayrıca katlama öncesi tohumlara yüzeysel sterilizasyon uygulanması ile katlama daha güvenli bir biçimde yapılabilir. Örneğin özellikle kabuğu kalın bazı türlerin tohumları, % 1-2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 10-15 dakika kadar bekletilerek yüzeysel sterilizasyon gerçekleştirilebilir.

NDÇK yönteminin uygulanması sırasında tohumların yüzeyi kurudur; yüzeyi üzerinde solunumu kısıtlayan su, toprak, kum, turba vb. maddeler bulunmamaktadır. Tohumların yüzeyinin katlama sırasında kuru olması daha iyi solunum yapmalarını sağlar (KOLOTELO ve ark. 2001). Böylece katlamanın etkinliği artar.

Katlamaya alınan tohumlar genel olarak katlama sonrası hemen ekime alınır. NDÇK yönteminde katlama sonrası tohumlar geri kurutulduğunda çimlenme yeteneğinde bir kayıp olmamaktadır (JONES/GOSLING 1990). Hatta geri kurutma yoluyla dormansisi giderilmiş tohumlar ekime hazır olarak saklanabilmektedir (ALLEN 1962; DANIELSON/TANAKA 1978). Klasik soğuk-ıslak katlama sonrasında geri kurutma yapıldığında, yüksek nemden dolayı tohumlar katlama sırasında kökçükleri çıkmamış dahi olsa ön çimlenme faaliyetlerinde bulduklarından kurutmaya karşı daha duyarlı olmaktadır. Bazı türlerde ise katlama sonrası geri kurutulmuş tohumların zamanla tekrar dormansili duruma döndükleri bildirildiğinden (JONES ve ark. 1997 ve 1998) böyle bir işlem için her bir türde ayrıntılı araştırma yapılmalıdır.

Yöntem, kum gibi ortamlardaki soğuk-ıslak katlama yöntemine göre basit ve daha etkindir. Sadece tohumun ve kabin ağırlığı söz konusudur. Kolaylıkla bir yerden başka bir yere taşınırlar. Daha hafiftirler ve az yer tutarlar. Daha temiz ve kolay denetlenebilir bir yöntemdir.

Tohumlardaki dormansinin araştırılmasında NDÇK yönteminin kullanılması, hem daha kolay hem de daha ayrıntılı bazı yorumların yapılmasını sağlayacak niteliktedir. Katlama sırasında tohumlar kolaylıkla gözlemlenebilmekte ve herhangi bir zamanda denemeye alınabilmektedirler. Katlama süresini, sorunsuz olarak gerektiğinden çok daha fazla uzatarak tohumun çimlenme niteliklerindeki değişimi izlemek mümkündür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nedenine bağlı olarak tohum dormansisini kırmanın soğuk-ıslak katlama, çıplak katlama, asit ile işlem, mekanik zedeleme, yüksek sıcaklıkta işlem gibi değişik yolları vardır. Geleneksel olarak, katlama ihtiyacı bulunan tohumlara en sık uygulanan yöntem soğuk-ıslak işlemdir. Soğuk-ıslak katlamanın bazı sakıncalarına karşı nem denetimli çıplak katlama yöntemi (NDÇK) geliştirilmiş ve değişik türlerde uygulanması giderek yaygınlaşmaktadır.

NDÇK yönteminde tohumlar, katlama işleminin gerçekleştiği nem (katlama eşiği) ile çimlenmenin meydana geldiği nem (çimlenme eşiği) arasında tutulur. Bu nem değerleri genellikle türden türe değişmektedir. Bundan dolayı her bir tür için ayrı ayrı araştırılarak uygulanmalıdır.

NDÇK yönteminin, katlamaya alınan bütün tohumların dormansisinin kırılması, daha hızlı çimlenme, daha yeknesak ürün elde edilmesi, daha geniş sıcaklık aralığında çimlenme, daha az mantar ve hastalık tehlikesi, tohumların katlama sırasında daha iyi solunum yapması, katlama ihtiyacı giderilen tohumların geri kurutma yoluyla ekime hazır durumda saklanması, daha kolay

ve pratik olması, tohum araştırmaları için oldukça uygun bir yöntem olması gibi üstünlükleri vardır.

Ülkemizde bulunan çoğu odunsu türün tohum özellikleri hakkında büyük bilgi eksikliği bulunmaktadır. Bu, çok değerli bitki türlerimizin generatif yoldan üretilerek ağaçlandırmalarda ve kentlerde kullanımını engelleyen en önemli nedenlerdendir. Ülkemizdeki bitki türlerinin tohum özelliklerinin gecikmeden araştırılması gerekmektedir. Ayrıca ılıman kuşak içinde yer aldığından, ülkemizdeki bitkilerin tohumlarında dormansi olgusu oldukça yaygındır. Bu nedenle daha doğru bulgulara ulaşmak ve ayrıntılı sonuçlar elde etmek için tohum araştırmalarında etkin yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Yukarıda ayrıntılı olarak açıklanan NDÇK yöntemi, tohum araştırmaları için son derece uygun ve etkin bir yöntem olup, Türkiye'deki araştırmalar için büyük bir potansiyele sahiptir.

KAYNAKLAR

- ALLEN, G.S. 1960: Factors Affecting the Viability and Germination Behaviour of Coniferous Seed. IV. Stratification and Subsequent Treatment, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Forestry Chronicle, 36:18-29.
- ALLEN, G.S. 1962: Factors Affecting the Viability and Germination Behaviour of Coniferous Seed. VI. Stratification and Subsequent Treatment, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Forestry Chronicle, 38:485-496.
- BEŞKÖK, T., 1956: Orman Ağaç ve Ağaççık Türleri Tohumlarında Uyuklama ve Giderilmesi Çareleri. Ormançılık Ar. Ens. Dergisi, 4:11-22.
- BRAY, C.M., 1995: Biochemical Processes During the Osmopriming of Seeds. In: Kigel, J. ve Galili, G. (Ed.) Seed Development and Germination. Marcel Dekker Inc. New York, pp. 767-789.
- DANIELSON, H.R.; TANAKA, Y., 1978: Drying and Storing Stratified Ponderosa Pine and Douglas-Fir Seeds. Forest Science, 24(1):11-16.
- DERKX, M.P.M.; JOUSTRA, M.K., 1997: Dormancy breaking and short term storage of pretreated Fagus sylvatica seeds, In: Ellis R.H., Black M., Murdoch A.J., Hong T.D. (Eds.), Basic and Applied Aspects of Seed Biology, Proceedings of the Fifth International Workshop on Seeds, Reading, 1995. Kluwer academic Publishers Dordrecht/Boston/London, 270-278.
- DOWNIE, B.; COLEMAN, J.; SCHEER, G.; WANG, B.S.P.; JENSEN, M.; DHIR, N., 1998: Alleviation of seed dormancy in white spruce (*Picea glauca* [Moench.] Voss.) is dependent on the degree of seed hydration. Seed Sci. & Tech., 26, 555-569.
- EDWARDS, D.G.W., 1996: The Stratification-Redry Technique with Special Reference to True Fir Seeds. In: Landis, T.D.; South, D.B., tech. Coords. National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. PNW-GTR-389, 172-182.
- EIRA, M.T.S.; CALDAS, L.S., 2000: Seed Dormancy and Germination as Concurrent Processes. R. Bras. Fisiol. Veg., 12(Edição Especial): 85-104.
- GERÇEKÇİOĞLU, R.; ÇEKİÇ, Ç., 1999: Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Bazı Uygulamaların Etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23 (1999) Ek Sayı 1, 145-150.

- GOSLING, P.G., 1991: Beechnut Storage: A Review and Practical Interpretation of the Scientific Literature. *Forestry*, 64(1): 51-59.
- GOSLING, P.G.; RIGG, P., 1990: The effect of moisture content and prechill duration on the efficiency of dormancy breakeage in Sitka Spruce (*Picea sitchensis*) seed. *Seed Sci. & Tech.*, 18:337-343.
- GOSLING, P.G.; PARRATT, M.; PEACE, A., 1999: Identifying the optimum pretreatment duration and germination temperature for *Abies nordmanniana* [(Steven) Spach] seed, and assessing the effect of moisture content and storage temperature on seed longevity. *Seed Science and Technology*, 27, 951-961.
- ISTA, 1996: International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. & Technol. (Supplement)* 24:1-335.
- JONES S.; GOSLING, P.; ELLIS, R., 1993: The Effects of Redrying Moist. Prechilled, and Chitted Sitka Spruce (*Picea sitchensis* Bong. Carr.) Seeds. Fourth International Workshop on Seeds, Basic and Applied Aspects of Seed Biology (Editors: D. Côme and F. Corbineau); Angers, France 20-24 July, 1992, V.3, pp. 1015-1020.
- JONES, S.F.; GOSLING, P.G., 1990: The successful redrying of imbibed, or imbibed plus prechilled Sitka spruce seeds. *Seed Sci. & Tech.*, 18:541-547.
- JONES, S.F.; GOSLING, P.G., 1994: "Target moisture content" prechill overcomes the dormancy of temperate conifer seeds. *New. For.* 8: 309-321.
- JONES, S.K.; GOSLING, P.G.; ELLIS, R.H., 1998: Reimposition of conditional dormancy during air-dry storage of prechilled Sitka spruce. *Seed Sci. Resesearch*, 8:113-122.
- JONES, S.K.; ELLIS, R.H.; GOSLING, P.G., 1997: Loss and induction of conditional dormancy in seeds of Sitka spruce maintained moist at different temperatures. *Seed Sci. Research*, 7:351-358.
- KOLOTELO, D.; STEENIS, E.V.; PETERSON, M.; BENNETT, R.; TROTTER, D.; DENNIS, J., 2001: *Seed Handling Guidebook*, B.C. Ministry of Forestry, 106p.
- LEADEM, C.L., 1988: Dormancy and vigour of tree seeds. *Proceedings of The Combined Western Forestry Nursery Council, Forest Nursery Association of B.C., and Intermountain Forest Nursery Association Meeting*; August 8-11, Vernon, B.C.
- MEXAL, J.G.; SOUTH, D.B., 1991: Bareroot Seedling Culture. In: M.L. Duryea and P.M. Dougherty (edt), *Forest Regeneration Manual*, Kluwer Academic Publishers, 89-115.
- MULLER, C.; BONNET-MASIMBERT, M., 1989: Breaking Dormancy Before Storage: an Improvement to Processing of Beechnuts (*Fagus sylvatica* L.). *SST* 17, 15-26.
- MULLER, C.; LAROPPE, E.; BONNET-MASIMBERT, M., 1999: Further Developments in The Redrying and Storage of Prechilled Beechnuts (*Fagus sylvatica* L.): Effect of Seed Moisture Content and Prechilling Duration. *Annals of Forestry Science* 56, 49-57.
- MUNZUROĞLU, Ö., 1999: Bitki Büyüme Maddeleri Uygulaması ile Sigara Dumanının Çimlenmeyi Engelleyici Etkileri Arasındaki İlişkilerin Araştırılması. *Tr. J. of Biology* 23:115-126.
- ÖNDER, N.; YENTÜR, S., 1999: Bitkilerin Büyüme Gelişme ve Farklılaşma ve Hareket Fizyolojisi. İ.Ü. Fen Fak. Yayın No: 4135/247, İstanbul, 320s.
- PALAVAN-ÜNSAL, N., 1993: Bitki Büyüme Maddeleri, İ.Ü. Fen Bil. Ens. Yayın No:3677/4 İstanbul, 357.

- POULSEN, K.M., 1996: Prolonged Cold, Moist Pretreatment of Conifer Seeds at Controlled Moisture Content. *Seed Science and Technology*, 24: 75-87.
- POULSEN, K.M., 1993: Predicting the Storage Life of Beechnuts. *SST*, 21(2): 327-337.
- SAATÇIOĞLU, F., 1967: Orman Ağacı Tohumları. İ.Ü. Yayın No:1212/109, Kurtulmuş Matbaası, İstanbul, 236s.
- SCHMIDT, L., 2000: Guide To handling of Tropical and Subtropical Forest Seed, Danida Forest Seed Centre, DK-Humlebaek, Denmark, 511p.
- SUSZKA, B., 1979: Seedling emergence of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed pretreated by chilling without any medium at controlled hydration level. *Arboretum Kornickie*, 24:111-135.
- SUSZKA, B.; MULLER, C.; BONNET-MASIMBERT, M., 1996: Seeds of Forest Broadleaves, From Harvest to Sowing. INRA, France, 295p.
- TANAKA, Y.; EDWARDS, D.G.W., 1986: An improved and more versatile method for prechilling *Abies procera* Rehd. seeds. *SST*, 14:457-464.
- TDK, 2004: *Biyoloji Terimleri Sözlüğü*. Türk Dil Kurumu, Ankara, 1067s.
- TÜBİTAK, 2002: http://www.tubitak.gov.tr/bayg/olimpiyat/2002/2002BiyolojiA_soru.pdf. (Erişim:23.11.2004).
- ÜRGENÇ, S., 1998: Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 3994/441, Emek Matbaası, İstanbul, 600s.
- YILMAZ, M., 2005: Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Tohumlarının Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 170s.