

Farklı Memeli Cinsiyet Hormonlarının Kanola (*Brassica napus* L.) Bitkisinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri

Gholamreza JANNATI¹  Kamil HALİLOĞLU^{1*}  Arash HOSSEIN POUR² 

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

²Crop and Horticultural Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil (Moghan), Iran

(*Sorumlu yazar e-mail: kamilh@atauni.edu.tr)

DOI: 10.17097/ataunizfd.540357

Geliş Tarihi (Received Date): 15.03.2019

Kabul Tarihi (Accepted Date): 10.09.2019

ÖZ: Kolza (*Brassica napus* L.) besin değeri oldukça yüksek bir yağ bitkisi olduğu gibi, aynı zamanda hayvan beslemesinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Memeli cinsiyet hormonları (MCH) bitkilerde nisbi oranda bulunmakta ancak bitkilerde hangi roller üstlendiği ile ilgili sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu çalışma, kolza bitkisi üzerinde MCH'nin kolza bitkisinin çimlenme parametreleri üzerine olası etkisi araştırılmıştır. Deneme, faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Bitki materyali olarak kolza Okapi genotipinin tohumları kullanılmıştır. Sterilize edilen kolza tohumları 4 farklı (17 β estradiol, progesteron, testesteron ve östrojen) cinsiyet hormonları ile oluşturulmuş 5 farklı konsantrasyonunda [(0 kontrol (saf su), 5×10⁻⁵, 5×10⁻⁴, 5×10⁻³, 5×10⁻² mM)] denenmiştir. Çimlenme oranı (ÇÖ), çimlenme hızı katsayısı (ÇHK), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ), çimlenme hızı indeksi (ÇHİ) ve çim gücü indeksi'nin (ÇGİ) üzerine farklı memeli cinsiyet hormonları, konsantrasyonları ve bunlara ait interaksiyonun etkisi çok önemli (P<0.01) olmuştur. Sonuç olarak, en yüksek ÇÖ oranı genelde tüm memeli cinsiyet hormonlarının düşük konsantrasyonlarında elde edilmiş, ancak yüksek konsantrasyonlarında her hangi bir çimlenme gözlenmemiştir. En yüksek ÇHK, OÇZ, ÇHİ ve ÇGİ sırası ile; östrojen + 5×10⁻⁴ mM uygulamada (34.89), östrojen + 5×10⁻² mM uygulamada (4.39 gün), progesteron + 5×10⁻⁵ mM uygulamasında (11.34) ve östrojen + 5×10⁻⁴ mM uygulamasında (1757.67) tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cinsiyet hormonu, Çimlenme, Kolza

Effects of Different Mammalian Sex Hormones on Germination of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

ABSTRACT: Rapeseed (*Brassica napus* L.) is a vegetable oil source with extremely rich nutritional qualities as well as animal feed. MCH exists in plants but there is limited information about their role in plants. The aim of this study is to investigate the effects of mammalian sex hormones and their concentration on seed germination. This research was carried out by completely randomized block design in factorial with three replications. Seeds of canola genotypes Okapi was used in this study. Sterilized Canola seeds were tested with four mammalian sex hormones with (17 β estradiol, progesterone, testosterone and estrogen) 5 different concentrations [(0 control (pure water), 5 × 10⁻⁵, 5 × 10⁻⁴, 5 × 10⁻³, 5 × 10⁻² mM)]. Analysis of variance indicated that mammalian sex hormones, concentration and their interaction were significant (P <0.01) in germination rate (GR), coefficient velocity germination (CVG), mean of germination time (MGT), germination rate index (GRI) and seedling vigor index (SVI). The highest germination rate, was been obtained at low concentrations of all mammalian sex hormones, whereas; no germination was observed at high concentrations. The highest CVG, MGT, GRI and SVI were obtained in estrogen + 5×10⁻⁴ mM (34.89), estrogen + 5×10⁻² mM (4.39 gün), progesterone + 5×10⁻⁵ mM (11.34) and estrogen + 5×10⁻⁴ mM (1757.67) treatments.

Keywords: Canola, Germination, Sex hormone

GİRİŞ

Eski adıyla Cruciferae olarak bilinen Brassicaceae familyasına bağlı Kolza (kanola) (*Brassica napus* L.) (2n=38, AACC) iki diploid *Brassica* türü olan *B. rapa* (sinonimi: *B. campestris*) (2n=20, AA) ile *B. oleracea*'nın (2n=18, CC) doğal melezlenmesi sonucu oluşmuş tetraploid genoma sahip allopoliploid bir türdür (U, 1935; Meng et al., 1998; Leflon et al., 2006). Biyodizel üretimi, yem katkı maddesi, arıcılık sektörleri yönünden önemli bir bitki türü olarak kabul edilmekle birlikte kolzanın asıl önemi yağ bitkisi olarak kullanımından kaynaklanmaktadır ve dünyada üretimi en fazla yapılan üçüncü yağ bitkisidir.

“Rapeseed” olarak bilinen *Brassica* türleri (rapeseed, hardal veya kanola) kışların çok soğuk geçtiği bölgelerde yazlık, daha ılıman geçtiği yerlerde ise kışlık olarak yetiştirilir. Yazlık çeşitlerin aksine kışlık çeşitler vernalizasyon ihtiyacına sahiptir. Kolza

tohum ağırlığının ortalama %40'ı kadar yağ elde edilir. Geriye kalan kısım küspe veya gübre olarak kullanılır. 1960'lı yılların başında Kanada'da geliştirilen düşük erusik asit ve glukosinolat içeriğine sahip çeşit, düşük asitli “Canadian oil” anlamında “Canola” adıyla ticarileştirilmiş ve kolzanın tüm dünyada kısa sürede benimsenerek, geniş alanlarda üretimini teşvik etmiştir (Zhu and Ma, 2011).

Bitki hormonları veya bitki büyüme düzenleyicileri olarak tanımlanan endojen bileşiklerin bitkilerde çok az miktarlarda bulunmasına rağmen; bitkinin çimlenme, tomurcuk gelişimi gibi pek çok önemli olayında yönlendirme suretiyle etkinliği gözlenmektedir. *In vivo* koşullarda “hormon” olarak adlandırılan bu maddelere, *in vitro* koşullarda “bitki büyüme düzenleyicileri (BBD)” denilmektedir (Acemi, 2011). Bitki gelişiminde etkisi gözlenen hormonların, yalnızca büyüme ve gelişmesini teşvik

etmekle beraber, aynı zamanda büyüme engelleyici de tespit edilmiştir (Kumlay and Eryiğit, 2011).

Günümüzün sterol grupları arasında yer alan memeli cinsiyet hormonları (MCH); memeli canlıların üreme fonksiyonları, metabolizmaları için gerekli ve önemlidir. Bu hormonlar arasında yer alan kortikoidler, östrojenler, androjenler, progesteron da pek çok bitki türünde üretilmekte olan hormonlardır (Milanesi et al., 2001). MCH'nin bitkilerde hangi roller üstlendiği henüz bilinmemektedir. Bu bilinmezliği giderecek bilimsel çalışmaların da literatürde eksikliği söz konusudur (Janeczko et al., 2012). MCH arasında yer alan progesteron, estron, testosteron, androsteron, β -estroidal ve 17β -estradiol yapıları hem bitki hem de hayvanlarda doğal olarak üretilmekte olan steroid türevleridir (Milanesi and Boland 2004; Janeczko et al., 2008; Erdal et al., 2012a). Androsteron ve progesteronun araştırma yapılan bitkilerin %80'inden fazla bir kısmında üretildiği gözlenmiştir. Bunun yanında testosteronun aynı bitki türlerinin %70'inde, östrojenlerin ise %50'sinde üretildiği ortaya koyulmuştur (Speranza, 2010).

Memeli cinsiyet hormonların bitki büyüme ve gelişimi esnasında dışarıdan verilmesi durumunda, bitkilerde hücre bölünmesini uyarak kök ve sürgün, embriyo gelişimini, polen çimlenmesini, bitkilerin çiçeklenmesini ve gelişmesini tetiklediğine dair bilgiler bulunmaktadır (Janeczko et al., 2008; Speranza 2010; Janeczko et al., 2012). MCH yapıları tam olarak fitohormon olarak kabul görmüyor olsa da bitki büyüme ve gelişmesinde rol oynadığı açıkça görülürken, bu yapıların stres koşullarına yanıt olarak aktivite sergilediklerine dair çalışmalardan da söz edilebilmektedir (Speranza 2010; Janeczko et al., 2012).

Kolza bitkisi üzerinde MCH'lerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmanın eksikliği literatürde göze çarpmaktadır. Bu kapsamda yapılan bu çalışmada, kolza bitkisi üzerine bazı memeli cinsiyet hormonlarının çimlenme parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada bitki materyali olarak kolza (okapi çeşiti) tohumları kullanılmıştır.

Metot

Tohumlar musluk suyunda yıkandıktan sonra %70'lik etil alkolde (EtOH) 3 dakika karıştırılarak steril kabin içerisinde 3 defa steril saf suyla yıkanmış ve birkaç damla Tween 20 (Sigma) içeren %10'luk sodyum hipokloritte 15 dakika karıştırılmak suretiyle yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Tohumlara 4 farklı MCH (östrojen, progesteron, 17β -estradiol ve testosteron) ve her bir MCH yapısının 5 farklı dozu [(0 kontrol (saf su), 5×10^{-5} , 5×10^{-4} , 5×10^{-3} , 5×10^{-2} mM)]

uygulanmıştır. Her bir petri kabına 25 tohum yerleştirilmiş, tohumların üzerine ise farklı hormon tipi ve konsantrasyon çözeltisinden 10 ml uygulanmıştır. Bu uygulamanın sonrasında tohumlar 16:8 saat ışık:karanlık fotoperyotta 25°C 'de çimlendirme sürecine bırakılmışlardır.

Çimlenme ile ilgili karakterler

Tohumlar çimlendirme ortamında konulduktan sonra 14 gün süreyle her gün sayım yapılmak suretiyle, çimlenme oranı aşağıdaki eşitlik aracılığı ile hesaplanmıştır (AOSA, 1983);

Çimlenme oranı (%) = (Çimlenen toplam tohum sayısı / toplam tohum sayısı) x 100

Çimlenme hızı katsayısı (ÇHK); Formülde T_i denemenin başladığı günden itibaren gün sayısı, N_i ise gün başına çimlenen tohum sayısı (Maguire, 1962) olmak üzere:

$$\text{ÇHK} = \sum N_i / \sum N_i T_i \times 100$$

Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ); Ortalama çimlenme zamanı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Formüldeki f , sayım günündeki çimlenen tohum sayısını; x , sayım yapılan gün sayısını göstermektedir (Dezfuli et al., 2008).

$$\text{OÇZ (gün)} = \sum (fx) / \sum f$$

Çimlenme hızı indeksi (ÇHI):

Çimlenme gücü indeksi (ÇGİ); Çimlenme gücü indeksini hesaplamak için aşağıdaki formül temel alınmıştır (Abdul-Baki and Anderson, 1970):

$\text{ÇGİ} = (\text{ortalama sürgün uzunluğu} + \text{ortalama kök uzunluğu}) \times \text{toplam çimlenme yüzdesi}$

Verilerin Analizi

Deneme, Tam Şansa Bağlı Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen veriler 4 (farklı MCH) \times 5 (MCH konsantrasyonu) faktöriyel düzende SPSS-20 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimlenme oranı (ÇO)

Çimlenme oranı üzerine memeli cinsiyet hormonları uygulaması ve konsantrasyonu ile bu iki faktör arasındaki interaksiyon çok önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur (Çizelge 1).

Ortalamalar esas alınarak MCH'ye göre değerlendirildiğinde, en yüksek çimlenme oranının %100 ile östrojen hormonunda, en düşük çimlenme oranının ise %60 oranı ile testosteron hormonunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Uygulama konsantrasyonlarının ortalamalarına göre, çimlenme oranı kontrol, 5×10^{-5} mM ve 5×10^{-4} uygulamalarında %100 olarak tespit edilmiş, bunu azalan sıra ile 5×10^{-3} mM (%50) ve 5×10^{-2} mM (%25) konsantrasyonları izlemiştir. Diğer taraftan, kontrol, 5×10^{-5} mM ve 5×10^{-4} mM uygulamaları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Çimlenme oranı üzerine, memeli cinsiyet hormonlarının etkisi konsantrasyonlar bakımından farklılık göstermiştir. Bu nedenle hormon×konsantrasyon interaksyonunun etkisi çok önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur (Çizelge 1). En yüksek çimlenme oranı 17 β -östradiol + 0.00, 17 β -östradiol + 5×10^{-5} mM, 17 β -östradiol + 5×10^{-4} mM, östrojen + 0.00, östrojen + 5×10^{-5} mM, östrojen + 5×10^{-4} mM, östrojen + 5×10^{-3} mM, östrojen + 5×10^{-2} mM,

progesteron + 0.00, progesteron + 5×10^{-5} mM, progesteron + 5×10^{-4} mM, progesteron + 5×10^{-3} mM, testesteron + 0.00, testesteron + 5×10^{-5} mM ve testesteron + 5×10^{-4} mM uygulamalarda %100 oranıyla elde edilirken; en düşük çimlenme oranı 17 β -östradiol + 5×10^{-3} mM, 17 β -östradiol + 5×10^{-2} mM, progesteron + 5×10^{-2} mM, testesteron + 5×10^{-3} mM ve testesteron + 5×10^{-2} mM'lık uygulamalarda 0.00 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 1a).

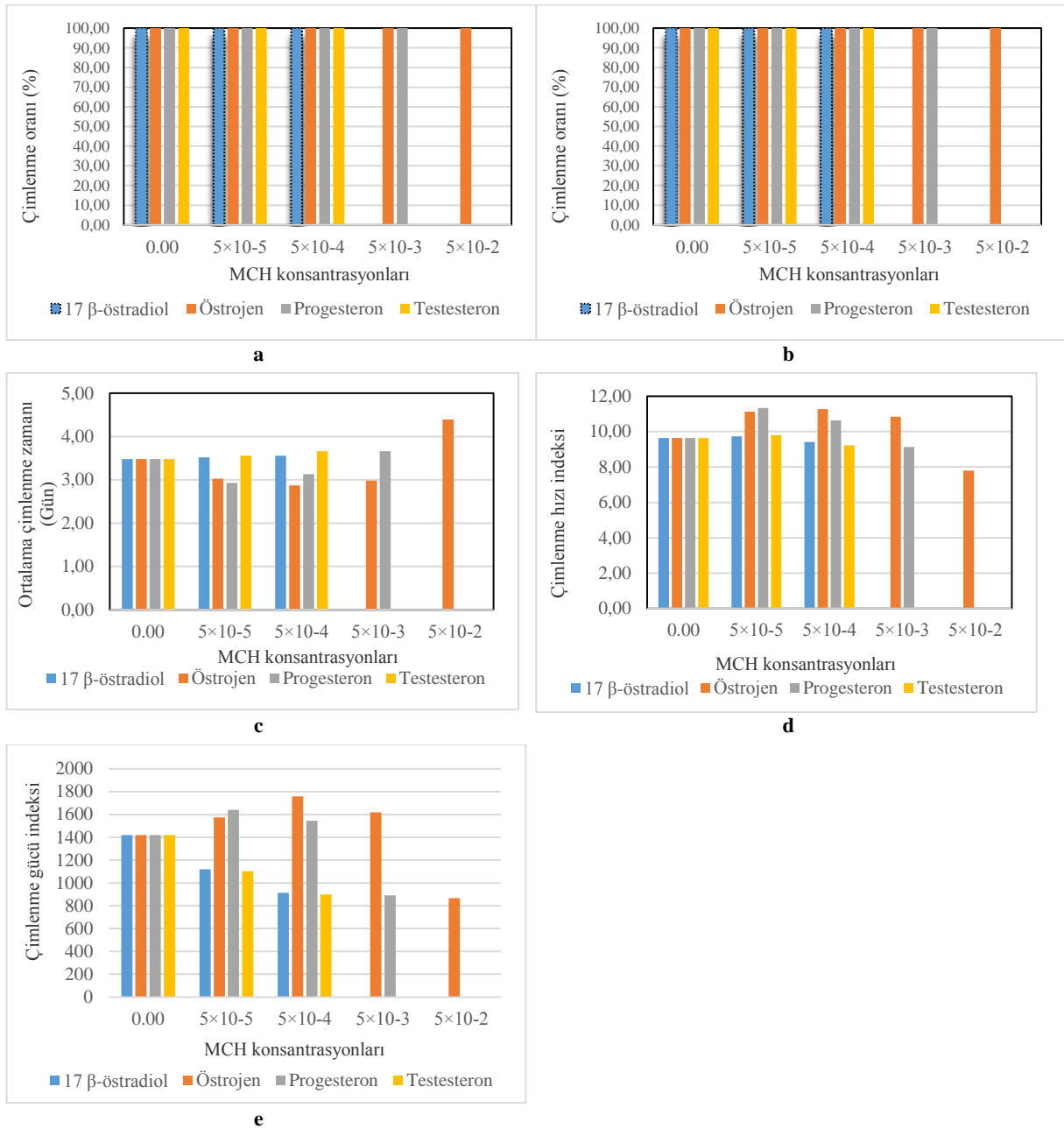
Çizelge 1. Kolza tohumlarında farklı memeli cinsiyet hormonları ve konsantrasyonlarının çimlenme ile ilgili bazı karakterlere ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler ortalaması					
	SD	ÇO	ÇHK	OÇZ	Çİ	ÇGİ
Hormon (H)	3	5500.00**	652.53**	5.04**	67.65**	2020310.06**
Konsantrasyon (K)	4	15000.00**	1529.75**	14.51**	172.61**	3396700.98**
H×K	12	3000.00**	187.68**	5.33**	21.05**	302117.28**
Hata	40					

*, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir

Çizelge 2. Kolza tohumlarında farklı memeli cinsiyet hormonları ve konsantrasyonlarının çimlenme ile ilgili bazı karakterlere etkilerine ait ortalamalar

Hormon	Konsantrasyon (mM)	ÇO%	ÇHK	OÇZ (gün)	Çİ	ÇGİ
17 β -östradiol	0.00	100.00 ^a	28.76 ^a	3.48 ^a	9.63 ^a	1418.33 ^a
	5×10^{-5}	100.00 ^a	28.41 ^a	3.52 ^a	9.73 ^a	1120.00 ^b
	5×10^{-4}	100.00 ^a	28.17 ^a	3.56 ^a	9.42 ^a	913.33 ^c
	5×10^{-3}	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^d
	5×10^{-2}	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^d
	Ortalama		60.00^c	17.07^c	2.11^c	5.75^c
Östrojen	0.00	100.00 ^a	28.76 ^c	3.48 ^b	9.63 ^c	1418.33 ^c
	5×10^{-5}	100.00 ^a	32.97 ^b	3.03 ^c	11.13 ^{ab}	1575.00 ^b
	5×10^{-4}	100.00 ^a	34.89 ^a	2.87 ^c	11.27 ^a	1757.67 ^a
	5×10^{-3}	100.00 ^a	33.59 ^b	2.98 ^c	10.84 ^b	1618.33 ^b
	5×10^{-2}	100.00 ^a	22.81 ^d	4.39 ^a	7.80 ^d	866.67 ^d
	Ortalama		100.00^a	30.60^a	3.35^a	10.13^a
Progesteron	0.00	100.00 ^a	28.76 ^c	3.48 ^b	9.63 ^c	1418.33 ^c
	5×10^{-5}	100.00 ^a	34.10 ^a	2.93 ^d	11.34 ^a	1640.00 ^a
	5×10^{-4}	100.00 ^a	31.95 ^b	3.13 ^c	10.63 ^b	1544.67 ^b
	5×10^{-3}	100.00 ^a	27.37 ^d	3.66 ^a	9.13 ^d	890.00 ^d
	5×10^{-2}	0.00 ^b	0.00 ^e	0.00 ^e	0.00 ^e	0.00 ^e
	Ortalama		80.00^b	24.43^b	2.64^b	8.15^b
Testesteron	0.00	100.00 ^a	28.76 ^a	3.48 ^b	9.63 ^a	1418.33 ^a
	5×10^{-5}	100.00 ^a	28.15 ^{ab}	3.56 ^{ab}	9.79 ^a	1101.67 ^b
	5×10^{-4}	100.00 ^a	27.37 ^b	3.66 ^a	9.22 ^b	898.33 ^c
	5×10^{-3}	0.00 ^b	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^d
	5×10^{-2}	0.00 ^b	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^d
	Ortalama		60.00^c	16.86^c	2.14^c	5.73^c
Hormon	Konsantrasyon (mM)	ÇO%	ÇHK	OÇZ (gün)	Çİ	ÇGİ
Ortalama konsantrasyon	0.00	100.00 ^a	28.76 ^b	3.48 ^a	9.63 ^c	1418.33 ^a
	5×10^{-5}	100.00 ^a	30.91 ^a	3.26 ^b	10.50 ^a	1359.17 ^b
	5×10^{-4}	100.00 ^a	30.60 ^a	3.30 ^b	10.13 ^b	1278.50 ^c
	5×10^{-3}	50.00 ^b	15.24 ^c	1.66 ^c	4.99 ^d	627.08 ^d
	5×10^{-2}	25.00 ^c	5.70 ^d	1.10 ^d	1.95 ^e	216.67 ^e



Şekil 1. Farklı memeli cinsiyet hormonu ve konsantrasyonları kolza tohumlarında etkileri; (a) Çimlenme oranı, (b) Çimlenme hızı katsayısı, (c) ortalama çimlenme zamanı, (d) çimlenme hızı indeksi ve (e) çimlenme gücü indeksi.

Çimlenme hızı katsayısı (ÇHK)

ÇHK üzerine MCH uygulaması ve konsantrasyonlarının etkileri ile bu iki faktör arasındaki etkileşimin çok önemli ($P \leq 0.01$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 1).

Ortalamalar esas alınarak MCH'nin etkisine göre değerlendirilme yapıldığında, en yüksek çimlenme hızı katsayısı 30.6 ile östrojen hormonunda tespit edilirken, en düşük çimlenme hızı katsayısı 16.86 ile testesteron hormonunda belirlenmiştir. Diğer taraftan, testesteron ve 17 β-östradiol hormonları arasındaki

farklılıkların ise önemsiz olduğu bulunmuştur (Çizelge 2).

Bütün uygulama konsantrasyonlarının ortalamalarına göre ise, çimlenme hızı katsayısı 5×10^{-5} mM uygulamalarının ortalamasında 30.91 olarak tespit edilmiş, bunu azalan sıra ile 5×10^{-4} mM (30.60), 0 mM (28.76), 5×10^{-3} mM (15.24) ve 5×10^{-2} mM (5.70) konsantrasyonları izlemiştir. Diğer taraftan, 5×10^{-5} mM ve 5×10^{-4} mM uygulamalar arasındaki farklılıklar önemsiz olmuştur (Çizelge 2).

Çimlenme hızı katsayısına MCH yapılarının etkisi kullanılan konsantrasyonlara göre farklılık göstermiştir. Bu nedenle hormon×konsantrasyon interaksyonunun etkisi çok önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur (Çizelge 3.1). En yüksek çimlenme hızı katsayısı östrojen + 5×10^{-4} mM uygulamada 34.89 oranıyla bulunurken, en düşük çimlenme hızı katsayısı ise 17 β -östradiol + 5×10^{-3} mM ve 17 β -östradiol + 5×10^{-2} mM, progesteron + 5×10^{-2} mM, testesteron + 5×10^{-3} mM ve testesteron + 5×10^{-2} mM'lık uygulamalarda 0.00 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 1b).

Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün)

OÇZ üzerine MCH uygulamaları ve konsantrasyonlarının etkisi ile bu iki faktör arasındaki interaksyonun çok önemli ($P \leq 0.01$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 1).

Ortalamalar esas alınarak farklı MCH'ye göre değerlendirildiğinde, en uzun ortalama çimlenme zamanı 3.35 gün ile östrojen hormonunda elde edilmiş, bunu 2.64 gün ile progesteron, 2.14 gün ile testesteron ve 2.11 gün ile 17- β -östradiol uygulamaları izlemiştir (Çizelge 2).

Konsantrasyonların ortalamalarına göre değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama çimlenme zamanı 3.48 gün ile kontrol grupta tespit edilmiş, bunu 5×10^{-4} mM (3.30 gün) 5×10^{-5} mM (3.26 gün), 5×10^{-3} mM (1.66 gün) ve 5×10^{-2} mM (1.10'lük) konsantrasyonlar takip etmiştir (Çizelge 3.2).

Ortalama çimlenme zamanı üzerine memeli cinsiyet hormonlarının etkisi kullanılan konsantrasyonlarda farklılık göstermiştir. Bu nedenle hormon×konsantrasyon interaksyonunun etkisi çok önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur (Çizelge 1). En yüksek ortalama çimlenme zamanı östrojen + 5×10^{-2} mM uygulamada 4.39 gün şeklinde tespit edilmiş ve 17 β -östradiol + 5×10^{-3} mM, 17 β -östradiol + 5×10^{-2} mM, progesteron + 5×10^{-2} mM, testesteron + 5×10^{-3} mM ve testesteron + 5×10^{-2} mM uygulamalarında ise bu değer 0.00 olarak bulunmuştur (Çizelge 2 ve Şekil 1c).

Çimlenme hızı indeksi (ÇHI)

Çimlenme hızı üzerine MCH uygulamaları ve konsantrasyonlarının etkileri ile bu iki faktör arasındaki interaksyon değeri çok önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur (Çizelge 1).

MCH yapılarına göre ortalamalar esas alınarak değerlendirilme yapıldığında, en yüksek çimlenme hızı, 10.13 ile östrojen hormonunda elde edilirken, en düşük çimlenme hızı katsayısı ise 5.73 oran ile testesteron hormonunda belirlenmiştir. Diğer taraftan, testesteron ve 17 β -östradiol hormonları arasındaki farklılıklar önemsiz olmuştur (Çizelge 2).

Konsantrasyon ortalamalarına göre en yüksek çimlenme hızı 10.50 ile 5×10^{-5} mM konsantrasyon grubunda tespit edilmiş ve son sırada 5×10^{-2} mM'lık uygulama konsantrasyonu yer almıştır (Çizelge 3.2).

Çimlenme hızı indeksi üzerine memeli cinsiyet hormonlarının etkisi kullanılan konsantrasyonlara

göre farklılık göstermiştir. Bu nedenle bu parametre üzerinde hormon×konsantrasyon interaksyonunun etkisi çok önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur (Çizelge 1). En yüksek çimlenme hızı indeksi progesteron + 5×10^{-5} mM uygulamasında 11.34 ile tespit edilmiş ve 17 β -östradiol + 5×10^{-3} mM, 17 β -östradiol + 5×10^{-2} mM, testesteron + 5×10^{-3} mM ve testesteron + 5×10^{-2} mM'lık uygulamalarda bu değer 0.00 olarak bulunmuştur (Çizelge 2 ve Şekil 1d).

Çimlenme gücü indeksi

Çimlenme gücü indeksi MCH uygulamaları ve konsantrasyonu ile bu iki faktör arasındaki interaksyon çok önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur (Çizelge 1).

Ortalamalar esas alınarak MCH'ye göre yapılan değerlendirmede, en yüksek çimlenme gücü indeksi, östrojen uygulamasından (14470.20) elde edilirken, bunu 1098.60 ile progesteron, 690 ile 17 β -östradiol ve 683.67 ile testesteron uygulamaları izlemiştir. Bununla birlikte, 17 β -östradiol ve testesteron uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2).

Konsantrasyon ortalamalarına göre en yüksek çimlenme gücü indeksi 1418.33 ile kontrol grubunda tespit edilmiş ve 216.67 ile 5×10^{-2} mM'lık konsantrasyon en düşük çimlenme gücü indeksi ile son sırada yer almıştır (Çizelge 2).

Çimlenme gücü indeksi üzerine memeli cinsiyet hormonlarının etkisi kullanılan konsantrasyonlara göre farklılık göstermiştir. Bu nedenle uygulamalarda hormon×konsantrasyon interaksyonunun etkisi çok önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur (Çizelge 4.1). En yüksek çimlenme gücü indeksi östrojen + 5×10^{-4} mM uygulamasında 1757.67 ile tespit edilmiş ve 17 β -östradiol + 5×10^{-3} mM, 17 β -östradiol + 5×10^{-2} mM, progesteron + 5×10^{-2} mM, testesteron + 5×10^{-3} mM ve testesteron + 5×10^{-2} mM uygulamalarında ise bu değer 0.00 olarak bulunmuştur (Çizelge 2 ve Şekil 1f).

Kolza, dünyada yağ bitkisi olarak kullanımı son derece yaygındır. Aynı zamanda Türkiye'de de sahip olduğu avantajlı özellikleri dolayısıyla var olan bitkisel yağ açığının kapatılması noktasında kolza bitkisinin önemi tartışılmaz niteliktedir (Öztürk, 2000). Kolza bitkisinin yalnızca bitkisel yağ eldesinde değil, aynı zamanda küspe şeklinde hayvan beslenmesinde kullanımı son derece yaygındır. Hem besinsel anlamda bitkisel yağ olarak hem de hayvan yetiştiriciliğinde yüksek protein içerikli küspe olarak kullanımını bakımından kolza bitkisinden elde edilen verimin geliştirilmesi, bu doğrultuda bilimsel çalışmaların artırılması son derece kıymetlidir (Toker et al., 1998; Aytaç, 2007).

MCH yapılarının ise 1900'lü yılların başlarında keşfedildiklerinden bu yana eksojen olarak bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri araştırılmaya ve incelenmeye devam edilmektedir. Ancak yapılan çalışmaların bu doğrultuda yeterli bilgi birikimi

sağladığını ifade etmek oldukça zordur. Bu doğrultuda yapılan bu çalışmada MCH'lerinin kolza bitkisinin çimlenmesinde ne düzeyde etki ettiği araştırılmıştır. Bu amaçla dört farklı memeli cinsiyet hormonunun kontrol hariç dört farklı dozu kullanılmak suretiyle etki değerlendirilmesi yapılmıştır.

MCH yapıları kullanılarak yapılan çalışmalar, çoğunlukla bitkilerin morfolojik niteliklerine olan etkilerini saptama amacıyla yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada literatürdeki verilere paralel nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. MCH'lerinin çimlenme oranı üzerine olan etkilerinin konsantrasyona bağlı olarak değişiklik gösterdiği tespit edilirken, özellikle hormon \times konsantrasyon interaksiyonunun istatistiksel olarak çok önemli ($P \leq 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Östrojen (5×10^{-5} mM, 5×10^{-4} mM, 5×10^{-3} mM, 5×10^{-2} mM), testesteron (5×10^{-5} mM ve 5×10^{-4} mM), progesteron (5×10^{-5} mM, 5×10^{-4} mM, 5×10^{-3} mM), 17 β -östradiol (5×10^{-5} mM, 5×10^{-4} mM) hormonlarının hepsi farklı dozlarda çimlenme oranını kontrol bitkilerinin gelişimi kadar etkin şekilde etkilemiştir. Farklı MCH arasında östrojenin hormonu çimlenme oranını en olumsuz şekilde etkilemiştir. Elde edilen bu veri literatürdeki verilerle örtüşmektedir (Löve ve Löve, 1945). Testesteron (5×10^{-3} mM, 5×10^{-2} mM), 17 β -östradiol (5×10^{-3} mM, 5×10^{-2} mM) ve progesteron (5×10^{-2} mM) hormonlarının belirtilen dozlarının çimlenmeye efektif bir katkısı olmadığı açıktır. Genellikle uygulaması yapılan hormonların doz bakımından çimlenme oranını etkilediği görülmekte, bu verilerin literatürle uyduğu dikkat çekmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda da memeli cinsiyet hormonlarının düşük dozlarda çimlenmeyi etkin bir şekilde uyardığına rastlamak mümkündür (Shore et al., 1992, Janeczko, 2000).

Çimlenme hızı katsayısı üzerinde de konsantrasyon farklılıklarının hormonlarla ortaya koyduğu interaksiyonun çok önemli ($P \leq 0.01$) olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 3.1). Östrojen çimlenme hızı katsayısını önemli oranda artırmaktadır. 5×10^{-4} mM konsantrasyonunda östrojen uygulamasının 34.89 oranında çimlenme hızı katsayısını artırmıştır. Çizelge 3.2'de çimlenme hızı katsayısına katkısı olmayan testesteron (5×10^{-3} mM, 5×10^{-2} mM), progesteron (5×10^{-2} mM) ve 17 β -östradiol (5×10^{-3} mM, 5×10^{-2} mM) hormon konsantrasyonlarını görebilmek mümkündür. Her ne kadar bu hormon gruplarının çimlenme hızına etkisinin olmadığı bulunmuş olsa da östrojen hormonunun çimlenme hızını artırması, bitki büyümesini teşvik edici etkisinin varlığını açıkça ortaya koymaktadır. Bu yapıların etki derecelerinin konsantrasyon bağımlı bir şekilde çimlenme hızı üzerinde kimi zaman inhibisyon kimi zaman da iyileştirici etkisinin olması, belirli dozlarda çimlenme sürecini teşvik eden modülatör madde olarak etki gösterdiğini kanıtlamaktadır (Shore et al., 1992).

Ortalama çimlenme zamanına MCH yapılarının etkisine bakıldığında, pek çok parametre bakımından olumlu sonuçlar sergileyen östrojen hormonunun (5×10^{-2} mM) en uzun çimlenme süresine neden olduğu (4.39 gün) sonucu göze çarpmaktadır. Her ne kadar östrojenin büyüme ve gelişmeye pozitif katkıları biliniyor olsa da, çimlenme zamanını kısaltma noktasında bu başarıyı ortaya koyamıyor oluşu şaşırtıcıdır. Konsantrasyon farklılıklarının hormonlarla olan ilişkisinin çok önemli olarak tespit edildiği çalışmada, en etkili ortalama çimlenme zamanını sergileyen diğer uygulama hormonlarının östrojene ters bir şekilde etkin konsantrasyonlarının 5×10^{-2} mM olması da dikkat çekmektedir.

Östrojen hormonunun çimlenme gücü indeksi bakımından en yüksek değeri (1757.67) veren uygulama (5×10^{-4} mM) olması, çimlenme hızına olmasa da çimlenme gücüne pozitif katkı sağladığını kanıtlar niteliktedir. Özellikle 5×10^{-2} mM, 5×10^{-3} mM konsantrasyonlarında testesteron, progesteron ve 17 β -östradiol hormon uygulamalarının çimlenme gücü indeksinin 0.00 olması, bu hormonların doz ayarlamasının çimlenme çıkışını teşvik etmede dikkatli bir biçimde yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Östrojen hormonunun bitkilerin çim gelişimini güçlü bir şekilde uyarması, her ne kadar bu süreci hızlandıramıyorsa da, daha sağlıklı, toprağa daha güçlü bir şekilde bağlanmış bitkilerin yetiştirilmesi amacı doğrultusunda oldukça umut verici bir gelişmedir (Erdal et al., 2012a,b, Thukral and Sharma, 1992).

SONUÇ

Güncel bilim dünyasında sıklıkla çalışmalara konu olan MCH'lerin, kolza bitkisinin çimlenme parametreleri üzerinde oluşturduğu değişikliklere dair yapılan ilk çalışmasıdır. Bu çalışmadan elde edilen verilerin ışığında MCH yapılarının çimlenme basamakları bakımından umut verici nitelikler sergilediği söylenebilmektedir. En yüksek ÇO oranı genelde tüm memeli cinsiyet hormonlarının düşük konsantrasyonlarında elde edilmiş, ancak yüksek konsantrasyonlarında her hangi bir çimlenme gözlenmemiştir. En yüksek ÇHK, OÇZ, ÇHİ ve ÇGİ sırası ile; östrojen + 5×10^{-4} mM uygulamada (34.89), östrojen + 5×10^{-2} mM uygulamada (4.39 gün), progesteron + 5×10^{-5} mM uygulamasında (11.34) ve östrojen + 5×10^{-4} mM uygulamasında (1757.67) tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdul-Baki, A.A., Anderson, J.D., 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science*, 10 (1): 31-34.
- Acemi, A., 2011. Farklı konsantrasyonlardaki bitki büyüme düzenleyicilerinin *Amsonia orientalis* Decne (Apocynaceae)'nin doku kültürü ile

- çoğaltılmasına olan etkilerinin araştırılması. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kocaeli.
- AOSA, 1983. Association of Official Seed Analysts Seed Vigor Testing Handbook. AOSA, Ithaca, NY, USA. (Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32).
- Aytaç, Z., 2007. Bazı kışlık kanola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) çeşitlerinin tarımsal özellikleri ve Eskişehir koşullarına adaptasyonu. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Dezfuli, P. M., Sharif-Zadeh, F., Janmohammadi, M., 2008. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). JABS, 3: 22-25.
- Erdal, S., 2012a. Alleviation of salt stress in wheat seedlings by mammalian sex hormones. J. Sci. Food Agric., 92: 1411-1416.
- Erdal, S., 2012b. Exogenous mammalian sex hormones mitigate inhibition in growth by enhancing antioxidant activity and synthesis reactions in germinating maize seeds under salt stress. J. Sci. Food Agric., 92: 839-843.
- Janeczko, A., 2000. Influence of selected steroids on plant physiological processes- especially flowering induction (in Polish). Agricultural University, Krakow, Poland. PhD Dissertation.
- Janeczko, A., Budziszewska, B., Skoczowski, A., Dybala, M., 2008. Specific binding sites for progesterone and 17 β -estradiol in cells of *triticum aestivum* L. Acta Biochim Pol., 55 (4): 707-11.
- Janeczko, A., Kocurek, M., Marcińska, I., 2012. Mammalian androgen stimulates photosynthesis in drought-stressed soybean. Cent. Eur. J. Biol., 7 (5): 902-909.
- Kumlay, A.M., Eryiğit, T., 2011. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: Bitki hormonları. Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Derg./Iğdır Univ. J. Inst. Sci. Tech., 1 (2): 47-56.
- Leflon, M., Eber, F., Letanneur, J.C., Chelysheva, L., Coriton, O., Huteau, V., Ryder, C.D., Barker, G., Jenczewski, E., Chevre, A.M. 2006. Pairing and recombination at meiosis of *Brassica rapa* (AA) \times *Brassica napus* (AACC) hybrids. Theoretical and Applied Genetics, 113 (8): 1467-1480.
- Löve, A., Löve, D., 1945. Experiments on the effects of animal sex hormones on dioecious plants. Ark Botanik, (32): 1-60.
- Maguire, J.D., 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop. Sci., 2 (2): 176-177.
- Meng, J., Shi, S., Gan, L., Li, Z., Qu, X. 1998. The production of yellow-seeded *Brassica napus* (AACC) through crossing interspecific hybrids of *B. campestris* (AA) and *B. carinata* (BBCC) with *B. napus*, Euphytica, 103 (3): 329-333.
- Milanesi, L., Boland, R., 2004. Presence of estrogen receptor (ER)-like proteins and endogenous ligands for ER in solanaceae. Plant Sci., (166): 397-404.
- Milanesi, L., Monje, P., Boland, R., 2001. Presence of estrogens and estrogen receptor-like proteins in *Solanum glaucophyllum*. Biochem Biophys Res Commun., (289): 1175-1179.
- Öztürk, Ö., 2000. Bazı kışlık kolza çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve sıra arası uygulamalarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Shore, L.S., Kapulnik, Y., Ben-Dor, B., Fridman, Y., Wininger, S., Shemesh M., 1992. Effects of estrone and 17 β -estradiol on vegetative growth of *Medicago sativa*. Physiol Plant., (84): 217-222.
- Speranza, A., 2010. Into the world of steroids: A biochemical "keep in touch" in plants and animals. Plant Signal Behav., 5(8): 940-943.
- Thukral, A.K., Sharma, D., 1992. Effect of estrogens on the growth of *Brassica campestris* L. Bionature, 12: 43-46.
- Toker, E., Zincirlioğlu, M., Alarслан, Ö.F., 1998. Hayvan yetiştirme, yemler ve hayvan besleme, Baran Ofset, 2. Baskı, Ankara, 212 s.
- Zhu, B., Ma, B.L. 2011. Genetically-modified crop production in Canada: agronomic, ecological and environmental considerations. Am J Plant Sci. Biotechno., 5: 90-97.