

ALTERNATİF YAĞ BİTKİSİ : CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E. Fries)

Fatih SEYİS Emine AYDIN Medine ÇOPUR
Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 66200 YOZGAT

Geliş Tarihi : 12.07.2011 Kabul Tarihi : 13.08.2012

ÖZET : Crambe [*Crambe abyssinica* (2n = 6x = 90)] *Brassicaceae* familyası içerisinde yer alan ve bu familyada tohumları değerlendirilen, tek yıllık bir yağ bitkisidir. Crambe ülkemizde çok fazla tanınmamasına rağmen Türkiye doğal florasında doğal olarak bulunan bir bitki konumundadır. Endüstriyel alanda ümit veren, yeni bitkilerden birisi olan Crambe, tohumlarında % 35-60 oranında yağ ihtiva etmekte ve bu yağın da % 57'sini erusik asit oluşturmaktadır. Crambe bu özelliğinden dolayı, biyodizel, yağ sanayi, makine sanayisi gibi endüstrinin pek çok alanında kullanılmakta olup, ayrıca yağı alındıktan sonra kalan kısmı hayvanlar için önemli bir besin kaynağı olarak görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde endüstriyel ilerlemenin sonucunda, insan ihtiyaçlarının artması ve bu ihtiyaçların çeşitlilik kazanması sebebiyle alternatif ürünlerin arayışı kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamda Crambe bitkisinde bulunan yüksek erusik asit bu bitkinin tercih edilen alternatif ürünlerden birisi olmasına olanak sağlamıştır.

Anahtar Sözcükler : Yağ Bitkisi, Crambe, *Crambe abyssinica*, erusik asit

AN ALTERNATIVE OILSEED CROP : CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E. Fries)

ABSTRACT: Crambe [*Crambe abyssinica* (2n = 6x = 90)] is a member of the Brassicaceae family and is an annual oilseed plant of which seeds can be consumed. Crambe is not a well known species in Turkey although it is present in the country's flora. Crambe is a new and promising oilseed crop for the industry because it contains 35-50 % oil in its seeds with an erucic acid content of 57 %. Crambe has a potential use in different areas of the industry such as biodiesel, oil industry and machine oil. In addition to that, seed cake after oil extraction can be used as an important feed for livestock .The industrial improvements and a wide range of people needs in developed countries led researchers seeking alternative products. So, high erucic acid content in its seeds makes Crambe as a preferable alternative agro-industrial material.

Keywords: Oilseed Crop, Crambe, *Crambe abyssinica*, erucic acid

1. GİRİŞ

Brassicaceae familyası içinde yer alan Crambe cinsinin 30 kadar türü bulunmakta ve Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E. Fries) bu türler içerisinde endüstriyel amaçlı kullanılan ve yağlı tohumlu bitki olarak tarımı yapılan tek türdür (Warwick ve Gugel, 2003). Crambe tek veya çok yıllık formları bulunan bir yağ bitkisidir. Bu cinse ait türlerin birçoğu tek yıllık otsu formda iken birkaç tanesi ise çalı formunda görülmektedir. Bu türlere genelde Akdeniz Bölgesi'nde, Avrupa-Sibirya ve Türkiye-İran bölgelerinde rastlamak mümkündür (Post, 1932; Schulz, 1936; Tutin ve ark., 1993)

Tek yıllık türler çoğunlukla Akdeniz bölgelerinde ve Etiyopya'dan Tanzanya'ya kadar olan bölgede görülmektedir. Çalı formları ise Kanarya Adaları-Madeira bölgeleri ile sınırlı olan alanda yaygındır. Bir türü de Şili'de ortaya çıkmaktadır. Bu cinsin muhtemel orijin merkezi tür isminin *abyssinica* olmasına rağmen Güney-Batı Asya'nın Türkiye-İran bölgesidir. Bu tür, erken jeolojik ve iklimsel değişikliklerin olduğu devirlerde Akdeniz Bölgesi'ne doğru yayılma göstermiştir. Diğer bölgelere yayılmalarının eski çağlardaki insan göçleri ve daha sonraları sömürgecilğin yayılması ve ticaret ile ilgili olarak gerçekleşme ihtimali yüksektir (Carlsson ve ark., 2007).

Patagonya ve Şili'de rastlanan *C. filliformis* popülasyonu buralara İspanyol ve Portekizlerin bu bölgeyi istilası ve yerleşmeleri ile gelmiştir. Benzer şekilde *C. maritima* çok iyi geliştiği bölge olan Karadeniz, Kuzey Akdeniz ve Baltık Kıyılarında daha

sık görülmektedir ve eski gemiciler tarafından muhtemelen daha geniş alanlara taşınmıştır.

Crambe'nin Kuzey ve Batı Afrika'da bulunan türleri, Kuzey Afrika'ya göç ile gittiği tahmin edilen ve Etiyopya'da doğal bir tür haline gelen Akdeniz Bölgesi'nin bir türü olan *C. hispanica* ile yakın akrabadır. Bu yayılım mantıklıdır, çünkü bu bölgede eski çağlarda Nil Vadisi ve Kızıl Deniz üzerinden iletişim sağlanıyordu (Warwick ve Gugel, 2003).

Kuzey ve Batı Afrika'da yabani olarak yetişen Crambe genelde patika yolların ve tarım arazilerinin kenarlarında veya bölgesel makilikler ve kumullar etrafında yabancı ot olarak görülebilen, kısa boylu, çalı formunda bir bitki oluşturmaktadır. Normalde izole haldeki bitkiler veya küçük kümeler halinde rastlamak mümkündür ve nadiren büyük veya sürekli bir gelişme formu gösterirler.

Kültür bitkisi olarak tarihi biraz karışıktır, fakat Maestebroek ve ark., 1994' e göre tarımı muhtemelen Sovyetler Birliği'nde başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı'ndan önce Rusya, İsveç ve Polonya'da tarla denemelerinin yapıldığına dair raporlar mevcuttur (Grashchikov, 1959; Papathanasiou ve ark., 1966; White ve Higgins, 1966; Zimmermann, 1962). Savaştan sonra bu bitki ile ilgili araştırmalar başka ülkelerde de başlatılmıştır ve bazı ıslah çalışmaları ortaya konmuştur (Zimmermann ve Ragaller, 1961; Jablonski, 1962; Hannich ve ark., 1970; Bengtsson ve Olsson, 1981).

1960'larda ABD ve Kanada'ya İsveç ve Rusya'dan getirilen 11 hat arasında istenen ilerlemeyi sağlayacak uygun varyabiliteye rastlanmamıştır (Papathanasiou ve ark., 1966). Purdue Üniversitesi Tarımsal

Araştırma İstasyonu'nda (Maryland/ABD) bu nedenle ıslah araştırmaları başlatılmıştır (Mastebroek ve ark., 1994) ve bu çalışmanın sonucunda Prophet, Indy ve Meyer adlı üç çeşit tescil ettirilmiştir (Lessmann, 1975). Prophet ve Indy çeşitleri İsveç ve Etyopya'dan getirilen iki genotipten toplu seleksiyon sonucunda, Meyer çeşidi ise bu iki genotip arasında yapılan melezlemeden sonra yürütülen seleksiyon çalışmaları sonucunda geliştirilmiştir (Lessmann, 1975). Indy çeşidine yabancı populasyonlardan gen aktarılması dahil yürütülen ıslah çalışmaları sonucunda C-22, C-29, C-37, BelAnn ve BelEnzian adlı çeşitler USDA-ARS (Belstville, Maryland/ABD) tarafından tescil ettirilmiştir (Campbell ve ark., 1986 a,b). Mastebroek ve ark. (1994), tescil edilen Amerikan çeşitlerini eski Avrupa çeşitleri ile karşılaştırdıklarında tane verimi bakımından yapılan ıslahın etkili olduğunu ve verimde % 15 artış elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Crambe ile ilk dönemlerde yapılan bu çalışmalar, endüstriyel amaçla kullanılabilir sürdürülebilir hammadde üretimi ile ilgili çalışmalar gündeme geldikten sonra tekrar ele alınarak sürdürülmüştür.

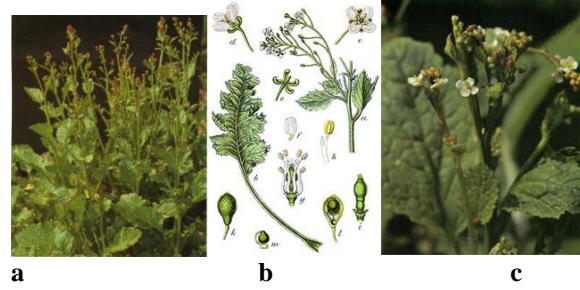
Crambe'nin önemi, tanelerindeki yağ oranının ve *Cruciferae* familyasına dahil diğer yağ bitkilerine oranla erusik asit oranının yüksek olması, 80-90 günlük bir vejetasyon süresine ihtiyaç göstermesi, marjinal şartlarda verimli olması, yenilenebilir hammadde üretimi için elverişli bir kaynak olması ve hızlı büyümesi nedeniyle yeşil gübre olarak kullanılabilmesinden kaynaklanmaktadır (Glaser, 1996).

2. BİTKİSEL ÖZELLİKLERİ

Crambe tek yıllık, tabandan itibaren az veya çok dallanan, alt kısımda tüylü üst kısımda tüysüz, derinlere inebilen kazık kök sistemine sahip ve 50-150 cm kadar boylanabilen bir bitkidir. Alt kısımdaki yapraklar yuvarlağa yakın oval ila kalp şeklinde olabilmektedir, sapları daha uzun ve kenarları düzgün değildir (Schuster, 1992). Üst kısımdaki yapraklar küçüktür, mızrak şeklini andırmaktadır (Şekil 1a,b). Çiçek topluluğu seyrek salkım şeklindedir (Şekil 1b,c). Çiçek tomurcukları küçük, taç yaprakları beyazdır. Çiçeği tipik bir *Cruciferae* çiçek yapısında olup, bitkinin arılar tarafından ziyaret edilmesini sağlayan, tabanlarında bol miktarda nektar salgılayan nektar bezlerine sahip 4 tane uzun ve 2 tane kısa antere sahiptir. Bu nedenle yabancı dölleme hakimdir, iklim koşullarının uygun olmadığı durumlarda ve kendileme yapıldığında kendine dölleme de gerçekleşebilmektedir.

Meyve iki parçalıdır, üst kısımda küre şeklinde bir kapsül, alt kısımda daha küçük silindirik yapı mevcuttur ki bununla nispeten uzun olan çiçek sapına bağlanmaktadır, fakat meyvenin sadece üst parçası döllemektedir. Bununla beraber, kapsüllerin başlangıçta iki embriyoya sahip olduğu görülmektedir, fakat sadece bir tanesi gelişerek bir olgun tohum meydana getirmektedir (Zimmermann ve Regaller,

1961). Meyve çapı 1.0-4.5 mm dir. Grimsi yeşil ve sarımsı renkte olan tohumları yuvarlaktır ve 1.8-2.5 mm çapındadır. 1000 tane ağırlığı 4 ila 11 gr arasında farklılık göstermektedir. Kabuk oranı meyve ağırlığının % 30' u kadardır (Schuster, 1992). Olgun meyvelerin görünümü Şekil 2a' da, meyve ve tohumun görünümü ise Şekil 2b' de gösterilmektedir.



Şekil 1. a) Crambe bitkisinin genel görünümü, b) Crambe bitkisi ve kısımları (Anonim, 2011), c) çiçek salkımının genel görünüşü (Schuster, 1992).

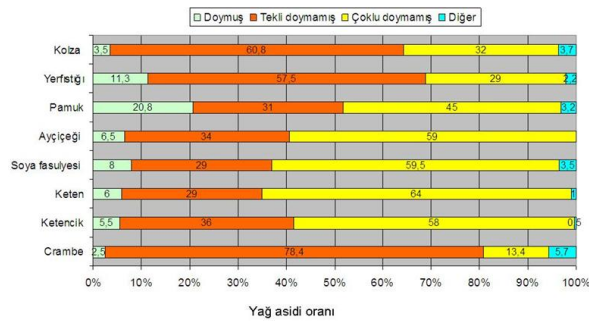


Şekil 2. a) Crambe tohumlarının küme şeklindeki görünümü, b) meyve kabuğu ve tohumun genel görünüşü (Schuster, 1992).

3. YAĞ ASİTİ KOMPOZİSYONU

Crambe'nin tohumları (kapsül dahil) doğal olarak % 37 yağ içermektedir, bunun da % 57 kadarını erusik asit oluşturmaktadır. İnsanlarda sağlık problemleri oluşturduğu isnat edilen bu yağ asidinin varlığından dolayı (Parke ve Parke, 1999; West ve ark., 2002), Crambe yağı yemeklik yağ olarak kullanıma uygun değildir. Uzun zincirli bir yağ asidi olan erusik asit (C 22:1) yüksek değeri olan bir endüstri ham maddesidir, plastik ve makine yağlarının elde edilmesinde kullanılmaktadır (Leonard, 1993). Crambe günümüzde esasen bu endüstri ham maddesini üretmek için kullanılmakta olup, bitki endüstriyel amaçla kullanılan yağ bitkilerine mükemmel bir örnek olarak gösterilebilir (Fontana ve ark., 1998; Capelle ve Tittone, 1999; Wang ve ark., 2000). Crambe yağında yağ asitlerinin % 90'ından fazlasını doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin ise en önemli kısmını (% 78.4) çoklu doymamış yağ asitleri, özellikle yüksek oranda (% 56) bulunan erusik

asit (C22:1 n-9) oluşturmaktadır. Ayrıca doymamış yağ asitlerinden, % 17.2 oleik asit (C18:1 n-9), % 8.2 linoleik asit (C18:2 n-6), % 5.4 linolenik (C18:3 n-3), % 3.4 eicosanoic asidi (C20:1 n-9) Crambe tohumlarında bulunmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin oranı ise % 4.0 civarındadır. Doymuş yağ asitlerinden ise stearik asit (C18:0) % 0.7 ve palmitik asit (C16:0) % 1.8 oranlarında bulunmaktadır (Schuster, 1992). Crambe yağının yağ asitleri kompozisyonu diğer yağ bitkileri ile kıyaslamalı olarak Şekil 3'te verilmiştir. Crambe yağının kolza, yerfıstığı, pamuk, ayçiçeği, soya fasulyesi, keten ve ketencikten çoklu doymamış yağ asidi konsantrasyonu daha düşük, tekli doymamış yağ asidi konsantrasyonu ise daha yüksektir. Crambe yağının doymuş ve doymamış yağ asitleri konsantrasyonu kolza yağına benzer fakat erusik asit miktarı Crambe yağında fazla miktarda bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Crambe tohumlarında bulunan doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranı (Leonard, 1993; Robbelen ve ark., 1989; Brown ve ark., 1999, Schuster, 1992)

4. GENETİĞİ

Tek yıllık yağ bitkisi olan Crambe (*C. abyssinica* Hochst. Ex. T.E. Fries) Crambe; *Brassicaceae* cinsine dahil allohexaploid ($2n=6x=90$) bir bitkidir. Bu cins, erusik asit bakımından zengin yağı için tarımı yapılan tek tür olan *C. abyssinica*'nın da dahil olduğu (Lessman ve Meier, 1972; Mulder ve Mastebroek, 1996) ortalama olarak 38 Eski Dünya türünü kapsamaktadır (Bramwell, 1969; Santos-Guerra, 1983, 1996). Francisco-Ortega ve ark., (1999)'nın bildirdiğine göre Crambe dört büyük coğrafik bölge arasında ortak bir dağılıma sahiptir: Makronezya (12 tür), Akdeniz (4 tür), Doğu Afrika (3 tür) ve Eurosibirya-Güneybatı Asya (20 tür). Bundan başka Crambe cinsi 6 seksiyona ayrılmaktadır: *Leptocrambe*, *Crambe*, *Orientcrambe*, *Dendrocrambe*, *Flavocrambe* ve *Strocrambe*. Bunlardan ilk üçü seleksiyon türlerin çoğunluğunu içermektedir. Nükleer ribosomal repeatlerin internal transcribed spacers (ITS) e dayanan bir filogenetik analiz, *C. abyssinica*'yı; *C. hispanica*, *C. filiformis*, *C. glabrata*, *C. kralikii* ve *C. kilimandscharica*'nın dahil olduğu *Leptocrambe* seksiyonuna yerleştirmiştir. Crambe türlerinin sınıflandırılması ile ilgili detaylı bilgi Francisco-Ortega ve ark. (1999)'nu tarafından yayınlanmıştır. *C.*

kilimandscharica ile birlikte *C. abyssinica* Doğu Afrika'da endemiktir (Francisco-Ortega ve ark., 1999), *C. glabrata*, *C. filiformis* ve *C. kralikii* Batı Akdeniz platosunda bulunmaktadır (Prina, 2000), *C. hispanica* ise Akdeniz Bölgesi ve Orta Doğu'da dağılım göstermektedir (Warwick ve Gugel, 2003). *C. abyssinica* (n=45), *C. hispanica* (n=30) ve *C. glabrata* (n=15) morfolojik olarak birbirlerine benzer olup kromozom sayıları bakımından birbirlerinden ayırt edilmektedir. Morfolojik veriler dikkate alındığında *C. abyssinica* ve *C. hispanica*'nın konspesifik olduğuna karar verilmiştir (Jonsell, 1976) ve *C. hispanica* altında alttür veya ekotip olarak sınıflandırılabilir (Prina, 2000). Morfolojik ve moleküler verilere dayanılarak yapılan bir analiz *C. abyssinica*'nın taksonomik olarak *C. hispanica* altında bir alt bölüm ve *C. glabrata* ile birlikte ayrı bir tür olarak sınıflandırılması gerektiğini ortaya koymuştur (Warwick ve Gugel, 2003). Bu veriler daha önce *C. hispanica*'nın *C. abyssinica* ile başarılı olarak hibrit oluşturabilmesi, fakat *C. glabrata* ile oluşturamaması ile ilgili yapılan yayınlar ile uyum içerisindedir (Mulder ve Mastebroek, 1996; Meier ve Lessman, 1973a). *C. abyssinica* da önemli tarımsal özellikler bakımından genetik varyasyonun yetersiz olduğu rapor edilmiştir (Papathanasiou ve ark., 1966; Appelqvist ve Jönsson, 1970; Meier ve Lessman, 1972; Mastebroek ve ark., 1994). Buna karşılık, *C. hispanica* tarımsal ve tane kalitesi özellikleri bakımından daha fazla varyasyon içermektedir (Warwick ve Gugel, 2003).

5. ISLAHI

Daha önce de bahsedildiği gibi, *C. abyssinica* da tarımsal açıdan önemli özellikler bakımından fazla genetik varyasyon mevcut değildir. Benzer şekilde, Meier ve Lessman (1973b)'nin Crambe bitkisinde agronomik özellikler bakımından genetik varyasyonun sınırlı olduğunu rapor etmişlerdir. Crambe üzerinde ıslah çalışmalarını başlatmak amacıyla genelde introduksiyon yoluyla bir araya getirilen materyalde birçok özellik bakımından istatistiksel olarak bir fark bulunamamasının nedenleri aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

İntroduksiyon yoluyla getirilen materyal aynı popülasyon kaynaklı olabilir. Bu durumda ortalama performanslarının benzer olması beklenmelidir. *Crambe* cinsi araştırma amacıyla seçilen özel karakterler bakımından az veya çok az genetik varyasyon ihtiva edebilir. Fakat diğer birçok bitki türünde doğal varyasyonun çok geniş olması göz önünde bulundurulduğunda, bu ihtimal çok düşük görünmektedir. Yapılan çalışmalarda deneme hatası incelenen özellikler bakımından farklılığı tespit etmeyi örtecek kadar büyük olmaktadır. Bununla beraber Crambe ıslahında yapılan çalışmaları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

Crambe ıslahı 1990 yılında Hollanda'daki Plant Research International (PRI) de yoğunlaşmıştır. Bu

çalışmalarda ıslah amaçları olarak; tane ve yağ veriminin, yağdaki erusik asit miktarının ve hastalıklara dayanıklılığın artırılması, tanedeki glikosinolat içeriğinin düşürülmesi ele alınmıştır (Mastebroek ve ark., 1994; Mastebroek ve Lange, 1997). ıslah materyali olarak bir tane geç çiçeklenen eski Avrupa köy ırkı ve iki tane erken çiçeklenen daha yeni Amerikan hatları kullanılmıştır. Bu üç Crambe hattı birbirleriyle melezlenmiştir ve F3 generasyonuna kadar tarımsal özellikler yönünden seleksiyon uygulanmıştır (Mastebroek ve Lange, 1997). Beş yıl kadar sonra adı Galactica olan ilk yeni Crambe çeşidi tescil ettirilmiştir. Bu çeşit American BellAnn, Prophet, Meyer ve Indy gibi daha eski çeşitlere göre önemli derecede daha fazla tane verimine sahiptir. Yağ oranı % 35.8 olup, yağ oranı % 33.3 olan standart çeşitlerden daha yüksektir ve hektardan yaklaşık 900 kg yağ elde edilmektedir. Erusik asit (C22:1) içeriği ise % 58.1'den % 59.0 a yükseltilmiştir. Birim alandan elde edilecek yağ veriminin artırılması ekimin ancak kışlık ya da erken ilkbahar döneminde yapılması halinde mümkün olacaktır. Galactica çeşidi yanında, 1990' lı yıllarda yürütülen ıslah çalışmaları sonucunda Nebula çeşidi de (PRI seleksiyonu 9110-20) tescil ettirilmiştir. Galactica çeşidinin aksine bu çeşit tüylü bir görünüme sahiptir, oldukça erken çiçeklenmektedir ve yağında düşük oranlarda nervonik yağ asidini (C24:1) içermektedir. Bu aşırı erkencilik Nebula çeşidini kısa yetiştirme mevsimine sahip bölgeler için uygun kılmaktadır. Bundan başka, Nebula gibi erken çiçeklenen ve tüylü Crambe hatları sıcak ve kurak alanlarda iyi performans göstermişlerdir. Batı Avrupa gibi ılıman iklimlerde tüylülük ve erkencilik verimi düşürmüştür. Hollanda ıslahçı haklarına tabi olan diğer çeşitler erkenci ve tüysüz olan Charlotte ile tüylü ve erkenci olan Carmen çeşitleridir. Galactica ve Carmen çeşitlerinin geliştirildiği ıslah materyali arasından kuru iklimler için ümit var olan hatlar tespit edilmiştir.

Genel olarak Crambe ıslahı çalışmalarında ele alınan ıslah kriterleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Knights, 2002):

1. Tane veriminin artırılması
2. Tanedeki yağ oranının kolza tanesindeki yağ oranına yakın olacak şekilde yükseltilmesi
3. Glikosinolat seviyesinin kabul edilecek düzeye düşürülmesi veya tamamen sıfırlanması
4. Yağdaki erusik asit seviyesinin artırılarak azami düzeye çıkartılması
5. Alternaria, Sclerotinia gibi hastalıklar ve önemli zararlılara karşı dayanıklı veya tolerant genotiplerin geliştirilmesi
6. Yatmaya dayanıklılığın artırılması
7. Harnupların çatlamaması
8. Dormansi periyodunun kısaltılması

Bu ıslah amaçları mevcut Crambe genotiplerinin doğrudan karakterizasyonu ve bu genotipler arasında yapılan melezleme ve seleksiyon neticesinde geliştirilen ıslah popülasyonları arasında seleksiyon

yapmak suretiyle gerçekleştirilebilmektedir.

6.TARIMI

Crambe bitkisi yazlık olarak ekilmektedir. Kuraklık periyotlarına nispeten dayanıklı olup, toprak istekleri fazla değildir. Fakat en iyi, orta killi topraklarda yetişmektedir (Schuster, 1992). Kumlu topraklarda da yetiştirilebildiği tespit edilmiştir (Klaus, 1996). Besin maddeleri bakımından fakir topraklarda ve gölge ya da yarı gölge şartlarda büyüebilme yeteneğine sahip olup, -20°C'ye kadar dayanmaktadır. İklim istekleri bakımından daha çok ılıman iklimi tercih etmektedir. Crambe yetiştirme süresi boyunca toprak nemine ve toprak çeşidine bağlı olarak 800-1500mm su tüketmektedir.

Crambe dünyanın farklı bölgelerinde Şubat ayı başından Haziran ayı ortalarına kadar ekilebilmektedir, fakat ekim zamanı geciktikçe verimde doğal olarak azalmalar meydana gelmektedir. Crambe tohumlarının çok küçük olması nedeniyle toprak işleme Crambe için önemli bir kültürel işlemdir. Özellikle yağışın çok az düştüğü bölgelerde toprak neminden bitkinin en iyi şekilde yararlanabilmesi açısından toprak işleme büyük önem arz etmektedir.

Crambe çok dallanan bir bitki olmasından dolayı farklı bitki sıklıklarında optimum verimi sağlayabilir, fakat bu olgunlaşma süresini uzatması nedeniyle mekanik hasatta bir dezavantaj olarak ortaya çıkmaktadır. Tohumluk miktarı hektara 10-40 kg arasında değişmektedir, fakat kapsülsüz tohumlar için hektara 20-25 kg tavsiye edilmektedir.

Sıra arası ile ilgili yapılan denemeler birinci derecede dallanmanın nispeten sabit olduğunu göstermiştir, aynı zamanda sıra arası mesafe azaltıldığında ikinci derecede dallanma azalmıştır (Lessmann ve Meier, 1972).

Mekanize edilmiş ticari üretimde 20-30 cm'lik sıra arası mesafe tavsiye edilmektedir. Bu şartlarda en yüksek verim elde edilmekte, çiçeklenme ve olgunlaşma periyodu kısalmaktadır. 15 cm sıra aralığında yapılan ekimler uygun toprak neminin bulunduğu ve herhangi bir tohumun bulunmadığı veya yabancı otların ekimde çıkış öncesi herbisit uygulaması ile kontrol edildiği tohum yatağına ekim yapıldığından başarılı olabilmektedir. 40-60 cm'lik sıra arası mesafesi gerekli olduğu ve herbisitlerin kullanılmadığı durumlarda elle ve mekanik olarak yabancı ot kontrolüne müsaade etmektedir.

Azot tohum veriminin artırması ve tohum yatağındaki tohumun iyi bir çıkış sağlayabilmesi için en önemli besin elementi olarak görülmektedir. Yeterli fosfat bulunduğu, genelde 20-30kg/ha azot yararlı olacaktır. Genellikle azot seviyesinin yüksek olması iklim ve toprak yapısına bağlı olarak, Crambe'nin çiçek yapısını etkileyerek, tohum veriminin düşürmesine ve bazı zamanlarda ise tohumun yağ içeriğinin azalmasına neden olmaktadır.

Crambe yapraklarının çoğunluğu olgunlaştığında,

üst gövde sarardığında ve kapsüllerin % 75' i sarı renk aldığı dönemde Crambe hasat edilir. Crambe genellikle ekimden 90-100 gün sonra hasat olgunluğuna ulaşır. Kolza hasadında kullanılan ekipmanlar Crambe hasadında da başarılı bir şekilde kullanılabilir.

Crambe tohumunun nem oranı % 25-35 olduğunda hasat edilebilir, tohumdaki nem oranı % 12-15'in altına düştüğü durumlarda ise kabuk zarar görebilir ve bu durum tohumun yağ içeriğini etkileyebilir. Hasat öncesi yağın yağmur mantar hastalıklarının artmasına sebebiyet verebilmektedir. Tohumlarda fungal etmenlerin varlığını azaltmak ve yüksek yağ oranı nedeniyle depolama sırasında kızılmayı ve yağın oksidasyon yoluyla bozulmasını önlemek için nem oranı yüksek olan tohumların hasat sonrasında kurutulmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Avrupa ve Rusya da Crambe bitkisinden dekardan alınan verim 150-200kg arasıdırken Amerika da bu oran daha azdır.

7. KULLANIM ALANLARI

Endüstriyel alanda ümit veren bitkiler arasında bulunan Crambe, tohumlarından elde edilen yağ, erusik, oleik, linoleik (omega-6) ve linolenik (omega-3) yağ asitlerini ihtiva eden bir kaynaktır (Leonard, 1993; Lazzeri ve ark., 1997). *Crambe abyssinica* yağı yüksek oranda erusik asit ihtiva etmesi nedeniyle endüstride potansiyel yağ asidi hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Erusik asit genelde gıdaların ambalajlanmasında, plastik torbalarda, stretch vs. gibi poliolefin filmlerde etkili, fakat yapıştırıcı olmayan bir malzeme olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda naylon 1313'e veya hidrojenasyon ile behenik aside dönüştürülebilir ki behenik asit lastik, farmasötikal, ısı transfer sıvısı, parfüm, ilaç üretimi, pestisit üretimi, kozmetik, doku yumuşatıcı, saç şekillendirici ve boyaların üretiminde farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Carlson ve Van Dyne, 1992). Yüksek oranda erusik asit içeren yağlar kayganlaştırıcı, plastik ve köpük engelleyici üretiminde kullanılmaktadır (Princen, 1983). Crambe yağı çok etkili bir yağlayıcıdır ve madeni yağlara göre daha kolay parçalanabilmektedir. Bu nedenle tek başına veya additif olarak tekstil, lastik, çelik ve gemi sanayinde kullanılabilir. Crambe yağındaki % 1.89 oranındaki sabunlaşmayan madde sitosterol, campesterol ve heksacosanol ve docosanol adlı uzun zincirli alifatik alkollerden oluşmaktadır (Lazzeri ve ark., 1997). Steroller kan kolesterolünün azaltılmasında margarin additifi olarak, alkaloidler ise jojoba ve balina sperm yağına benzer sıvı balmumu üretmek için uzun zincirli yağ asitlerinin esterleşmesinde kullanılabilir. Ayrıca Crambe yağı mineral yağlardan çok daha fazla geri dönüşümlüdür ve yağ çözücü olarak çok etkilidir. Erusik asit, 22 karbonlu uzun hidrokarbon zincirlerine ve çift bağa sahiptir. Erusik asitin bu özelliği erusik asitçe zengin yağlara yüksek kaynama ve buharlaşma noktası (299°C) özelliği vermektedir. Yüksek

sıcaklıklara dayanmak ve düşük sıcaklıklarda sıvı kalma yeteneği yağı iyi bir kayganlaştırıcı ve transfer yağı yapmaktadır (Grombacher ve ark., 1993). Bütün bu özelliklerin yanında Crambe yağının biyolojik ayrışma niteliğinin bulunması çevre açısından oldukça önem arz etmektedir (Çömlekçiöğlü, 2005).

Hayvan beslemede kullanılabilen Crambe unu, Crambe bitkisinden yağ ekstre edildikten sonra kalan kısımdır. Crambe ununun ihtiva ettiği bileşenlere göre potansiyel kullanım alanları; İşlenmiş un hayvan yiyeceği; 1-cyano-2-hidroxy-3-butene toprak patojenleri ve yabancı otları engellemede; 2-(S)-1-cyano-2-hidroxy-3-butene ve fenilettil cyanid; meyve sineğine karşı insektisit olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2005).

Kabukları koyunun rumen sıvısı tarafından çok az sindirilebilmektedir (% 45), fakat kabuğu alınmış tohumlardan yağ alındıktan sonra kalan undaki organik madde ise % 85 oranında sindirilebilmektedir (Steg ve ark., 1994). Crambe unundaki organik madde, ham protein ve nötr ağartıcı lif soya ununa göre süt ineği rumeninde daha hızlı sindirilebilmektedir, fakat pul pul olmuş tohumun yağ ekstraksiyonundan önce ısıtılması unun sindirilebilirliğini büyük oranda azaltmaktadır (Liu ve ark., 1995). Ayrıca 1991 yılında Duncan ve Milne'nin yaptıkları çalışmada, glikosinatlardan organizmanın büyük bir çoğunluğu için toksik etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Zehir etkisi oluşturmasına rağmen, glikosinolat ve türevlerini içeren dokular insanlardaki kanser hastalıkları ile mücadelede önemli bir potansiyele sahiptirler (Anonim, 2005).

Crambe tohumları % 3-4 oranında veya 90 mol/g glikosinolat içermektedir; bunun büyük çoğunluğu epiprogoitrindir. Bu glikosinolat oranı yüksek oranda glikosinolat içeren kolza formlarının iki katı kadardır (Carlson ve ark., 1985). Düşük glikosinolat karakteri Crambede henüz ortaya çıkarılmamıştır, fakat Lazzeri (1994) glikosinolatların undan nasıl ayrılacağını tarif etmiş ve bir çok işlemlerden sonra artakalan unun faydalı bir amino asit kompozisyonuna sahip olduğunu bildirmiştir. Crambe tane proteini sülfür içeren cistin ve metionin ve tahıl proteinlerinde bulunmayan lisin ve treonin gibi amino asitlerce zengindir. Kabukları alınmış tohumlar % 50 oranında ham protein ihtiva etmektedir (Steg ve ark., 1994).

Crambe yağı ve türevlerinin pestisit, herbisit ve fungusitlerde katkı maddesi olarak kullanılabilirliğini, tutulum ve bitkiye nüfuz etme performansını diğer ürünler kadar etkili olduğu gibi Crambe'nin selülozca zengin olan tohum kabuğunun kâğıt ve kâğıt hamuru üretiminde kullanılabilirliği belirlenmiştir (Tittonel, 1995). Crambe bütün bu kullanım alanları dışında, fosil yakıtların üretiminde de alternatif bir bitki olarak görülmektedir (Li ve ark., 2010).

8. SONUÇ

Dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde endüstriyel ilerlemenin getirdiği ihtiyaçların artması ve çeşitlilik

kazanması yüksek erusik asit içeren Crambe bitkisinin tercih edilen alternatif ürünlerden birisi olmasını sağlamıştır. Hayvansal üretimde, Crambe unu iyi bir protein kaynağı olduğu için yem rasyonlarında kullanılması özellikle süt sığırcılığında önem teşkil etmektedir. Crambe, adaptasyon bakımından üstün performanslı ve bitki besin elementi isteği bakımından kanaatkar bir bitkidir. Ayrıca, yabancı ot rekabetinin iyi olması nedeniyle kimyasal ilaç kullanımına gereksinim duyulmaması Crambe'nin çevre dostu yetiştirme sistemlerine uygun karakterde bitkiler arasında yer almasına olanak sağlamaktadır.

Crambe bitkisinin sap kısımlarını kâğıt hamuru üretiminde kullanmak alternatif bir yol olarak görülmektedir. Bir tarım ülkesi olan ülkemiz tarımsal atıklar yönünden de önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de odun hammaddesi miktarının yıllık 20 milyon m² olduğu ve bunun önemli bir kısmının yakacak olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca kâğıt sektörünün hammadde bakımından odun işleyen diğer endüstri dallarının (kereste, yonga levha, lif levha, mobilya, kaplama v.b.) sıkı rekabeti ile karşı karşıya olduğu da dikkate alındığında, oduna alternatif hammadde kaynaklarının kâğıt sektöründe kullanımının artık ülkemiz içinde zorunlu hale geldiği görülmektedir (Çömlekçioğlu, 2005).

Crambe, enerji kaynakları arasında yer alan biyoyakıtların özellikle biyodizelin üretimi için alternatif bir bitkidir. Yağ bitkileri, endüstriyel amaçla yakıt rezervlerindeki sorun ve iklim değişiminden (küresel ısınma) dolayı son yıllarda gittikçe dikkat çekmektedir. Küresel ısınma tehdidini azaltmak ve yakıtlardan kaynaklanan hava kirliliği gidermek için dünyada önemli potansiyele sahip bir bitkidir.

Dünyada petrol endüstrisine bağlı olarak tarımsal ve çevresel kirliliğin artmasıyla, bilinen fakat tarımı yeterince yapılmayan eski kültür bitkilerinin yeni kullanım alanlarının araştırılmasına veya yeni bitki arayışlarına yol açmıştır. Crambe'nin çok farklı kullanım alanlarının olması (yakıt, kayganlaştırıcı, bioplastik, kâğıt, kozmetik, vs.) bitkinin son yıllarda dünyada dikkat çekmesine ve endüstriyel yağ pazarında talebinin giderek artmasına neden olmuştur.

9. KAYNAKLAR

Anonim, 2011. [http://www.terestock.com.br/default.asp?i=br&p=resultados&q=Crambe abyssinica&n=6](http://www.terestock.com.br/default.asp?i=br&p=resultados&q=Crambe%20abyssinica&n=6)
 Anonim, 2005. http://www.springdalegroup.com/specialty_crops/crambe.ht
 Appelqvist L.A., Jönsson R. 1970. Lipids in Cruciferae. VII. Variability in erucic acid content in some high-erucic acid species and efforts to increase the content by plant breeding. Zeitschrift Fur Pflanzenzucht, 64:340-356.
 Bengtsson, A., Olsson, G. 1981. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.). Results from swedish cultivation experiments 1976-1979. Swedish University Of Agricultural Sciences, Dept. Of Plant Husbandry, Uppsala, Report 90, 31 pp.
 Bramwell, D., 1969. The genus *Crambe* (*Cruciferae*) in the Canary Islands flora. Cuadernos de Botánica Canaria, 6, 5-12.

Campbell, T.A., Crock, J., Williams, J.H., Hang, A., N., Sigafus, R.E., Schneiter, A.A., McLain, E.F., Graves, C.R., Woolley, D.G., Kleiman, R., Adamson, W.C. 1986a. Registration of belann and belenzian Crambe. Crop Science, 26:1082-1083.
 Campbell, T.A., Crock, J., Williams, J.H., Hang, A.N., Sigafus, R.E., Schneiter, A.A., McLain, E.F., Graves CR., Woolley, D.G., Kleiman, R., Adamson, W.C. 1986b. Registration of C-22, C-29, C-37 crambe germplasm. Crop Science, 26:1088-1089.
 Capelle, A., Tittone, E.D. 1999. Crambe, a potential non food oil crop. I Production. Agro Food Industry Hi-Tech, 10(1):22-27.
 Carlson, K. D., Van Dyne, D. L. 1992. Industrial uses for high erucic acid oils from crambe and rapeseed. Columbia, Mo.: University of Missouri-Columbia.
 Carlson, K. D., Baker, E.C., Mustakas, G.C. 1985. Processing of *Crambe abyssinica* seed in commercial extraction facilities. Journal Of American Oil Chemists Society 62, 897-905.
 Carlsson, A.S., Clayton, D., Salentijn, E., Toonen, M. 2007. Oil crop platforms for industrial uses. Outputs From The Epopio Project.
 Çömlekçioğlu, N., 2005. Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren *Crambe sp*'nin kimyasal içeriğinin ve endüstriyel kullanım alanlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniv., Fen Bil. Enst., Biyoloji Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş, 47s.
 Duncan, A. J., Milne, J.A. 1991. Rumen microbial degradation of allyl cyanide as a possible explanation for the tolerance of sheep to brassicacea- derived Glucosinolates. J. Sci. Food. Agric. 58, 15.
 Eskin, N.A.M., McDonald, B.E., Przybylski, R., Malcolmson, L.J., Scarth, R., Mag, T., Ward, K., Adolph, D. 1996. Canola Oil. In: Edible Oil And Fat Products: Oil And Oil Seeds. (Ed. by Y.H. Hui), pp. 1-96. John Wiley & Sons Inc., New York.
 Fontana, F., Lazzeri L., Malaguti L., Galletti S. 1998. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. European J. of Agronomy, 9(2-3):117-126.
 Francisco- Ortega, J., Fuertes-Aguilar, J., Kim, S.C., Guerra, A., Crawford, D.J., Jasen, R.K. 1999. Phylogeny of the macronesian endemic *Crambe* section *dendrocrambe* based on internal transcribed spacer sequences of nuclear ribosomal DNA. USA, 7812.
 Glaser, L.K. 1996. Crambe: An economic assessment of the feasibility of providing multiple-peril crop insurance. Prepared by the economic research service for the risk management agency, Federal Crop Insurance Corporation, (202) 219-0091
 Grashchikov, A.E. 1959. Experimental investigations of *Crambe abyssinica*. Hochst. Botanical J. USSR, 44:536-543.
 Grombacher, A., Nelson, L., Baltensperger, D. 1993. Crambe production. Field crops: Miscellaneous crops, institute of agriculture and natural resources, Nebraska, USA.
 Hannich, K., Zeman, I., Pokorny, I. 1970. The effect of growing conditions of *Crambe abyssinica* in Czechoslovakia on the composition of the oil. Proceedings of the international symposium for the chemistry and technology of rapeseed oil and other cruciferae oils. Gdansk 1967, 77-81p.
 Jablonski, M. 1962. Beitrage zur Keimungsphysiologie und zur Beurteilung des Gebrauchswertes von Fruchten der

- Krambe (*Crambe abyssinica* Hochst.). Albrecht-Thaer. Archive, 6(9):649-665.
- Jonsell, B. 1976. Some tropical African cruciferae numbers and taxonomic comments. Bot. Notiser 129: 123–130.
- Klaus, M., 1996. Untersuchungen Zur N-Düngung Bei Krambe (*Crambe abyssinica* hochst. EX R.E. fries) Archives of Agronomy and Soil Sci. 197–204p DOI: 10.1080/03650349609365947
- Knights, S.E. 2002. Crambe: A North Dakota case study, a report for the rural industries research and development corporation, RIRDC Publication No W02/005,RIRDC, Project No TA001-55.Zellulose in Hölzern und Zellstoffen, Technologie und Chemie der Papieru. Zellstoff-Fabrikation, 26: 125-139.
- Lazzeri, L., De Mattei, F., Bucelli, F., Palmieri, S. 1997. Crambe oil - A potential new hydraulic oil and quenchant. Industrial Lubrication and Tribology, 49(2):71-77.
- Leonard, E.C. 1993. High-erucic vegetable oils. Industrial Crops And Products, 1:119-123.
- Lessman, K. 1975. Variation in crambe, *Crambe abyssinica* Hochst. J. of the Amer. Oil Chemists' Society, 52:386-389.
- Lessman, K. J., Meier, V. D. 1972. Agronomic evaluation of crambe as a source of oil. Crop Sci. 12: 224–227.
- Li, X., Yang, Y., Xu, K. 2010. Ectopic expression of *Crambe abyssinica* lysophosphatidic acid acyltransferase in transgenic rapeseed increases its oil content. African J. of Biotechnology, 9(25): 3904-3910
- Liu, Y., Smits, B., Steg, A., Jongbloed, R., Jensen, S.K., Eggum, B.O. 1995. Crambe meal: Digestibility in pigs and rats in comparison with rapeseed meal. Animal Feed Sci. and Tech., 52: 257- 270.
- Mastebroek H.D., Lange W. 1997. Progress in a crambe cross breeding programme. Industrial Crops and Products, 6(3-4):221-227.
- Mastebroek, H.D., Wallenburg S.C., Van Soest L.J.M. 1994. Variation for agronomic characteristics in crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex Fries). Ind. Crops Prod. 2: 129–136.
- Meier, V.D., Lessman K.J. 1973a. Breeding behaviour for crosses of *Crambe abyssinica* and a plant introduction designated *C. hispanica*. Crop Sci., 13:49-51.
- Meier, V.D., Lessman K.J. 1973b. Heritabilities of some agronomic characters for the interspecific cross of *Crambe abyssinica* and *C. hispanica*. Crop Sci. 13: 237–240.
- Mulder, J. H., Mastebroek, H. D. 1996. Variation for agronomic characteristics in *Crambe hispanica*, a wild relative of *Crambe abyssinica*. Euphytica 89: 267–278.
- Papathanasiou, G.A., Lessman K.J., Nyquist, W.E., 1966. Evaluation of eleven introductions of crambe, *Crambe abyssinica* Hochst. Agronomy J., 58:587-589.
- Parke, D.V., Parke, A.L. 1999. Rape seed oil. An autoxidative food lipid. J. of Clinical Bioch. and Nutrition, 26:51-61.
- Post, G.E. 1932. Flora of Syria, Palestine, and Sinai. Ed.2, revised by J.E. Dinsmore. Vol. 1. Cruciferae, Brassicaceae. American Press, Beirut. pp. 108-131.
- Prüna, A. 2000. A taxonomic revision of crambe, sect. Leptocrambe (Brassicaceae). Botanical J. of the Linnean Soc. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2000.tb01593
- Princen, L.H. 1983. New oilseed crops on the horizon. J. Econ. Bot. 37:478-491
- Santos-Guerra, A. 1983. “Vegetación y Flora de La Palma,” Interinsular Canaria, Santa Cruz de Tenerife.
- Schulz O.E. 1936. Cruciferae. In: Engler A., Prantl K. and Harms H. (eds), Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 2nd edn. Wilhelm Engelmann, Leipzig Band 17-b, 227–658.
- Schuster, W. H. 1992. Ölpflanzen in Europa. DLG-Verlags-GmbH, S. 240.
- Steg, A., Hindle, V.A., Yong-Gang, L. 1994. By-products of some novel oil seeds for feeding: Laboratory evaluation. Animal Feed Sci. and Tech., 50: 87-99
- Tittonel, E.D. 1995. *Crambe abyssinica* – general outline, AIR3-CT94-2480 *Crambe abyssinica* : A comprehensive programme- workshop, Part 4- Utilization.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M. 1993. Flora Europea Ed. 2. Cruciferae. Cambridge University Press, Cambridge. 1 313–416.
- Wang, Y.P., Tang, J.S., Chu, C.Q., Tian, J. 2000. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. Industrial Crops And Products, 12:47-52.
- Warwick, S.J., Gugel, R.K. 2003. Genetic variation in the *Crambe abyssinica* – *C. hispanica* – *C. glabrata* complex. Genetic Res. and Crop Evolution. 50: 291-305.
- West, L., Balch, B., Meyer, K., Huth, P. 2002. Determination and health implication of the erucic acid content of broccoli florets, sprouts and seeds. J. of Food Sci., 67:2641-2643.
- White, G.A., Higgins, J.J. 1966. Culture of crambe: A new industrial oilseed crop. ARS USDA Production Res. Report, 95: 1-20.
- Zimmermann, H.G. 1962. Une nouvelle plante oléagineuse de printemps *Crambe abyssinica* Hochst. Oléagineux, 17(6):527-530.
- Zimmermann, H.G., Ragaller, F., 1961. Die neue Sommerfrucht *Crambe abyssinica* Hochst. and Ertragspotential sowie Dessen Beeinflussung Durch Einige Ertragsfaktoren. Albrecht-Thaer-Archiv, 5(6):439-467.