**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**Mehmet AKGÖL**

# NAR'DA (*Punica granatum*) YUMUŞAK-SERT ÇEKİRDEK OLUŞUM MEKANİZMASININ MOLEKÜLER, HİSTOLOJİK VE BİYOKİMYASAL YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI

**BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ADANA-2017**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# NAR'DA (*Punica granatum*) YUMUŞAK-SERT ÇEKİRDEK OLUŞUM MEKANİZMASININ MOLEKÜLER, HİSTOLOJİK VE BİYOKİMYASAL YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI

**Mehmet AKGÖL**

**DOKTORA TEZİ**

**BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez 18/07/2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

| | | |
|---|---|---|
| ……. | …… | ……. |
| Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR | Prof. Dr. Sinan ETİ | Prof. Dr. Yeşim YALÇIN MENDİ |
| DANIŞMAN | ÜYE | ÜYE |

| | |
|---|---|
| ..... | ..... |
| Prof. Dr. Sedat SERÇE | Yrd. Doç. Dr. Keziban YAZICI |
| ÜYE | ÜYE |

Bu Tez Enstitümüz Biyoteknoloji Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
**Kod No:**

**Prof. Dr. Mustafa GÖK**
**Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**
**Proje No: FBE2013D3**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

# ÖZ

## DOKTORA TEZİ

**NAR'DA (*Punica granatum*) YUMUŞAK-SERT ÇEKİRDEK OLUŞUM MEKANİZMASININ MOLEKÜLER, HİSTOLOJİK VE BİYOKİMYASAL YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI**

**Mehmet AKGÖL**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR
Yıl: 2017, Sayfa: 163
Jüri : Prof. Dr. Sinan ETİ
: Prof. Dr. Yeşim YALÇIN MENDİ
: Prof. Dr. Sedat SERÇE
: Yrd. Doç. Dr. Keziban YAZICI

Nar, dünyada ve ülkemizde geniş yayılım gösteren ve tüketilen bir bitkidir. Nar meyvesinin tüketiminde meyve rengi ve yumuşak-sert çekirdeklilik durumu oldukça önemlidir. Renk ve yumuşak çekirdeklilik karakterlerine ek olarak, nar tüketimini etkileyen en önemli faktör, asitlik durumudur. Narda yapılan klasik ıslah çalışmaları sonucunda bahsedilen bu kriterlerin poligenler tarafından kontrol edildiği belirtilmiştir. Tez kapsamında nar meyvelerinde tohum sertliği-yumuşaklığının oluşmasından sorumlu aday genler RNA sekanslama yöntemi ile araştırılmıştır. Bu amaçla daha önce yapılmış çalışmalarda yumuşak çekirdekli olduğu belirlenen "33N26" ve sert çekirdekli olan "Hicaznar" çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada her iki çeşitten de meyveler, tozlanma ve döllenmenin ardından, meyve tutumunu takiben belirli zaman aralıklarıyla alınmış ve meyveler açılarak ilgili çeşitlere ait tohumlar çalışmada kullanılmıştır. Toplanan tüm örneklerde çekirdek oluşum mekanizmasının histolojik olarak belirlenebilmesi için mikroskobik gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemler sonucunda belirlenen dönemlere ait örnekler, RNA sekanslama analizlerinde kullanılmıştır. Moleküler analizler için seçilen örneklerden ilk olarak toplam RNA izolasyonu, ardından RNA dizileme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tüm dizilemeler sonucunda toplam olarak 59.264 unigen tespit edilmiştir. GO analizleri sonucunda, 12.328 unigenin fonksiyonu belirlenmiştir. KEGG analizleri sonucunda ise 27.698 unigenin hangi yolaklarda görev aldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gen ekspresyonu, nar, histoloji, RNA-Seq, lignin

## ABSTRACT

## PhD THESIS

**INVESTIGATION OF SOFT-HARD SEEDS FORMATION MECHANISM BY MOLECULAR, HISTOLOGICAL AND BIOCHEMICAL METHODS IN POMEGRANATE (*Punica granatum*)**

**Mehmet AKGÖL**

**ÇUKUROVA UNIVERSITY**
**INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**
**DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY**

Supervisor : Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR
Year: 2017, Pages: 163
Jury : Prof. Dr. Sinan ETİ
: Prof. Dr. Yeşim YALÇIN MENDİ
: Prof. Dr. Sedat SERÇE
: Asst. Prof. Dr. Keziban YAZICI

Pomegranate is widely spread and consumed in the world and our country. Fruit color and soft-hard seeds are very important two factors in the consumption of pomegranate. The most important factor affecting consumption of pomegranate is the acidity after fruit color and soft-seed. The criteria already mentioned are controlled by polygenic characters in view of breeding studies on pomegranate. In this study, candidate genes responsible for the formation of soft-hard seeds in pomegranate fruits were investigated with RNA-transcriptome sequencing method. For this purpose, soft-seed "33N26", and the hard-seed "Hicaznar" varieties defined previously conducted studies were used. In the study, fruits from the two defined varieties were taken at intervals after pollination and fertilization. The fruits were opened and seeds taken and used in RNA-Seq analysis. Histological analyses were performed to understand histological mechanism of soft-hard seed formation. After histological analysis, the correct stages were determined to start molecular analysis. Total RNA isolation and isolation were performed after choosing all samples for molecular analysis. Amount 59264 unigenes were identified as a result of all sequences. After GO analysis 12328 unigenes functions were determined. 27698 unigenes pathways were determined by the KEGG analysis. In the result of the project, candidate genes associated with lignificaiton on pomegranate have been identified.

**Key words:** Gene expression, pomegranate, histology, RNA-Seq, lignin

## GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Nar insanlık tarihinin başlangıcından beri kullanılan ekonomik olarak önemli bir bitki türüdür. Mitolojide narın kullanımı ile ilgili oldukça kapsamlı ve çok yönlü bilgiler bulunmaktadır. En son bilinen bilimsel ismi 'pomegranate' olan nar (*Punica granatum*) ismi pomum (elma) ve granatus (taneli) isimlerinin birleşiminden oluşmaktadır. Nar ailesi tek cins ve *P. granatum - P. protopunica* olmak üzere iki farklı türden oluşmaktadır. Nar, *Punica* cinsinin evrimleşmesinden başlayarak günümüze kadar kültüre edilmiştir. Nar özellikle demir, potasyum ve C vitamini içeriği bakımından zengin bir bitkidir. Dünyanın birçok bölgesinde farklı kültürlerde uzun yıllar tedavi edici bitki olarak kullanılmıştır. Ülkemizde ve dünyada geniş bir yayılım gösteren nar birçok iklim koşulunda subtropik ve tropik bölgelerde yetişebilmesi nedeniyle geniş bir genetik çeşitlilik göstermektedir. Tüketicilerin nar tüketiminde en çok dikkat ettikleri hususlar renk, nar içerisinde bulunan tohumların sertlik durumu ve asitlik düzeyidir. Bahsedilen bu kriterlerin narda yapılan klasik ıslah çalışmaları sonucunda poligenler tarafından kontrol edildiği belirtilmiştir.

Narlarda yumuşak çekirdeklilik, iç integümentin derece derece daha az odunlaşması ya da çok az odunlaşması (sertleşmesi) ile oluşmaktadır. Halk arasında bu tip narlara genellikle çekirdeksiz nar denilmektedir. Ancak bu narlarda tam oluşmuş, gerçek tohumlar da vardır.

Ligninlerin çevresel koşullarda bitkilerin ortama adaptasyon sağlaması için hayati role sahip olduğu bilinmektedir. Lignin üç boyutlu kompleks bir polimerdir ve ağırlıklı olarak ksilem içinde oluşur. Lignifikasyon, ksilem hücre farklılaşmasının son aşamalarından biridir. Ligninlerin hücre duvarında birikmesi, patojen enfeksiyonlara karşı fiziksel bir bariyer görevi görür.

Bitki biyoteknoloji çalışmalarının son yıllarda hızlı bir ilerleme göstermesi ile diğer bitki gruplarında olduğu gibi nar bitkisinde de birçok çalışma yürütülmüş ve bu çalışmalar hızla devam etmektedir. Fakat narda yürütülmüş moleküler

çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır. RNA sekanslama tekniği, dizileme teknolojisinin kullanımı ile transkriptomların belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir.

Bu çalışmada, narda sert ve yumuşak çeşitliliğin oluşmasında rol oynayan ligninin histolojik, biyokimyasal ve moleküler yöntemlerle araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada nar meyvelerinde ligninleşmenin başladığı dönem histolojik analizler ile tespit edilmiştir. Bitkisel materyal olarak sert çekirdekli bir çeşit olan 'Hicaznar' ve yumuşak çekirdekli olduğu bilinen '33N26' çeşidi kullanılmıştır. Tohumların lignin içeriği kantitatif olarak UV absorbsiyonu yöntemi ile belirlenmiştir. Tohum sertliği-yumuşaklığının oluşmasından sorumlu lignin yapısının ortaya çıkmasını sağlayan genlerin tespitinde ise Illumina RNA-seq teknolojisi kullanılmıştır.

Araştırma kapsamında, kendileme çalışmalarını takiben 'Hicaznar' çeşidinde tozlamadan sonra 10, 14, 18, 23, 28 ve 33. günlerde örnekler toplanmıştır. '33N26' çeşidinde ise tozlamadan sonraki 20, 24, 34, 40, 50 ve 55. günlerde örneklemeler yapılmıştır. Toplanan örneklerle histolojik ve biyokimyasal analizler yürütülerek ligninleşme süreci belirlenmiştir. İncelemeler sonucunda, 'Hicaznar' çeşidinde ligninleşmenin tozlamadan sonraki 14. günde ortaya çıktığı, '33N26' çeşidinde ise tozlamadan sonra 24. günde oluştuğu tespit edilmiştir. Biyokimyasal analizler sonucunda 'Hicaznar' çeşidinin ilk örneği olan tozlamadan sonraki 10. günde lignin miktarı 0.6 g tespit edilmiştir (g/100 g meyve). '33N26' çeşidinde ise tozlamadan sonra toplanan ilk örnek olan 20. gündeki lignin miktarı 0.5 g olarak tespit edilmiştir. RNA-Seq analizleri sonucunda tüm örneklerde toplam olarak yaklaşık 27.09 Gb dizileme gerçekleştirilmiştir. *De novo* analizleri sonrasında tespit edilen genlerin GO ve KEGG analizleri gerçekleştirilerek hangi fonksiyona sahip oldukları ve hangi yolaklarda görev aldıkları tespit edilmiştir. Tüm dizilemeler sonucunda toplam olarak 59.264 unigen tespit edilmiştir. GO analizleri sonucunda 12.328 unigenin fonksiyonu belirlenmiştir. KEGG analizleri sonucunda ise 27.698

unigenin hangi yolaklarda görev aldığı tespit edilmiştir. RNA-Seq çalışmaları sonucunda ligninleşme süresinde farklı seviyelerde ifade olan genler belirlenmiştir.

**TEŞEKKÜR**

Çukurova Üniversitesi'nde doktora eğitimime başladığım ilk günden doktora çalışmamın tamamlanmasına kadar olan akademik ve diğer süreçlerde beni yönlendiren ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, kişisel gelişimim için sayısız fedakârlık gösteren, doktora tez konusunun belirlenmesi, yürütülmesi konusunda büyük yardımlarını gördüğüm ve kendisini yaşamım boyunca bir idol olarak göreceğim çok değerli bilim insanı danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez çalışmamın her aşamasında değerli katkılarıyla beni yönlendiren Tez İzleme Komitesi üyeleri hocalarım Sayın Prof. Dr. Sinan ETİ ve Sayın Prof. Dr. N. Yeşim YALÇIN MENDİ'ye çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince histolojik analizlerde çok büyük katkıları olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sinan ETİ'ye çok teşekkür ederim.

Doktora tezime değerli katkılar sunan hocam sayın Prof. Dr. Ahsen Işık ÖZGÜVEN'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince biyokimyasal analizlerde bana yardımcı olan arkadaşım Kimyager Serbay BUCAK'açok teşekkür ederim.

Materyal temin etmemiz konusunda bana yardımcı olan ALATA Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve Nesrin KARATAŞ'a çok teşekkür ederim.

Doktora çalışmalarım süresince arazi ve laboratuvarda desteklerini asla esirgemeyen arkadaşlarım Dr. Özhan Şimşek, Dr. Dicle DÖNMEZ ve emeği geçen diğer tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasına destek veren TÜBİTAK'a çok teşekkür ederim (114O910 numaralı proje). Tez çalışmasına TÜBİTAK yurtiçi doktora burs programı kapsamında desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Doktora eğitimim süresince benden desteklerini hiç esirgemeyen, büyük sabırlarıyla beni hayatım boyunca destekleyen değerli eşim Bahar AKGÖL'e ve aileme sonsuz teşekkürler…

**İÇİNDEKİLER** **SAYFA**

ÖZ ..... I
ABSTRACT ..... II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET ..... III
TEŞEKKÜR ..... VII
İÇINDEKİLER ..... VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... X
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... XII
SİMGELER VE KISALTMALAR ..... XIV
1. GİRİŞ ..... 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR ..... 11
2.1. Bitkilerde Ligninleşme ile İlgili Yürütülen Histolojik ve Biyokimyasal Çalışmalar ..... 11
2.2. Narda Yürütülen Moleküler Çalışmalar ..... 14
2.3. Bitkilerde RNA Sekanslama Tekniğiyle Gerçekleştirilen Çalışmalar ..... 17
3. MATERYAL VE METOD ..... 29
3.1. Bitkisel Materyal ..... 29
3.1.1. Hicaznar ..... 29
3.1.2. 33N26 ..... 30
3.2. Metod ..... 31
3.2.1. Kendileme Çalışmaları ..... 31
3.2.2. Histolojik analizler ..... 33
3.2.2.1. Bitkisel materyallerin Fiksasyon Solüsyonuna Alınması ..... 33
3.2.2.2. Örneklerin Parafin Bloklara Alınması ..... 34
3.2.2.3. Kesitlerin Alınması ..... 34
3.2.2.4. Örneklerin Boyanması ..... 35
3.2.2.5. Örneklerin İncelenmesi ..... 37

3.2.3. Biyokimyasal Analizler..... .....37
3.2.3.1. UV Absorbsiyonu..... .....37
3.2.4. RNA Sekanslama Çalışmaları... .....37
3.2.4.1. RNA İzolasyonu..... .....37
3.2.4.2. RNA İzolasyon Aşamaları.....38
3.2.4.3. RNA Saflığı, Sağlamlığı ve Kalitesinin Ölçülmesi.....39
3.2.5. RNA Sekanslama Metodu..... .....39
3.2.5.1. Transkripsiyon *De novo* Çalışma Süreci..... .....39
3.2.5.2. Sekansların Filtrelenmesi.....40
3.2.5.3. *De novo* Analizleri.....41
3.2.5.4. DEG ve DEG Cluster Analizleri analizleri.....41
3.2.5.5. DEG Gen Ontoloji ve KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) Analizleri .....41
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....43
4.1. Histolojik Analizlere Ait Bulgular .....43
4.2. Biyokimyasal Bulgular.....48
4.3. Moleküler Analizler.....51
4.3.1. RNA izolasyonu... .....52
4.3.2. RNA-Seq Analizleri... .....53
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....73
KAYNAKLAR.....77
ÖZGEÇMİŞ.....91
EKLER..... .....95

**ÇİZELGELER DİZİNİ** **SAYFA**

Çizelge 1.1. Türkiye'de yıllara göre nar üretimi .....2
Çizelge 3.1. 'Hicaznar'da örneklerin toplanma periyodu ve boyutları .....34
Çizelge 3.2. '33N26'da örneklerin toplanma periyodu ve boyutları.....35
Çizelge 3.3. Johansen Karışımları.....36
Çizelge 4.1. Koniferol alkol standart tablosu ortalaması .....50
Çizelge 4.2. Absorbans değerleri ortalamaları.....52
Çizelge 4.3. Örneklere ait RNA'ların NanoDrop ölçümü sonucunda elde edilen kalite ve miktarları.....55
Çizelge 4.4. RNA-Seq analizlerinde elde edilen okuma verilerine ait bilgiler .....56
Çizelge 4.5. Transkriptlerin kalite ölçütleri .....57
Çizelge 4.6. Unigenlerin kalite ölçütleri .....58

**ŞEKİLLER DİZİNİ** **SAYFA**


Şekil 1.1. RNA sekanslama genel prensibi (Wang ve ark., 2009). .....7
Şekil 1.2. RNA-Seq aşamaları .....9
Şekil 3.1. 'Hicaznar' çeşidine ait görüntü .....32
Şekil 3.2. '33N26' nar çeşidinin meyvelerine ait görüntü.....32
Şekil 3.3. Kendileme aşamaları. A: Kendileme yapılacak çiçeklerin belirlenmesi ve torbalara alınması. B: Fırça yardımı ile tozlamanın gerçekleştirilmesi. C: Çiçeklerin torbalara alınması ve etiketlenmesi. D: Kendileme yapılmış ağaçların genel görüntüsü .....33
Şekil 3.4. Nar tohumlarında ligninleşme aşamalarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen histolojik analiz basamakları. A. Örneklere Johansen çözeltisi eklenmesi. B. Örneklerin havalarının alınması. C. Kesit alınması. D. Örneklerin alkol serilerinden geçirilmesi. E. Örneklerin boyama sıvısı içerisinde bekletilmesi. .....38
Şekil 4.1. 'Hicaznar'da farklı dönemlerde lignin tabakası değişimi.....46
Şekil 4.2. '33N26'da farklı dönemlerde lignin tabakası değişimi .....48
Şekil 4.3. Koniferol alkol standart eğrisi ortalaması.....51
Şekil 4.4. Örneklerin lignin miktarları .....52
Şekil 4.5. RNA izolasyonlarına ait jel görüntüsü.....54
Şekil 4.6. RNA Seq analizlerinde kullanılan Hi-Seq 3000 cihazının genel görünümü .....56
Şekil 4.7. Unigenlerin tür dağılımını gösteren grafik.....59
Şekil 4.8. Örnekler arasında farklı seviyede ifade olan gen sayıları .....60
Şekil 4.9. 33N26-1 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki gen ontoloji verileri.....61
Şekil 4.10. Hicaznar-1 ve Hicaznar-6 örnekleri arasındaki gen ontoloji verileri.....62

Şekil 4.11. Hicaznar-1 ve 33N26-1 örnekleri arasındaki gen ontoloji verileri ..... 63
Şekil 4.12. Hicaznar-6 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki gen ontoloji verileri ..... 64
Şekil 4.13. 33N26-1 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri ..... 66
Şekil 4.14. Hicaznar-1 ve Hicaznar-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri ..... 67
Şekil 4.15. Hicaznar-1 ve 33N26-1 örnekleri arasındaki KEGG verileri ..... 68
Şekil 4.16. Hicaznar-6 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri ..... 69
Şekil 4.17. Fenilpropanoid biyosentez yolağı ..... 70

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

| | |
|---|---|
| % | : Yüzde |
| °C | : Santigrat Derece |
| µl | : Mikrolitre |
| 2,4-D | : Dikolorofenoksiasetik asit |
| 2 *MYB* | : Transkripsiyon faktörü |
| 4CL | : 4-kumarat-CoA ligaz |
| 9 Aux/IAA | : Gen ailesi |
| A6PR | : Aldoz-6-fosfat redüktaz |
| ABC | : ATP-bağlayıcı kaset |
| AFLP | : Amplified Fragment Length Polymorphism |
| ATP | : Adenozin Tri Fosfat |
| BGI | : Beijing Genomik Enstitüsü |
| BLAST | : Basic Local Aligment Search Tool |
| CAD | : Sinnamil alkol dehidrogenaz enzimi |
| CAE | : Koniferol alkol eşdeğeri |
| CHI | : Kalkon izomeraz |
| CHS | : Kalkon sentaz |
| COMT | : Kafeik asit o-metil transferaz |
| CTAB | : Sietiltrimetil amniyum bromid |
| CuAO | : Bakır aminoksidaz |
| ddNTP | : Dideoksinükleotid trifosfat |
| DEG | : Differentially Expression Gene |
| DFR | : Dihidroflavonol 4-redüktaz |
| DGE | : Dijital gen ifade profili |
| dNTP | : Deoksinükleotid trifosfat |
| dsDNA | : Çift zincirli Deoksiribo Nükleik Asit |
| EDTA | : Etilen daimin tetra asedik asit |

EST : Expressed Sequence Tag
F3'H : Flavanon 3'-hidroksilaz
F3H : Flavanon-3-hidroksilaz
FPA : Formaldehit Propionik Asit+Alkolden Oluşan Fiksasyon Sıvısı
FPKM : Fragments Per Kilobase of Exon Per Million Fragments Mapped
FTIR : Forurier İnfrared Transformasyonu
GO : Gene Ontoloji
GC-MS : Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
H-NMR : Hidrojen nükleer manyetik rezonans
HPLC : High Performance Liquid Chromatography
KAAS : KEGG Automatic Annotation Server
$KAl_3SO_4$ : Potasyum aliminyum sülfat
KEGG : Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes
$KMnO_4$ : Potasyum permanganat
LiCl : Lityum Klorür
mRNA : Mesajcı Ribo Nükleik Asit
MYB93 : Transkripsiyon faktör
NAC : Transkripsiyon faktör
NaCl : Sodyum Klorür
NADPH : Nikotinamidadenindinükleotid fosfat
NaOAc : Sodyum asetat
NBS-LRR : Nükleotid bağlayıcı
PAL : Fenilalanin amonyak-liyaz
PCR : Polymerase Chain Reaction
PIC : Polimorfizm bilgi içeriği
PNRSV : Prunus nekrotik ringspot virüs
POD : Yüksek peroksik aktivitesi
PVP : Polyvinilpirolidon
qPCR : quantitive PCR

| | |
|---|---|
| QTL | : Quantitativetraitlocus |
| RAPD | : Randomly Amplified Polymporhism of DNA |
| RNA-Seq | : RNA Sekanslama |
| ROS | : Oksijen tutucu |
| SDS | : Sodyum Doesil Sulfat |
| SNP | : Single Nucleotide Polymorphism |
| SRAP | : Sequence-relatedAmplifiedPolymorphism |
| ssDNA | : Tek zincirli Deoksiribo Nükleik Asit |
| SSR | : Simple Sequence Repeat |
| Tas | : TranscriptiomAssemblies |
| TBA | : Tersiyer Bütil Alkol |
| Tris-HCL | : Hidroksimetilaminometan Hidroklorik asit |
| UDP | : Glukozflavonol |
| UFGT | : UDP glukoz: flavonol 3-Oglukosiltransferaz |
| UGT UDPG | : Glikosiltransferaz |
| UV | : Ultraviyole Işınları |

# 1. GİRİŞ

Nar, *Punica granatum* L. Punicaceae familyasına ait ülkemizde ve Dünya'da yetiştiriciliği yapılan önemli meyve türleri arasında yer almaktadır. Nar çok yıllık, çalı formunda, çok kuvvetli bir kök sistemine sahip, çok gövdeli, sık dallı, meyvesi iri, küresel, üstten hafif basık olan bir bitkidir. Subtropik-tropik iklim bitkisi olmakla birlikte ılıman iklim bölgelerinde de yetişebilmektedir. Nar meyveleri özellikle demir, potasyum ve C vitamini içeriği bakımından zengindir. Dünyanın birçok bölgesinde farklı kültürlerde şifalı bitki olarak tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Nar, çeşitli iklim ve toprak koşullarında yetişebilen, çoğaltımı ve bakımı kolay bir bitkidir. Nar uzun bir raf ömrü olan, 3-4 ay gibi taşımaya ve depolamaya çok uygun bir meyve türü olması nedeniyle de önemlidir (Silva ve ark., 2013).

Bilinen en eski meyve türlerinden biri olan nar, toprak ve iklim koşulları yönünden çok fazla seçici olmaması ve -10 °C'deki düşük sıcaklıklara dayanabilmesinden dolayı geniş bir yayılım alanı gösterir (Onur, 1982; Yılmaz, 2007; Dalka, 2010).

Nar'da çiçeklenme, spurlarda ve 1-2 yıllık dallarda olmakta ve tomurcukların çatlamasından itibaren yaklaşık bir ay sürmektedir. Çiçek yapısı biseksüeldir ve çiçek yapısı incelendiğinde, çanak yapraklar vazo şeklinde alttan birleşmiş (5-8 loblu), kalıcı ve etlidir. Taç yapraklar 5-8 loblu birbirine geçmiş kırmızı ve turuncu renklidir. Ayrıca mızrak şeklinde çanak yaprakların arasında yerleşmiştir. Erkek organları büyüktür ve çanak tüpünün iç yüzeyinde gelişir. Polenler, erkek organ üzerindeki gözlerde bulunur. Dişi organları alt kısımdadır, plasenta aksiler ve yanaldır. Yumurtalar büyüktür. Ayrıca nar hermafrodit, intermediate ve erkek çiçekler olmak üzere üç farklı çiçek yapısını taşıyabilir. Birçok bitki türünde olduğu gibi, narda da döllenme, dolayısıyla meyve tutumu, çiçek tozlarının çimlenme güçleriyle yakından ilişkilidir (Engin ve Hepaksoy, 2003).

Nar meyvesi küresel basık 5-12 cm çapındadır ve kalın kaliks tarafından çevrelenmiştir. Dış kabuk yapısı odunsu, düz ve parlak yapıdadır. Nar meyvesi dikey olarak ve bazen yatay olarak odalara ayrılmış ve odaların içi ince plesenta ile bağlı tohumlarla doludur ve bu tohumlar onları çevreleyen membrana bağlı değildir (Lawrence, 1951; Purseglove, 1968; Anonymous, 1969; Dahlgren ve Thorne, 1984). Tohumların etrafı yenilebilir olan sulu tabaka ile çevrilidir.

Subtropik-tropik iklim meyve türü olan narın anavatanı Güney Kafkasya, İran, Afganistan, Güney Asya, Batı Asya, Anadolu ve Akdeniz arasındaki bölgeleri kapsamaktadır. Ayrıca narın, anavatannıın yanında Avrupa ve Afrika'nın Akdeniz sahil bölgelerinde, Çin, Hindistan, Arabistan, Şili, Arjantin, Kaliforniya, Arizona ve Kuzey Meksika'da da yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özbek, 1977; Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu, 1978; Onur, 1983). Dünya nar üretimi yaklaşık 3 milyon ton olup, nar üretiminde Hindistan, İran Çin ve Türkiye oldukça önemlidir. Türkiye toplam nar üretimi 2016 yılında 465.200 ton olarak belirlenmiştir. Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde nar yetiştiriciliği yapılmakla birlikte en fazla üretim Akdeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır (TUİK, 2017). Türkiye'de yıllara göre nar üretimi Çizelge 1.1'de sunulmuştur.

Çizelge 1.1. Türkiye'de yıllara göre nar üretimi

| Yıllar | Üretim miktarı (ton) |
|---|---|
| 2010 | 208.502 |
| 2011 | 217.572 |
| 2012 | 315.150 |
| 2013 | 383.085 |
| 2014 | 397.335 |
| 2015 | 445.750 |
| 2016 | 465.200 |

Dünyada geniş bir yayılım gösteren nar, subtropik ve tropik bölgelerin yanında ılıman iklim koşullarında yetişebilmesi nedeniyle geniş bir genetik çeşitlilik göstermektedir. Dünya genelinde 500'den fazla çeşidi ve yaklaşık 50 ticari çeşidi bulunmaktadır (Yazıcı, 2015). Nar insanlık tarihinin başlangıcından

beri kullanılan ekonomik olarak önemli bir bitki türüdür. Nar suyu ve nar ekstraktları, meyve sularında ve meyve şurubu yapımında kullanılmaktadır. Son zamanlarda meyve suyu olarak kullanım popülaritesi giderek artmaktadır. Nar kabuğu ekstraktları gıda endüstrisinde doğal yiyecek bileşenleri olan önemli fenolik, flavonoid ve tanen kaynağı olarak kullanılmaktadır. Nar ayrıca antioksidan içeriği bakımından oldukça zengin olan bir meyve türüdür.

Narın antialerjik, antimikrobiyal, antiplazmodiyal ve antidiabetik etkileri bulunmaktadır (Aviram ve Dornfeld, 2001; Adams ve ark., 2006; Pantuck ve ark., 2006; Lansky ve Newman, 2007; Mercure ve Stover, 2007; Julie 2008; Holland ve ark., 2009; Al-Said ve ark., 2009; Akbarpouret ve ark, 2010; Adhami ve ark., 2012). Nar lignin, sterol ve terpenoid gibi aktif fitokimyasalları, tohumlarında, yapraklarında ve kabuklarında bulundurmaktadır. Tohum yağında yağ asitleri ve trigliserid, yapraklarda basit galyol örnekleri bulunmaktadır. Kullanım sıklığı ve yararlarından dolayı nar üzerinde birçok araştırma yapılmış olup hala geniş çaplı araştırmalar devam etmektedir.

Seleksiyon ıslahı çalışmalarıyla kaliteli nar çeşitlerinin geliştirilmesi ve geniş ölçüde ticari bahçelerin kurulması Türkiye'de nar üretim ve tüketimi ile iç ve dış ticaretinde önemli gelişmelere yol açmıştır (Kaşka ve Onur, 1985). Nar tüketimini etkileyen en önemli faktörler; renk, yumuşak çekirdeklilik ve asitlik durumudur. Tüketiciler meyve rengi ve meyve içerisinde bulunan tohumların sertlik durumlarına oldukça dikkat etmektedir. Bu iki kriter nar ticaretini büyük ölçüde etkilemektedir. Renk ve yumuşak çekirdeklilik karakterlerinden sonra, nar tüketimini etkileyen en önemli diğer bir faktör asitlik durumudur. Bahsedilen bu kritelerin narda yapılan klasik ıslah çalışmaları sonucunda poligenler tarafından kontrol edildiği belirtilmiştir (Onur ve ark., 1999). Bu karakterlerden özellikle yumuşak çekirdeklilik üzerinde durmak gerekmektedir. Narlarda yumuşak çekirdeklilik, iç integümentlerin derece derece daha az odunlaşması ya da çok az odunlaşması (sertleşmesi) ile oluşmaktadır. Halk arasında bu tip narlara genellikle 'çekirdeksiz nar' denilmektedir. Ancak bu narlarda tam oluşmuş, gerçek tohumlar

da vardır. 1940'lı 1950'li yıllarda Türkiye'den Avrupa'ya götürülen yumuşak çekirdekli narlara rastlandığı bildirilmektedir (Evreinoff, 1953).

Ligninlerin çevresel koşullarda bitkilerin ortama adaptasyon sağlaması için hayati role sahip olduğu bilinmektedir. Lignin üç boyutlu kompleks bir polimerdir ve ağırlıklı olarak ksilem içinde oluşur. Karasal odunsu biyokütlenin yaklaşık 1/3'ünü oluşturmaktadır. Trakeidlerin önemli bir bölümünü oluşturan lignin, odunsu köklerin basınca dayanıklı olmasını ve ksilemde su iletiminin gerçekleşmesini sağlar. Lignifikasyon karasal bitkilerin evrimsel sürecinde önemli bir kısmının zor çevresel koşullarda hayatta kalmasını sağlamıştır. Odunsu yapının önemli bir bileşeni olan lignin, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinin önemli kaynaklarından birisidir. Lignin, 1950'lerden sonra kağıdın kullanımı ve odunsu bitkilere olan ihtiyacın artmasından dolayı kimyasal ve yapısal olarak incelenmiştir. Ligninler büyük ve düzenli yapı gösteren üç alkolün polimerleridir: koniferol, sinapil ve p-kumarik alkol (Amthor ve Jeffrey, 2003). Sinnamil alkol dehidrogenaz enzimi (CAD) lignin monomerlerinin (hidroksi sinnamol alkoller) ilgili aldehitlerden biyosentezini katalizleyerek lignifikasyon için spesifik bir marker olarak kullanılır (Mitchell ve ark., 1994; Roth ve ark., 1997; Kim ve ark., 2002). Lignin monomerleri ayrıca polisakkaritler (örnek olarak hemiselüloz) ve proteinleri birbirine bağlayarak sağlam yapılar elde edilmesini sağlar (Amthor ve Jeffrey, 2003; Tobias ve Chow, 2005).

Lignifikasyon ksilem hücre farklılaşmasının son aşamalarından biridir. Ligninleşme olayı çeşitli mikroskobik yöntemleri de içeren biyokimyasal yöntemlerle tespit edilebilmektedir. Bu metotlara mikrootoradyografi, histokimya, UV absorbsiyonu, interferans mikroskobu, florosans mikroskobu ve transmisyon elektron mikroskobu gibi yöntemler örnek olarak gösterilebilir (Donaldson, 2001). UV absorbsiyonu, uygulanabilirliği yüksek, kolay ve kısa sürede sonuç veren bir yöntemdir. Yapılan çalışmalarda ligninleşmenin, lamelin ortasında ve S1 bölgelerinde hücre köşesinde başladığı ve daha sonra lümene doğru dağıldığı tespit edilmiştir.

Ligninlerin hücre duvarında birikmesi patojen enfeksiyonlara karşı fiziksel bir bariyer görevi görür. Bununla beraber lignin birikmesi liflerde esneklik kaybına ve lif kalitesinin negatif olarak düşmesine sebep olur (Blee ve ark., 2001).

Bitki biyoteknoloji çalışmaları son yıllarda hızlı bir ilerleme göstermiştir. Bu zamana kadar, diğer bitki gruplarında olduğu gibi nar bitkisinde de birçok çalışma yürütülmüş ve bu çalışmalar halen hızla devam etmektedir. Fakat narda yürütülmüş moleküler çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır.

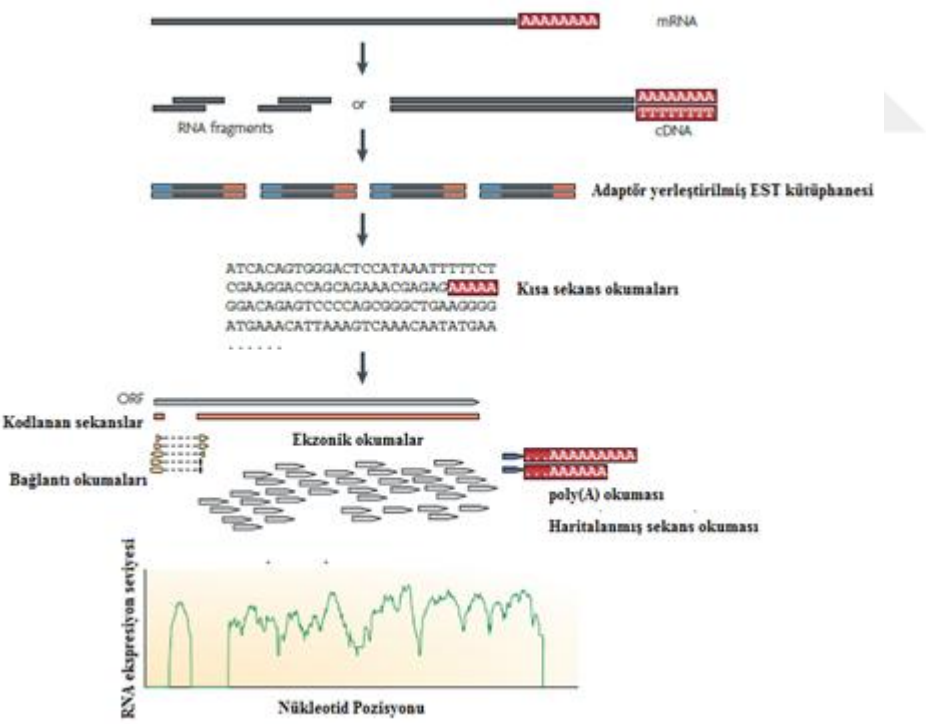
RNA sekanslama tekniği, dizileme teknolojisinin kullanımı ile transkriptomların belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem kullanılarak yapılan çalışmalar, ökaryotik transkriptomlara bakışı değiştirmiştir. RNA-Seq yöntemi, diğer yöntemlere göre transkriptlerin izoformlarının seviyelerinin çok daha hassas ölçümünü sağlar. RNA-Seq tekniği yüksek düzeyde DNA sekanslamayı, transkriptomların ileri analizini ve haritalamayı mümkün kılmaktadır. RNA sekanslama tekniği şu ana kadar ortaya atılan diğer bütün tekniklerden daha üst bir ökaryotik transkriptom analizi ortaya koymaktadır. Transkriptom, belirli bir gelişim aşaması ya da fizyolojik koşulda bir hücre içerisindeki transkriptlerin toplamı ve sayısı olarak ifade edilmektedir.

RNA-Seq tekniği son zamanlarda geliştirilen ileri düzey transkriptom analiz tekniğidir. Genel olarak total RNA fragmentlerine adaptör takılarak (tek veya çift) cDNA fragmentleri oluşturulmaktadır. Daha sonra her bir molekül amplifikasyonlu veya amplifikasyonsuz bir şekilde sekanslanmaktadır. Sekansların uzunluğu kullanılan teknolojiye göre 30-400 bç aralığında olabilmektedir (Wang ve ark., 2009). RNA sekanslama genel prensibi Şekil 1.1'de sunulmuştur.

RNA sekanslama diğer sekanslama teknikleri (Tilling microarray, cDNA veya EST sekanslama) ile karşılaştırıldığında önemli avantajlar sağlamaktadır. RNA sekanslama hibridizasyona dayalı yaklaşımların aksine transkripsiyon analizinde herhangi bir sınırı bulunmamaktadır. Bu durum model olmayan organizmaların transkriptom analizinde genom ön bilgisi olmadan ileri düzeyde bir analiz yapma fırsatı tanımaktadır. RNA sekanslama transkripsiyon sınırının

lokasyonunu tam olarak bulunduğu yeri tek baz çözünürlüğü (ayırt edilebilirlik) ile belirleyebilmektedir. Bunun yanı sıra 30 bç'lik kısa okumalar iki ekzonun nasıl birleştiği ile ilgili bilgi verirken; daha uzun okumalar çok sayıda ekzonun nasıl birleşebileceğini ortaya çıkarmaktadır. Bu faktörler RNA sekanslama tekniğini kompleks transkriptom çalışmalarında kullanışlı kılmaktadır. RNA sekanslama transkripsiyona uğramış bölgelerde bulunan SNP gibi baz varyasyonlarını ortaya çıkmasını sağlamakta, qPCR (quantitive PCR) ile karşılaştırıldığında yüksek oranda bir doğrulukla gen ekspresiyon seviyesini tespit edebilmektedir. Ayrıca yüksek tekrar edilebilirlik kapasitesine sahiptir.

RNA dizileme için kullanılan yeni nesil dizileme teknolojileri ticari olarak Illumina, Roche 454, Helicos BioSciences ve Life Technologies olmak üzere 4 platform tarafından ulaşılabilir durumdadır ve yeni teknolojiler geliştirilmektedir.



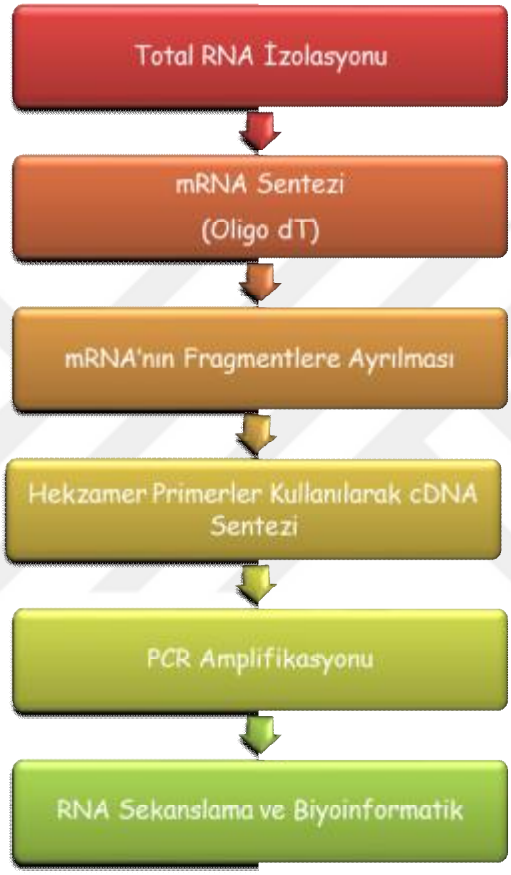

Şekil 1.1. RNA sekanslama genel prensibi (Wang ve ark., 2009)

Genel olarak RNA sekanslama aşamaları Şekil 1.1'de sunulmuştur. Fakat her RNA sekanslama platformunun farklı aşamaları bulunmaktadır. Illumina teknolojisinde meydana gelen sekanslama ve enzimatik olayların tamamı bir akış hücresinde meydana gelmektedir. Illumina platformları köprü amplifikasyonunu kullanarak senteze dayalı sekanslama prensibine göre çalışmaktadır.

Parçalanabilir ve tekrar birbirinden ayrılabilir forward ve reverse oligonükleotidler adaptörlere uygun şekilde amplifikasyon süresince kullanılır. Bu oligonükleotidler Illumina platformunun yüzeyine yapışık ve yerleşik olarak kullanılır. Illumina hücrelerine kütüphane yüklemenin ilk aşaması, dsDNA denatürasyonudur. Bu aşamada dsDNA (çift zincirli) ssDNA'ya (tek zincirli) dönüşür. Bu tek zincirli DNA'lar Illumina hücreleri üzerine yerleşik olarak bulunan oligonükletidlerle hibridize olur. Bu aşamada oligonükleotidler primer olarak kullanılarak tek zincirli DNA çift zincirli DNA'ya çevrilir. Bu aşamadan sonra başlangıç kütüphane molekülleri kaldırılır ve kopyalanmaz. Geriye kalan ve hücrelerdeki oligonükletidlere bağlı olarak bulunan fragmentler identik kopyalar üretmek için kullanılır. Bu kopyalara cluster adı verilir. Bu olay denatürasyon, bağlanma ve uzamaya aracılık eden üç spesifik buffer'ın döngüsel değişimi ile yapılır. Bu aşamalar 60 $^{o}$C sıcaklıkta gerçekleşir. Her döngü sonrasında oluşan fragmentler 3' ile biter ve bir başka yüzeye bağlı olignükleotid ile köprü oluşturur. Son aşamada oligonükleotidlerin dış yüzeyinde bulunan ayrılabilir bölge kullanılarak çift zincirli DNA'nın bir zinciri alınmaktadır. Daha sonra 3' ile biten sıralar ddNTP kullanılarak bloke edilmektedir. Bloke edilen sıralar yeni bir döngünün başlamasını engelleyerek aynı fragmentlerin belirli bir orandan sonra sürekli üretilmesini engellemektedir (Buermans ve Dunnen, 2014).

Fragmentlerin aplifikasyonu floresan dNTP'ler ile gerçekleşmektedir. Floresan etiketli dNTP'ler uzama sırasında uygun komplamenter baz karşılığına denk gelecek şekilde yerleşir ve floresan ışıma yapar ve bu ışımalar görüntülenir. Her dNTP (A,T,G,C) kendine özgü bir terminatör floresan ışıma yapar böylece hatalı okumalar en aza indirgenir. Illumina teknolojisinde her döngü yaklaşık bir

saat sürer. Bir saatlik döngünün uzun bir kısmını görüntüleme kısa bir süresini ise enzimatik reaksiyonlar oluşturur. Görüntüleme süresi değiştirilerek döngü süreleri daha da kısaltılabilir. RNA-Seq aşamaları Şekil 1.2'de sunulmuştur.




Şekil 1.2. RNA-Seq aşamaları

Bu çalışmada narda sert ve yumuşak çekirdekliliğin oluşmasında rol oynayan ligninin histolojik, biyokimyasal ve moleküler yöntemlerle araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada nar meyvelerinde ligninleşmenin başladığı dönem histolojik analizler ile tespit edilmiştir. Tohumların lignin içeriği kantitatif olarak UV absorbsiyonu yöntemi ile belirlenmiştir. Tohum sertliği-yumuşaklığının

oluşmasından sorumlu lignin yapısının ortaya çıkmasını sağlayan genlerin tespitinde ise Illumina RNA-seq teknolojisi kullanılmıştır.

# 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

## 2.1. Bitkilerde Ligninleşme ile İlgili Yürütülen Histolojik ve Biyokimyasal Çalışmalar

Sitbon ve ark. (1992), tütün bitkisinde yaptıkları çalışmada, transgenik ve yabani tiplerde lignin içeriklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, tütün bitkisinin gövdelerinde ksilemin lignin içeriğinin IAA'nın aşırı üretildiği transgenik C hattında yabani tip bitkilere göre daha fazla olduğu belirlemişlerdir. Sitbon ve ark. (1999), yaptıkları diğer bir çalışmada ise bu gözlemi doğrulamışlardır ve ayrıca guaiacyl oranının artışına bağlı olarak syringyl oranının azaldığını ve bu olayın lignin kompozisyonunu değiştirdiğini göstermişlerdir. C hattı bitkilerinde yapraklarda ve internodlarda gözlenebilir bir etilen artışı olduğu gözlenmiştir. C hattı bitkileri ayrıca daha yüksek peroksid aktivite (POD activity) göstermiştir. Anyonik POD tütün bitkisindeki mRNA seviyesi, transgenik tütün bitkisinin eksprese olması durumunda lignin ve ligninle ilişkili polifenol bileşikleri ile yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonunda transformantlarda yüksek IAA seviyesinin etilen sentezini indüklediği, POD aktivitesini arttırdığı ve lignin yapısını etkilediği düşünülmüştür.

Blee ve ark. (2003) yapmış oldukları çalışmada, tütün bitkisinin lignin içeriğini araştırmışlardır. Bu amaçla antisens teknolojisini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, ifade seviyeleri değişen peroksidaz isoenzimleri kontrol bitkileri ile karşılaştırdıklarında %40-50 oranında lignin azalması olduğunu tespit etmişlerdir. Doğrusal bir şekilde azalan lignin miktarı ile azalan guaiacyl ve syringyl seviyeleri thioacidolysis ve nitrobenzene oksidatif analizleri ile belirlenmiştir. Bu veriler ligninleşmiş hücrelerin feed back mekanizmasının tahmin edilmesini sağlamıştır. Önceki çalışmalarda monolignol/lignin yolaklarının azalan süreçleri cinnamate-4-hydroxylase/ p-coumarate-3-hydroxylase birlikte aktiviteleri ile ortaya çıktığı görülmüştür. Bu transformantlar ek deneysel anlamlar sağlamıştır

ve hücrede hedeflenmiş hücre duvarına ait ligninleşmiş monolignol seviyeleri olduğunu göstermiştir.

Rolando ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, yabani tip kavak bitkileri ile transgenik kavak bitkilerinde lignifikasyonu gaz kromatografisi ve kütle spektrometre (GC-MS) yöntemi ile incelenmiştir. Bu yöntemle COMT (kafeik asit o-metil transferaz) eksikliğinin ligninleşme sürecini etkilediği tespit edilmiştir.

Mechin ve ark. (2005), lignin bozulabilirliğinin varyasyonlarını araştırmak için 22 mısır hattı kullanmışlardır. Bu amaçla, Fasga Maule-stained yöntemi ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, lignin içeriklerini biyokimyasal ve histolojik yöntemlerle araştırmışlardır. Çalışma sonucunda hücre duvarı bozulması süreci %89 oranında açıklanmıştır. Buna ek olarak lignin içeriğinin azalması, ideotip olan syringil alt birimlerinin guasinil alt birimlerinden daha zengin olduğu sonucuna varılmıştır.

Cai ve ark. (2010), armutta meyve etinde ligninleşmeyi meyve oluşum sürecinde araştırmışlardır. Lignin seviyesi UV, FTIR (Forurier Infrared Transformasyonu) spektroskopi ve H-NMR (hidrojen nükleer manyetik rezonans) metotları ile belirlenmiştir. Ayrıca lignin oluşumunda görevli ara ürünler HPLC (High Performance Liquid Cromatography) ile belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda meyve gelişiminde çiçeklenmeden 47. ve 63. günlerde lignin içeriğinin önemli oranda arttığı ve 67. günde maksimum seviyeye çıktığı görülmüştür. Ortaya çıkan lignin yapısının guasil-syringil yapıda olduğu spektroskobik yöntemlerle belirlenmiştir. HPLC analizleri ile sinamik-asit ve p-kumarik asit tespit edilmiş fakat kafeik asit ve ferulik asit görülmemiştir. Çalışmada meyve etindeki lignin yapısına bakıldığında guasil lignin yapısının syringil yapısından daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Çin'de geniş bir ekiliş alanına sahip olan, *Forsythia suspensa* bitkisinin anatomik ve morfolojik özellikleri ışık ve elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiştir (Maa ve ark., 2011). *F. suspensa* üzerinde yapılan anatomik

incelemeler yaygın gözenekli odunsu yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Elektron mikroskobu görüntüleri hücre duvarının tipik farklılaşmış primer lamel, sekonder lamel ve orta lamel olmak üzere üç tabakadan oluştuğunu göstermiştir. Yapılan boyamalarda, boyanma yoğunluğuna bağlı olarak bu tabakaların farklı lignin konsantrasyonlarına sahip olduğunu göstermiştir. Konfokal lazer tarayıcı mikroskobu ve X-ray tarayıcı elektron mikroskobu ile hücre duvarındaki lignin dağılımının kalite ve kantiteye etkisi tespit edilmiştir. Konfokal mikroskopta 488 nm dalga boyunda orta lamelde yüksek lignin konsantrasyonu yüksek otofloresans ışıma vermiştir. Yapılan çalışmada hücre duvarında farklı bölgelerde farklı konsantrasyonlarda lignin düzeyi tespit edilmiştir.

Machineta ve ark. (2011), on altı mısır genotipi kullanarak toprakta mısır köklerinin kısa ve orta vadede ayrışması üzerine lignin kompozisyonu ve fenolik asitlerin rolünü araştırmışlardır. Çalışmada ana bileşenler Van Soest (VS) ekstraksiyon ile karakterize edilmiştir. Syringyl ve guaicyl lignin monomerleri, esterleşmiş fenolik asitler ve eterleşmiş fenolik asitler belirlenmiştir.

Wang ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, lignin modifikasyonunu anlamak amacıyla farklı yaşlardaki transgenik kavak bitkilerinden alınan odunsu dokularda lignin içeriği tespit etmişlerdir. Bu amaçla antisens olarak eksprese olan Coa ligaz (4Cl) ve Coa-3-0-metiltransferaz genlerinin bulunduğu bitkiler ile çalışma yapılmıştır. Lignin modifikasyonunun lignoselülozik biyokütlenin sakarifikasyonu üzerine yararlı etkisinin olup olmadığını belirlemek için transgenik kavak bitkilerinin odunsu dokularına önce ön muamele ve ardından enzimatik olarak hidrolize işlemi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Coa-3-0-metiltransferazın sakrofikasyon potansiyelini arttırdığı fakat Coa ligazın bunun üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Donaldson ve ark. (2015), kozalaklı ağaçlarda ksilem parankima hücre duvarlarında sekonder bir ligninleşme tabakası olduğunu veya hiç lignifiye olmamış birincil duvar olduğunu göstermişlerdir. Normal odunlaşmış bitki ile

ksilem parankima hücre duvarları karşılaştırıldığında, lignifiye olmuş hücre duvarı ile lignifiye olmamış hücre duvarı kozalaklı ağaçlarda ligninleşmenin temelinin anlaşılmasında iyi bir fırsat sağlamaktadır. UV floresan mikroskobu ile yapılan görüntüleme çalışmalarına bakıldığında, galaktan ve mantan ksilem parankima dokusunda değişikliğe sebep olmamaktadır.

### 2.2. Narda Yürütülen Moleküler Çalışmalar

Narda yapılan moleküler çalışmalar genel olarak, moleküler markırlar ile genetik çeşitliliğin araştırılması ve markır geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Gen ekspresyonu amaçlı transkriptom dizilemesi çalışmaları oldukça sınırlı kalmıştır.

Yuan ve ark. (2007), Çin'de 6 bölgeden toplanmış 85 nar çeşidinde AFLP markır sistemiyle genetik çeşitliliği araştırmışlardır. Yapılan çalışmada ortalama %73.26'lık yüksek bir polimorfizm oranı olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca populasyon ve tür seviyesindeki çeşitlilik incelenmiş ve tür seviyesinde populasyona göre daha fazla genetik çeşitliliğin olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile narın Çin'de yüksek bir genetik çeşitliliğe sahip olduğu tespit edilmiştir.

Durgaç ve ark. (2008), 6 nar genotipinde RAPD primerleri kullanarak karakterizasyon çalışmaları yürütmüşlerdir. Çalışmada 22 RAPD primeri kullanılmıştır. Çalışma sonunda 106 bant elde edilmiştir. Elde edilen bantların %22'sinin polimorfik olduğu belirlenmiştir.

Yılmaz ve ark. (2009), nar genetik kaynaklarının moleküler karakterizasyonunu SRAP ve RAPD markırları ile gerçekleştirmiştir. Nar genotiplerinde, 24 RAPD primeri ile yapılan moleküler analizlerde %48 polimorfizm oranı tespit edilmiştir. SRAP analizlerinde ise 15 primer kullanılmış, %20 polimorfizm oranı elde edilmiştir. Pomolojik ve moleküler analizler

sonucunda 187 nar genotipinin arasındaki genetik benzerliğin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sarkhosh ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada, RAPD markırları kullanarak 21 yumuşak çekirdekli nar genotipinde moleküler analizler gerçekleştirilmiştir. RAPD analizlerinde toplam 29 primer kullanmış ve ek olarak 36 meyve özelliğini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda benzelik oranının 0.13 ve 1.00 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Nar genotipleri arasında polimorfizm oranının düşük olduğunu belirtmişler ve bunu da yumuşak çekirdekli nar genotiplerinin kullanılmasına bağlamışlardır.

Pirseyedi ve ark. (2010), nar bitkisinde mikrosatellit markırları geliştirerek moleküler karakterizasyon çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. SSR markırları geliştirme stratejisi olarak 2'li ve 3'lü nükleotid tekrarlarını içeren hibridizasyon problarını kullanmışlar ve toplam 12 SSR primeri geliştirmişlerdir. Moleküler karakterizasyon çalışmalarında ise 60 nar genotipi kullanmışlardır. Çalışmada, lokus başına 2-5 arasında değişen ortalama 2.9 polimorfik allel tespit edilmiştir. Sonuç olarak araştırıcılar geliştirdikleri SSR markırlarının nar genetik çeşitliliği çalışmalarında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Hasnaoui ve ark. (2010), nar bitkisi için 11 SSR markırı geliştirmişlerdir. Çalışmalarında farklı tekrar içeriklerine sahip problar ile hibridizasyon çalışmaları yürütmüşler ve bu örneklerin dizilenmesini sağlamışlardır. Geliştirdikleri 11 mikrosatellit primerlerini Tunus'tan örneklenen 27 nar genotipinde denemişlerdir. Karakterizasyon çalışmaları sonunda toplam 25 allel tespit etmişler ve allellerin lokus başına 1-4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda geliştirdikleri primerlerin genetik ilişki, DNA parmak izi çalışmalarında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Curro ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada, nar için mikrosatellit-AFLP tekniğini kullanarak 9 SSR markırı geliştirmişlerdir. SSR markırlarının kullanışlılığını tespit etmek için farklı ülke genetik kaynaklarından toplam 33 nar

genotipinde DNA çalışmaları yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda geliştirilen SSR markırlarının, daha önce yürütülen çalışmalarda olduğu gibi düşük polimorfizm gösterdiği bildirilmiştir. Araştırıcılar tespit ettikleri düşük polimorfizm oranının, genotipler arasındaki dar genetik çeşitlilik ile ilgili olabileceğini belirtmişlerdir.

Soriano ve ark. (2011), nar bitkisinde mikrosatellit markırları geliştirmişler ve bu markırlar ile moleküler karakterizasyon çalışmaları yürütmüşlerdir. Çalışmalarında, toplam 117 mikrosatellit lokusu geliştirmişler ve bu markırların kullanılabilirliğini 11 nar genotipinde test etmişlerdir. Çalışma sonucunda, primerlerin polimorfizm bilgi içeriklerinin (PIC) 0.09-0.71 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada geliştirilen 117 primerin 66'sının polimorfik, 38'inin monomorfik, geriye kalan 13 primerin ise istenilen amplifikasyonu sağlamadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak karakterizasyon çalışmalarında az sayıda genotip kullanmış olmalarına rağmen geliştirilen markırların, ileride narda yürtülecek genetik çalışmaları için yararlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Ono ve ark. (2011) yürüttükleri çalışmada, insan beslenmesinde oldukça önemli bir meyve türü olan narda doğal ürün biyosentezi ile ilgili çok az sekans bilgisi bulunmaktadır. Nar meyve kabuğu cDNA'sının transkriptom sekanslaması Illumina Genom Analyzer platformu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 100 milyon ham sekans ve 9389 transkript birleşmesi (TAs-Transcriptiom Assemblies) elde edilmiştir. Çalışma sonucunda hidrolize edilebilir tanen, antosiyanin, terpenoid ve flavonoid aday genleri ve ifade seviyeleri belirlenmiştir. Ayrıca üç lipid transfer proteini ve 115 SSR markırı nar meyve kabuğundan elde edilmiştir. Bunlardan 77 tanesine primer dizayn edilmiştir.

Hasnaoui ve ark. (2012), nar bitkisi için 4 yeni polimorfik SSR markırı geliştirmişlerdir. Farklı tekrar motifleri içeren nükleotidler ile mikrosatellit kütüphanesi oluşturarak ilgili markırları geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu 4 SSR markırı ile daha önceki yıllarda geliştirdikleri 11 SSR markırını kullanarak 33 nar genotipinde moleküler karakterizasyon çalışmaları yapmışlardır. Çalışmalarında bir

genotipi İtalya, diğer 32 genotipi de Tunus'tan temin etmişlerdir. Daha önceki çalışmalara benzer olarak dar bir genetik çeşitlilik tespit etmişlerdir. Araştırıcılar, bu çalışma kapsamında geliştirdikleri markırların, MAS ve QTL çalışmalarında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Norouzi ve ark. (2012), narda kloroplast mikrosattellit markırlarını kullanarak İran'da narın genetik çeşitliliğini araştırmışlardır. 51 çeşitte yapılan çalışmada, 25 lokustan 16'sının polimorfik olduğu belirlenmiş ve polimorfizm oranının 0,02-0,39 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışma sonunda, kloroplast mikrosattellit markırlarının genetik çeşitlilik araştırmaları için etkili bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Ophir ve ark. (2014) yürüttükleri çalışmada, fenotip olarak farklılık gösteren iki farklı nar genotipinde detaylı bir dizileme çalışması yapmışlardır. Çalışmada, yeni nesil dizileme teknikleri ile RNA dizileme çalışmaları yürütmüşlerdir. RNA dizileme çalışmalarında yaprak, kök, çiçek ve meyve örneklerini kullanmışlardır. Elde edilen sekanslarda *de novo* analizleri ile transkriptomları karşılaştırmışlardır. Analiz sonucunda 7155 SSR ve 6500 SNP belirlemişlerdir. Elde ettikleri bu SNP'ler arasından 450 tanesini 105 farklı nar genotipinin genetik çeşitliliğini araştırmak amacı ile kullanmışlardır.

### 2.3. Bitkilerde RNA Sekanslama Tekniğiyle Gerçekleştirilen Çalışmalar

Francis (2010), Domates gen kaynaklarında, genetik çeşitliliği belirlemek amacıyla altı domates çeşidinin kök, yaprak, çiçek, meyve ve kallus dokularından cDNA kütüphanesi oluşturmuştur. Çalışmada Illumina GAII yeni nesil dizileme teknolojisi kullanılarak her domates çeşidi için toplam dizinin 2.5 Gb'dan fazlası ortaya çıkarılmıştır. Tek ve eşleştirilmiş 60 bç'lik okuma ile domateslerin 32.5 Mb transkriptom dizilemesi gerçekleştirilmiştir. Bu yeni dizilerin, türler arasında gen duplikasyonlarının belirlenmesi, domates tek nükleotid polimorfizmlerinin incelenmesi için araç olacağı belirtilmiştir.

Zalapa ve ark. (2012), *Vaccinium macrocarpon* bitkisinin genomunda 454 dizileme metodu ile SSR tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, 107244 SSR lokusu keşfedilmiş ve AG tekrar dizisi %35 oranı ile en sık rastlanan SSR motifi olmuştur.

Zhang ve ark. (2012a), susam bitkisinde RNA-Seq analizleri ile SSR markırları geliştirmişlerdir. Bu amaçla, susam bitkisinden farklı büyüme ve gelişme aşamalarına sahip örnekler alınarak transkriptom dizileme analizleri ve bu dizilere dayalı SSR markırları elde etmişlerdir. Dizileme çalışmaları sonucunda 260 milyon üzerindeki okumadan 42.566 unitranskript ve 24 cDNA kütüphanesi oluşturulmuştur. Toplam 15 bazın üzerinde 7.324 ve 18 bazın üzerinde 4.440 SSR tespit etmişlerdir. Tekrar motifleri incelendiğinde, %48 dinükleotid, %20 trinükleotid, %25 hekzanükleotid, %2.97 pentanükleotid, %2.12 tetranükleotid ve %0.57 mononükleotid tespit edilmiştir. Toplam olarak 2.164 SSR primeri 4.440 SSR bölgesi içeren dizilerden tanımlanmıştır. Bu SSR bölgelerinin içerisinden 18 bazdan büyük olan rastgele 300 SSR primeri seçilmiş ve doğrulama amacıyla kullanılmıştır. Toplam 24 çeşitte 300 primerin 276 tanesinin PCR ürünü oluşturduğu tespit edilmiştir.

Zhang ve ark. (2012b), yer fıstığı bitkisinin tohum gelişimi sürecinde transkriptom karakterizasyonu, ***de novo*** analizleri ve SSR markır geliştirme çalışmaları yürütmüşlerdir. Bu amaçla, farklı yağ içeriklerine sahip 3 yer fıstığı çeşidinin olgunlaşmamış tohumlarını kullanarak RNA-Seq analizleri gerçekleştirmişlerdir. Toplam 100 bç'den oluşan 27 milyonluk okuma gerçekleştirmişler ve 59.077 unigen belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda toplam 3.919 mikrosatellit markırı geliştirmişler ve 160 tanesini kontrol etmişlerdir.

Li ve ark. (2012), kauçuk ağacında yeni nesil DNA dizileme teknolojileri kullanarak EST-SSR markır geliştirme çalışmaları yürütmüşlerdir. Bununla beraber elde edilen dizilerde ***de novo*** analizleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında Illumina dizileme teknolojisi kullanarak 30 milyon okuma gerçekleştirmişler ve

toplam 22.756 unigen tespit etmişlerdir. Ayrıca bu unigenlerden 39.257 SSR tanımlamışlardır. Bu markırlar arasından 110 tanesi rastgele seçilerek 13 kauçuk ağaçında denenmiştir. Bu çalışma sonucunda Illumina yeni nesil dizileme teknolojisinin, transkriptom karakterizasyon ve moleküler markır geliştirme çalışmalarında oldukça kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir.

Azim ve ark. (2014), mango bitkisinin yaprak transkriptom ve kloroplast genomunu yeni nesil dizileme teknolojisi kullanarak karakterize etmişlerdir. RNA-Seq analizlerinde Illumina HiSeq 2000 platformu kullanmışlardır. RNA-Seq analizleri ile 12 milyon okuma üretilmiş, d*e novo* transkriptom analizleri sonucunda 30.509 unigen tespit edilmiştir. Genomik veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilen BLAST analizleri sonucunda 25.593 mango unigeni (toplamın %80'i) anote edilmiştir ve mangonun en yakın komşusunun *Citrus sinensis* olduğu belirlenmiştir. 9.141 (%37) unigen *C. sinensis* ile eşleşmiştir. GO ve Clusters of Orthologous Group analizleri sonucunda unigen dizileri sırasıyla 57 ve 25 sınıfa ayrılmıştır. 13.500 fazla unigen 293 KEGG yolağında görev almıştır. KEGG tabanlı gen anotasyonu biyoaktif flavon, flavonol ve flavonoidlerin biyosentezi, terpenoid ve ligninlerin biyosentezi ve bitki hormon sinyal iletimini kapsayan biyokimyasal yolakların dizilerinin varlığını göstermiştir. Çalışmada mango transkriptom dizilerinin proteolitik enzimlerin 5 katalitik sınıfa ait 235 proteaz ile ilişkili olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Zhou ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, Asya'da besinsel ve medikal özellikleri bakımından oldukça geniş kullanım alanına sahip olan *Auricularia polytricha* mantarında miselyum ve meyve dokusunda moleküler markır geliştirmek amacıyla Illumina Solexa sekanslama teknolojisi kullanılarak dizileme gerçekleştirmişlerdir. *De novo* analizlerinde 36483 EST ve N50 uzunluğunda 636 bç tespit edilmiştir. Tespit edilen EST'lerin 28108 tanesi bilinen protein data bankaları ile benzerlik göstermiştir. EST'ler en yüksek benzerliği *A. delicata* türü ile göstermiştir. Gen ekspresyon profili analizleri 2057 EST'nin farklı ifade

edildiğini bunlardan 1020'nin miselyumda, 1037'sinin ise meyveye dönüşen kısımda up regüle olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ayrıca 1715 potansiyel SSR markırı belirlenmiştir.

Zhao ve Song (2014) yaptıkları çalışmada, virüslere dayanıklı transgenik bitkiler geliştirmek için hpRNA'lara (hairpin-saç tokası) bağlı gen susturma sistemini geliştirmişlerdir. sRNA moleküllerini karakterize etmek için transgenik kiraz anaçlarının ekspresyon vektörü olan hpRNA'dan *Prunus necrotic ringspot* virüsünü (PNRSV-hpRNA) araştırmak amacıyla Illumina teknolojisi kullanılarak sekanslama yapılmıştır. Bunun için transgenik olmayan anaçlar ile PNRSV enfekte edilmiş kiraz anaçları kullanılmıştır. PNRSV sRNA havuzu analiz edildiğinde 24 nükleotitlik siRNA'ların (small interferring) transgenik anaçlarda yaygın bir şekilde bulunduğu, PNRSV enfekte edilmiş anaçlarda 21 nükleotidlik siRNA'ların bulunduğu tespit edilmiştir.

Wu ve ark. (2014), mango (*Mangifera indica* Linn) meyvelerinde transkriptom ve proteomik analizler gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, gelişme ve olgunlaşma evreleri sırasında meyve perikarp ve posasından elde edilen örneklerin transkriptom dizilemesinde Ilumina RNA-Seq teknolojisi kullanılmıştır. RNA-Seq analizleri sonucunda ortalama 858 bç uzunluğunda 54.207 transkript içeren toplam 68.419.722 okuma elde edilmiştir. Toplam olarak 42.515 (%78.43) transkript genel protein veri tabanları kullanılarak anote edilmiştir. KEGG analizleri sonucunda 23.741 (%43.79) transkriptin 128 yolakta görev aldığı belirlenmiştir. Bu yolakların daha önce bilinmeyen transkriptler olduğu ortaya çıkmıştır. Metabolizma ile ilgili yolaklar; karbonhidrat metabolizması (2794 transcripts), yağ (1835 transcripts), amino asit metabolizması (1465 transcripts), nükleotid (1145) ve diğer sekonder metabolitlerin biyosentezinde (1084 transkript) temsil edilmiştir. Karbonhidrat metabolizmasında, en fazla nişasta ve sükroz (512 transkript) metabolizması temsil edilmiştir. Bu durum mango meyvelerinde gelişim ve olgunlaşma sırasında bol

miktarda nişasta ve sükroz sentezi, yağ bileşiği ve amino asit sentezinin yapıldığını göstermiştir.

Bai ve ark. (2014), 'Golden Delicious' elma çeşidini (*Malus communis*) kullanarak mevcut olan referans transkriptomları arttırmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla Illumina HiSeq 2000 teknolojisi kullanarak RNA-Seq analizleri yapmışlardır. 'Golden Delicious' elma çeşidini kullanmışlardır. RNA-Seq analizleri sonucunda 'Golden Delicious' çeşidinin farklı büyüme ve gelişme aşamalarında toplam 168.5 milyon okuma ile 14 set spesifik RNA-Seq verisi elde edilmiştir. Genome-guided ve *de novo* analizleri birlikte kullanılarak 53.654 orjinal olduğu tahmin edilen ve 17.524 yeni transkript olmak üzere toplam 71.178 elma referans transkriptomları geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulguların elma referans transkriptomlarının tamamlanmasında önemli bir adımı temsil ettiği bildirilmiştir.

Wang ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, demir tolerant bir elma türü olan *M. xiaojinensis* bitkisinde, demire toleranslılığın mekanizmasını açıklamayı amaçlamışlardır. Transkript verileri elde etmek ve demir eksikliği altında kök ve yapraklarda ifade olan genleri incelemek için RNA-Seq ve biyoinformatik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile demir eksikliğinden sonra demir emilimi ile igili mekanizmanın moleküler yapısını açıklığa kavuşturmuşlardır. RNA-Seq analizleri sonucunda ortalama 864 bç uzunluğunda 74.839 transkript elde edilmiştir. 21.037 transkript (GO biyolojik proses sınıflandırmasına dayalı demir alımı, demir taşınımı ve sinyal iletimi ile ilişkili transkriptler) demir eksikliğinden sonra kök ve yapraklarda farklı seviyelerde ifade olmuştur. Demir taşınımı demir eksikliğinden 2 gün sonra güçlenirken, demir alımı demir eksikliği uygulamasından 12 saat sonra artmıştır. Etilen ve reaktif oksijen tutucu (ROS)-temelli sinyal yolağı demir kıtlığından 12 saat sonra aktive olmuştur. Oksin iletim yolağı 12 saat inhibe edilmiştir ve demir eksikliğinin 2. gününde aktive olmuştur. Absisik asit ve jasmonik asit sinyal yolağı demir eksikliğinden 2 gün sonra tepki

vermiştir. Elde edilen bu bulgular *M. xiaojinensis* bitkisinde, demir alımının demir eksikliğinin erken döneminde, demir taşınımının ise demir eksikliğinin geç döneminde artığını göstermiştir.

Alkio ve ark. (2014), kiraz (*Prunus avium* L.) meyvelerinin gelişiminde ekzokarp ile ilişkili genlerin ifade profillerini araştırmışlardır. Bu amaçla çiçeklenme ve olgunluk arasında 14 farklı zamanda topladıkları örnekleri kullanmışlardır. RNA dizileme analizleri sonucunda 665 milyon ham okuma elde edilmiştir. GO analizleri sonucunda biyolojik proses kategorisinde mum biyosentez prosesi, kütin biyosentez prosesi ve salisilik asit uyarımına cevap en fazla temsil edilen grup olarak belirlenmiştir. Salisilik asit sinyali patojen savunmasında önemli rol oynarken, mum ve kütin biyosentezinin kütikül oluşumunda gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Sanhueza ve ark. (2015), kontrollü atmosfer kullanarak soğuk koşullar altında depolanan nektarin meyvelerinde (*Prunus persica* 'Red Pearl') transkriptomik analizler gerçekleştirmişlerdir. Araştırıcılar hasat sonrası soğuk depolama sırasında nektarin meyvelerinde meydana gelen soğuk hasarı mekanizmasını aydınlatmayı amaçlamışlardır. Kontrollü atmosfer (KA) altında depolamanın soğuk hasarını önlediği tespit edilmiştir. Çalışmada yeni hasat edilen meyveler, depolanmayan meyveler, soğuk depolamasından sonra soğuk hasarından etkilenmiş meyveler ve KA ile soğuk depolama kombinasyonunda soğuk hasarı göstermeyen meyveler kullanılmıştır. Kontrollü atmosfer koşullarında depolamanın soğuk hasarını nasıl önlediğinin mekanizmasının anlaşılması için farklı koşullarda 'Red Pearl' nektarinlerinin transkriptomik değişimi RNA-Seq aracılığıyla analiz edilmiştir. Çalışmada Illumina HiSeq 2000 platformu kullanılarak RNA-Seq analizleri gerçekleştirilmiştir. RNA-Seq analizleri sonucunda olgunlaşma sırasında, soğuk koşullara maruz bırakılmayan meyveler ile karşılaştırıldığında kontrollü atmosfer uygulamasına maruz kalan nektarinlerde genlerin benzer sayıda ifade olduğu belirlenmiştir. Sert çekirdekli meyvelerde

yumuşak çekirdekli meyvelerden daha fazla sayıda farklı seviyede ifade olan gen tespit edilmiştir. Farklı seviyede ifade olan genlerin analizi soğuk koşullar ile düşük $O_2$ konsantrasyonu kombinasyonunun sadece soğuk depolamadan daha fazla metabolik prosesleri yavaşlattığını göstermiştir.

Wei ve ark. (2015), kırmızı ve sarı kiraz (*P. avium* L.) meyvelerinde antosiyanin biyosentezi ile ilişkili genlerin transkriptom analizlerini karşılaştırmalı olarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada *P. avium* L.'nin referans transkriptomu dizilenmiş ve meyve renginin transkripsiyonel belirleyicileri tespit edilmiştir. Kırmızı ve sarı meyvelerden oluşturulan cDNA kütüphaneleri yeni nesil Illumina/Solexa platformu kullanılarak dizilenmiştir. RNA-Seq analizleri sonucunda 43.128 unigen içeren 66 milyonun üzerinde okuma gerçekleştirilmiştir. Meyve olgunlaşmasının dört aşaması arasındaki transkriptom farklılıkları analiz edilmiştir. Antosiyanin biyosentezi ile ilişkili olan 72 unigeni biyolojik yolak analizleri ile ortaya koyulmuştur. Fenilalanin amonyak-liyaz (*PAL*), 4-kumarat-CoA ligaz (*4CL*), kalkon sentaz (*CHS*), kalkon izomeraz (*CHI*), flavanon-3-hidroksilaz (*F3H*), flavanon 3'-hidroksilaz (*F3'H*), dihidroflavonol 4-redüktaz (*DFR*), anthocyanidin sentaz (*ANS*) ve UDP glukoz: flavonol 3-Oglukosiltransferaz (*UFGT*) kodlayan unigenlerin ifade şablonu meyve olgunlaşması sırasında kırmızı ve sarı meyveler arasında farklılık göstermiştir. Ayrıca, antosiyanin biyosentezini kontrol edebilen bazı transkripsiyon faktör aileleri (*MYB*, *bHLH* ve *WD40* gibi) tespit edilmiştir. Antosiyanin enzimleri ve transkripsiyon faktörlerini kodlayan ifade seviyesi değişmiş 18 unigen qRT PCR analizleri ile doğrulanmıştır.

Wang ve ark. (2015), *M. sieversii* f. niedzwetzkyana ile *M. domestica* 'Fuji' melezlemesi sonucu elde edilen $F_1$ populasyonunda kırmızı ve beyaz meyve etli elmalarda karşılaştırmalı olarak transkriptom analizleri gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla RNA dizileme teknolojisi olan Illumina HiSeq 2000 platformunu kullanmışlardır. RNA-Seq analizleri sonucunda kırmızı meyve etli elmalarda toplam 114 farklı seviyelerde ifade olan gen elde edilmiştir. Bu genlerden 88'i up

regüle, 26'sı down regüle olmuştur. Up regüle olan 88 genin flavonoid biyosentez prosesi ve stres cevabı ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada 20 up regüle aday genin ve 10 down regüle olan genin ifadesi qRT PCR ile doğrulanmıştır.

Ji ve ark. (2015), kırmızı etli elma kalluslarında (*M. sieversii* f. *niedzwetzkyana*) oksin baskılanmış antosiyanin biyosentezinin transkriptom profilini ortaya çıkarmışlardır. *In vitro* kallus kültürlerinde antosiyanin biyosentezinin eksojen oksin konsantrasyonları tarafından güçlü bir şekilde etkilenmesi, ancak bu mekanizmanın bilinmemesi nedeniyle araştırıcılar bu konuyu açıklığa kavuşturmayı hedeflemişlerdir. Bu mekanizmanın moleküler temelini anlamak için NAA (0.3 ve 10 mg/L) ve 2,4-D (0.03 ve 0.6 mg/L) uygulanmış elma kalluslarında RNA-Seq analizi gerçekleştirmişlerdir. 2,4-D uygulamasında toplam 3070 ve NAA uygulamasında toplam 2533 gen farklı seviyelerde ifade olmuştur. Bu genlerden her iki oksin uygulamasında ortak olarak 937 gen up regüle, 902 gen down regüle olmuştur. Vakuollere antosiyanin ve flavonoid sentezi ve taşınımı ile ilişkili genler genellikle down regüle olmuştur. 2,4-D ve NAA'nın yüksek konsantrasyonları oksinin taşınımını kolaylaştırmıştır ve homeostatik feedback regulatory loop ile ilişkili genlerin ifadesini teşvik etmiştir. Oksin sinyal yolağında, 9 Aux/IAA gen ailesi ve 7 ARF gen ailesi up regüle olmuştur. Ayrıca, 298 transkipsiyon faktörü 2,4-D ve NAA uygulamalarında farklı seviyede ifade olmuştur.

Yan ve ark. (2015), yüksek oranda askorbik asit içeren ve medikal özelliklerinden dolayı geniş bir kullanım alanına sahip olan *Rosa roxburghii* Tratt. bitkisinde genomik bilgi eksikliğini gidermek amacıyla Illumina teknolojisini kullanarak transkriptomik sekanslama yapmışlardır. Çalışmada, 53 milyon net okuma elde edilmiştir. Ortalama 343 bç uzunluğunda 106590 unigen ortaya çıkmıştır. Sekans benzerliğine bağlı olarak bilinen proteinlerle karşılaştırıldığında 9301 ve 2393 gen tespit edilmiştir. 124 yolakla ilgili 7480 gen KEGG yolak data bankalarında karşılaştırma yapılarak ortaya konmuştur. BLASTx analizlerinde

meyve gelişimi ile ilgili çeşitli transkripsiyon faktörlerini kodlayan 498 transkript elde edilmiştir. Ek olarak 9131 potansiyel SSR lokusu tanımlanmıştır.

Zhu ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmada, Çin kirazı olarakta bilinen Liçi *Litchi chinensis* çiçek tohumlarında gen ekspresyon profilini Illumina RNA sekanslama teknolojisi kullanarak araştırmışlardır. Çalışmada yaklaşık 47 milyon net okuma ortalama 837 bç uzunluğu ile 50604 diziden elde edilmiştir. Toplam 37650 unigen ilişkilendirilmiştir. 128 yolak KEGG yolak analizleri aracılığıyla açıklanmıştır. Sekonder metabolitlerin biyosentezi ve bitki hormon sinyal transdüksiyonu çiçek tomurcuklarında yüksek oranda tespit edilmiştir. Kritik bir periyot olan endodormanside 1644 farklı ifade olan gen (DEGs) ekspresyon profilinden elde edilmiştir. KEGG yolak analizlerinde, fitohormon metabolizması gibi çeşitli metabolik süreçler gösterilmiştir.

Niu ve ark. (2015) tarafından içerdiği uçucu yağ, karakteristik aroma, medikal ve ekonomik özelliklerinden dolayı önemli ağaç türlerinden biri olan *Lindera glauca* bitkisinin farklı dokulardaki esansiyel yağ oluşumu ve birikmesinin mekanizması açıklanmıştır. Çalışma kapsamında kök, gövde, yaprak ve çiçeklerde RNA sekanslama teknolojisi kullanılarak (Illumina) transkriptom analizleri yapılmıştır. Farklı *L. glauca* dokularından toplamda 27.2 GB'lık okuma (ortalama 92.7 bç) gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen toplam 264831 unigen arasından 98141 unigen farklı data bankalarında eşleştirilmiş ve terpenoid biyosentezi ile ilgili 114 potansiyel unigen tespit edilmiştir.

Legay ve ark. (2015), elmalarda ekzokarpta meydana gelen ve russeting olarak adlandırılan bozulmanın mekanizmasını RNA-Seq analizleri ile araştırmışlardır. Bulk transkriptomik profilleme üç russeted ('Patte de loup', 'Reinette Parmentier', 'St Edmund's Pippin') ve üç mumlanan ('CRAW/Ma/AF42', 'CRAW/ma/AG94', 'Gala') elma çeşitlerinin ekzokarpları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. RNA-Seq analizlerinde Illumina platformu kullanılmıştır. GO analizleri russeted ekzokarplarda lignin ve kütikül biyosentez

genlerinin baskılandığını, bununla birlikte suberin birikimi, stres cevabı, birincil algı, *NAC* ve *MYB* ailesi transkripsiyon faktörleri ve spesifik triterpen biyosentez genlerinin ifadesinin arttığını ortaya çıkarmıştır. Özellikle *MYB93* benzeri transkripsiyon faktörü ve anahtar suberin biyosentetik genleri arasında güçlü bir korelasyon ($R^2$ = 0.976) bulunmuştur. Gerçekleştirilen bu çalışmaya ait bulgular russeting durumunun yalnızca suberin birikimi değil, aynı zamanda hücre duvarının tüm yapısını etkileyen stres cevabına yol açan kütikül biyosentez genlerinin ifadesinin azalmasıyla indüklendiğini göstermiştir.

Wu ve ark. (2015) elmada, karbonhidrat metabolizması ve stres cevabı ile ilişkili, fotosentezin en önemli ürünü olan sorbitol sentez mekanizmasını araştırmışlardır. Çalışmada, sorbitol fonksiyonunu anlamak için aldoz-6-fosfat redüktaz (*A6PR*)'ın baskılanmış ifadesini sergileyen 'Greensleeves' elma çeşidinin transgenik hatlarının yaprakları kullanılmıştır. İki antisens (A04 ve A10) ve kontrol grubu kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Transkriptom karakterizasyonu için RNA-Seq analizleri yapılmıştır. RNA-Seq analizlerinde Illumina Hiseq 2000 platformu kullanılmıştır. Antisens hatlarda 'stres ilişkili proses' kategorisine ait önemli ölçüde zenginleştirilmiş gen ontolojileri tespit edilmiştir. Bunlar absisik asit, salisilik asit ve jasmonik asit, nükleotid bağlayıcı site lösin-zengin tekrar (*NBS-LRR*) hastalık direnci genleri ve ATP-bağlayıcı kaset (*ABC*) taşıyıcı genlerin sentez/yıkımı ile ilişkili genleri kapsamaktadır. Bu elma ağaçlarında biyotik ve abiyotik strese cevapta sorbitolün önemli rol oynadığını göstermektedir.

Backiyarani ve ark. (2015), muzda (*Musa balbisiana*) yeni nesil dizileme teknolojisi kullanarak transkriptom analizleri gerçekleştirmişlerdir. RNA sekanslama çalışmalarında *M. balbisiana* türüne ait 'Attikol' çeşidini kullanmışlardır. RNA-Seq analizlerinde Ion Torrent platformunu kullanarak yaklaşık 4.5 milyon okuma gerçekleştirmişlerdir. Biyoinformatik analizler sonucunda ortalama uzunluğu 113 bç olan 82413 transkript tespit etmişlerdir. Transkriptlerin Swiss-Prot veri bankasında yapılan araştırmaları sonucunda 35783

transkript belirlenmiştir. Ayrıca 20696 transkriptin 455 farklı yolakta görev aldığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda toplam 4780 SSR bölgesi tespit edilmiş ve toplam 2628 SSR primeri tasarlanmıştır. Bu primerler arasından rastgele seçilen 30 tanesinin etkinliği muz genotiplerinde araştırılmıştır.

Garcia-Seco ve ark. (2015), böğürtlende RNA-Seq analizleri ile transkriptom dizilemesi gerçekleştirmişlerdir. Rosaceae türleri için çok geniş bir genomik verinin olduğunu, fakat ***Rubus*** cinsinde bu verilerin yetersiz olduğunu bu yüzden de yeni çeşitlerin ıslah edilmesi çalışmalarının kısıtlandığını bildirmişlerdir. Bu amaçla bahçe koşullarında yetişen olgun böğürtlenler kullanarak RNA dizileme çalışmaları yürütmüşlerdir. RNA-Seq analizlerinde Illumina HiSeq 2000 teknolojisini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda 9 milyar baz dizilenmiştir. Biyoinformatik analizler sonucunda 42062 consensus dizisi elde etmişlerdir. Elde ettikleri bu dizilerin fonksiyonel anotasyonunu farklı veri bankaları kullanarak araştırmışlardır. Sonuç olarak, 34552 dizinin fonksiyonu bilinen genler ile homoloji gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular genomik bilginin oldukça az olduğu olgun böğürtlenler için önemli bir veri sağlamıştır.

Chen ve ark. (2016) yapmış oldukları çalışmada, hasat sonrası çilek (*Fragaria vesca*) meyvelerinde eksojen oksin ve absisik asit yanıtında fizyolojik ve transkriptomik değişimleri araştırmışlardır. Eksojen IAA hasat sonrasında çileklerin olgunlaşma prosesini yavaşlatmakta iken ABA hasat sonrası olgunlaşma hızlandırmaktadır. Bununla birlikte, IAA ve ABA'nın birlikte uygulanması çilek meyvelerinde hasat sonrası olgunlaşmada değişim olmamıştır. Bu mekanizmanın araştırılmasında Illumina HiSeq 2000/2500 RNA dizileme platformunu kullanılmıştır. Moleküler düzeyde değerlendirildiğinde, AUX/IAA, ARF, TOPLESS ve E3 ubiquitin protein ligaz kodlayan genleri içeren IAA sinyali ile ilişkili genlerin ifadesi up regüle, pektin polimerizasyon, hücre duvarı degradasyonu, sükroz ve antosiyanin biyosentezi ile ilişkili genlerin ifadesi ise down regüle olmuştur. Eksojen ABA, meyve yumuşaması ile ilgili genleri ve

*SKP1*, *HSPs*, *CK2*, ve SRG1'i kapsayan sinyal yolağı ile ilişkili genleri teşvik etmiştir. Farklı ifade olan genlerin %17'si IAA ve ABA'nın birlikte uygulandığı gruba özgü olmuştur.

Xue ve ark. (2017), yürüttükleri çalışmada iki farklı nar çeşidi (Tunusia ve Sanbai) kullanmışlardır. Çalışmalarında ilk olarak çeşitlerin lignin içeriklerini farklı meyve gelişim dönemlerinde tespit etmişlerdir. Lignin içeriklerinin Sanbai çeşidinde tam çiçeklenmeden 120 gün sonra %29.81 olduğu, Tunusia çeşidinde ise %25.81 olduğunu belirlemişlerdir. Bu çeşitler kullanılarak *de novo* transkriptom dizileme çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda farklı uzunluklarda toplam 104.142 unigen belirlemişlerdir. Elde edilen unigenler farklı veri tabanlarında araştırılmış ve GO çalışmaları yürütülmüştür. Araştırmacılar, GO analizlerinde metabolik proses sınıflandırmasında en fazla genin aynı şekilde biyolojik proses sınıfında yer aldığını, hücresel komponent sınıflandırılmasında ise en fazla genin hücrenin bölümlerinde olduğunu, moleküler fonksiyonlara göre sınıflandırmada ise en fazla genin katalitik ve bağlanma aktivitesi olduğunu belirlemişlerdir. Hücre duvarının gelişmesine ve ligninleşmeye katkı sağlayan 100'ün üzerinde gen tespit etmişlerdir. Ayrıca, yolak analizleri sonucunda ligninleşme mekanizması ile ilişkili genlerin yer aldığı yolaklar tespit edilmiştir. Ayrıca, ligninleşme için önemli bir görev üstlenen peroksidaz geninin ifadesinin önemli seviyede farklı olduğunu bildirmişlerdir.

# 3. MATERYAL VE METOD

## 3.1. Bitkisel Materyal

Tez çalışmasında bitkisel materyal olarak yumuşak çekirdekli “33N26” ve sert çekirdekli “Hicaznar” çeşitleri kullanılmıştır (Yılmaz, 2009). Bu çeşitlere ait bilgiler aşağıda sunulmuştur.

### 3.1.1. Hicaznar

Nar çeşitleri arasında Hicaznar Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen ve ihracat potansiyeli yüksek olan bir çeşittir (Yazıcı ve ark., 2011). 'Hicaznar' çeşidi 1-5 m boyunda çalı şeklinde çok dallı bir taca sahip olup, genç dallar köşeli, koltuk sürgün uçları sivri ve iğ şeklindedir. Yaz sürgünleri üzerinde sık bir şekilde bulunurlar. Kenarları tüylü, üst yüzeyleri dumanlı ve açık yeşil renktedir. Çiçekler iki eşeyli, büyük, kendine özgü kırmızı nadiren sarı ya da beyaz renkte ve kokusuzdur. İlk dönemde oluşan çanak şeklindeki çiçekler meyve bağlamayıp tozlamada yardımcı olduktan sonra dökülmekte, daha sonra oluşan çiçekler meyve bağlamaktadır. Diğer nar çeşitlerine göre geç çiçek açtığı ve çiçeklenme periyodu uzun olduğu için çiçeklenme döneminde oluşabilecek ilkbahar geç donlarından korunur. 'Hicaznar' çeşidinde meyveler Ekim ayının 15’inden itibaren olgunlaşmaktadır. Meyve iriliği ise ortalama 400-500 g arasında değişmektedir (Yazıcı, 2006). Meyveler ve daneleri parlak kırmızı renkte meyve kabuğu kalın yapıda olup, meyveler 5-15 cm çapında ve küreseldir. Meyve daneleri orta-küçük ve tohumları serttir (Özden ve ark., 2017). Hicaznarın diğer mayhoş nar çeşitlerine göre soğuğa toleransı fazladır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. 'Hicaznar' çeşidine ait görüntü

### 3.1.2. 33N26

İçel'in Anamur ilçesinden selekte edilmiştir. Meyve kabuk rengi kırmızı-sarı, dane rengi ise pembe veya kırmızıdır. Tatlı ve yumuşak çekirdekli meyvelere sahiptir. Verimli bir çeşittir (Özgüven ve Yılmaz, 2000). 33N26 nar çeşidinin meyvelerine ait görüntü Şekil 3.2'de sunulmuştur.




Şekil 3.2. '33N26' nar çeşidinin meyvelerine ait görüntü

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Kendileme Çalışmaları

Tez çalışmasında kullanılan '33N26' ve 'Hicaznar' çeşitlerinde kendileme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kendileme işleminde erdişi çiçekler kullanılmıştır. Yabancı tozlamayı engellemek ve kendilemenin verimli yapılması amacıyla '33N26'nın çiçekleri 29/04/14 tarihinde ve 'Hicaznar'ın çiçekleri ise 30/04/14 tarihinde torbalar içine alınmıştır (Şekil 3.3).




Şekil 3.3. Kendileme aşamaları. A: Kendileme yapılacak çiçeklerin belirlenmesi ve torbalara alınması. B: Fırça yardımı ile tozlamanın gerçekleştirilmesi. C: Çiçeklerin torbalara alınması ve etiketlenmesi. D: Kendileme yapılmış ağaçların genel görüntüsü.

Kendileme çalışmaları yapılırken balon aşamasında olan '33N26' ve 'Hicaznar' çeşitlerine ait çiçekler torbalara alınmıştır. Çiçekler torbayla izolasyon işleminden sonra sürekli kontrol edilmiştir. Çiçeklerin açmasından sonra bir sulu boya fırçası yardımıyla kendileme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan işlem sonucunda örnek alımına 10/05/14 tarihinde başlanmıştır. Alınan örneklerin tohumları, biyokimyasal ve histolojik çalışmalar için FPA fiksasyon sıvısına aktarılmış ve 4 ºC'de muhafaza edilmiştir. Moleküler çalışmalar için tohumlar sıvı azota batırıldıktan sonra -80 ºC'de muhafaza edilmiştir.

Örnekler tozlama sonrasında sürekli kontrol edilerek toplanmıştır. İlk örnek toplama 'Hicaznar'da tozlamadan 10 gün sonra, '33N26'da tozlamadan 20 gün sonra gerçekleştirilmiştir. İlk örnek toplamadan sonra belirli peryotlarda örnek

alma işlemine devam edilmiştir. 'Hicaznar'da örneklerin toplanma peryodu ve boyutları Çizelge 3.1'de, '33N26' çeşidinde örneklerin toplanma peryodu ve boyutları ise Çizelge 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. 'Hicaznar'da örneklerin toplanma periyodu ve boyutları

| **HİCAZNAR** | | | |
|---|---|---|---|
| Numara | Çiçek Balon Çapı (mm) | Çiçek Boyu (mm) | Gün |
| HİCAZ-1 | 25.48 | 38.28 | 10 |
| HİCAZ-2 | 30.39 | 44.11 | 14 |
| HİCAZ-3 | 35.05 | 47.87 | 18 |
| HİCAZ-4 | 42.51 | 55.30 | 23 |
| HİCAZ-5 | 47.36 | 61.07 | 28 |
| HİCAZ-6 | 53.50 | 72.11 | 33 |

Çizelge 3.2. '33N26'da örneklerin toplanma periyodu ve boyutları

| **33N26** | | | |
|---|---|---|---|
| Numara | Çiçek Balon Çapı (mm) | Çiçek Boyu (mm) | Gün |
| 33N26-1 | 27.44 | 45.22 | 20 |
| 33N26-2 | 31.91 | 44.74 | 24 |
| 33N26-3 | 35.23 | 46.77 | 34 |
| 33N26-4 | 42.53 | 55.74 | 40 |
| 33N26-5 | 46.43 | 61.48 | 50 |
| 33N26-6 | 60.78 | 63.52 | 55 |

### 3.2.2. Histolojik Analizler

Histolojik analizlerden önce tozlanma ve döllenmeler gerçekleştirilmiş daha sonra ligninleşme tabakası tespit edilinceye kadar tozlanmayı takiben her gün örnekler alınmıştır. Meyve sayısı her örnek alımına yetecek kadar belirlenmiştir.

#### 3.2.2.1. Bitkisel Materyallerin Fiksasyon Sıvısına Alınması

Tozlanma ve döllenme sonrası toplanan nar örnekleri, histolojik gelişmeleri incelemek amacıyla fiksasyon (FPA:formaldehit: propiyonik asit: alkol) (900 mL

%70'lik alkol + 50 mL propiyonik asit + 50 mL formaldehit) karışımı içerisine alınmıştır. Parafin yöntemine geçilebilmesi için dokulardaki suyun alınması gerekmektedir. Dehidrasyon adı verilen bu işlemde, fiksasyon sıvısındaki örnekler Johansen alkol konsantrasyonlarından geçirilmiştir (Yazıcı, 2006) (Çizelge 3.3).

### 3.2.2.2. Örneklerin Parafin Bloklara Alınması

Örnekler parafin bloklar içerisine yerleştirilmeden önce sırasıyla %70, %85, %95, %100'lük Johansen çözeltisi içerisinde bekletilmiştir. Örnekler her bir alkol serisinde yaklaşık 2 saat bekletildikten sonra vakum altında 30- 35 dakika süreyle havaları alınmıştır. Daha sonra Tersiyer butil alkol (TBA-1) sıvısı içerisinde 1 gece, TBA-2 ve TBA-3 sıvıları içerisinde 3'er saat bekletilmiştir. Ardından petri kapları içerisinde 60-65 $^{o}$C'de eritilen sıvı parafin içerisine konulmuştur. Etüvde 60-65 $^{o}$C'de 2-3 gün bekletildikten sonra, etüv dışına alınmış, buz üzerinde hızla soğumaya bırakılmış ve sertleşmesi sağlanmıştır (Gerlach, 1984).

Çizelge 3.3. Johansen Karışımları

| Alkol Karışım Konsantrasyonları (%) | Saf su (mL) | %96'lık Etil alkol (mL) | Tersiyer Bütil alkol (mL) |
|---|---|---|---|
| 70 | 300 | 500 | 200 |
| 85 | 100 | 500 | 350 |
| 95 | _ | 450 | 550 |
| 100 | _ | 200 | 800 |

### 3.2.2.3. Kesitlerinin Alınması

Örneklerin parafin bloklar içine alınma işleminden sonra, örnekler üzerindeki fazla parafin kesilip ayrılmış ve tahta bloklar üzerine yine parafin yardımı ile yapıştırılmıştır. Tahta bloklar üzerine alınan örneklerden rotasyon mikrotom kullanılarak 8 µm kalınlığında kesit alınmıştır. Kesitlerin etiketleme işlemi lamların kenarlarına yapılmıştır. Kesitlerin lamların üzerine yapışmasını sağlamak amacıyla daha önceden hazırlanmış olan 1:1 oranındaki yumurta akı:gliserin karışımından oluşan sıvı, lamların üzerine sürülmüştür. Ardından

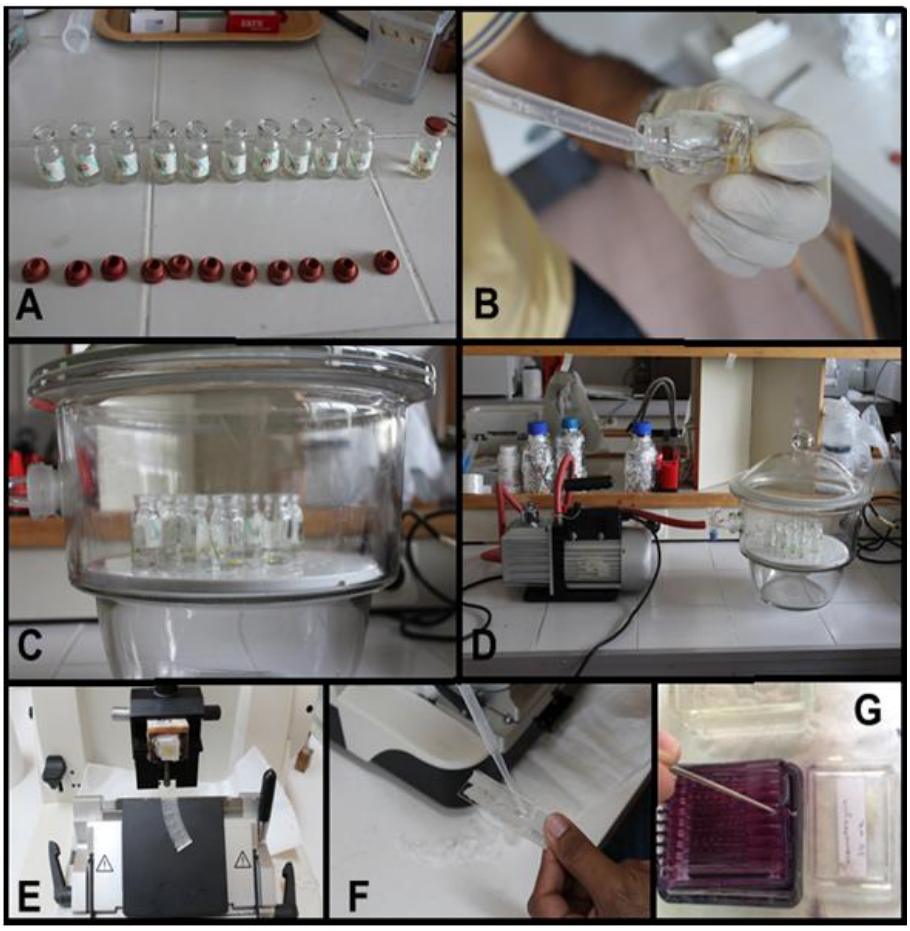
örneklerden alınan kesitler lamlara yerleştirilmiş ve 35-40 $^{o}$C sıcaklığındaki sıcak yüzey (hot plate) üzerine konulmuştur. Sıcak yüzey üzerindeki her bir lama bir damlalık yardımıyla saf su ilave edilmiştir. Bu yolla kesitlerin su yüzeyinde yüzmesi ve sıcaklığın yardımıyla suyun parafini gergin duruma getirmesi ve suyun buharlaşmasıyla birlikte kesitlerin lam üzerine gergin bir vaziyette yapışması sağlanmıştır. Bu işlemlerden sonra lam üzerindeki kesitler bir gece boyunca 30-35 $^{o}$C'deki etüv içerisinde bekletilmiştir. Nar tohumlarında ligninleşme aşamalarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen histolojik analiz basamakları Şekil 3.4'te sunulmuştur.

**3.2.2.4. Örneklerin Boyanması**

Lamlar, lam taşıyıcıları üzerine yerleştirilmiş ve 10'ar dk ksilol-1, ksilol-2'de bekletilerek parafinin erimesi ve örneklerden ayrılması sağlanmıştır. Bu aşamada örnekler ilk olarak izopropil alkol-1 ve izopropil alkol-2'de 5'er dk, daha sonra %96'dan başlayarak sırasıyla %70, %40, ve %20 olacak şekilde dereceleri azalan alkol küvetlerinde ve son olarak da saf su içerisinde 3 dk bekletilmiştir.

Fiksasyon aşamasından sonra örneklerin boyanması işlemine geçilmiştir. Boyama işleminde hematoksilin boya çözeltisi kullanılmıştır. Hematoksilin boya çözeltisini hazırlamak için öncelikle 1 g hematoksilin, 6 mL etil alkol içerisinde eritilmiştir. Başka bir erlen içerisinde 12.5 g $KAl_3SO_4$ (potasyum aliminyum sülfat) 100 mL suda eritilmiş ve bu çözeltiye 0.18 g $KMnO_4$ (potasyum permanganat), 25 mL gliserin ve 25 mL metanol eklenmiştir. Daha sonra bu çözelti önceden eritilen hematoksilin ile karıştırılarak stok çözelti hazırlanmıştır. Boyama işleminde 1 birim stok çözelti, 10 birim saf su ile seyreltilerek kullanılmıştır. Örnekler boyama sıvısı içerisinde 30 dk. daha sonra su dolu bir kap içerisinde hafif akan çeşme suyu altında 15 dk. bekletilmiştir. Daha sonra boyanan örnekler başlangıçta izlenen alkol serilerinden ters yönde yeniden geçirilmiştir. Boyanan örnekler %20, %40, %70, %96'lık alkolde 3 dk. bekletilmiş ve izopropil alkolde 5 dk. bekletilerek ayrı bir ksilol kabı içerisine alınmıştır. Ksilol kabı içerisinden

alınan lamların üzerindeki ksilol iyice süzülerek ve üzerlerine entellan yapıştırıcı damlatılarak birer lamel ile kapatılmıştır. Bu şekilde devamlı preperat haline getirilen örnekler 30 $^{o}$C'deki etüvde bekletilerek incelemeye hazır hale getirilmişlerdir (Eti ve Stosser, 1988).




Şekil 3.4. Nar tohumlarında ligninleşme aşamalarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen histolojik analiz basamakları. A-B. Örneklere Johansen çözeltisi eklenmesi. C-D. Örneklerin havalarının alınması. E-F. Kesit alınması. E. Örneklerin boyama sıvısı içerisinde bekletilmesi.

#### 3.2.2.5. Örneklerin İncelenmesi

Boyama sonucunda incelemeye hazır hale gelen örnekler floresan mikroskop altında görüntülenmiştir. Ligninleşme dönemi tespit edilmiş ve fotoğraflanmıştır.

### 3.2.3. Biyokimyasal Analizler

#### 3.2.3.1. UV Absorbsiyonu

Tez çalışmasında kullanılan örneklerde toplam lignin içeriği asetil bromür metoduna göre belirlenmiştir (Iiyama ve Wallis, 1990). Lignin düzeyi farklı dönemlerde alınan nar meyvelerinin tohumlarından izole edilip analiz edilmiştir.

Kurutulmuş tohumlardan 10-15 mg örneğe 10 mL su eklenerek her 10 dk'da bir karıştırmak sureti ile 1 saat boyunca 65 ºC sıcaklıkta bekletilmiştir. Daha sonra örnekler cam süzme düzeneğinden filtre edilerek sırasıyla belirli miktarlarda su, etanol, aseton ve son olarak da dietil eter ile yıkanmıştır. Süzgeç kâğıdında kalan kısımlar cam viallere alınarak 70 ºC'de 1 gece bekletilmiştir.

Her viale %25'lik 2,5 mL asetil bromür eklenerek 50 ºC'de 2 saat bekletilmiş ve örnekler soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler 10 mL 2 N'lik sodyum hidroksit ve 12 mL asetik asit ile karıştırılarak bir gece bekletilmiştir. Örneklerin lignin içeriği UV cihazı ile 280 nm dalga boyunda absorbansların okunması ile koniferol alkole karşı hesaplanan standart doğruya karşı hesaplanmıştır. Sonuçlar koniferol alkole eşdeğer miktar (CAE, coniferol alcohol equivalent) cinsinden değerlendirilmiştir.

### 3.2.4. RNA Sekanslama Çalışmaları

#### 3.2.4.1. RNA izolasyonu

Nar bitkisinde tohum sertliği-yumuşaklığının oluşmasından sorumlu lignin yapısının ortaya çıkmasını sağlayan genlerin tespitinin moleküler düzeyde araştırılması için öncelikle nar tohumlarından RNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir.

RNA izolasyonu için iki farklı ekstraksiyon buffer hazırlanmıştır.

**Ekstraksiyon Buffer I**: Bu solüsyonun hazırlanmasında %2 CTAB (Cetyltrimetil amniyum bromid), 25 mM EDTA (Etilen daimin tetra asedik asit), 100 mM Tris-HCL (pH:8), 2.0 M NaCl, 0.5 g/L Spermidin ve %2 PVP (Polyvinilpirolidon MA: 2.5g/mol ) kullanılmıştır.

Solüsyon 121 $^{o}$C'de 20 dk. otoklav edilmiştir. Kullanılmadan önce 50 µg/mL proteinaz K eklenmiştir.

**Ekstraksiyon Buffer II**: Bu solüsyonun hazırlanmasında %2 CTAB, 1 mM, 10 mM Tris-HCL (pH:8), 1.0 M NaCl, 0.5 g/L Spermidin ve %0.5 Sodyum doesil sulfat (SDS) kullanılmıştır.

Ekstraksiyon Buffer II 121 $^{o}$C'de 20 dk. otoklav edilmiş ve kullanılmadan önce 65 $^{o}$C'ye kadar ısıtılmıştır.

**Diğer Solüsyonlar:** RNA izolasyonunda ayrıca kloroform: isoamil alkol (24:1), otoklavlanmış ve 4 $^{o}$C'de muhafaza edilmiş 10 M lityum klorit, %70'lik etanol (DEPC ile hazırlanmış saf etanol), isopropanol (DEPC ile hazırlanmış) ve 3 M sodyum asetat (NaOAc, pH:5.2) solüsyonları kullanılmıştır.

### 3.2.4.2. RNA İzolasyon Aşamaları

- Örnekler havanda sıvı azot yardımıyla öğütülmüştür.
- Öğütülmüş örneklerden 100 mg alınarak 2mL'lik tüplere aktarılmıştır. Üzerlerine 65 $^{o}$C'ye getirilmiş Ekstraksiyon Buffer I eklenmiştir. Daha sonra hızlı bir şekilde 20 µL β-merkaptoetanol eklenmiştir.
- Bu solüsyon 65 $^{o}$C'de 15 dk. inkübe edilmiştir.
- Örnekler 10 000xg'de 10 dk. 4 $^{o}$C'de santrifüj edilmiştir.
- Süpernatant 2 mL'lik tüplere transfer edilmiş ve eşit hacimli kloroform:isoamilalkol (24:1) eklenmiştir. Ardından 13 000xg'de 10 dk. santrifüj edilmiştir
- Süpernatant yeni tüplere aktarılmış ¼ hacminde 10 M LiCl eklenmiştir. Tüpler ters çevirilip, 4 $^{o}$C'de bir gece bekletilmiştir.

- Tüpler 20 000xg'de 40 dk. 4 $^{o}$C'de santrifüj edilmiştir.
- Pelet 500 µL %70'lik soğuk etanol ile yıkanmıştır (Bu aşama iki defa tekrar edilmiştir).
- 300 µL önceden ısıtılmış ekstraksiyon buffer II pelete eklenmiş, 65 $^{o}$C'lik su banyosu öncesinde 15 dk. erimesi beklenmiştir.
- Eşit hacimli 24:1 kloroform ve isoamilalkol eklenmiş ve vortekslenmiştir. Karışım 13000 xg'de 10 dk. 4 $^{o}$C'de santrifüj edilmiştir (Bu aşama iki kere tekrar edilmiştir).
- Üzerine 0.1 oranında 3 M NaOAc (pH:5.2) ve 0.6 oranında isopropanol eklenerek karıştırılmış ve -20 $^{o}$C'de 2 saat inkübe edilmiştir.
- Tüpler 20000xg'de 30 dk 4 $^{o}$C'de santrifüj edilmiş ve pelet %70'lik etanol ve soğuk su ile yıkanmış, ardından 15 dk. havlu üzerinde kurutulmuştur.
- Elde edilen RNA üzerine 30 µL DEPC su ve DNase I (1 ünite/1 µg RNA) eklenmiştir.

#### 3.2.4.3. RNA Saflığı, Sağlamlığı ve Kalitesinin Ölçülmesi

İzole edilen RNA'nın saflığı ve konsantrasyonu Nanodrop spektrofotometre ile ölçülmüştür. RNA sağlamlığı 28S ve 18S ribozomal RNA alt birimlerinin varlığı ile değerlendirilmiştir. Alt birimlerin varlığı %1 formaldehit ve etidium bromid agaroz jel elektroforezi ile 312 nm dalga boyundaki görüntüleme ile tespit edilmiştir.

### 3.2.5. RNA Sekanslama Metodu

RNA sekanlama çalışmaları Beijing Genomics Institute (BGI) bünyesinde gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2.5.1. Transkripsiyon *De novo* Çalışma Süreci

Toplam RNA ekstraksiyonu ve DNase I muamelesi yapıldıktan sonra oligo(dT)'ler, mRNA izolasyonu için kullanılmıştır. Fragmentasyon bufferı ile

karıştırılıp mRNA'lar fragmante edilmiştir. mRNA fragmentleri template olarak kullanılarak cDNA sentezi yapılmıştır. Kısa fragmanlar EB bufferı ile saflaştırılmış, ayrıştırılmış ve tek adenin nükleotidi eklenmiştir. Daha sonra kısa fragmanlar adaptörlere bağlanmıştır. PCR amplifikasyonu için uygun fragmentler seçilmiştir. QC aşaması süresince Agilent 2100 Bioanaylzer ve ABI StepOnePlus Real-Time PCR sistemleri örnek kütüphane kuantifikasyon ve kualifikasyon için kullanılmıştır. Daha sonra kütüphane Illumina HiSeq 3000 cihazı kullanılarak sekanslanmıştır.

Sekanslama sonrasında ham okumalar elde edilmiştir. İlk olarak bilinmeyen baz sıraları (N), adaptör kirliliğinden kaynaklı sıralar ve düşük kaliteli okumalar filtrelenmiş ve net okumalar elde edilmiştir. Daha sonra net okumalarla gerçekleştirilen *de novo* birleştirmesi unigen'lerin elde edilmesini sağlamıştır. Fonksiyonel ilişki ve ekspresyon sonuçları iki örnek arasında ileri fonksiyonel analizler DEG (Differentially Expression Gene) ile tespit edilmiştir.

**3.2.5.2. Sekansların Filtrelenmesi**

Downstream analizlerinden önce bilinmeyen baz sıraları (N), adaptör kirliliğinden kaynaklı sıralar ve düşük kaliteli okumalar tespit edilmiş ve bunlar internal software kullanılarak aşağıdaki aşamalardan geçirilerek filtrelenmiştir.

1. Sekansların adaptörlerden ayrılması
2. Sekansların bilinmeyen baz okumalarından ayrılması (%5'ten fazla)
3. Düşük kaliteli sekansların ayrıştırılması (%10'dan küçük kalitede olan okumalar)

Filtreleme işleminden sonra ham sekanslar net sekanslar (clean reads) olarak ifade edilmiştir. Net okumalar FASTQ sistemi ile saklanmıştır.

#### 3.2.5.3. *De novo* Analizleri

Trinity kullanılarak PCR dublikasyonları net okumalardan ayıklanmıştır. Trinity üç farklı bağımsız program modüllerinden oluşmaktadır. Bunlar: Inchworm, Chrysalis ve Butterfly'dır. Bu modüller büyük hacimli sekans okumalarını sağlamaktadır. Trinity modülleri sekans datalarını parçalara ayırarak bağımsız grafikler oluşturmaktadır. Her grafik gende veya lokusta transkripsiyonel kompleksliğini göstermektedir. Daha sonra her grafiği bağımsız olarak değerlendirerek büyük uzunlukta splice izoformlarını ayırmaktadır.

#### 3.2.5.4. DEG ve DEG Cluster Analizleri

DEG analizleri PossionDis kullanılarak yapılmıştır. Cluster analizleri ise birden fazla grup varlığında yapılmıştır. Gruplar arasında kesişme olup olmadığı tespit edilmiştir.

#### 3.2.5.5. DEG Gen Ontoloji ve KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) Analizleri

GO analizleri DEG'lerin sınıflandırılması için yapılmıştır. Genler biyolojik proses, hücresel komponent ve moleküler fonksiyonlarına göre sınıflandırılmıştır. Araştırmada kullanılan örnekler arasında farklı seviyede ifade olan genlerin hangi yolaklarda görev aldığı ise KEGG analizleri ile belirlenmiştir.

# 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışmasında narda yumuşak-sert çekirdek oluşum mekanizması histolojik, biyokimyasal ve moleküler yöntemlerle araştırılmıştır. Bu amaçla sert çekirdekli olan 'Hicaznar' ve yumuşak çekirdekli olarak bilinen '33N26' çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında histolojik analizler ile her iki çeşitte de tozlamayı takip eden belirli dönemlerde örneklemeler yapılarak ligninleşmenin başladığı dönemler mikroskop ile yapılan incelemeler sonucunda tespit edilmiştir. Ayrıca, meyve örneklerinin alındığı bu dönemlerde lignin miktarları kantitatif olarak belirlenmiştir. Bu amaçla biyokimyasal analizler yürütülmüştür. Histolojik ve biyokimyasal analizler sonucunda ligninleşmenin başladığı, ilerlediği ve yoğunlaştığı dönemlere ait bitkisel materyallerde RNA-Seq çalışmaları yürütülmüş ve narda yumuşak sert çekirdek oluşum mekanizmasında görev alan aday genler belirlenmiştir.

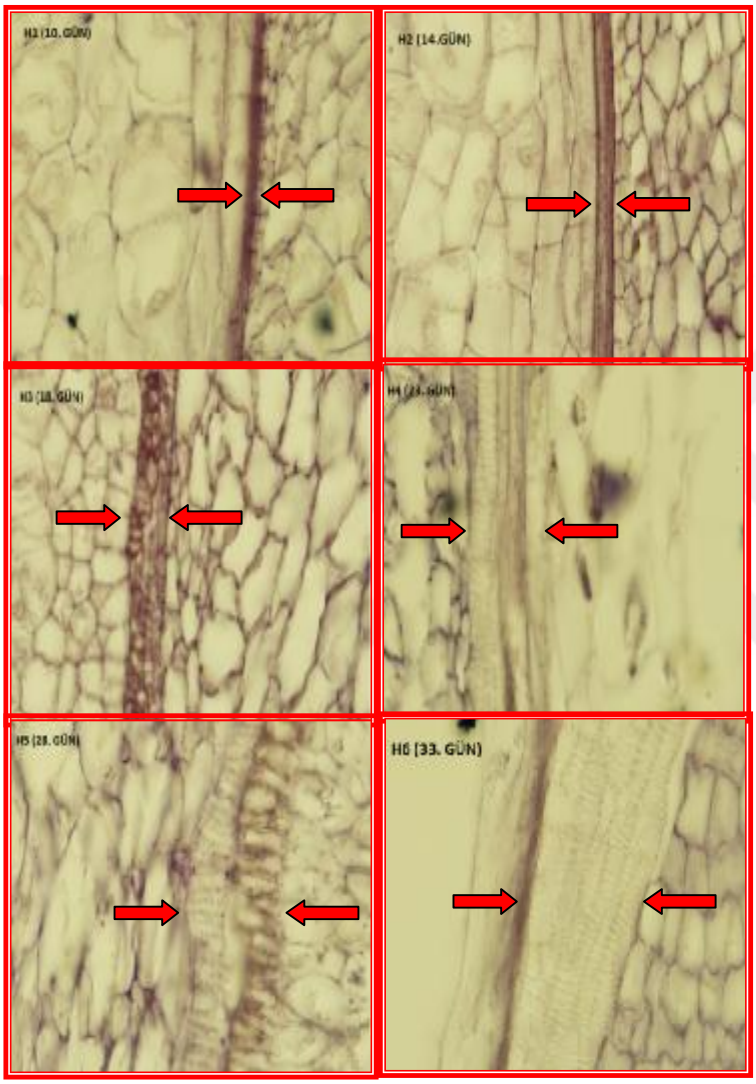
## 4.1. Histolojik Analizlere Ait Bulgular

Tez kapsamında kullanılan sert çekirdekli 'Hicaznar' ve yumuşak çekirdekli '33N26' çeşitlerinde histolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada her iki çeşitten meyveler, tozlama ve döllenmenin ardından meyve tutumunu takiben belirli aralıklarda alınmış ve meyveler açılarak ilgili çeşitlere ait tohumlar histolojik analizlerde kullanılmıştır.

Her iki çeşide ait tohumlardan alınan kesitlerin boyanması sonucunda incelemeye hazır örnekler floresan mikroskop altında görüntülenmiş ve ilgili dokuların gelişim süreçleri fotoğraflanmıştır.

Histolojik incelemeler sonucunda 'Hicaznar' çeşidinde ligninleşmenin tozlamadan sonraki 14. günde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Daha sonraki dönemlerde ise lignin tabakasının hızlı bir şekilde kalınlaştığı belirlenmiştir. Ligninleşmenin iç integümentin farklılaşmasıyla oluştuğu bilinmektedir. Yapılan gözlemler sonucunda 'Hicaznar' örneklerinde ligninleşmenin dışa doğru olduğu

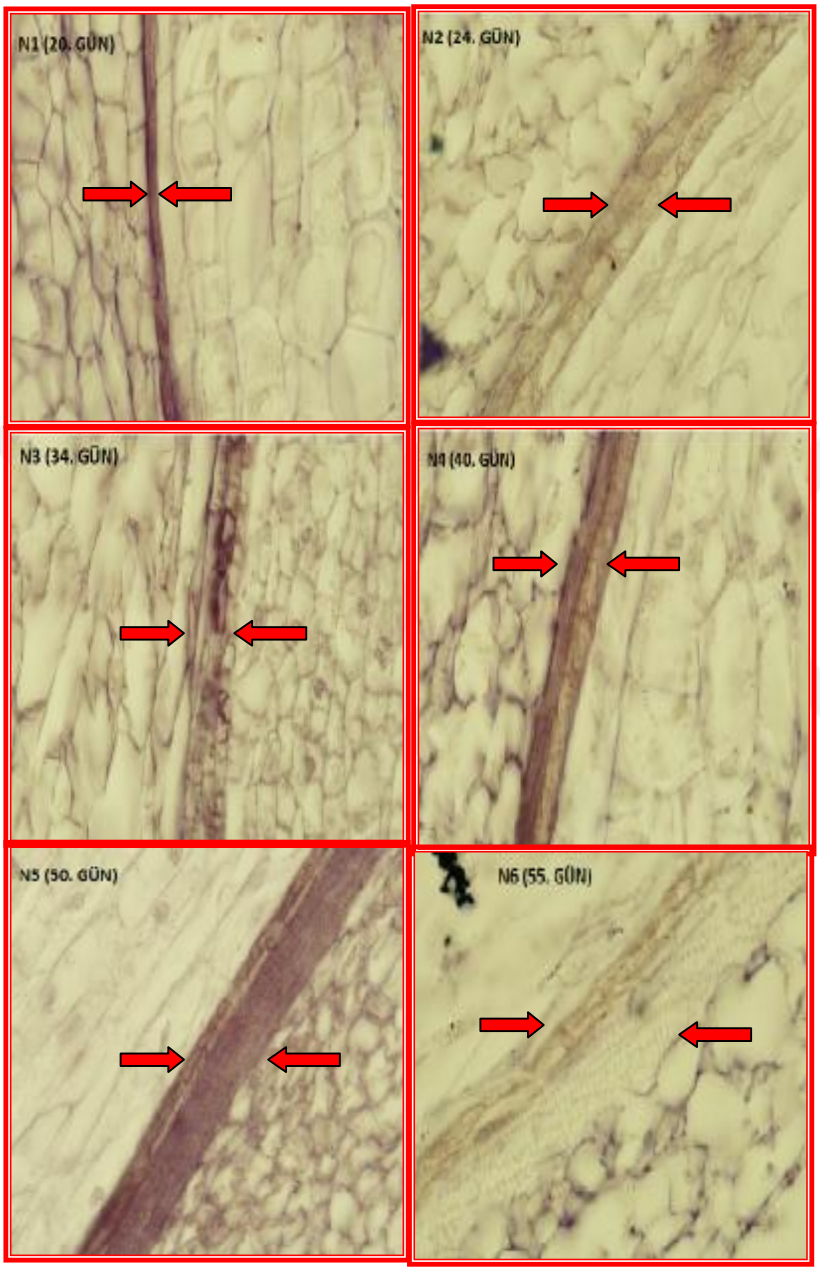
gözlenmiştir. Hicaznar çeşidine ait farklı dönemlerde temin edilen tohum örneklerine ait mikroskobik görüntüler Şekil 4.1'de sunulmuştur.




Şekil 4.1. 'Hicaznar'da farklı dönemlerde lignin tabakası değişimi

Yumuşak çekirdekli '33N26' çeşidinde ligninleşmenin sert çekirdekli 'Hicaznar' çeşidine göre daha geç dönemde ortaya çıktığı histolojik analizler sonucunda tespit edilmiştir. '33N26' çeşidine ait örneklerde lignin tabakasının

oluşmaya başladığı dönem, tozlamadan sonra 24. gün olarak tespit edilmiştir. Bu dönemden sonra lignin tabakasının farklılaşması daha belirgin ve hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir. Tez çalışması kapsamında kullanılan iki çeşit karşılaştırıldığında ligninleşmenin sert çekirdekli 'Hicaznar'da yumuşak çekirdekli '33N26'ya göre daha erken bir dönemde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. '33N26' çeşidine ait farklı dönemlerde alınan tohumlar kullanılarak yürütülen histolojik analizlere ait mikroskobik görüntüler Şekil 4.2'de sunulmuştur.




Şekil 4.2. '33N26'da farklı dönemlerde lignin tabakası değişimi

Pujari ve Rane (2015), narda yürüttükleri çalışmada lignin oluşum aşamalarını histolojik yöntemler ile belirlemişlerdir. Çalışmalarında yumuşak

çekirdekli ve sert çekirdekli olan iki farklı nar çeşidini kullanmışlardır. Çeşitlere ait tohum örnekleri tam çiçeklenmeden başlamak üzere 15 gün aralıklarla meyve olgunlaşıncaya kadar toplanmıştır. Çalışma sonucunda hemiselülozların başlangıçtan itibaren ilk 30 gün boyunca oldukça yüksek miktarda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bu dönem içerisinde lignin oluşumu tespit edilmemiştir. Lignin oluşumunun 45. günden itibaren başladığı tespit edilmiştir. 120. günün sonunda ise lignin miktarının en yüksek olduğu tespit edilmiş ve tohum sertliğinin maksimum olduğu dönem olarak belirlenmiştir. Tez çalışmasında, yumuşak çekirdekli olarak bilinen '33N26' çeşidinde ligninleşmenin 24. günde, sert çekirdekli olarak bilinen 'Hicaznar' çeşidinde ise 14. günde başladığı tespit edilmiştir. Ligninleşme miktarının '33N26' çeşidinde tozlamadan sonraki 55. günde, 'Hicaznar' çeşidinde ise 33. günde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Pujari ve Rane (2015)'nin yapmış oldukları çalışma ile tez çalışmasında kullanılan çeşitlerin lignin oluşumunun farklı günlerde başlamasının çeşit farklılığından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Sarikhani ve ark. (2015), dört farklı İran nar çeşidine ait tohumlarda ligninleşme ve meyve gelişmesi ile ilgili araştırmalar yürütmüşlerdir. Bu amaçla döllenmeden sonraki 9 farklı gelişim aşamasında (0, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 105 ve 156. gün) örneklemeler yapmışlardır. Lignin oluşum sürecini karmin ve metilen blue boyaları kullanarak mikroskop altında incelemişlerdir. Tohum sertliğinin belirlenmesinde tohumların lif içeriğindeki değişimlerin önemli bir karakter olduğunu belirtmişlerdir. Örneklerin lif içerikleri incelendiğinde, çeşitler arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Ancak en hızlı lif birikiminin döllenmeden sonraki 14. gün ile 28. gün arasında (%80) olduğunu, 42. günden itibaren yavaşlamaya başladığını tespit etmişlerdir. Tez çalışmasında histolojik analizler sonucunda 'Hicaznar' ve '33N26' çeşitleri arasında ligninleşme açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan çeşitlerde ligninleşmenin 14-24. günler arasında başladığı belirlenmiş ve elde ettiğimiz bulgular Sarikhani ve ark. (2015) ile uyumlu bulunmuştur.

### 4.2. Biyokimyasal Bulgular

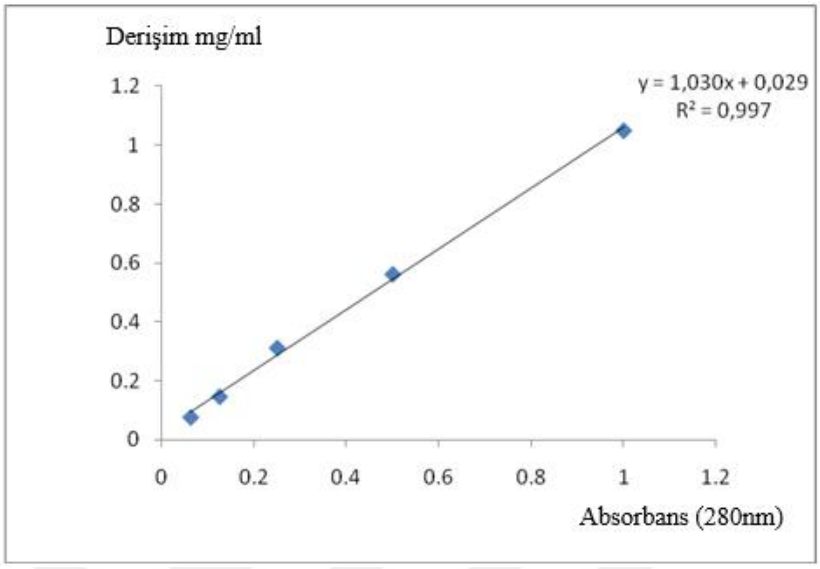
'Hicaznar' ve '33N26' çeşitlerinde histolojik analizler sonucunda ligninleşmenin başladığı ve ligninleşme sürecinin hızlandığı dönemler tespit edilmiştir. Tez kapsamında ayrıca histolojik bulguları doğrulamak ve lignin miktarını ilgili dönemlerde kantitatif olarak belirleyebilmek için biyokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Biyokimyasal analizlerde kullanılan tohumlar ile histolojik analizlerde kullanılan bitkisel materyaller aynı döneme ait örneklerdir.

Ligninin temel yapı taşı, fenil propan bileşiği olan sinapil ve koniferal alkollerdir. Bu nedenle biyokimyasal analizler kapsamında ilk olarak koniferol alkol standart ortalaması oluşturulmuştur. Bu amaçla koniferol alkol 5 farklı derişimde seyreltilmiştir. Farklı derişimlere ait absorbans değerleri Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Koniferol alkol standart tablosu ortalaması

| Derişim (mg/mL) | Absorbans (280 nm) |
|---|---|
| 1 | 1,049 |
| 0,5 | 0,562 |
| 0,25 | 0,312 |
| 0,125 | 0,147 |
| 0,0625 | 0.078 |

Farklı derişimlerde yapılan ölçümler sonucu elde edilen absorbans değerleri kullanılarak koniferol alkol standart eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 4.3).




Şekil 4.3. Koniferol alkol standart eğrisi ortalaması

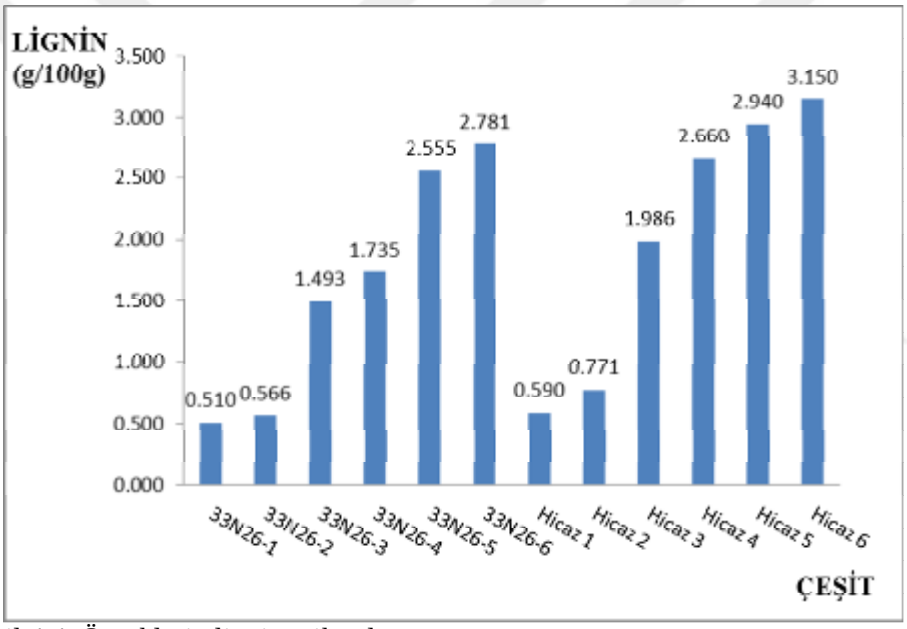
Tez kapsamında kullanılan tüm örneklerde 280 nm'deki absorbans değerleri ve koniferol alkol standart eğrisi kullanılarak lignin miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu elde edilen lignin miktarları Çizelge 4.2'de, örneklerin içerdiği lignin miktarını gösteren grafik ise Şekil 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Absorbans değerleri ortalamaları

| Örnek | Abs. (280 nm) | Doğru denkleminden (mg/ml) CAE | mg/100g | g/100g |
|---|---|---|---|---|
| **33N26-1** | 0,106 | 0,0801 | 533,830f | 0,510 |
| **33N26-2** | 0,115 | 0,0881 | 587,627e | 0,566 |
| **33N26-3** | 0,254 | 0,2176 | 1450,445d | 1,493 |
| **33N26-4** | 0,284 | 0,2458 | 1638,734c | 1,735 |
| **33N26-5** | 0,405 | 0,3582 | 2387,751b | 2,555 |
| **33N26-6** | 0,436 | 0,3873 | 2582,247a | 2,781 |
| **Hicaz-1** | 0,118 | 0,091 | 606,249f | 0,590 |
| **Hicaz-2** | 0,144 | 0,115 | 767,639e | 0,771 |
| **Hicaz-3** | 0,322 | 0,282 | 1876,681d | 1,986 |
| **Hicaz-4** | 0,415 | 0,368 | 2453,962c | 2,660 |
| **Hicaz-5** | 0,458 | 0,408 | 2718,808b | 2,940 |
| **Hicaz-6** | 0,490 | 0,437 | 2915,373a | 3,150 |

LSD_33N26: 0,020
LSD_Hicaznar: 0,087

Biyokimyasal analizler sonucunda, '33N26' ve 'Hicaznar'a ait örnekler kendi aralarında değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda, '33N26' çeşidinde alınan örnekler lignin miktarları açısından önemli bulunmuştur (P<0,001). Lignin miktarının en fazla 33N26-6 örneğinde olduğu tespit edilmiştir. 'Hicaznar' çeşidinde kullanılan örnekler arasında lignin miktarının önemli olup olmadığının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen istatistiksel analizler sonucunda, örnekler arasında lignin miktarının önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,001). Lignin miktarının en fazla Hicaznar-6 örneğinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Örneklerin lignin miktarları

Tez çalışmasında yürütülen biyokimyasal analizler sonucunda ligninleşmenin 'Hicaznar'da tozlanmadan yaklaşık 10 gün sonra başladığı ve 14. günden itibaren hızlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. '33N26' çeşidinde ise ligninleşmenin tozlamadan yaklaşık 20 gün sonra ortaya çıktığı ve 24. günden itibaren lignin miktarının hızlı bir şekilde arttığı belirlenmiştir. 'Hicaznar' ve

'33N26' çeşitleri karşılaştırıldığında ligninleşmenin beklendiği gibi farklı dönemlerde ve farklı oranlarda ortaya çıktığı görülmüştür.

Araştırma kapsamında bitkilerde lignin içeriklerinin belirlenmesinde asetil bromür yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem birçok bitki türünde lignin miktarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Farklı çalışmalar incelendiğinde bu yöntemin otsu bitkilerde de başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Iiyama ve Wallis, 1990). Odunsu bitkilerde selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriği özellikle biyokütle enerji endüstrinde oldukça önemlidir. Bu yönüyle lignin içeriklerinin biyokimyasal yöntemlerle tespit edilmesi daha da önem kazanmıştır. Son yıllarda gelişen biyokimyasal teknolojiler ile bitkilerde lignin miktarlarının belirlenmesi kolaylaşmıştır. Lignin içeriği bakımından oldukça zengin olan bambu bitkisinde Near Infrared Spektoro teknolojisi kullanılarak selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri tespit edilmiştir. Sonuçların oldukça hızlı ve güvenilir bir yöntem olduğu belirlenmiştir (Li ve ark., 2014).

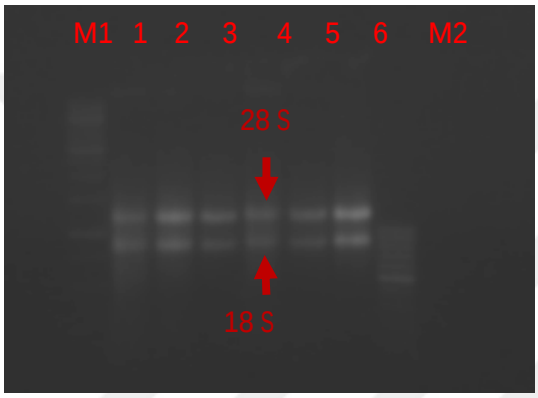
Histolojik ve biyokimyasal analizler değerlendirildiğinde, elde edilen sonuçların paralellik göstererek birbirini doğruladığı tespit edilmiştir. Histolojik ve biyokimsayal analizler sonucunda ortaya çıkan bulgular doğrultusunda moleküler analizlere geçilmiştir.

### 4.3. Moleküler Analizler

Tez kapsamında nar için önemli bir özellik olan sert-yumuşak çekirdeklilik mekanizması moleküler analizler ile araştırılmıştır. Bu amaçla histolojik ve biyokimyasal analiz bulgularına dayalı olarak moleküler çalışmalarda kullanılacak örnekler belirlenmiştir. Moleküler analizlerde sert çekirdekli 'Hicaznar' çeşidinde ve yumuşak çekirdekli '33N26' çeşidinde ligninleşmenin başladığı, ilerlediği ve yoğunlaştığı dönemlere ait örnekler kullanılmıştır. '33N26' çeşidinde tozlamadan sonraki 20. 34. ve 55. günlere ait tohumlar, 'Hicaznar' çeşidinde ise 10. 18. ve 33. günlere ait tohumlar kullanılmıştır.

### 4.3.1. RNA İzolasyonu

Tez çalışmasında kullanılan nar çeşitlerinde histolojik ve biyokimyasal analizler sonucunda belirlenen örneklerden RNA izolasyonları gerçekleştirilmiştir. RNA izolasyonu sonucunda elde edilen RNA'ların kalite ve miktarlarını tespit etmek amacıyla RNA'ların agaroz jel elektoroforezi gerçekleştirilmiştir. RNA örneklerinin agaroz jeldeki görüntüsü Şekil 4.5'te sunulmuştur.




Şekil 4.5. RNA izolasyonlarına ait jel görüntüsü. 1-3: Hicaznar, 4-6: 33N26

Agaroz jel görüntüsü incelendiğinde, RNA'lara ait 28S ve 18S alt ünitelerinin net olarak gözlendiği ve RNA'larda çalışmayı engelleyecek bir degradasyonun olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

Örneklere ait RNA'ların kalite ve miktarı NanoDrop ile yapılan ölçümler ile belirlenmiştir. Örneklerin miktarları 312.15-792.09 ng/uL aralığında değişmiştir. Ayrıca 260/280 ve 260/230 nm verdikleri dalga boylarıda incelenerek örneklerin sekanslama için yeterli kalitede olduğu tespit edilmiştir. NanoDrop ile yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerler Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Örneklere ait RNA'ların NanoDrop ölçümü sonucunda elde edilen kalite ve miktarları

| Örnek | ng/uL | A260/A280 | A260/A230 |
|---|---|---|---|
| 33N26-1 | 379.26 | 2.14 | 2.32 |
| 33N26-3 | 792.09 | 2.2 | 2.41 |
| 33N26-6 | 472.06 | 2.18 | 2.41 |
| Hicaznar-1 | 312.15 | 2.15 | 2.35 |
| Hicaznar-3 | 358.21 | 2.13 | 2.37 |
| Hicaznar-6 | 732.77 | 2.18 | 2.37 |

### 4.3.2. RNA-Seq Analizleri

Tez çalışmasında kullanılan sert çekirdekli 'Hicaznar' ve yumuşak çekirdekli '33N26' çeşitlerinde ligninleşmenin başladığı, ilerlediği ve yoğunlaştığı dönemlere ait örneklerden elde edilen RNA'lar Illumina HiSeq 3000 cihazı kullanılarak sekanslanmıştır. RNA-Seq analizlerinde kullanılan cihaz, Şekil 4.6'da gösterilmiştir. RNA dizilemesi gerçekleştirilen örneklerde 45.24 Mb uzunluğunda toplam ham okuma yapılmıştır. Örneklerden 45 milyon baz uzunluğunda temiz okuma elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm örneklerde %99'un üzerinde temiz okuma tespit edilmiştir. RNA-Seq analizlerinde elde edilen okuma verilerine ait bilgiler Çizelge 4.4'te sunulmuştur.




Şekil 4.6 RNA Seq analizlerinde kullanılan Hi-Seq 3000 cihazının genel görünümü

Çizelge 4.4. RNA-Seq analizlerinde elde edilen okuma verilerine ait bilgiler

| Örnek | Toplam Ham Okuma (Mb) | Toplam Temiz Okuma (Mb) | Toplam Temiz Baz Sayısı (Gb) | Temiz Okuma Q20 (%) | Temiz Okuma Q30 (%) | Temiz Okuma Oranı (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 33N26-1 | 45.24 | 45.14 | 4.51 | 97.23 | 93.13 | 99.78 |
| 33N26-3 | 45.24 | 45.09 | 4.51 | 98.06 | 95.06 | 99.65 |
| 33N26-6 | 45.24 | 45.21 | 4.52 | 97.5 | 93.84 | 99.94 |
| Hicaznar-1 | 45.24 | 45.14 | 4.51 | 97.65 | 93.9 | 99.78 |
| Hicaznar-3 | 45.24 | 45.2 | 4.52 | 98.06 | 95.3 | 99.92 |
| Hicaznar-6 | 45.24 | 45.2 | 4.52 | 97.31 | 94.03 | 99.91 |

Okumalar filtrelendikten sonra, temiz okumalar ile *de novo* analizlerini gerçekleştirmek için Trinity programı kullanılmıştır. Transkriptlerin kalite ölçütleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Örneklerde 48.000'in üzerinde transkript elde

edilmiştir. Transkriptlerin toplam uzunluğu 51.000 ile 60.000 arasında, ortalama uzunluk ise 1.052-1.116 arasında değişmiştir. N50 verileri ise 1.763-1.869 arasında değişiklik göstermiştir. Tüm transkriptlerde GC bazlarının oranı %46 civarında belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Transkriptlerin kalite ölçütleri

| Örnek | Toplam Sayı | Toplam Uzunluk | Ortalama Uzunluk | N50 | N70 | N90 | GC (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33N26-1 | 48.996 | 53.228.009 | 1.086 | 1.812 | 1.252 | 471 | 46.84 |
| 33N26-3 | 49.440 | 54.478.109 | 1.101 | 1.834 | 1.255 | 486 | 46.81 |
| 33N26-6 | 48.287 | 52.933.114 | 1.096 | 1.814 | 1.254 | 484 | 46.83 |
| Hicaznar-1 | 54.011 | 60.085.573 | 1.112 | 1.869 | 1.288 | 486 | 46.55 |
| Hicaznar-3 | 50.374 | 56.228.837 | 1.116 | 1.850 | 1.273 | 503 | 46.79 |
| Hicaznar-6 | 48.902 | 51.490.887 | 1.052 | 1.763 | 1.190 | 453 | 46.91 |

Transkriptlerin unigenlere kümelenmesi için Tgicl programı kullanılmıştır. Kümelenen kalite ölçütleri Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Çizelge 4.6 incelendiğinde tüm unigenlerin sayısı 59.264, toplam uzunluk ise 84.547.276 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan örneklerde ortalama uzunluk 1.156 ile 1.226 arasında değişiklik göstermiştir. N50 verileri 1.815-1.920 arasında değişmiştir. Tüm transkriptlerde GC bazlarının oranı %46 civarında belirlenmiştir.

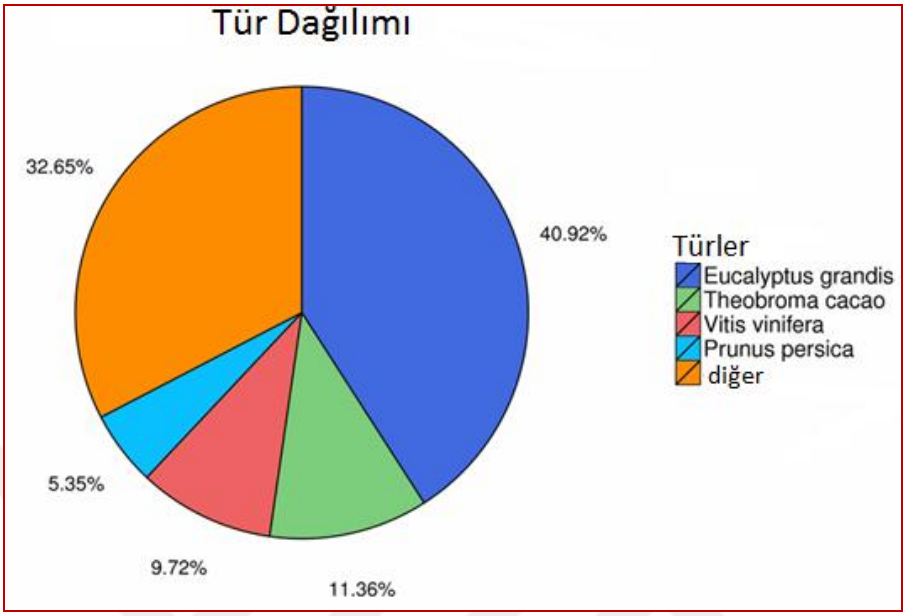
Çizelge 4.6. Unigenlerin kalite ölçütleri

| Örnek | Toplam Sayı | Toplam Uzunluk | Ortalama Uzunluk | N50 | N70 | N90 | GC (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33N26-1 | 39.509 | 46.735.245 | 1.182 | 1.846 | 1.304 | 548 | 46.86 |
| 33N26-3 | 39.705 | 48.085.218 | 1.211 | 1.889 | 1.324 | 569 | 46.82 |
| 33N26-6 | 39.021 | 46.598.609 | 1.194 | 1.851 | 1.307 | 561 | 46.86 |
| Hicaznar-1 | 43.328 | 53.137.817 | 1.226 | 1.920 | 1.362 | 578 | 46.56 |
| Hicaznar-3 | 40.754 | 49.744.563 | 1.220 | 1.894 | 1.334 | 584 | 46.8 |
| Hicaznar-6 | 39.474 | 45.632.841 | 1.156 | 1.815 | 1.257 | 531 | 46.91 |
| All-Unigene | 59.264 | 84.547.276 | 1.426 | 2.137 | 1.548 | 761 | 46.2 |

Çalışmada kullanılan nar bitkisinin genomu henüz dizilenmediği için, ifadesi farklı olarak gerçekleşen genlerin belirlenmesi ve bu genlerin ifade düzeyinin saptanması için *de novo* transkriptom analiz yöntemi uygulanmıştır.

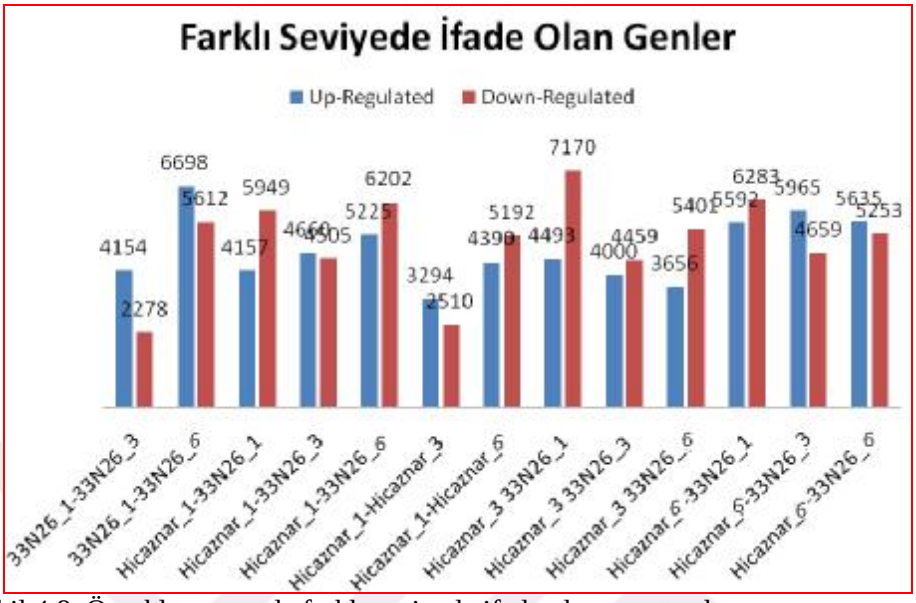
Unigenlerin kümeleme işlemini takiben 2 fonksiyonel veri tabanı kullanılarak bu genlerin hangi görevleri üstlendiği tespit edilmiştir. Transkriptlerin rol aldıkları yolakların belirlenmesi için web tabanlı KAAS (KEGG Automatic Annotation Server) kullanılarak KEGG analizi yapılmıştır. Ayrıca, gen aileleri ve gen ontolojileri belirlenmiştir. Tüm dizilemeler sonucunda toplam olarak 59.264 unigen tespit edilmiştir. GO analizleri sonucunda 12.328 unigenin fonksiyonu belirlenmiştir. KEGG analizleri sonucunda ise 27.698 unigenin hangi yolaklarda görev aldığı tespit edilmiştir. RNA Seq analizleri sonucunda farklı seviyelerde ifade olan genler ve FPKM değerleri EK 1'de sunulmuştur.

GO analizleri sonucunda belirlenen unigenlerin türlere dağılımı da tespit edilmiştir. Sırasıyla en yüksek oranda *Eucalytus grandis*, *Theobroma cacao*, *Vitis vinifera*, *Prunus persica* türleri ile eşleşme sağlanmıştır. Tür dağılımını gösteren grafik Şekil 4.7'de sunulmuştur.



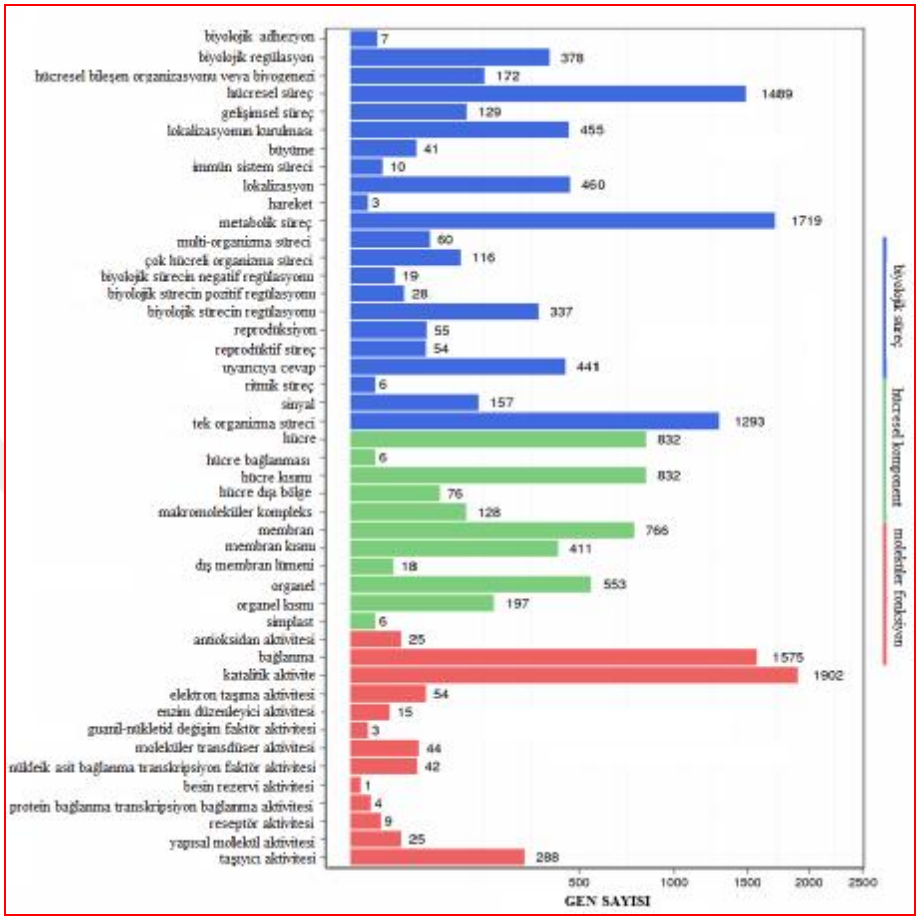

Şekil 4.7. Unigenlerin tür dağılımını gösteren grafik

Çalışma kapsamında kullanılan örnekler arasında farklı ifade olan genler karşılaştırmalı olarak tespit edilmiş ve bu genlerden hangilerinin up veya down-regülasyon görev üstlendiği belirlenmiştir. Down regülasyon RNA veya protein gibi hücresel yapıların miktarında azalma olacak şekilde bir genin ifade olmasıdır. Up regülasyon ise hücresel komponentlerin artışını sağlayacak şekilde bir genin ifade olmasıdır (Şimşek, 2016). Sert çekirdekli olan Hicaznar çeşidinde ligninleşmenin başlangıç evresi olan örnek ile yumuşak çekirdekli 33N26 çeşidinde ligninleşmenin başladığı dönemdeki örnek arasında 4157 up, 5949 down-regülasyon görevi üstlenen ve farklı seviyelerde ifade olan gen tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan diğer örnekler arasındaki farklı seviyelerde ifade olan gen sayıları Şekil 4.8'de sunulmuştur.



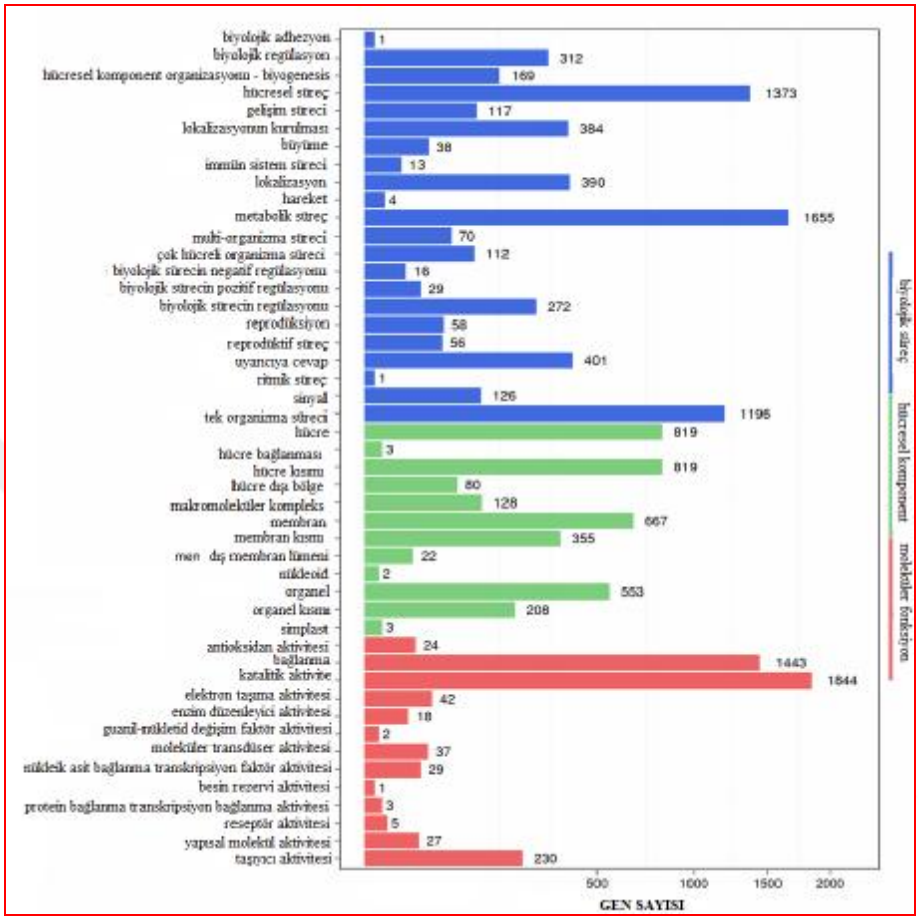
Şekil 4.8. Örnekler arasında farklı seviyede ifade olan gen sayıları

Tez çalışmasında kullanılan örnekler arasında farklı seviyelerde ifade olan genlere ait GO analizleri yürütülmüştür. GO analizleri sonucunda genler hücresel komponent, moleküler fonksiyon ve biyolojik proseslerine göre sınıflandırılmıştır. Yumuşak çekirdekli olan '33N26' çeşidinde ligninleşmenin başladığı ilk dönem ve ligninleşmenin arttığı dönem arasındaki farklı seviyelerde ifade olan GO verileri Şekil 4.9'da, sert çekirdekli olan 'Hicaznar' çeşidinde ligninleşmenin başladığı ilk dönem ve ligninleşmenin arttığı dönem arasındaki farklı seviyelerde ifade olan GO verileri Şekil 4.10'da sunulmuştur. Ayrıca sert ve yumuşak çekirdekli çeşitlerin birbirleri ile karşılaştırılması amacıyla her iki çeşitte ligninleşmenin başladığı dönemler arasındaki farklı seviyelerde ifade olan GO verileri Şekil 4.11'da gösterilmiştir. 'Hicaznar' çeşidi ile '33N26' çeşidinde ligninleşmenin en çok görüldüğü dönemler arasında farklı ifade olan GO verileri Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



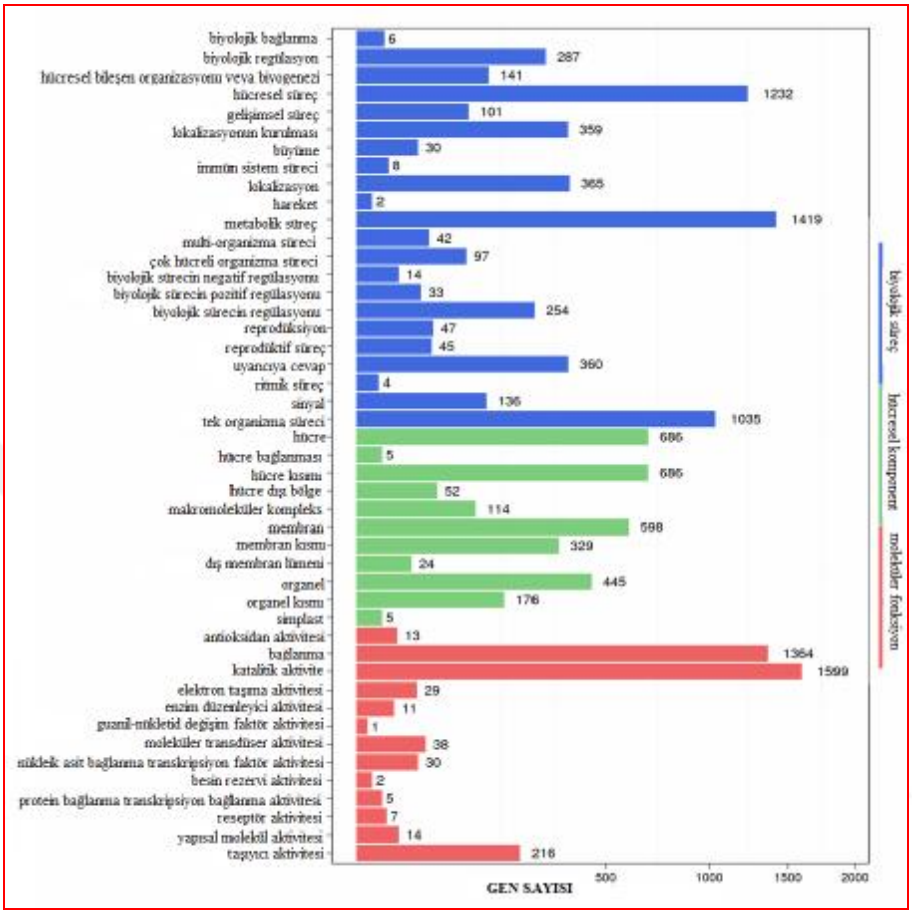

Şekil 4.9. 33N26-1 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki gen ontoloji verileri

33N26-1 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki GO verileri incelendiğinde, biyolojik süreçte en fazla genin 1719 ile metabolik süreçte, hücresel komponentte 832 ile hücre ve hücre kısımlarında, moleküler fonksiyonda en fazla genin 1902 ile katalitik aktivitede olduğu tespit edilmiştir.



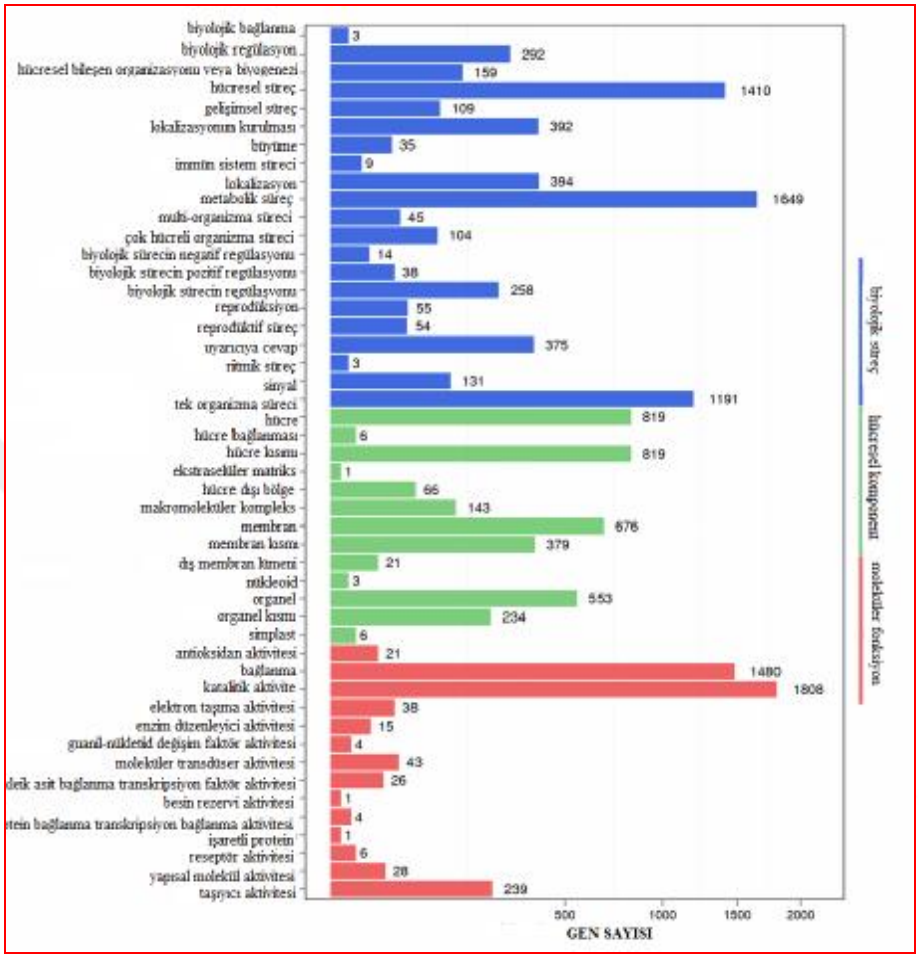

Şekil 4.10. Hicaznar-1 ve Hicaznar-6 örnekleri arasındaki gen ontoloji verileri

Hicaznar-1 ve Hicaznar-6 örnekleri arasındaki GO verileri incelendiğinde, biyolojik süreçte en fazla genin 1655 ile metabolik süreçte, hücresel komponentte 819 ile hücre ve hücre kısımlarında, moleküler fonksiyonda en fazla genin 1844 ile katalitik aktivitede olduğu tespit edilmiştir.




Şekil 4.11. Hicaznar-1 ve 33N26-1 örnekleri arasındaki gen ontoloji verileri

Hicaznar-1 ve 33N26-1 örnekleri arasındaki GO verileri incelendiğinde, biyolojik süreçte en fazla genin 1419 ile metabolik süreçte, hücresel komponentte 686 ile hücre ve hücre kısımlarında, moleküler fonksiyonda en fazla genin 1599 ile katalitik aktivitede olduğu tespit edilmiştir.



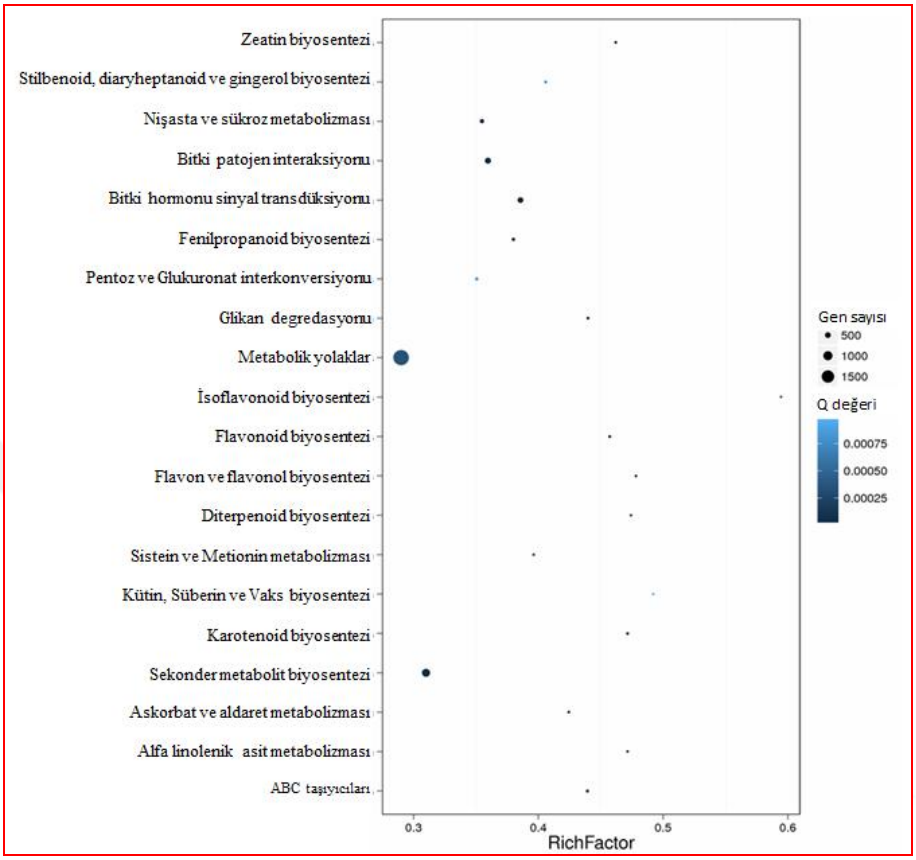

Şekil 4.12. Hicaznar-6 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki gen ontoloji verileri

Hicaznar-6 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki GO verileri incelendiğinde, biyolojik süreçte en fazla genin 1649 ile metabolik süreçte, hücresel komponentte 819 ile hücre ve hücre kısımlarında, moleküler fonksiyonda en fazla genin 1808 ile katalitik aktivitede olduğu tespit edilmiştir.

Örnekler arasında karşılaştırmalı olarak yürütülen GO verileri değerlendirildiğinde, biyolojik proses sınıflandırmasında en fazla genin metabolik proses içerisinde yer aldığı gözlenmiştir. Genlerin hücresel komponent olarak sınıflandırılmasında ise en fazla genin hücre ve hücrenin bölümlerinde olduğu

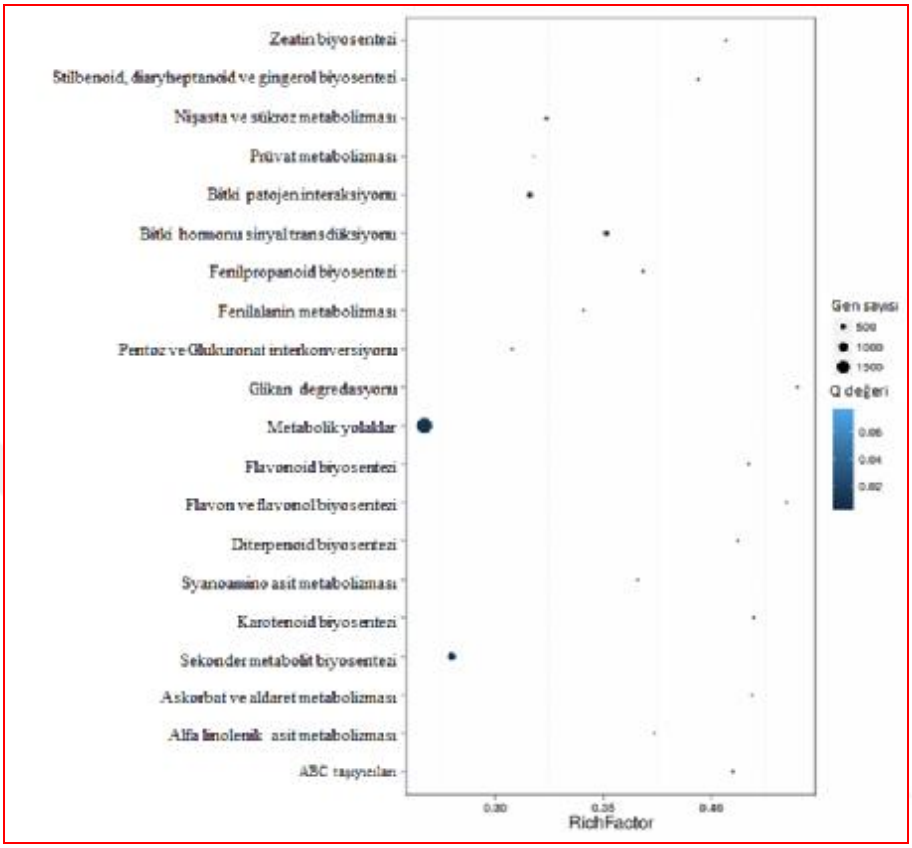
tespit edilmiştir. Moleküler fonksiyonlara göre yapılan sınıflandırmada ise farklı seviyelerde ifade olan genlerin en çok katalitik ve bağlanma aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir.

GO analizlerine ek olarak tezde kullanılan örnekler arasında farklı seviyede ifade olan genlere ait KEGG analizleri gerçekleştirilmiştir. KEGG analizleri sonucunda bu genlerin hangi yolaklarda görev aldığı tespit edilmiştir. '33N26' çeşidinde ligninleşmenin başladığı ilk dönem ve ligninleşmenin arttığı dönem arasındaki farklı seviyelerde ifade olan genlerin yer aldığı önemli yolaklar Şekil 4.13'de, 'Hicaznar' çeşidinde ligninleşmenin başladığı ilk dönem ve ligninleşmenin arttığı dönem arasındaki farklı seviyelerde ifade olan genlerin yer aldığı yolaklar ise Şekil 4.14'te sunulmuştur. Ayrıca sert ve yumuşak çekirdekli çeşitlerin birbirleri ile karşılaştırılması amacıyla her iki çeşitte ligninleşmenin başladığı dönemler arasındaki farklı seviyelerde ifade olan genlerin yer aldığı ve istatistiki olarak önemli bulunan yolaklar Şekil 4.15'te, 'Hicaznar' çeşidi ile '33N26' çeşidinde ligninleşmenin en çok görüldüğü dönemler arasında farklı ifade olan genlerin yer aldığı yolaklar ise Şekil 4.16'te sunulmuştur.



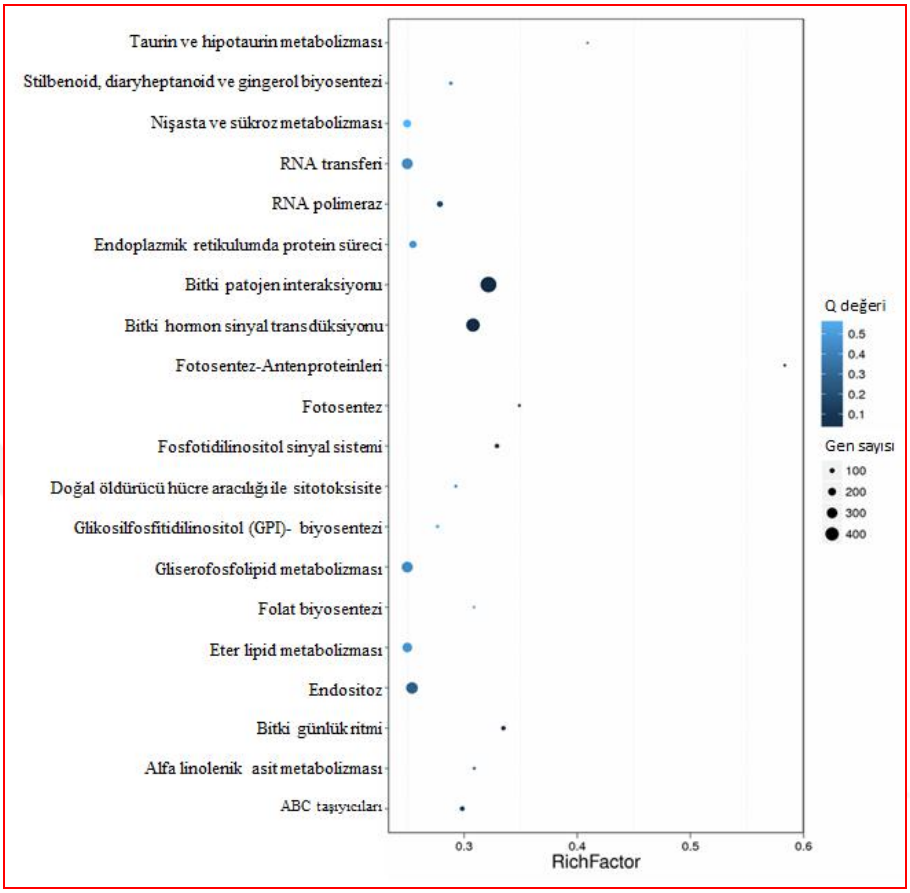

Şekil 4.13. 33N26-1 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri

33N26-1 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri incelendiğinde, farklı ifade olan genlerin en fazla metabolik yolaklarda yer aldığı belirlenmiştir.



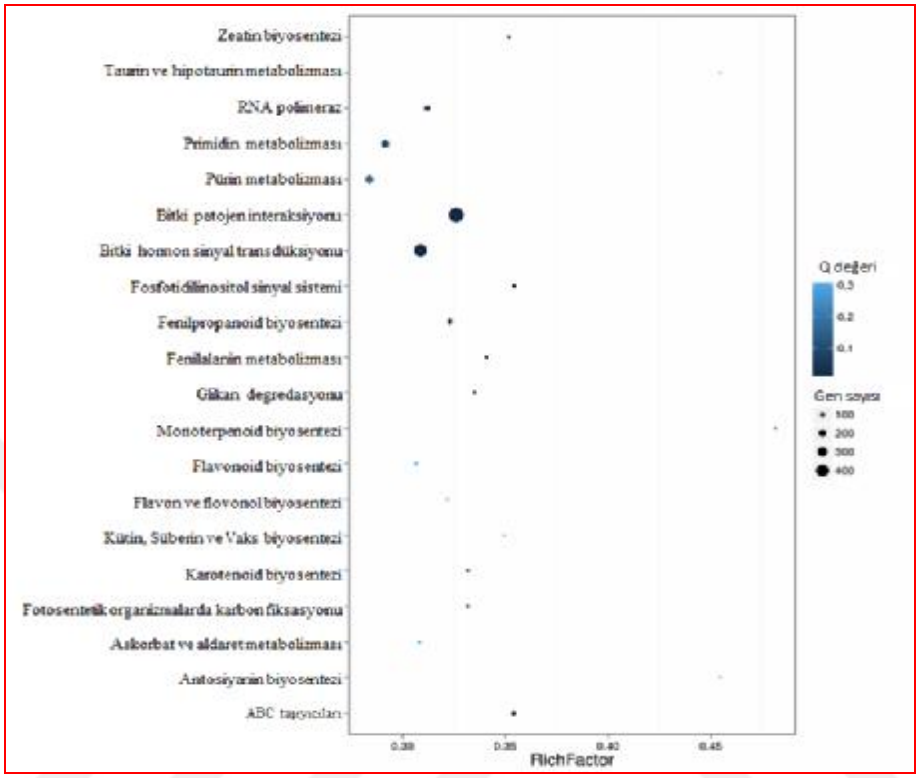

Şekil 4.14. Hicaznar-1 ve Hicaznar-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri

Hicaznar-1 ve Hicaznar-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri incelendiğinde, farklı ifade olan genlerin en fazla metabolik yolaklarda yer aldığı belirlenmiştir.




Şekil 4.15. Hicaznar-1 ve 33N26-1 örnekleri arasındaki KEGG verileri

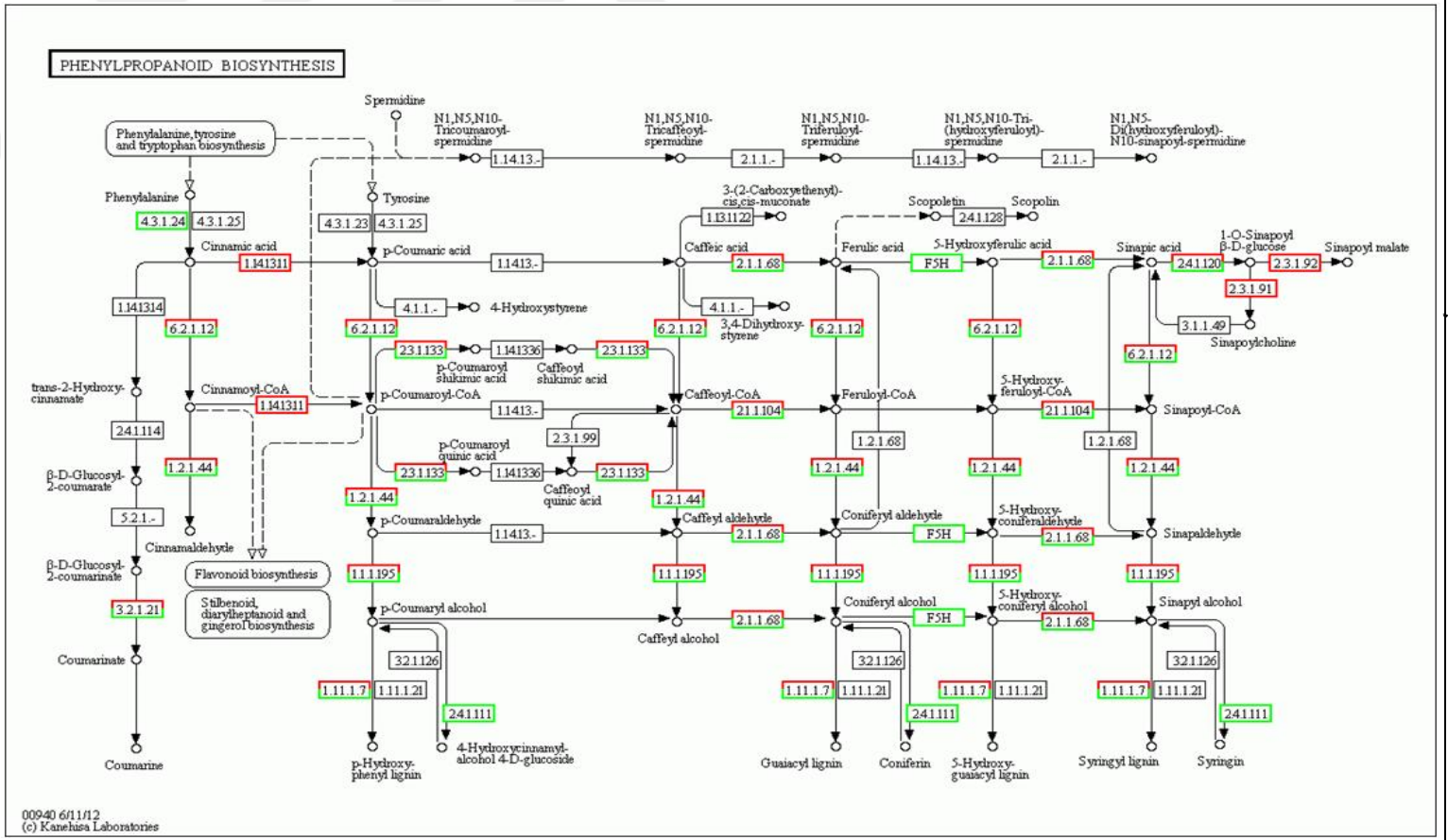
Hicaznar-1 ve 33N26-1 örnekleri arasındaki KEGG verileri incelendiğinde, farklı ifade olan genlerin en fazla bitki patojen interaksiyonu ve bitki hormon sinyal transdüksiyonu yolaklarında yer aldığı belirlenmiştir.




Şekil 4.16. Hicaznar-6 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri

Hicaznar-6 ve 33N26-6 örnekleri arasındaki KEGG verileri incelendiğinde, farklı ifade olan genlerin en fazla bitki patojen interaksiyonu ve bitki hormon sinyal transdüksiyonu yolaklarında yer aldığı belirlenmiştir.

Biyoinformatik analizler sonucunda, farklı metabolik yolakların varlığı belirlenmiştir. 'Hicaznar' ve '33N262' çeşitleri içerisinde ve arasında farklı ifade olan genlerin katıldığı yolaklar arasında zeatin biyosentezi ve RNA polimeraz dikkat çekmektedir. Benzer şekilde ligninleşme sürecinde önemli bulunan yolaklar arasında fenilproponoid sentezi yolağı tespit edilmiştir. Fenil propanoid yolağı lignin oluşumundaki öncül maddelerin sentezi için son derece önemli bir yolaktır. Tez sonuçları incelendiğinde bu yolak içerisinde farklı seviyelerde ifade olan genlerin varlığı tespit edilmiştir. Fenil propanoid yolağı ve genlerin hangi aşamalarında farklı seviyelerde ifade olduğu Şekil 4.17'de gösterilmiştir.




Şekil 4.17. Fenilpropanoid biyosentez yolağı

Narda yumuşak-sert çekirdeklilik mekanizmasının ortaya çıkarılması amacıyla moleküler seviyede yürütülmüş yalnızca bir çalışma bulunmaktadır. Xue ve ark. (2017), yürüttükleri çalışmada iki farklı nar çeşidi (Tunusia ve Sanbai) kullanmışlardır. Çalışmalarında ilk olarak çeşitlerin lignin içeriklerini farklı meyve gelişim dönemlerinde tespit etmişlerdir. Lignin içeriklerinin Sanbai çeşidinde tam çiçeklenmeden 120 gün sonra %29.81 olduğu, Tunusia çeşidinde ise %25.81 olduğunu belirlemişlerdir. Bu çeşitler kullanılarak *de novo* transkriptom dizileme çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda farklı uzunluklarda toplam 104.142 unigen belirlemişlerdir. Tez çalışmasında ise 'Hicaznar' ve '33N26' çeşitleri kullanılarak 59.264 unigen tespit edilmiştir. Elde edilen unigenler farklı veri tabanlarında araştırılmış ve GO çalışmaları yürütülmüştür. Araştırmacılar, GO analizlerinde metabolik proses sınıflandırmasında en fazla genin aynı şekilde biyolojik proses sınıfında yer aldığını, hücresel komponent sınıflandırılmasında ise en fazla genin hücrenin bölümlerinde olduğunu, moleküler fonksiyonlara göre sınıflandırmada ise en fazla genin katalitik ve bağlanma aktivitesi olduğunu belirlemişlerdir. Tez çalışmasında ise 'Hicaznar' ve '33N26' çeşitleri arasında belirlenen GO verilerinin bu çalışma ile tamamen örtüştüğü, en fazla genlerin aynı sınıflandırma içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Araştırıcılar, hücre duvarının gelişmesine ve ligninleşmeye katkı sağlayan 100'ün üzerinde gen tespit etmişlerdir. Tez çalışmasında da bu genler ortak olarak belirlenmiştir. Ayrıca, yolak analizleri sonucunda ligninleşme mekanizması ile ilişkili genlerin yer aldığı yolaklar tespit edilmiştir. Tez içerisinde de belirtilen bu yolaklar her iki çalışma içinde ortaktır. Benzer şekilde ligninleşme için önemli bir görev üstlenen peroksidaz geninin ifadesinin önemli seviyede farklı olduğu her iki çalışmada doğrulanmıştır.

Zarei ve ark. (2015), lignin biyosentezinin fenil proponoid aracılığı ile L-fenil alanilden sentezlendiğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında altı farklı nar genotipine ait meyvelerde farklı zamanlarda (döllenmeden sonraki 20, 60, 80, 105 ve 130. günler) örneklemeler yapmışlar ve fenil proponoid enzim aktivitesi ile değişik ürünlerin varlığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda fenil proponoid

yolağının ilk enzimi olan ve bitkilerde fenolik bileşiklerin biyosentezinde anahtar bir rol oynayan fenil alanin enzim aktivitesini tespit etmişlerdir. Fenil alanin aktivitesi bazı genotiplerde meyvenin erken gelişim aşamasında en yüksek olduğu belirlenmiş ve bu genotiplerde fenil alanin hızlı bir şekilde düştüğünü belirlemişlerdir. Tez kapsamında ise lignin biyosentezinde oldukça önemli bir role sahip olan fenil proponoid yolağı örnekler arasında istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Önceki çalışmalar ve tez bulguları karşılaştırıldığında fenil proponoid yolağının narda sert-yumuşak çekirdeklilik mekanizmasında oldukça önemli rol aldığı doğrulanmıştır. Ayrıca tez kapsamında kullanılan örnekler arasında farklı seviyelerde ifade olan genlerin yer aldığı fenil alanin metabolizması yolağı da istatistiki olarak önemli tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde fenil alanin aktivitesinin de ligninleşmede büyük bir rolü olduğu belirlenmiştir.

4-coumarate:coenzyme A ligase (4CL) enzimi fenil propanoid yolağının son reaksiyonunu katalizlemektedir. Bu yolak lignin, lignan, suberin, flavanoid ve çeşitli küçük fenolik bileşimlerin biyosentezinde kullanılan gerekli öncül maddelerin sentezini sağlamaktadır. Yüksek oranda ligninleşmenin sağlanabilmesi için gerekli bir enzim olarak karşımıza çıkmaktadır (Ehlting ve ark., 2011). Çalışma sonucunda 4CL enzimini kodlayan genlerle homoloji gösteren transkriptler tespit edilmiştir. Transkriptlerin ekspresyon seviyeleri değerlendirildiğinde sert çekirdekli Hicaznarda daha yüksek oranlarda ekspresyonun gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Tez kapsamında kullanılan tüm örneklerde istatistiki olarak önemli bulunan yolaklar EK 2’de sunulmuştur.

Lignin polimerik bir doğa ürünü olup 3P-hidroksitarçın asitinin enzimatik dehidrasyonu ile oluşmaktadır. Yapının öncül molekülleri transkonifenil alkol, transinapil alkol ve trans p-kumaril alkoldür (Çalgeriş, 2010). Bu öncül maddelerin sentezi lignin üretimi için son derece önemlidir. Ayrıca ligninlerin monomeri monolignollerde sentez için gerekli bir bileşiktir. Monolignollerin biyosentezi fenilalanin aminoasidinin deamilasyonu ile başlamaktadır. Monolignollerin

sentezinden sonra lignin öncül maddeleri polimerizasyonun gerçekleşeceği hücre duvarına doğru taşınmaktadır. Lignin tabakası bu taşınma sonrasında monolignollerin dehidrojenatif polimerizasyonu ile oluşur. Monolignollerin dehidrojenasyonu çeşitli proteinler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bunlar peroksidazlar, laktazlar, polifenol oksidazlar ve koniferil alkol oksidaz gibi farklı protein sınıflara giren proteinlerdir (Boerjan ve ark., 2003). Ligninin en önemli polimerlerinden biri olan monolignolün hücre duvarına taşınması lignin sentezi için en önemli basamaklardan biridir. *Arabdopsis thaliana*'nın tüm genomunun sekanslanması sonucu elde edilen bulgularda bu taşınmanın UGT (UDPG-glycosyltransferases) genleri ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Lim ve ark., 2001). Tez kapsamında sert çekirdekli 'Hicaznar' ve yumuşak çekirdekli '33N26' çeşitleri arasında UGT genlerinden biri olan UGT80B1 geninin farklı seviyelerde ifade olduğu tespit edilmiştir.

Lignin polimerizasyonunda peroksidazlar oldukça önemli bir role sahiplerdir. Lignin polimerizasyonuna ek olarak bu enzimler fizyolojik işlevlerde de görev almaktadırlar (Passardi ve ark., 2005). Tez çalışmasında kullanılan örnekler arasında peroksidaz aktivitesi gösteren genlerin farklı seviyelerde ifade olduğu ve up regüle olduğu belirlenmiştir.

Monolignonlerin dehidrojenasyonunda görev alan peroksidazlar substratlarını oksidize etmek için $H_2O_2$ kullanmaktadırlar. $H_2O_2$'nin hücre duvarında nasıl oluştuğu hala tartışmalı bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak NADPH oksidazın ligninleşen dokularda $H_2O_2$ sağladığı görüşü ortaya atılmaktadır (Ogava ve ark., 1997; Ros-Barcelo ve ark., 2002). Bununla birlikte peroksidaz aktivitesinin görüldüğü dokularda ayrıca putresin okside ederek $H_2O_2$ üreten bakır amin oksidaz (CuAO) *Arabidopsis*'in iletim elementlerinde gözlenmiştir (Moller ve McePherson, 1998). Tez kapsamında sert çekirdekli 'Hicaznar' ve yumuşak çekirdekli '33N26' çeşitleri arasında putresin biyosentezi ile ilişkili genlerin farklı seviyelerde ifade olduğu tespit edilmiştir. Putresin biyosentezinde görev alan CL2124. Contig1 geninin 'Hicaznar' çeşidinde '33N26'

çeşidinde yaklaşık 5 kat daha fazla ifade olduğu tespit edilmiştir. 'Hicaznar' tohumlarının sert bir yapıya sahip olmaları yani ligninleşmenin daha yüksek seviyelerde gerçekleşmiş olmasının en önemli sebeplerinden biri monolignollerin başarılı bir şekilde dehidrojenazsyonu ile ilişkilidir. Hücre içinde meydana gelen putresin aktivitesi de bu süreçte rol oynayan önemli bir aşamadır. Ayrıca peroksidaz ihtiyacı olan $H_2O_2$'i sistein, glutatyon, NADPH, askorbat ve IAA gibi çeşitli substratların indirgenmesi yolu ile de üretebilmektedir (Bolvell ve ark., 1995; Chabbert ve ark., 1994; Ferrer ve ark., 1990). Tez kapsamında elde edilen genler incelendiğinde IAA sentezinde görev alan CL6725.Contig2 geninin sert çekirdekli 'Hicaznar' çeşidinde daha yüksek seviyelerde ifade olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde askorbat ile ilişkili genlerin de farklı seviyelerde ifade edildiği belirlenmiştir. $H_2O_2$'in elde edildiği diğer bir substrat olan glutatyon sentezi ve sistein ile ilişkili genler tespit edilmiştir. Monolignollerin dehidrojenasyonunda görev alan peroksidazların $H_2O_2$ üretmesi ile ilgili bir takım substratların varlığında tohum sertleşmesinin daha yüksek oranlarda meydana gelebileceği anlaşılmıştır. Ekspresyon tabanlı yürüttüğümüz bu çalışmada da bu bulgular doğrulanmıştır.

Ligninleri oluşturan monolignol monomerlerinin dehidrejenasyonunda görev alan diğer bir protein ise laktazlardır. Laktazlar peroksidazların tersine $H_2O_2$ yerine $O_2$ tüketerek monolignolleri oksidize etmektedirler (Bao ve ark., 1993; Ranocha ve ark., 1999; Boerjan ve ark., 2003). Laktazlar ligninleşme gösteren hücrelerde ifade edilen proteinlerdir. Sonuçlar incelendiğinde *Arabidopsis thaliana*, *Vitis vinifera*, *Cucumis melo*, *Fragaria vesca* türleri ile homoloji gösteren laktaz genlerinin farklı seviyelerde ifade olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ilgili genler incelendiğinde ekspresyon seviyelerinin beklendiği gibi sert çekirdekli 'Hicaznar' çeşidinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

# 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Nar bilinen en eski meyvelerden biri olarak Dünya üzerinde geniş bir yayılım göstermektedir. Ülkemizde de önemli bir potansiyeli bulunan nar meyvesinin tohumlarında sertlik durumları oldukça dikkat çekmekte ve bu kriter nar ticaretini büyük ölçüde etkileyebilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında narda sert ve yumuşak tohumların oluşmasında rol oynayan genler yeni nesil dizileme teknikleri ile araştırılmıştır. Moleküler çalışmalarda kullanılan örneklerin hangi dönemlere ait olduklarını belirlemek amacıyla ilk olarak histolojik ve biyokimyasal çalışmalar yürütülmüştür.

Tez çalışmasında bitkisel materyal olarak sert çekirdekli bir çeşit olan 'Hicaznar' ve yumuşak çekirdekli olduğu bilinen '33N26' çeşidi kullanılmıştır. Bitkisel materyallere ait meyveler içerisinde yer alan tohumlarda ligninleşmenin tozlamadan ne kadar süre sonra başladığını belirlemek amacıyla ilk olarak kendileme çalışmaları yürütülmüştür. Kendileme çalışmalarını takiben 'Hicaznar' çeşidinde tozlamadan sonra 10, 14, 18, 23, 28 ve 33. günlerde örnekler toplanmıştır. '33N26' çeşidinde ise tozlamadan sonraki 20, 24, 34, 40, 50 ve 55. günlerde örneklemeler yapılmıştır. Toplanan örneklerle histolojik ve biyokimyasal analizler yürütülerek ligninleşme süreci belirlenmiştir. Histolojik analizlerde hazırlanan kesitler boyanarak floresan mikroskop altında görüntülenmiş ve ilgili dokuların gelişim süreçleri incelenmiştir. İncelemeler sonucunda, 'Hicaznar' çeşidinde ligninleşmenin tozlamadan sonraki 14. günde ortaya çıktığı, '33N26' çeşidinde ise tozlamadan sonra 24. günde oluştuğu tespit edilmiştir. Histolojik analizlerde kullanılan aynı dönemlere ait örnekler ile histolojik çalışmalara ek olarak ligninleşme miktarının belirlenmesi amacıyla biyokimyasal çalışmalar da yürütülmüştür. Biyokimyasal analizler sonucunda 'Hicaznar' çeşidinin ilk örneği olan tozlamadan sonraki 10. günde lignin miktarı 0.6 g tespit edilmiştir (g/100 g meyve). '33N26' çeşidinde ise tozlamadan sonra toplanan ilk örnek olan 20. gündeki lignin miktarı 0.5 g olarak tespit edilmiştir. Histolojik ve biyokimyasal

analizlere ait sonuçlar değerlendirilerek RNA-Seq analizlerinde sert çekirdekli 'Hicaznar' çeşidinde ligninleşmenin başladığı 1. örnek ile ligninleşme sürecinin hızlandığı 3. ve 6. örnekler, yumuşak çekirdekli '33N26' çeşidinde aynı şekilde ligninleşmenin başladığı 1. örnek ile ligninleşme sürecinin hızlandığı 3. ve 6. örnekler kullanılmıştır. RNA-Seq analizlerinde Illumina HiSeq dizileme teknolojisi kullanılmıştır. Dizileme sonrasında *de novo* analizleri gerçekleştirilerek elde edilen genlerin hangi türler ile homoloji gösterdiği ve fonksiyonları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda tüm örneklerde toplam olarak yaklaşık 27.09 Gb dizileme gerçekleştirilmiştir. Her örnek için toplam temiz okuma sayısı ise 45 Mb üzerinde bulunmuştur. *De novo* analizleri sonrasında tespit edilen genlerin GO ve KEGG analizleri gerçekleştirilerek hangi fonksiyona sahip oldukları ve hangi yolaklarda görev aldıkları tespit edilmiştir. RNA-Seq çalışmaları sonucunda ligninleşme süresinde farklı seviyelerde ifade olan genler belirlenmiştir. Bu genler detaylı olarak incelendiğinde, lignini oluşturan monomerlerin taşınması ve sentezinden sorumlu olan bazı genlerin tespit edildiği görülmüştür. Ayrıca lignin, lignan ve suberin, flavanoid ve çeşitli küçük fenolik bileşimlerin biyosentezinde kullanılan gerekli öncül maddelerin sentezini sağlayan fenil propanoid yolağında görev alan birçok genin farklı seviyelerde ifade olduğu tespit edilmiştir. Tez çalışması sonucunda ligninleşme ile ilgili önemli aday genlerin varlığı tespit edilmiştir. Bu genlerin ifade seviyelerinin qRT-PCR tekniği ile doğrulanması da ileride yürütülecek çalışmalar arasında yer almalıdır.

Narın tüm genom dizilemesi henüz gerçekleştirilmemiştir. Bu yüzden tez çalışması sonucunda elde edilen dizilerin *de novo* analizleri gerçekleştirilmiştir. Bundan sonra yürütülecek çalışmalar arasında nara ait referans bir genomun ortaya çıkarılması önerilmektedir. Son yıllarda hızla gelişen yeni nesil dizileme platformları sayesinde tüm genom dizilemeleri düşük maliyetle gerçekleştirilebilmektedir. *De novo* analizleri sonucunda farklı seviyelerde ifade olan ve ligninleşme süreci ile ilişkili olduğu belirlenen genlerin ilerleyen dönemlerde narda yürütülecek genetik haritalama ve ilişkilendirme çalışmalarında

kullanılmasının önü açılmıştır. Böylece ıslah çalışmalarında önemli bir kriter olan yumuşak-sert çekirdeklilik mekanizmasıyla ilişkili markırların geliştirilmesi mümkün olacaktır. Bu markırlar kullanılarak narda yumuşak-sert çekirdeklilik özelliği erken dönemde belirlenebilecektir.

Sonuç olarak, bu tez çalışması kapsamında nar tüketiminin en önemli kriterlerinden biri olan yumuşak-sert çekirdeklilik mekanizması histolojik, biyokimyasal ve moleküler yöntemler ile araştırılmıştır. Moleküler çalışmalar sonucunda narda yumuşak-sert çekirdek oluşum mekanizmasının genetik mekanizması hakkında önemli bulgular elde edilmiştir. Çalışma sonuçları narda ligninleşme gelişim dönemlerindeki transkriptom değişimlerinin ortaya konulması ve yumuşak-sert çekirdeklilik mekanizması için önemli olan genlerin tanımlanması ve fonksiyonlarının belirlenmesi için önemli bir referans olmuştur.

## KAYNAKLAR


Adams, L.S., Aggarwal, B.B., Heber, D., Sand, D., Seeram, N.P., and Takada, Y., 2006. Pomegranate Juice, Total Pomegranate Ellagitannins, and Punicalagin Suppress İnflammatory Cell Signaling in Colon Cancer Cells. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54;980–985.

Adhami, V.M., Lall, R.K., Mukhtar, H., Siddiqui, I.A., and Syed, D.N., 2012. 'Oral Infusion ofPomegranate Fruit Extract İnhibits Prostrate Carcinogenesis in The TRAMP Model. Carcinogenesis, 33;644–651.

Akbarpour, V., Hemmati, K., Sadr, Z.B., and Sharifari, M., 2010. Multivariate Analysis of Physical and Chemical Characteristics in Some Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars of Iran. Journal of Food, Agriculture and Environment, 8;244–248.

Alkio, M., Jonas, U., Declercq, M., Van Nocker, S., and Knoche, M., 2014. Transcriptional Dynamics of The Developing Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Fruit: Sequencing, Annotation and Expression Profiling of Exocarp-Associated Genes. Horticulture Research, 11;1-15.

Al-Said, F.A., Opara, L.U., and Al-Yahyai, R.A., 2009. Physico-chemical and Textural Quality Attributes of Pomegranate Cultivars (*Punica granatum* L.) Grown in The Sultanate of Oman. Journal of Food Engineering, 90;129–134.

Amthor, J.S., 2003. Efficiency of Lignin Biosynthesis: A Quantitative Analysis. Annals of Botany, 9(6);673-695.

Anonymous, 1969. The Wealth of India: Raw Materials (Vol VIII), Publications & Information Directorate. C.S.I.R., New Delhi, pp. 317–324.

Aviram M., and Dornfeld L., 2011. Pomegranate Juice Consumption Inhibits Serum Angiotensin Converting Enzyme Activity and Reduces Systolic Blood Pressure. Atherosclerosis, 158(1);195-8.

Azim, M.K., Khan, I.A., and Zhang, Y., 2014. Characterization of Mango (*Mangifera indica* L.) Transcriptome and Chloroplast Genome. Plant Molecular Biology, 85(1-2);193-208.

Backiyarani, S., Uma, S., Saraswathi, M.S., Saravanakumar, A.S., and Chandrasekar, A., 2015. Transcriptome Analysis of Banana (*Musa balbisiana*) Based on Next-Generation Sequencing Technology. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 39(5);705-717.

Bai, Y., Dougherty, L., and Xu, K., 2014. Towards An Improved Apple Reference Transcriptome Using RNA-Seq. Molecular Genetics and Genomics, 289(3);427-438.

Bao, W., O'malley, D.M., Sederoff, R.R., and Whetten, R., 1993. A Laccase Associated with Lignification in Loblolly Pine Xylem. Science, 260;672–74.

Blee, K.A., Wheatley, E.R., Bonham, V.A., Mitchell, G.P., Robertson, D., Slabas, A.R., Burrell, M.M., Wojtaszek, P., and Bolwell, G.P., 2001. Proteomic Analysis Reveals A Novel Set of Cell Wall Proteins In A Transformed Tobacco Cell Culture That Synthesises Secondary Walls as Determined by Biochemical and Morphological Parameters. Planta, 212(3);404-15.

Boerjan, W., Baucher, M., and Ralph, J., 2003. Lignin biosynthesis. Annual Review of Plant Biology, 54(1);519-546.

Bolwell, G.P., Buti, V.S., Davies, D.R., and Zimmerlin, A., 1995. The Origin of The Oxidative Burst in Plants. Free Radical Research, 25;517–32.

Buermans H.P., and Dunnen, J.T., 2014. Next generation Sequencing Technology: Advances and Applications. Biochimica et Biophysica Acta, 1842(10);1932-1941.

Cai, Y., Li, G., Nie, J., Lin, Y., Nie, F., Zhang, J., and Xu, Y., 2010. Study of The Structure and Biosynthetic Pathway of Lignin in Stone Cells of Pear. Scientia Horticulturae, 125(3);374–379.

Chabbert, T., Monties, B., Barrière, Y., Argillier, O., 1994a. Biological Variability in Lignification of Maize: Expression of The Brown Midrib Bm3 Mutation in Three Different Maize Cultivars. J Sci Food Agric 64;349-355.

Chen, J., Mao, L., Lu, W., Ying, T., and Luo, Z., 2016. Transcriptome Profiling of Postharvest Strawberry Fruit in Response to Exogenous Auxin and Abscisic Acid. Planta, 243(1);183-197.

Curro, S., Caruso, M., Distefano, G., Gentile, A., and La Malfa, S., 2010. New Microsatellite Loci for Pomegranate, *Punica granatum* (Lythraceae). American Journal of Botany, 97;58–60.

Çalgeriş, İ. 2010. Fındık Kabuğundan Lignin İzolasyonu ve Lignin / Nişasta Biyoçözünür Polimerlerin Elde Edilmesi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.

Dahlgren, R., and Thorne, R.F., 1984. The order Myrtales: Circumscription, Variation, and Relationships. Ann. Missouri Bot. Gard. 71;633–699.

Dalka, Y. 2010. Hicrannar ve Canernar Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinde Çiçeklenme Döneminin Meyve Tutumu, Pomolojik Özellikler ve Kalite Üzerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.

Dokuzoğuz, M., and Mendilcioğlu, K., 1978. Ege Bölgesi Nar Çeşitleri Üzerinde Pomolojik Çalışmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(12);133-159.

Donaldson, L.A., 2001. Lignification and Lignin Topochemistry—An Ultrastructural View. Hytochemistry, 57;859–73.

Donaldson, L.A., Nanayakkara, B., Radotić, K., Djikanovic-Golubović, D., Mitrović, A., Bogdanović Pristov, J., Simonović Radosavljević, J., and Kalauzi, A., 2015. Xylem Parenchyma Cell Walls Lack A Gravitropic Response in Conifer Compression Wood. Planta, 242(6);1413-24.

Durgaç, C., Özgen, M., Şimşek, Ö., Aka Kaçar, Y., Kıyga, Y., Gündüz, K. and Serçe. S., 2008. Molecular and Pomological Diversity among Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars in Eastern Mediterranean Region of Turkey, African Journal of Biotechnology, 7 (9);1294–1301.

Ehlting, J., B¨Uttner, D., Douglas, C.J., Somssich, I.E., Kombrink, E., and Wang, Q., 1999. Three 4-coumarate:coenzyme A Ligases in *Arabidopsis thaliana* Represent Two Evolutionarily Divergent Classes in Angiosperms. The Plant Journal, 19;9–20.

Engin, H., and Hepaksoy, S., 2003. Bazı Nar Çeşitlerinin Çiçek Tozu Çimlenme Güçlerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(3).

Eti, S., and Stosser, R., 1988. Fruchtbarkeit der Mandarinensorte 'Clementine' (*Citrus reticulata* Blanco) I. Pollenqualität und Pollenwachstum. Gartenbauwissenschaft, 53(4);160-166, ISSN 0016-478X

Evreinoff, V.A., 1953. Etude Pomologique sur le Grenadier. Extrait des Annales de I'Ecole Nationale Superiure Agronomique. Tom. I., 141-154.

Ferrer, M.A., Mu˜Noz, R., Pedre˜No, M.A., and Ros Barcel´O, A., 1990. Oxidation of Coniferyl Alcohol by Cell Wall Peroxidases at The Expense of Indole-3-Acetic Acid and $O_2$, A Model for Lignification of Plant Cell Walls in The Absence of $H_2O_2$. FEBS Letters, 276;127–30.

Francis, D., 2010. Next Generation Sequencing of the Tomato Transcriptome. 28th International Horticultural Congress. Abstracts, Volume 1, p. 10, August 22-27, Lisbon.

Garcia-Seco, D., Zhang, Y., Gutierrez-Mañero, F. J., Martin, C., and Amos-Solano, B., 2015. RNA-Seq Analysis and Transcriptome Assembly for Blackberry (*Rubus* sp. Var. Lochness) Fruit. BMC genomics, 16(1);5.

Gerlach, D., 1984. Botanische Mikrotechnic. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York. p.311.

Hasnaoui, N., Buonamici, A., Sebastiani, F., Mars, M., Zhang, D., and Vendramin, G.G., 2012. Molecular Genetic Diversity of *Punica granatum* L. (Pomegranate) as Revealed by Microsatellite DNA Markers (SSR). Gene, 493(1);105-112.

Hasnaoui, N., Mars, M., Chibani, J., and Trifi, M., 2010. Molecular Polymorphisms in Tunisian Pomegranate (*Punica granatum* L.) as Revealed by RAPD Fingerprints. Diversity, 2(1);107-114.

Holland, D., Hatib, K., and Bar-Ya'akov, I., 2009. 2 Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. Horticultural Reviews, 35(2);127-191.

Iiyama, K., and Wallis, A. F., 1990. Determination of Lignin in Herbaceous Plants by An Improved Acetyl Bromide Procedure. Journal of the Science of Food and Agriculture, 51(2);145-161.

Ji, X. H., Zhang, R., Wang, N., Yang, L., and Chen, X.S., 2015. Transcriptome Profiling Reveals Auxin Suppressed Anthocyanin Biosynthesis in Red-Fleshed Apple Callus (*Malus sieversii* f. *niedzwetzkyana*). Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 123(2);389-404.

Julie, J.M.T., 2008. Theraupatic Applications of Pomegranate (*Punica granatum* L.): A Review. Alternative medicine review, 13;123–144.

Kaşka, N., ve Onur, C., 1985. Akdeniz Bölgesi Narlarının (*Punica granatum* L.) Seleksiyonu. Doğa, Seri D2, 9(1);25-33.

Kim, Y., Cho, N-S., Eom, T-J., and Shin, W., 2002. Purification and Characterization of A Laccase from Cerrena unicolor and Its Reactivity in Lignin Degradation. Bulletin of the Korean Chemical Society, 23;7985.

Lansky, E.P., and Newman, R.A., 2007. *Punica granatum* (Pomegranate) and its Potential for Prevention and Treatment of Inflammation and Cancer. Journal of Ethnopharmacol, 109;177–206.

Lawrence, G. H. (1951). Taxonomy of vascular plants. New York, 9.

Legay, S., Guerriero, G., Deleruelle, A., Lateur, M., Evers, D., André, C.M., and Hausman, J.F., 2015. Apple Russeting as Seen through The RNA-Seq Lens: Strong Alterations in The Exocarp Cell Wall. Plant Molecular Biology, 88(1-2);21-40.

Li, D., Deng, Z., Qin, B., Liu, X., and Men, Z., 2012. *De novo* Assembly and Characterization of Bark Transcriptome Using Illumina Sequencing and Development of EST-SSR Markers in Rubber Tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). BMC genomics, 13(1);192.

Li, X., Sun, C., Zhou, B., and He, Y., 2014. Determination of Hemicellulose, Cellulose and Lignin in Moso Bamboo by Near Infrared Spectroscopy. Scientific Reports, 5;17210-17210.

Lim, E. K., Li, Y., Parr, A., Jackson, R., Ashford, D. A., and Bowles, D.J., 2001. Identification of Glucosyltransferase Genes Involved in Sinapate Metabolism and Lignin Synthesis in Arabidopsis. Journal of Biological Chemistry, 276(6);4344-4349.

Maa, J.F., Yangb, G.H., Maoa, J.Z., and Xu, F., 2011. Characterization of Anatomy, Ultrastructure and Lignin Microdistribution in *Forsythia suspense*. Industrial Crops and Products, 33(2);358–363.

Machineta, G.E., Bertranda, I., Barrièrec, Y., Chabberta, B., and Recous, S., 2011. Impact of Plant Cell Wall Network on Biodegradation in Soil: Role of Lignin Composition and Phenolic Acids in Roots From 16 Maize Genotypes. Soil Biology and Biochemistry, 43(7);1544–1552.

Méchin, V., Argillier, O., Rocher, F., Hébert, Y., Mila, I., Pollet, B., Barriére, Y., and Lapierre, C., 2005. In Search of A Maize Ideotype for Cell Wall Enzymatic Degradability Using Histological and Biochemical Lignin Characterization. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 27, 53(15);5872-81.

Mercure, E.W., and Stover, E., 2007. The Pomegranate: A New Look at The Fruit of Paradise. HortScience, 42;1088–1092.

Mitchell, H.J., Hall, J.L., and Barber, M.S., 1994. Elicitor-Induced Cinnamyl Alcohol Dehydrogenase Activity in Lignifying Wheat (*Triticum aestivum* L.) Leaves. Plant Physiology, 104(2);551-556.

Møller, S.G., and McPherson, M.J., 1998. Developmental Expression and Biochemical Analysis of The *Arabidopsis atao1* Gene Encoding An $H_2O_2$-Generating Diamine Oxidase. Plant J, 13;781–791.

Niu, J.,, Hou, X.,, Fang, C., An, J., Ha, D.,, Qiu, L.,, Ju, Y.,, Zhao, H., Du, W., Qi, J., Zhang Z., Liu, G., and Lin, S., 2015. Transcriptome Analysis of Distinct *Lindera glauca* Tissues Revealed The Differences in The Unigenes Related to Terpenoid Biosynthesis. Gene, 15, 559(1);22-30.

Norouzi, M., Sayed-Tabatabaei, B.E., and Talebi, M., 2012. Chloroplast Microsatellite Diversity and Population Genetic Structure of Iranian Pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes. Scientia horticulturae, 137;114-120.

Ogawa, K. I., Kanematsu, S., and Asada, K., 1997. Generation of Superoxide Anion and Localization of CuZn-superoxide Dismutase in The Vascular Tissue of Spinach Hypocotyls: Their Association with Lignification. Plant and Cell Physiology, 38(10);1118-1126.

Ono, N.N., Britton, M.T., Fass, J.N., Nicolet, C.M., Lin, D., and Tian, L., 2011. Exploring The Transcriptome Landscape of Pomegranate Fruit Peel for Natural Product Biosynthetic Gene and SSR Marker Discovery (F). Journal of Integrative Plant Biology, 53(10);800-13.

Onur, C., 1982. Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Onur, C., 1983. Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Eğitim Merkezi, Yayın No, 46.

Onur, C., Tibet, H., Işık, E.A., 1999. Cultivar Breeding of Pomegranate by Hybridization. Proc. Of The Thirty Hort. Congress, 58-61.

Ophir, R., Sherman, A., Rubinstein, M., Eshed, R., Schwager, M. S., Harel-Beja, R., Bar-Ya'akov, I., and Holland, D., 2014. 'Single-Nucleotide Polymorphism Markers from *De-novo* Assembly of The Pomegranate Transcriptome Reveal Germplasm Genetic Diversity. PloS One, 9(2);e88998.

Özbek, S., 1977. Genel Meyvecilik. Çukurova Ziraat Fakültesi Yayınları, 111. Adana.

Özgen, A.N., Ak, B.E., Özden, M., 2017. Farklı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, (2017) 21(2): 164-176.

Özgüven, A.I., and Yılmaz, C., 2000. Pomegranate Growing in Turkey. Options Mediterraneennes, Serie A: Seminaires Mediterraneennes Numero, 42;41-48.

Pantuck, A.J., Leppert, J.T., Zomorodian, N., Aronson, W., Hong, J., Barnard, R.J., Seeram, N., Liker, H., Wang, H., Elashoff, R., Heber, D., Aviram, M., Ignarro, L., and Belldegrun, A., 2006. Phase II Study of Pomegranate Juice for Men with Rising Prostate-Specific Antigen Following Surgery or Radiation for Prostate Cancer. Clinical Cancer Research, 12(13);4018-4026.

Passardi, F., Cosio, C., Penel, C., and Dunand, C., 2005. Peroxidases Have More Functions Than A Swiss Army Knife. Plant cell reports, 24(5);255-265.

Pirseyedi, S.M., Valizadehghan, S., Mardi, M., Ghaffari, M.R., Mahmoodi, P., Zahravi, M., Zeinalabedini, M., and Nekoui, S.M.K., 2010. Isolation and Characterization of Novel Microsatellite Markers in pomegranate (*Punica granatum* L.). International Journal of Molecular Sciences, 11;2010 – 2016

Pujari, K.H., and Rane, D.A., 2015. Concept of Seed Hardness in Pomegranate-III) Chemical Composition of Pomegranate Seed during Fruit Development. Acta horticulturae.

Purseglove, J.W., 1968. Tropical Crops: Dicotyledons, vol 2. Longmans, Green & Co. Ltd., London, pp. 641.

Ranocha, P., McDougall, G., Hawkins, S., Sterjiades, R., Borderies, G., Stewart, D., Cabanes-Macheteau, M., Boudet, A.M., and Goffner, D. 1999. Biochemical Characterization, Molecular Cloning and Expression of Laccases–A Divergent Gene Family–In Poplar. The FEBS Journal, 259(12);485-495.

Rolando, C., Daubresse N., Pollet B., Jouanin L., and Lapierre C., 2004. Lignification in Poplar Plantlets Fed with Deuterium-Labelled Lignin Precursors. C R Biol., 327(9-10);799-807.

Ros-Barceló, A., Pomar, F., López-Serrano, M., Martínez, P., and Pedreño, M.A., 2002. Developmental Regulation of The $H_2O_2$-Producing System and of A Basic Peroxidase Isoenzyme in The *Zinnia elegans* Lignifying Xylem. Plant Physiology and Biochemistry, 40(4);325-332.

Roth, R., Boudet, A.M., and Pont-Lezica, R., 1997. Lignification and Cinnamyl Alcohol Dehydrogenase Activity in Developing Stems of Tomato and Poplar: A Spatial and Kinetic Study through Tissue 2. Journal of Experimental Botany, 48(2);247-254.

Sanhueza, D., Vizoso, P., Balic, I., Campos-Vargas, R., and Meneses, C., 2015. Transcriptomic Analysis of Fruit Stored under Cold Conditions Using Controlled Atmosphere in *Prunus persica* cv.“Red Pearl”. Frontiers in Plant Science, 6;788.

Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi, R., and Ranjbar, H., 2009. Evaluation of Genetic Diversity among Iranian Soft-Seed Pomegranate Accessions by Fruit Characteristics and RAPD Markers. Scientia Horticulturae, 121(3);313-319.

Silva, J.A.T., Meshram, D.T., Narzary, D., Ranade, S.A., Rana, T.S., and Verma, N., 2013. Pomegranate Biology and Biotechnology: A Review. Scientia Horticulturae, 160;85-107.

Sitbon, F., Hennion, S., Sundberg, B., Little, C.H.A., Olsson, O., and Sandberg, G., 1992. Transgenic Tobacco Plants Coexpressing The *Agrobacterium tumefaciens iaa*M and *iaa*H Genes Display Altered Growth and Indoleacetic Acid Metabolism. Plant Physiology, 99;1062–1069.

Sitbon, F., Hennionb, S., Littlec, C.H.A., and Sundberg, B., 1999. Enhanced Ethylene Production and Peroxidase Activity in IAA-Overproducing Transgenic Tobacco Plants Is Associated with Increased Lignin Content and Altered Lignin Composition. Plant Science, 141(2);165–173.

Soriano, J.M., Zuriaga, E., Rubio, P., Llácer, G., Infante, R., and Badenes, M.L., 2011. Development And Characterization of Microsatellite Markers in Pomegranate (*Punica granatum* L.). Molecular Breeding, 27(1);119-128.

Tobias, C.M., and Chow, E.K., 2005. Structure of The Cinnamyl-Alcohol Dehydrogenase Gene Family in Rice and Promoter Activity of A Member Associated with Lignification. Planta, 220(5);678-88.

Tuik 2017. www.tuik.gov.tr. Son Erişim Tarihi: 07 Nisan 2017.

Wang, H., Xue, Y., Chen, Y., Li, R., and Wei, J., 2012. Lignin Modification Improves The Biofuel Production Potential in Transgenic *Populus tomentosa*. Industrial Crops and Products, 37(1);170–177.

Wang, L., Feng, Z., Wang, X., Wang, X., and Zhang, X., 2009. DEGseq: An R Package for Identifying Differentially Expressed Genes from RNA-Seq Data. Bioinformatics, 26(1);136-138.

Wang, N., Zheng, Y., Duan, N., Zhang, Z., Ji, X., Jiang, S., Sun, S., Yang, L., Bai, Y., Fei, Z., and Chen, X., 2015. Comparative Transcriptomes Analysis of Red-and White-Fleshed Apples in An $F_1$ Population of *Malus sieversii* f. *niedzwetzkyana* Crossed with *M. domestica* 'Fuji'. PloS One, 10(7);e0133468.

Wang, S., Lu, B., Wu, T., Zhang, X., Xu, X., Han, Z., and Wang, Y., 2014. Transcriptomic Analysis Demonstrates The Early Responses of Local Ethylene and Redox Signaling to Low Iron Stress in *Malus xiaojinensis*. Tree Genetics & Genomes, 10(3);573-584.

Wei, H., Chen, X., Zong, X., Shu, H., Gao, D., and Liu, Q., 2015. Comparative Transcriptome Analysis of Genes Involved in Anthocyanin Biosynthesis in The Red and Yellow Fruits of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). PloS One, 10(3);0121164.

Wu, H.X., Ma, X.W., Wang, S.B., Yao, Q.S., Xu, W.T.,Zhou, Y.G., Gao, Z.S., and Zhan, R.L., 2014. Transcriptome and Proteomic Analysis of Mango (*Mangifera indica* Linn) Fruits. Journal of Proteomics, 105;19-30.

Wu, T., Wang, Y., Zheng, Y., Fei, Z., Dandekar, A.M., Xu, K., Han, Z., and Cheng, L., 2015. Suppressing Sorbitol Synthesis Substantially Alters the Global Expression Profile of Stress Response Genes in Apple (*Malus domestica*) Leaves. Plant and Cell Physiology, pcv092.

Xue, H., Cao, S., Li, H., Zhang, J., Niu, J., Chen, L., Zhang, F.,. and Zhao, D., 2017. *De novo* Transcriptome Assembly and Quantification Reveal Differentially Expressed Genes Between Soft-Seed and Hard-Seed Pomegranate (*Punica granatum* L.). PloS one, 12(6);e0178809.

Yan, X., Zhang, X., Lu, M., He, Y., and An, H., 2015. *De novo* Sequencing Analysis of The *Rosa roxburghii* Fruit Transcriptome Reveals Putative Ascorbate Biosynthetic Genes and EST-SSR Markers. Gene, 25, 561(1);54-62.

Yazıcı, K., 2005. Hicaznar (*Punica Granatum* L.cv. Hicaznar) Nar Çeşidinde Güneş Yanıklığının Anatomisi ve Fizyolojisi ile Değişik Uygulamaların Güneş Yanıklığı Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi.

Yazıcı, K., Şahin, A., Özkan, C. F., Sayin, B., Öztop, A., Demirtaş, E. I., Gölükçü, Ş.D., Ataseven Işık, E., 2011. Organik Nar Yetiştiriciliği. In Organik Tarım Araştırma Sonuçları (pp. 109-114). TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.

Yazici K., 2015. Narda Çeşit Islahı Çalışmaları. Türkiye Tohumculuk Dergisi, no.ISNN No: 2146-488X, ss.24-29.

Yılmaz, C., Özgüven, A.I., Gülşen, O., Canan, İ., ve Yılmaz, M., 2009 Türkiye'de Bulunan Bazı Nar Çeşit ve Tiplerinin Muhafazası ve Moleküler Olarak Tanımlanması. TÜBİTAK Sonuç Raporu.

Yilmaz, C. 2007. Nar, Hasad Yayıncılık, İstanbul.

Yuan, Z., Yin, Y., Qu, J., Zhu, L., and Li, Y., 2007. Population Genetic Diversity in Chinese Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars Revealed by Fluorescent-AFLP Markers. Journal of Genetics and Genomics, 34(12);1061-1071.

Zalapa, J.E., Cuevas, H., Zhu, H., Steffan, S., Senalik, D., Zeldin, E., Mccown, B., Harbut, R., and Simon, P., 2012. Using Next-Generation Sequencing Approaches to Isolate Simple Sequence Repeat (SSR) Loci in The Plant Sciences. American Journal of Botany, 99(2);193-208.

Zarei, A., Zamani, Z., Fattahi, R., Salami, A., and Mousavi, A., 2016. Analysis of The Phenylpropanoid Enzyme Activities and Products in the Soft-and Hard-Seeded Pomegranate Genotypes During Fruit Development. International Journal of Fruit Science, 16(3);242-258.

Zhang, H., Wei, L., Miao, H., Zhang, T., and Wang, C., 2012a. Development and Validation of genic-SSR Markers in Sesame by RNA-seq. BMC Genomics, 13(1);1.

Zhang, J., Liang, S., Duan, J., Wang, J., Chen, S., Cheng, Z., Zhang, Q., Liang, X., and Li, Y., 2012b. *De novo* assembly and Characterisation of the Transcriptome During Seed Development, and Generation of Genic-SSR markers in Peanut (*Arachis hypogaea* L.). BMC Genomics, 13(1);90.

Zhao, D., and Song, G., 2014. High-Throughput Sequencing as An Effective Approach in Profiling Small RNAs Derived from A Hairpin RNA Expression Vector in Woody Plants. Plant Science, 228;39–47.

Zhou, Y., Chen, L., Fan, X. and Bian, Y., 2014. *De novo* Assembly of *Auricularia polytricha* Transcriptome Using Illumina Sequencing for Gene Discovery and SSR Marker Identification. PLoS One, 9(3);91740.

Zhu, Y., Li, Y., Xin, D., Chen, W., Shao, X., Wang, Y., and Guo, W., 2015. RNA-Seq-Based Transcriptome Analysis of Dormant Flower Buds of Chinese Cherry (*Prunus pseudocerasus*). Gene. 25, 555(2);362-76.

## ÖZGEÇMİŞ

08/12/1985 tarihinde Hatay'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Hatay'da tamamladı. 2003 yılında başladığı Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü'nden 2007 yılında mezun oldu. 2007 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı ve 2010 yılında tamamladı. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Bölümünde doktora öğrenimine başladı. 2010 yılında Milli Eğitim Bakanlığı'na Fen Bilgisi Öğretmeni olarak atandı ve halen aynı kurumda Öğretmen olarak görevine devam etmektedir.

# EKLER

**EK 1.** Tüm örneklere ait ifade olan genlerin listesi ve FPKM değerleri

| | FPKM DEĞERLERİ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GENE ID | 33N26_1 | 33N26_3 | 33N26_6 | Hicaz_Nar_1 | Hicaz_Nar_3 | Hicaz_Nar_6 |
| CL8017.Contig1_All | 4598.43 | 4546.38 | 1562.61 | 5337.26 | 4340.12 | 3213.36 |
| CL4323.Contig1_All | 3314.62 | 3176.43 | 528.82 | 1496.22 | 729.6 | 254.33 |
| CL2750.Contig1_All | 3079.07 | 7002.67 | 5605.58 | 4840.59 | 7892.72 | 7538.47 |
| CL8255.Contig1_All | 3062.11 | 5092.2 | 13060.57 | 3950.74 | 8012.08 | 10739.22 |
| CL7261.Contig3_All | 2534.65 | 1870.45 | 3721.8 | 1686.37 | 1711.11 | 1153.18 |
| Unigene17671_All | 2242.96 | 843.56 | 3965.63 | 1382.7 | 2189.91 | 3354.66 |
| Unigene7746_All | 1696.36 | 1014.24 | 969.13 | 1095.99 | 1257.23 | 1599.61 |
| CL2765.Contig1_All | 1693.25 | 481.49 | 111.99 | 236.8 | 229.46 | 316.51 |
| Unigene2724_All | 1619.11 | 631.28 | 16.89 | 594.04 | 366.99 | 82.95 |
| CL1844.Contig1_All | 1458.19 | 2029.35 | 1504.15 | 2674.34 | 3521.05 | 3550.27 |
| CL791.Contig2_All | 1453.6 | 410.28 | 14.22 | 112.97 | 156.98 | 389.76 |
| CL574.Contig3_All | 1390.47 | 1580.99 | 435.01 | 1660.68 | 1534.16 | 1175.1 |
| Unigene16001_All | 1206.39 | 1008.06 | 179.71 | 415.25 | 491.09 | 566.61 |
| CL5957.Contig1_All | 1135.95 | 1265.58 | 1411.78 | 868.01 | 1006.37 | 821.74 |
| CL8198.Contig1_All | 1127.67 | 871.01 | 1761.12 | 1609.61 | 1509.42 | 2000.12 |
| Unigene14215_All | 1098.98 | 1382.67 | 231.08 | 884.19 | 668.04 | 361.6 |
| CL8184.Contig1_All | 1064.73 | 311.84 | 39.79 | 139.52 | 127.74 | 227.97 |
| CL3470.Contig1_All | 1031.5 | 1126.89 | 1420.43 | 1165.45 | 1147.71 | 917.11 |
| CL5364.Contig2_All | 1019.3 | 678.16 | 108.5 | 382.58 | 185.77 | 79.69 |
| CL737.Contig5_All | 952.61 | 390.66 | 95.63 | 185.55 | 201.03 | 357.25 |
| CL4690.Contig2_All | 922.44 | 866.32 | 764.75 | 647.55 | 689.84 | 684.17 |
| Unigene4292_All | 916.7 | 527.73 | 308.18 | 324.42 | 353.17 | 423.45 |
| CL711.Contig3_All | 914.83 | 854.36 | 976.43 | 771.32 | 887.29 | 836.11 |
| Unigene4712_All | 898.6 | 1288.21 | 1260.8 | 1136.53 | 1572.33 | 1487.39 |
| CL5492.Contig2_All | 848.88 | 1638.46 | 49.91 | 906.06 | 1100.08 | 589.25 |
| CL2898.Contig2_All | 846.51 | 1097.82 | 1258.58 | 799.69 | 951.25 | 992.62 |
| CL2604.Contig1_All | 821.24 | 287.42 | 297.51 | 176.68 | 235.22 | 320.08 |
| Unigene5769_All | 813.76 | 497.65 | 59.74 | 937.68 | 337.47 | 138.03 |
| CL3165.Contig1_All | 802.3 | 688.75 | 324.33 | 344.53 | 365.01 | 354.8 |
| CL497.Contig2_All | 785.67 | 427.07 | 82.47 | 367.66 | 257.28 | 147.74 |
| CL2657.Contig2_All | 783.85 | 652.01 | 280.13 | 491.85 | 453.95 | 304.09 |
| CL197.Contig13_All | 776.81 | 580.02 | 263.2 | 725.16 | 265.77 | 122.41 |
| Unigene7567_All | 747.42 | 427.87 | 150.74 | 516.79 | 394.95 | 325.4 |
| CL5155.Contig2_All | 747.02 | 512.02 | 294.03 | 881.38 | 603.02 | 503.19 |
| CL7261.Contig2_All | 745.05 | 1103.06 | 1421.57 | 982.49 | 1199.71 | 1137.04 |
| CL3165.Contig3_All | 717.07 | 590.77 | 518.41 | 426.65 | 457.07 | 389.01 |
| CL398.Contig1_All | 711.26 | 824.21 | 1077.5 | 707.46 | 743.63 | 696.34 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL197.Contig8_All | 710.12 | 740.81 | 689.65 | 545.13 | 266.51 | 117.39 |
| Unigene14056_All | 691.63 | 590.45 | 402.74 | 731.86 | 539.48 | 370.29 |
| CL4005.Contig2_All | 690.47 | 1404.25 | 916.52 | 1013.97 | 1350.46 | 997.3 |
| CL7881.Contig1_All | 674.36 | 474.74 | 346.49 | 498.98 | 433.9 | 371.1 |
| CL3947.Contig5_All | 665.05 | 349.47 | 235.22 | 74.14 | 105.24 | 221.07 |
| CL3837.Contig3_All | 655.9 | 572.2 | 87.56 | 196.88 | 273.88 | 498.85 |
| Unigene419_All | 631.72 | 861.18 | 976.27 | 1054.01 | 1096.09 | 1150.54 |
| CL4041.Contig1_All | 629.4 | 1948.6 | 7512.74 | 1072.91 | 3999.09 | 5918.9 |
| CL4005.Contig1_All | 611.69 | 1264.89 | 831.63 | 909.33 | 1205.15 | 895.53 |
| CL7778.Contig2_All | 598.08 | 358.3 | 430.93 | 582.06 | 479.29 | 522.04 |
| CL5155.Contig3_All | 592.32 | 399.66 | 239.87 | 699.26 | 493.3 | 403.72 |
| CL2895.Contig1_All | 552.83 | 638.98 | 788.65 | 670.66 | 472.55 | 275.05 |
| CL4102.Contig1_All | 547.36 | 253.86 | 30.37 | 75.76 | 103.48 | 179.45 |
| CL3511.Contig1_All | 547.15 | 259.12 | 50.77 | 52.8 | 46.1 | 46.49 |
| CL8095.Contig1_All | 543.44 | 941.36 | 576.13 | 1193.25 | 1308.32 | 1168.19 |
| CL569.Contig2_All | 537.52 | 349.28 | 230.21 | 558.97 | 331.68 | 282.2 |
| Unigene6169_All | 531.12 | 414.99 | 393.84 | 353.12 | 273.68 | 223.7 |
| CL1683.Contig2_All | 524.04 | 319.68 | 492.85 | 214.17 | 243.22 | 337.71 |
| CL3293.Contig4_All | 520.44 | 591.97 | 713.99 | 488.57 | 483.48 | 373.76 |
| Unigene17646_All | 519.36 | 463.59 | 280.87 | 418.58 | 434.24 | 315.58 |
| CL8281.Contig1_All | 517.36 | 572.72 | 781.67 | 472.03 | 565.27 | 604.64 |
| CL3165.Contig13_All | 511.82 | 732.69 | 1254.6 | 792.27 | 807.74 | 582.86 |
| CL915.Contig1_All | 511.77 | 712.21 | 1265.92 | 332.1 | 581.7 | 480.83 |
| Unigene783_All | 509.33 | 857.17 | 2694.26 | 800.16 | 1609.59 | 2668.44 |
| CL1691.Contig2_All | 503.86 | 213.91 | 15.46 | 67 | 70.93 | 132.15 |
| CL4289.Contig2_All | 495.85 | 373.11 | 468.49 | 758.85 | 701.43 | 516.1 |
| CL8045.Contig1_All | 494.24 | 506.44 | 489.91 | 432.65 | 456.21 | 472.19 |
| CL5647.Contig1_All | 483.43 | 510.32 | 297.54 | 666.98 | 593.72 | 437.21 |
| CL7241.Contig1_All | 482.29 | 414.27 | 320.22 | 321.94 | 346.5 | 397.01 |
| CL6642.Contig2_All | 479.93 | 432.65 | 334.91 | 370.73 | 359.36 | 337.12 |
| CL3852.Contig3_All | 479.68 | 518.74 | 654.34 | 466.73 | 587.23 | 364.09 |
| CL7181.Contig2_All | 479.58 | 455.1 | 1932.48 | 530.45 | 1086.26 | 1562.23 |
| CL7237.Contig1_All | 476.78 | 453.89 | 469.77 | 459.4 | 427.47 | 401.77 |
| CL3947.Contig6_All | 467.82 | 271.8 | 146.53 | 100.29 | 91.32 | 63.6 |
| Unigene17716_All | 464.24 | 233.28 | 624.8 | 160.74 | 100.95 | 172.59 |
| CL2604.Contig2_All | 463.74 | 128.58 | 169.82 | 73.28 | 116.85 | 174.48 |
| CL2839.Contig1_All | 454.16 | 688.94 | 65.05 | 451.01 | 472.02 | 311.81 |
| Unigene11463_All | 453.78 | 311.74 | 335.93 | 280.35 | 277.29 | 319.06 |
| CL2545.Contig1_All | 448.21 | 605.49 | 698.41 | 387.07 | 425.1 | 501.18 |
| CL3162.Contig3_All | 443.62 | 364.75 | 244.46 | 372.1 | 325.25 | 308.35 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL5459.Contig3_All | 443.26 | 911.07 | 184.76 | 615.99 | 724.38 | 410.45 |
| CL8233.Contig3_All | 441.98 | 298.73 | 89.48 | 130.3 | 172.87 | 327.86 |
| CL3941.Contig4_All | 440.16 | 771.24 | 834.03 | 1087.14 | 1040.53 | 1114.28 |
| CL3837.Contig1_All | 438.09 | 370.44 | 64.48 | 146.25 | 186.5 | 337.25 |
| CL1954.Contig11_All | 431.76 | 359.8 | 613.89 | 287.41 | 514.55 | 739.44 |
| CL4771.Contig5_All | 429.15 | 728.05 | 511.9 | 460.93 | 690.36 | 615.51 |
| CL163.Contig4_All | 427.58 | 430.18 | 187.54 | 345.16 | 280.25 | 221.94 |
| CL287.Contig1_All | 422.56 | 375.54 | 225.12 | 330.07 | 352.54 | 421 |
| CL8025.Contig1_All | 422.3 | 336.68 | 307.8 | 347.53 | 359 | 332.07 |
| Unigene8186_All | 420.03 | 530.81 | 73.13 | 457.01 | 459.66 | 500.32 |
| CL1431.Contig2_All | 419.43 | 374.87 | 309.47 | 329.65 | 366.4 | 311.3 |
| Unigene10351_All | 418.97 | 566.15 | 152.47 | 570.59 | 551.18 | 611.45 |
| CL915.Contig3_All | 418.49 | 571.53 | 955.83 | 269.65 | 444.55 | 361.44 |
| Unigene11465_All | 416.34 | 374.94 | 418.92 | 330.72 | 334.84 | 368.74 |
| CL5405.Contig2_All | 413.65 | 551.62 | 105.7 | 321.71 | 437.81 | 448.71 |
| CL5105.Contig2_All | 411.13 | 256.96 | 118.27 | 305.62 | 244.06 | 201.67 |
| CL197.Contig11_All | 411.09 | 377.97 | 323.2 | 286.85 | 117.04 | 58.83 |
| Unigene16184_All | 408.15 | 111.19 | 54.78 | 254.88 | 114.33 | 66.84 |
| CL3162.Contig4_All | 403.7 | 407.39 | 182.77 | 476.83 | 457.49 | 356.52 |
| CL2316.Contig2_All | 397.84 | 243.03 | 100.22 | 122.95 | 143.12 | 168.04 |
| Unigene4722_All | 389.41 | 315.31 | 60.71 | 278.27 | 248.97 | 205 |
| Unigene16066_All | 381.94 | 315.81 | 419.04 | 350.52 | 364.7 | 383.07 |
| CL3154.Contig3_All | 378.67 | 299.79 | 31.89 | 52.85 | 135.27 | 263.21 |
| CL7520.Contig2_All | 378.36 | 264.65 | 334.49 | 264.16 | 293.01 | 324.49 |
| CL5405.Contig1_All | 377.45 | 504.13 | 93.34 | 298.85 | 418.29 | 382.98 |
| CL4870.Contig1_All | 377.1 | 366.41 | 342.03 | 311.13 | 284.35 | 263.53 |
| CL197.Contig5_All | 376.02 | 297.37 | 197.83 | 206.83 | 71.84 | 46.26 |
| CL1878.Contig1_All | 375.65 | 166.96 | 45.65 | 174.21 | 111.9 | 115.46 |
| Unigene2896_All | 367.53 | 523.89 | 592.56 | 491.04 | 613.08 | 682.97 |
| Unigene12173_All | 367.05 | 259.99 | 180.54 | 267.06 | 210.6 | 166.58 |
| CL3165.Contig2_All | 366.91 | 341.28 | 546.11 | 784.89 | 649.02 | 612.27 |
| CL398.Contig4_All | 364.09 | 408.55 | 545.68 | 308.35 | 369.92 | 348.19 |
| Unigene2836_All | 363.64 | 281.79 | 43.85 | 217.07 | 213.61 | 242.89 |
| CL4967.Contig1_All | 363.59 | 253.56 | 8.79 | 58.67 | 99.36 | 221.1 |
| CL197.Contig7_All | 362.19 | 364.64 | 253.87 | 251.94 | 110.21 | 49.48 |
| CL8053.Contig2_All | 362.18 | 282.01 | 200.91 | 127.8 | 238.57 | 437.34 |
| Unigene10377_All | 361.79 | 302.55 | 360.81 | 308.24 | 336.01 | 309.93 |
| Unigene8086_All | 360.93 | 109.93 | 109.4 | 78.51 | 86.11 | 126.95 |
| CL5796.Contig2_All | 360.2 | 332.53 | 255.7 | 351.85 | 355.83 | 341.11 |
| CL4786.Contig2_All | 359.95 | 181.73 | 82.67 | 244.75 | 131.37 | 145.2 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL2898.Contig1_All | 355.55 | 384.1 | 407.84 | 260.03 | 222.74 | 248.51 |
| CL7653.Contig1_All | 354.86 | 391.81 | 472.13 | 313.34 | 381.62 | 392.02 |
| CL1794.Contig1_All | 354.43 | 254.83 | 198.79 | 170.48 | 220.61 | 346.27 |
| Unigene752_All | 353.1 | 292.26 | 339.52 | 295.91 | 346.55 | 359.8 |
| Unigene5944_All | 347.45 | 261.31 | 46.42 | 86.43 | 152.16 | 211.94 |
| Unigene17807_All | 346.43 | 330.38 | 410.4 | 297.3 | 337.8 | 385.9 |
| CL1585.Contig2_All | 344.07 | 212.9 | 49.99 | 453.16 | 602.69 | 1701.36 |
| CL2638.Contig1_All | 344.02 | 261.91 | 337.65 | 205.75 | 240.84 | 315.33 |
| CL7108.Contig2_All | 342.92 | 146.8 | 34.27 | 45.99 | 70.46 | 134.16 |
| CL3936.Contig1_All | 342.88 | 231.9 | 110.3 | 144 | 192.96 | 213.85 |
| CL4139.Contig3_All | 337.49 | 324.19 | 295.8 | 251.68 | 280.68 | 272.11 |
| Unigene14137_All | 335.75 | 170.12 | 58.49 | 81.14 | 57.15 | 54.92 |
| Unigene14069_All | 332.48 | 73.88 | 5.98 | 23.97 | 18.91 | 27.9 |
| CL15.Contig2_All | 332.23 | 226.63 | 199.83 | 237.02 | 192.47 | 184.01 |
| CL7208.Contig2_All | 331.66 | 262.66 | 322.96 | 249.89 | 230.01 | 231.37 |
| Unigene10493_All | 331.03 | 425.79 | 58.5 | 356.87 | 325.53 | 266.82 |
| Unigene2768_All | 328.53 | 133.49 | 27.34 | 76.86 | 41.82 | 71.21 |
| CL5824.Contig2_All | 326.74 | 122.04 | 66.37 | 485.05 | 176.14 | 70.55 |
| CL2166.Contig1_All | 326.09 | 60.02 | 2.43 | 10.78 | 13.75 | 38.81 |
| CL4775.Contig1_All | 324.75 | 283.29 | 142.23 | 275.28 | 206.54 | 136.71 |
| CL5528.Contig2_All | 324.12 | 230.6 | 84.15 | 129.21 | 115.81 | 187.43 |
| CL2232.Contig1_All | 323.64 | 270.47 | 288.81 | 292.48 | 280.39 | 285.65 |
| CL5266.Contig10_All | 317.79 | 129.04 | 54.22 | 90.22 | 72.39 | 97.47 |
| CL2149.Contig1_All | 316.53 | 340.52 | 363.82 | 408.1 | 475.35 | 364.51 |
| CL1162.Contig2_All | 315.95 | 223.71 | 198.03 | 243.62 | 243.5 | 193.97 |
| CL2041.Contig4_All | 313.96 | 329.33 | 392.59 | 286.36 | 319.28 | 338.97 |
| Unigene11926_All | 313.94 | 288.46 | 63.1 | 37 | 90.13 | 303.65 |
| Unigene13709_All | 311.79 | 158.88 | 106.67 | 118.04 | 106.13 | 121.17 |
| Unigene705_All | 311.79 | 366.01 | 114.42 | 413.92 | 382.01 | 397.36 |
| CL4324.Contig2_All | 310.35 | 382.22 | 23.27 | 159.85 | 211.51 | 175.55 |
| CL2546.Contig2_All | 308.73 | 28.42 | 7.64 | 9.77 | 6.14 | 25.78 |
| CL4811.Contig2_All | 307.74 | 269.21 | 181.99 | 297.69 | 223.64 | 166.18 |
| CL639.Contig1_All | 304.97 | 264.06 | 225.89 | 390.48 | 400.04 | 534.66 |
| CL3165.Contig12_All | 304.38 | 456.52 | 673.09 | 406.78 | 431.15 | 295.64 |
| CL6381.Contig1_All | 304.11 | 319.37 | 246.3 | 191.52 | 214.87 | 199.75 |
| Unigene12278_All | 303.24 | 419.19 | 229.87 | 296.95 | 330.89 | 173.03 |
| Unigene2271_All | 301.28 | 130.14 | 43.29 | 46.06 | 32.54 | 30.64 |
| Unigene2509_All | 300.92 | 231.47 | 248.49 | 179.64 | 213.04 | 224.06 |
| CL3493.Contig2_All | 300.37 | 150.42 | 48.43 | 46.32 | 51.4 | 66.02 |
| CL4775.Contig2_All | 297 | 260.47 | 128.14 | 281.6 | 205.95 | 131.13 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL3293.Contig3_All | 296.78 | 321.35 | 341.92 | 253.59 | 252.26 | 189.15 |
| Unigene12209_All | 296.29 | 233.05 | 30.53 | 30.8 | 53.91 | 83.07 |
| CL8030.Contig1_All | 294.65 | 252.2 | 262.47 | 212.46 | 220.43 | 213.22 |
| CL5521.Contig1_All | 293.02 | 124.41 | 49.71 | 29.25 | 48.9 | 115.29 |
| CL38.Contig6_All | 291.4 | 137.94 | 13.72 | 40.11 | 50.38 | 80.21 |
| Unigene6258_All | 291.19 | 234.8 | 334 | 234.87 | 274.59 | 336.54 |
| CL4110.Contig1_All | 290.93 | 540.76 | 566.54 | 430.91 | 437.75 | 344.31 |
| CL710.Contig1_All | 290.92 | 136.45 | 40.2 | 92.1 | 74.01 | 75.71 |
| CL5554.Contig2_All | 289.1 | 229.83 | 229.02 | 198.93 | 207.83 | 247.87 |
| Unigene17478_All | 288.89 | 195.51 | 199.53 | 143 | 161.86 | 129.34 |
| Unigene2526_All | 288.41 | 220.56 | 202.41 | 234.26 | 227.84 | 244.5 |
| CL440.Contig2_All | 288.13 | 290.92 | 567.43 | 335.72 | 408.6 | 467.23 |
| CL5993.Contig2_All | 286.71 | 268.2 | 296.1 | 261.06 | 271.83 | 261 |
| Unigene1999_All | 285.17 | 358.87 | 681.32 | 377.52 | 557.14 | 619.64 |
| Unigene13952_All | 284.6 | 250.6 | 287.06 | 276.9 | 316.01 | 335.36 |
| CL4850.Contig2_All | 284 | 203.12 | 160.57 | 260.62 | 180.13 | 195 |
| CL3820.Contig3_All | 283.12 | 158.65 | 191.22 | 130.04 | 136.75 | 192.74 |
| CL4967.Contig2_All | 282.79 | 192.73 | 6.51 | 46.44 | 79.66 | 177.91 |
| CL2857.Contig5_All | 282.5 | 135.4 | 84.82 | 130.02 | 80.13 | 76.4 |
| Unigene12049_All | 280.21 | 566.52 | 152.69 | 270.53 | 516.15 | 650.62 |
| Unigene4367_All | 279.96 | 212.53 | 270.22 | 217.81 | 263.19 | 275.65 |
| CL6145.Contig4_All | 278.87 | 719.88 | 463.63 | 290.96 | 1109.92 | 920.8 |
| Unigene26340_All | 277.5 | 587.47 | 120.29 | 711.07 | 584.24 | 295.94 |
| Unigene8185_All | 277.03 | 252.64 | 315.3 | 266.98 | 290.17 | 310.26 |
| CL5962.Contig1_All | 276.89 | 191.15 | 389.93 | 505.55 | 287.9 | 429.74 |
| CL4645.Contig3_All | 275.36 | 325.73 | 297.12 | 317.14 | 254.41 | 166.87 |
| CL1936.Contig1_All | 273.31 | 285.96 | 308.46 | 284.25 | 314.11 | 339.38 |
| Unigene8826_All | 273.05 | 162.61 | 57.75 | 8.89 | 15.55 | 36.32 |
| CL7240.Contig2_All | 272.49 | 252.97 | 116.62 | 204.76 | 150.96 | 93.54 |
| Unigene770_All | 272.02 | 154.11 | 18.86 | 154.68 | 85.88 | 76.94 |
| Unigene14078_All | 271.33 | 230.93 | 281.27 | 242.06 | 258.52 | 280.91 |
| CL4025.Contig3_All | 270.99 | 190.58 | 91.58 | 189.28 | 122.85 | 82.23 |
| Unigene16022_All | 270.9 | 306.12 | 313.43 | 238.84 | 267.49 | 247.15 |
| Unigene559_All | 270.11 | 190.29 | 216.42 | 229.1 | 205.25 | 205.9 |
| Unigene17748_All | 269.88 | 490.81 | 12.71 | 171.22 | 182.84 | 35.89 |
| CL231.Contig1_All | 269.81 | 128.07 | 142.96 | 169.03 | 170.05 | 201.9 |
| Unigene10728_All | 268.76 | 164.62 | 69.04 | 125.52 | 112.94 | 127.5 |
| Unigene7722_All | 268.7 | 453.77 | 409.55 | 529.5 | 610.36 | 563.05 |
| CL5521.Contig4_All | 267.61 | 111.89 | 41.9 | 40.16 | 56.72 | 141.09 |
| CL2333.Contig1_All | 266.19 | 225.68 | 214.78 | 239.8 | 220.11 | 206.8 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL2137.Contig2_All | 265.72 | 521.69 | 109.66 | 674.15 | 539.92 | 265.25 |
| Unigene6646_All | 265.59 | 269.2 | 220.29 | 211.31 | 187.5 | 170.44 |
| Unigene17945_All | 264.15 | 234.53 | 180.13 | 204.23 | 185.22 | 238.39 |
| Unigene4202_All | 263.49 | 379.93 | 358.26 | 837.58 | 1558.32 | 2104.49 |
| Unigene644_All | 263.04 | 269.91 | 40.64 | 147.91 | 165.17 | 257.46 |
| CL1794.Contig7_All | 262.27 | 183.34 | 146.18 | 111.01 | 154.24 | 262.45 |
| Unigene4226_All | 262.02 | 279.93 | 183.47 | 276.84 | 274.54 | 226.26 |
| CL8278.Contig1_All | 261.75 | 144.81 | 27.81 | 158.29 | 92.98 | 35.87 |
| CL2479.Contig2_All | 261.27 | 251.75 | 340.77 | 216.93 | 282.37 | 314.64 |
| CL3020.Contig1_All | 261.14 | 223.91 | 242.26 | 198.73 | 205.19 | 192.44 |
| CL4041.Contig3_All | 260.78 | 256.52 | 776.58 | 246.64 | 247.65 | 367.39 |
| CL7476.Contig1_All | 260.54 | 356.08 | 89.7 | 186.78 | 168.22 | 147.09 |
| CL617.Contig6_All | 260.4 | 404.4 | 322.34 | 279.44 | 887.55 | 908.87 |
| CL840.Contig4_All | 258.5 | 231.68 | 288.21 | 246.02 | 267.64 | 256.96 |
| Unigene6236_All | 258.38 | 256.46 | 296.77 | 220.13 | 278.92 | 257.56 |
| Unigene4682_All | 256.41 | 255.03 | 151.1 | 180.97 | 272.53 | 346.76 |
| Unigene2386_All | 256.37 | 358.31 | 566.35 | 220.86 | 331.83 | 208.93 |
| Unigene4658_All | 256.17 | 223.73 | 287.84 | 266.57 | 275.76 | 251.6 |
| CL3456.Contig2_All | 256.17 | 188.13 | 114.27 | 376.49 | 261.11 | 146.21 |
| Unigene919_All | 255.42 | 120.25 | 13.03 | 24.18 | 40.73 | 114.71 |
| CL398.Contig5_All | 254.46 | 289.35 | 387.77 | 256.63 | 314.58 | 272.97 |
| Unigene2658_All | 254.08 | 236.9 | 204.58 | 198.53 | 198.36 | 221.22 |
| CL4786.Contig1_All | 254.04 | 120.55 | 55.18 | 164.87 | 84.33 | 102.29 |
| Unigene16668_All | 252.66 | 272.54 | 276.87 | 315.33 | 343.6 | 284.82 |
| CL2877.Contig1_All | 252.46 | 178.45 | 189.15 | 218.44 | 177.62 | 174.7 |
| Unigene10224_All | 252.43 | 182.33 | 55.63 | 193.36 | 280.74 | 527.23 |
| CL7627.Contig3_All | 252.14 | 171.91 | 13.7 | 47.88 | 64.47 | 132.04 |
| CL2179.Contig3_All | 251.91 | 366.33 | 187.16 | 253.45 | 271.78 | 148.85 |
| CL2041.Contig3_All | 249.07 | 257.25 | 263.54 | 194.81 | 224.19 | 255.34 |
| Unigene5928_All | 248.82 | 206.65 | 177.93 | 138.64 | 146.1 | 136.87 |
| Unigene6247_All | 248.79 | 273.75 | 388.86 | 268.68 | 325.16 | 332.13 |
| CL7872.Contig1_All | 246.95 | 231.08 | 295.21 | 185.05 | 229.99 | 228.56 |
| Unigene10121_All | 246.94 | 178.38 | 172.96 | 225.18 | 209.17 | 245.04 |
| Unigene15848_All | 245.62 | 143.13 | 142.35 | 209.14 | 200.64 | 207.38 |
| CL622.Contig4_All | 245.54 | 40.38 | 2.35 | 54.31 | 13.79 | 24.86 |
| Unigene2467_All | 245.24 | 207.69 | 248.3 | 210.87 | 222.52 | 200.3 |
| CL4030.Contig2_All | 244.76 | 125.2 | 66.42 | 105.62 | 126.61 | 229.69 |
| CL2546.Contig3_All | 243.84 | 132.32 | 120.61 | 46.84 | 67.82 | 124.78 |
| Unigene15734_All | 243.28 | 323.64 | 620.22 | 262.44 | 360.91 | 574.51 |
| CL6694.Contig1_All | 242.88 | 238.69 | 59.64 | 174.25 | 196.16 | 198.53 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL4190.Contig1_All | 241.98 | 202.64 | 201.33 | 178.92 | 194.54 | 192.77 |
| Unigene6515_All | 240.55 | 202.45 | 209.95 | 438.89 | 449.58 | 329.69 |
| CL8210.Contig1_All | 239.61 | 182.27 | 227.49 | 183.98 | 207.71 | 221.94 |
| CL2604.Contig3_All | 239.54 | 85.45 | 17.6 | 42.78 | 31.42 | 50.23 |
| CL3293.Contig5_All | 239.4 | 82.98 | 38.87 | 59.86 | 82.98 | 234.6 |
| Unigene2795_All | 239.3 | 226.9 | 228.97 | 220.43 | 238.09 | 276.24 |
| Unigene14099_All | 238.95 | 179.94 | 226.67 | 188.81 | 206.47 | 224.8 |
| CL5129.Contig2_All | 238.9 | 177.03 | 231.53 | 261.03 | 233.86 | 234.83 |
| CL2479.Contig3_All | 238.03 | 240.91 | 355.71 | 218.49 | 283.27 | 310.08 |
| CL1012.Contig1_All | 237.89 | 87.88 | 64.09 | 63.9 | 55.17 | 87.89 |
| CL3165.Contig5_All | 237.39 | 360.53 | 555.43 | 383.48 | 358.56 | 262.25 |
| CL6872.Contig2_All | 237.21 | 309.91 | 370.57 | 282.63 | 283.71 | 189.79 |
| CL4985.Contig2_All | 237.11 | 285.85 | 336.35 | 224.85 | 271.65 | 290.42 |
| CL3493.Contig1_All | 236.96 | 152.27 | 26.38 | 38.34 | 35.39 | 42.08 |
| CL4667.Contig1_All | 236.67 | 169.74 | 171.77 | 193.6 | 179.87 | 193.82 |
| CL4985.Contig1_All | 236.64 | 279.99 | 341.69 | 208.91 | 267.58 | 283.78 |
| Unigene12360_All | 236.14 | 397.21 | 91.68 | 275.28 | 272.59 | 152.46 |
| CL5824.Contig1_All | 235.73 | 95.3 | 50.92 | 352.09 | 122.91 | 50.48 |
| CL2407.Contig1_All | 235.52 | 173.57 | 140.63 | 96.5 | 110.55 | 114.36 |
| Unigene17660_All | 235.22 | 169.4 | 155.76 | 181.23 | 161.62 | 194.8 |
| Unigene8396_All | 233.86 | 239.2 | 53.15 | 109.57 | 146.26 | 248.64 |
| CL7213.Contig1_All | 232.72 | 116.5 | 19.57 | 61.86 | 65.86 | 132.59 |
| CL4773.Contig2_All | 232.62 | 252.95 | 250.5 | 233.39 | 236.34 | 224.47 |
| CL1137.Contig1_All | 232.36 | 223.47 | 163.93 | 224.15 | 217.55 | 200.81 |
| CL5464.Contig1_All | 232.08 | 201.09 | 213.84 | 165.28 | 174.78 | 188.22 |
| CL1454.Contig1_All | 231.36 | 208.38 | 200.83 | 173.28 | 188.25 | 198.56 |
| Unigene5767_All | 231.36 | 226.87 | 352.29 | 326.1 | 452.24 | 697.34 |
| Unigene806_All | 231.34 | 502.29 | 50.7 | 541.07 | 432.83 | 233.59 |
| CL1537.Contig3_All | 231.07 | 209.52 | 29.2 | 219.67 | 94.48 | 47.73 |
| CL7261.Contig1_All | 230.83 | 364.52 | 444.23 | 343.85 | 416.32 | 392.64 |
| Unigene12223_All | 230.04 | 258.65 | 289.67 | 175.02 | 241.92 | 268.51 |
| CL6299.Contig2_All | 229.29 | 69.29 | 19.34 | 32.09 | 25.96 | 29.46 |
| CL3351.Contig4_All | 228.82 | 147.12 | 13.2 | 21.89 | 39.24 | 84.59 |
| CL2326.Contig4_All | 228.65 | 157.19 | 9.58 | 24.27 | 47.16 | 128.02 |
| CL3729.Contig1_All | 227.55 | 170.6 | 236.61 | 159.94 | 212.79 | 183.6 |
| CL6076.Contig3_All | 227.48 | 184.46 | 239.23 | 234.81 | 236.56 | 229.66 |
| Unigene12100_All | 226.28 | 176.57 | 161.11 | 156.8 | 172.97 | 158.06 |
| CL5202.Contig1_All | 226.17 | 135.38 | 28.06 | 89.37 | 99.02 | 110.97 |
| CL1253.Contig1_All | 226.02 | 252.69 | 286.61 | 156.74 | 241.62 | 336.39 |
| Unigene4504_All | 225.24 | 152.72 | 102.03 | 146.6 | 132.53 | 132.63 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL2718.Contig3_All | 223.89 | 246.7 | 314.48 | 192.18 | 247.68 | 265.86 |
| Unigene10382_All | 223.26 | 147.27 | 106.38 | 160.66 | 136.9 | 123.83 |
| Unigene11998_All | 223.15 | 168.31 | 199.76 | 190.45 | 184.07 | 178.3 |
| Unigene9781_All | 223.01 | 642.94 | 806.08 | 348.88 | 501.5 | 297.29 |
| Unigene15982_All | 222.42 | 240.63 | 94.29 | 241.01 | 137.47 | 36.76 |
| Unigene617_All | 221.86 | 171.88 | 161.54 | 163.31 | 166.07 | 155.02 |
| Unigene11857_All | 221.66 | 148.15 | 108.48 | 140.85 | 126.53 | 145.08 |
| Unigene8427_All | 221.61 | 229.75 | 283.42 | 260.13 | 304.03 | 321.63 |
| Unigene6451_All | 221.28 | 181.73 | 151.51 | 153.29 | 159.21 | 169.54 |
| Unigene6486_All | 219.54 | 164.7 | 153.64 | 171.34 | 172.41 | 168.13 |
| CL5451.Contig2_All | 218.96 | 203.7 | 100.32 | 263.11 | 158.91 | 115.69 |
| CL4815.Contig2_All | 217.88 | 90.86 | 21.61 | 84.59 | 48.21 | 61.6 |
| CL2932.Contig2_All | 217.23 | 105.42 | 16.18 | 37.37 | 43.2 | 65.05 |
| CL3013.Contig4_All | 216.65 | 173.98 | 86.01 | 169.67 | 150.55 | 171.9 |
| CL1299.Contig3_All | 216.5 | 195.04 | 167.71 | 132.78 | 151.21 | 199.33 |
| Unigene2490_All | 215.99 | 188.65 | 147.84 | 174.71 | 172.1 | 155.45 |
| CL6066.Contig2_All | 215.5 | 170.57 | 158.69 | 175.44 | 215.67 | 207.92 |
| Unigene2385_All | 215.12 | 79.26 | 187.07 | 288.66 | 101.45 | 66.88 |
| CL1633.Contig2_All | 214.85 | 179.93 | 232.7 | 277.25 | 255.95 | 245.32 |
| CL8239.Contig2_All | 214.59 | 230.86 | 288.67 | 222.63 | 236.62 | 228.36 |
| Unigene6502_All | 214.25 | 166.03 | 206.98 | 173.09 | 187.02 | 193.89 |
| Unigene17096_All | 213.13 | 169.68 | 157.75 | 162.72 | 171.44 | 193.87 |
| CL1010.Contig1_All | 212.05 | 219.01 | 300.67 | 190.02 | 215.31 | 252.32 |
| CL5901.Contig1_All | 211.55 | 332.35 | 616.74 | 479.08 | 498.6 | 348.67 |
| Unigene2723_All | 211.41 | 180.7 | 175.87 | 178.35 | 155.64 | 153.35 |
| CL262.Contig2_All | 211.17 | 156.37 | 114.86 | 185.92 | 167.06 | 221.63 |
| CL7292.Contig1_All | 210.9 | 200.59 | 174.45 | 92.33 | 120.77 | 80.53 |
| Unigene4672_All | 210.23 | 220.83 | 146.5 | 288.66 | 210.54 | 185.66 |
| CL552.Contig1_All | 210.12 | 182.06 | 6 | 177.95 | 83 | 22.67 |
| CL1083.Contig3_All | 209.97 | 123.55 | 75.02 | 199.62 | 106.25 | 93.56 |
| CL7476.Contig2_All | 209.9 | 267.79 | 67.97 | 145.27 | 133.48 | 117.41 |
| CL7423.Contig1_All | 209.24 | 149.3 | 176.2 | 149.79 | 169.83 | 156.86 |
| CL4677.Contig3_All | 208.67 | 244.21 | 412.87 | 509.57 | 618.97 | 1207.6 |
| Unigene2905_All | 208.55 | 258.77 | 333.15 | 152.16 | 219.47 | 191.05 |
| CL6620.Contig3_All | 208.52 | 104.57 | 0.69 | 13.07 | 34.89 | 73.2 |
| CL77.Contig2_All | 207.25 | 189.6 | 295.74 | 333.06 | 443.88 | 937.6 |
| Unigene13943_All | 206.31 | 209.36 | 180.86 | 191.65 | 204.86 | 197.34 |
| Unigene15787_All | 206.3 | 196.31 | 160.72 | 140.2 | 181.46 | 240.14 |
| Unigene17596_All | 206.01 | 84.1 | 16.43 | 267.12 | 66.33 | 77.8 |
| Unigene18007_All | 205.76 | 222.64 | 254.71 | 240.57 | 283.22 | 249.22 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL507.Contig1_All | 205.2 | 175.11 | 124.76 | 262.53 | 230.91 | 209.28 |
| CL1844.Contig3_All | 205.11 | 202.09 | 72.24 | 324.89 | 335.98 | 458.57 |
| Unigene4571_All | 204.22 | 168.63 | 221.09 | 243.38 | 175.5 | 200.15 |
| Unigene16124_All | 204.22 | 281.35 | 287.53 | 342.31 | 311.85 | 320.81 |
| CL3820.Contig2_All | 204 | 103.12 | 133.09 | 78.64 | 84.12 | 137.15 |
| Unigene10077_All | 203.77 | 180.67 | 191.92 | 302.51 | 278.54 | 260.95 |
| CL2675.Contig1_All | 203.69 | 136.14 | 144.77 | 156.69 | 156.09 | 156.91 |
| Unigene14322_All | 203.48 | 197.78 | 164.64 | 186.34 | 159.85 | 156.01 |
| CL4254.Contig3_All | 203.13 | 152.63 | 176.77 | 151.41 | 168.89 | 184.37 |
| CL1547.Contig6_All | 202.42 | 263.4 | 169.42 | 363.11 | 193.08 | 137.99 |
| Unigene2501_All | 202.31 | 226.47 | 112.27 | 94.95 | 119.03 | 242.6 |
| CL5923.Contig1_All | 202.14 | 86.7 | 68.12 | 70.39 | 67.9 | 81.15 |
| CL7918.Contig1_All | 202.04 | 187.97 | 192.13 | 140 | 158.94 | 153.33 |
| Unigene15722_All | 201.86 | 162.7 | 210.2 | 197.49 | 203.59 | 213.95 |
| CL6066.Contig1_All | 201.83 | 160.11 | 157.61 | 266.65 | 326.28 | 315.9 |
| CL3351.Contig1_All | 201.7 | 126.39 | 13.34 | 17.24 | 31.3 | 73.47 |
| CL8311.Contig2_All | 201.32 | 149.3 | 144.45 | 120.23 | 156.87 | 177.98 |
| Unigene10088_All | 201.02 | 185.8 | 229.24 | 200.65 | 209.5 | 211.34 |
| Unigene17827_All | 200.95 | 164.73 | 138.16 | 154.33 | 135.49 | 131.07 |
| CL283.Contig1_All | 200.19 | 135.65 | 203.01 | 181 | 149.59 | 172.15 |
| CL132.Contig14_All | 200.02 | 43.03 | 4.13 | 23.49 | 15.92 | 17.29 |
| CL6961.Contig1_All | 199.76 | 193.64 | 120.85 | 101.04 | 110.16 | 207.31 |
| CL2779.Contig1_All | 198.77 | 222.74 | 229.89 | 202.93 | 198.04 | 171.45 |
| CL1431.Contig6_All | 198.18 | 162.59 | 170.27 | 202.42 | 186.43 | 173.09 |
| Unigene725_All | 196.84 | 284.01 | 453.91 | 343.22 | 363.66 | 363.3 |
| CL3834.Contig1_All | 196.8 | 107.41 | 8.68 | 111.62 | 49.19 | 34.58 |
| Unigene522_All | 196.75 | 137.96 | 172.11 | 162.73 | 153.35 | 158.9 |
| CL3728.Contig3_All | 196.62 | 118.94 | 15.62 | 21.47 | 32.21 | 59.93 |
| CL8233.Contig1_All | 196 | 145.63 | 43.35 | 65.93 | 79.88 | 147.91 |
| Unigene6532_All | 195.83 | 247.1 | 135.5 | 247.4 | 246.84 | 176.7 |
| CL2515.Contig4_All | 195.75 | 181.43 | 353.39 | 454.83 | 276.06 | 298.32 |
| Unigene12078_All | 195.38 | 178.42 | 193.96 | 186.67 | 219.78 | 202.21 |
| CL3852.Contig4_All | 195.29 | 335.64 | 746.7 | 191.28 | 442.81 | 318.65 |
| CL6185.Contig2_All | 195.17 | 186.13 | 222.7 | 155.87 | 210.34 | 209.05 |
| CL2675.Contig2_All | 194.72 | 134.74 | 116.3 | 122.18 | 124.02 | 126.03 |
| CL6721.Contig1_All | 194.55 | 191.12 | 162.7 | 122.85 | 164.01 | 280.3 |
| Unigene1012_All | 194.34 | 197.95 | 259.35 | 181.76 | 214.69 | 215.21 |
| CL5285.Contig1_All | 193.49 | 169.15 | 137.68 | 93.89 | 132.72 | 159.32 |
| CL7811.Contig2_All | 193.15 | 179.95 | 209.6 | 194.24 | 207.61 | 208.81 |
| CL7906.Contig2_All | 193.02 | 126.92 | 169.89 | 163.31 | 187.59 | 185.76 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL1574.Contig1_All | 192.56 | 164.44 | 83.81 | 89.33 | 120.07 | 150.97 |
| Unigene7625_All | 192.56 | 246.38 | 365.6 | 174.43 | 236.63 | 229.73 |
| Unigene5770_All | 192.17 | 168.05 | 81.06 | 129.26 | 47.47 | 26.86 |
| CL2368.Contig4_All | 191.78 | 260.11 | 43.05 | 102.79 | 130.12 | 187.35 |
| CL7095.Contig2_All | 190.9 | 179.34 | 31.27 | 82.12 | 101.44 | 136.5 |
| CL3009.Contig6_All | 190.85 | 172.62 | 160.03 | 543.07 | 649.84 | 1252.16 |
| CL5240.Contig2_All | 190.8 | 236.84 | 155.25 | 134.59 | 168.45 | 129.64 |
| Unigene939_All | 190.62 | 141.54 | 96.99 | 106.44 | 102.91 | 125 |
| CL5202.Contig3_All | 190.48 | 111.65 | 20.65 | 73.28 | 80.09 | 92.8 |
| Unigene11995_All | 190.35 | 226.43 | 112.55 | 188.32 | 195.36 | 106.73 |
| CL617.Contig8_All | 189.64 | 307.19 | 108.64 | 213.64 | 509.41 | 535.76 |
| CL8048.Contig1_All | 189.58 | 179.99 | 158.32 | 254.58 | 218.56 | 270.55 |
| Unigene897_All | 189.28 | 189.49 | 218.94 | 152.74 | 170.11 | 168.9 |
| CL1752.Contig1_All | 189 | 194.95 | 196.35 | 146.81 | 137.85 | 88.88 |
| CL1547.Contig8_All | 188.96 | 288.07 | 135.1 | 239.99 | 174.65 | 153.45 |
| Unigene2473_All | 188.75 | 253.61 | 145.17 | 186.95 | 194.9 | 157.81 |
| CL3551.Contig3_All | 188.33 | 214.56 | 319.16 | 177.43 | 175.57 | 145.02 |
| Unigene7921_All | 188.25 | 134.41 | 134.26 | 135.88 | 135.98 | 149.65 |
| CL4901.Contig1_All | 187.84 | 134.91 | 160.19 | 109.27 | 136.18 | 158.94 |
| CL969.Contig3_All | 187.69 | 136.71 | 50.41 | 249.67 | 269.74 | 621.63 |
| Unigene8543_All | 187.62 | 205.65 | 274.4 | 154.14 | 175.35 | 177.77 |
| CL507.Contig7_All | 187.53 | 174 | 133.74 | 279.84 | 215.83 | 174.47 |
| CL479.Contig1_All | 187.48 | 148.64 | 168.5 | 148.24 | 159.08 | 166.49 |
| Unigene4766_All | 187 | 225.2 | 307.18 | 155.43 | 185.42 | 231.83 |
| CL1105.Contig4_All | 185.91 | 158.7 | 118.84 | 134.93 | 166.71 | 162.96 |
| Unigene2573_All | 185.28 | 122.83 | 138.21 | 135.29 | 136.75 | 125.07 |
| Unigene4285_All | 185.03 | 176.39 | 180.4 | 137.58 | 140.75 | 125.34 |
| CL3716.Contig2_All | 184.71 | 165.06 | 49.88 | 79.6 | 109.18 | 181.11 |
| CL2675.Contig4_All | 184.55 | 120.02 | 101.28 | 94.34 | 97.55 | 112.72 |
| CL5144.Contig1_All | 184.21 | 128.95 | 98.87 | 62.76 | 85.19 | 100.79 |
| CL2657.Contig1_All | 183.86 | 152.59 | 72.35 | 117.28 | 104.13 | 70.5 |
| CL3165.Contig14_All | 183.76 | 162 | 261.2 | 431.46 | 322.47 | 319.64 |
| CL2405.Contig4_All | 183.11 | 71.19 | 17.1 | 5.13 | 5.46 | 52.11 |
| CL265.Contig3_All | 182.97 | 86.42 | 52.7 | 56.24 | 52.76 | 51.95 |
| CL398.Contig6_All | 182.55 | 225.04 | 286.81 | 183.46 | 215.78 | 184.74 |
| CL246.Contig6_All | 182.22 | 51.18 | 10.71 | 27.4 | 19.87 | 54.51 |
| Unigene12397_All | 182.19 | 121.62 | 15.66 | 67.65 | 43.04 | 16.81 |
| CL2743.Contig3_All | 181.83 | 194.27 | 599.61 | 333 | 314.33 | 281.21 |
| Unigene8293_All | 181.6 | 138.56 | 164.64 | 174.1 | 187.71 | 182.95 |
| CL270.Contig4_All | 181.48 | 118.5 | 126.9 | 58.31 | 86.59 | 170.67 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene4791_All | 181.47 | 70.23 | 65.48 | 155.5 | 123.28 | 126.37 |
| CL6523.Contig1_All | 180.44 | 163.41 | 227.61 | 263.87 | 318.64 | 727.68 |
| Unigene15712_All | 180.32 | 163.32 | 179.81 | 152.85 | 158.91 | 142.86 |
| CL1023.Contig2_All | 179.84 | 203.11 | 321.9 | 211.25 | 229.17 | 128.72 |
| CL246.Contig2_All | 179.18 | 47.41 | 10.39 | 28.22 | 17.32 | 53.67 |
| CL2331.Contig2_All | 178.84 | 108.02 | 17.77 | 103.87 | 59.38 | 49.72 |
| CL6114.Contig1_All | 177.92 | 137.96 | 123.79 | 51.58 | 52 | 46.01 |
| CL3965.Contig3_All | 177.91 | 181.22 | 161.3 | 175.5 | 181.48 | 177.35 |
| CL1969.Contig1_All | 177.83 | 198.22 | 214.3 | 147.71 | 152.54 | 95.02 |
| Unigene13506_All | 177.44 | 165.78 | 265.6 | 190.1 | 198.46 | 216.5 |
| CL6353.Contig1_All | 177.32 | 171.95 | 197.08 | 204.95 | 148.14 | 92.16 |
| CL1585.Contig1_All | 177.21 | 118.71 | 10.61 | 583.31 | 603.27 | 1855.23 |
| CL5344.Contig3_All | 177.12 | 113.2 | 83.49 | 105.73 | 100.04 | 114.54 |
| CL7601.Contig1_All | 176.7 | 196.05 | 583.91 | 158.32 | 318.43 | 333.15 |
| CL6847.Contig3_All | 176.68 | 124.55 | 145.58 | 126.31 | 123.78 | 136.03 |
| CL3716.Contig4_All | 176.62 | 165.22 | 47.98 | 78.28 | 113.73 | 183.09 |
| CL2503.Contig1_All | 176.36 | 239.13 | 316.5 | 166.6 | 199.36 | 197.19 |
| CL7609.Contig1_All | 176.25 | 123.69 | 117.9 | 141.84 | 122.5 | 129.52 |
| CL2482.Contig5_All | 176.1 | 221.85 | 387.78 | 219.99 | 318.75 | 349.79 |
| Unigene12075_All | 175.67 | 131.26 | 167.17 | 148.48 | 148.99 | 151.26 |
| Unigene1035_All | 175.65 | 150.58 | 229.67 | 123.94 | 146.41 | 116.26 |
| CL7015.Contig1_All | 175.6 | 162.84 | 237.72 | 186.07 | 230.51 | 248.43 |
| Unigene813_All | 175.5 | 133.98 | 144.6 | 138.62 | 147.57 | 132.23 |
| CL6650.Contig1_All | 175.48 | 166.09 | 81.49 | 682.21 | 630.26 | 1026.07 |
| CL5582.Contig2_All | 175.43 | 160.36 | 227.62 | 205.11 | 225.79 | 193.41 |
| CL7712.Contig2_All | 175.39 | 157.64 | 145.7 | 118.99 | 128.56 | 133.65 |
| Unigene10354_All | 175.22 | 145.31 | 211.09 | 126.37 | 135.09 | 146.05 |
| Unigene16011_All | 175 | 139.6 | 204.12 | 121.73 | 157.63 | 155.2 |
| CL3728.Contig4_All | 174.43 | 110.05 | 122.39 | 118.21 | 111.6 | 128.52 |
| CL960.Contig3_All | 174.15 | 107.44 | 59.87 | 73.36 | 76.25 | 106.74 |
| CL6352.Contig1_All | 173.89 | 103.37 | 135.53 | 94.22 | 145.7 | 275.97 |
| CL2106.Contig3_All | 173.87 | 169.45 | 77.35 | 87.84 | 127.17 | 244.67 |
| Unigene8300_All | 173.64 | 154.77 | 143.52 | 169.22 | 161.79 | 189.59 |
| CL1156.Contig6_All | 173.63 | 126.18 | 237.96 | 144.19 | 163.23 | 218.47 |
| CL5240.Contig1_All | 173.55 | 230.37 | 145.41 | 128.11 | 151 | 124.65 |
| CL3165.Contig11_All | 172.92 | 250.14 | 430.46 | 277.23 | 290.65 | 206.86 |
| Unigene2677_All | 172.76 | 144.45 | 117.44 | 144.22 | 130.83 | 125.5 |
| Unigene8835_All | 172.42 | 146.19 | 143.53 | 147.41 | 150.88 | 150.42 |
| Unigene10389_All | 172.17 | 160 | 180.99 | 142.54 | 151.27 | 140.49 |
| CL59.Contig5_All | 172.1 | 126.28 | 58.97 | 151.48 | 134.52 | 94.04 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL4709.Contig1_All | 172.07 | 203.07 | 123.72 | 179.59 | 158.26 | 193.45 |
| Unigene8098_All | 172.01 | 51.15 | 4.13 | 44.48 | 26.02 | 25.3 |
| Unigene12164_All | 171.83 | 109.61 | 212.1 | 141.58 | 119.19 | 120.27 |
| CL3165.Contig4_All | 171.8 | 156.96 | 273.59 | 347.59 | 286.16 | 264.37 |
| CL7734.Contig1_All | 171.77 | 221.83 | 357.23 | 142.82 | 237.64 | 280.63 |
| CL5959.Contig1_All | 171.24 | 152.59 | 30.61 | 70.5 | 87.02 | 136.22 |
| CL6367.Contig2_All | 171.15 | 135.15 | 151.57 | 122.53 | 120.06 | 120.12 |
| CL59.Contig2_All | 170.6 | 122.7 | 57.86 | 143.15 | 130.87 | 86.32 |
| CL68.Contig2_All | 170.44 | 124.34 | 126.28 | 132.08 | 140.94 | 121.19 |
| Unigene895_All | 170.42 | 132.96 | 149.18 | 134.22 | 122.06 | 120.64 |
| Unigene8216_All | 170.39 | 76.29 | 56.18 | 78.72 | 70.3 | 77.65 |
| CL8.Contig46_All | 170.28 | 110.53 | 10.5 | 15.37 | 24.81 | 68.59 |
| Unigene6108_All | 170.13 | 57.87 | 1.29 | 119.53 | 25.63 | 2.87 |
| CL1531.Contig1_All | 170.02 | 126.23 | 92.93 | 81.49 | 105.47 | 151.32 |
| Unigene10600_All | 170.02 | 171.49 | 179.1 | 168.3 | 195.29 | 132.18 |
| Unigene12053_All | 169.82 | 164.7 | 141.43 | 142.67 | 157.02 | 166.66 |
| Unigene10562_All | 169.21 | 163.35 | 212.74 | 159.4 | 156.01 | 170.81 |
| CL7158.Contig1_All | 169.18 | 127.14 | 117.29 | 223.02 | 121.89 | 125.91 |
| Unigene10368_All | 169.07 | 192.75 | 817.05 | 284.21 | 603.6 | 827.17 |
| CL2774.Contig2_All | 169.06 | 140.87 | 321.12 | 299.62 | 353.85 | 617.38 |
| Unigene16061_All | 168.93 | 159.08 | 121.41 | 126.13 | 104.26 | 93.75 |
| CL7305.Contig1_All | 168.91 | 133.4 | 149.93 | 157.32 | 194.06 | 204.99 |
| CL3580.Contig3_All | 168.8 | 162.21 | 185.06 | 159.95 | 170.79 | 206.31 |
| Unigene12012_All | 168.72 | 160.9 | 54.99 | 47.2 | 78.07 | 119.09 |
| Unigene6524_All | 168.67 | 266.24 | 893.02 | 189.96 | 832.45 | 1440.75 |
| CL5334.Contig3_All | 168.58 | 155.04 | 136.45 | 135.84 | 164.77 | 148.23 |
| CL4793.Contig2_All | 168.17 | 222.15 | 195.16 | 190.08 | 224.15 | 195.76 |
| Unigene14149_All | 168.01 | 113.53 | 86.3 | 132.62 | 123.94 | 153.53 |
| CL3013.Contig6_All | 167.9 | 133.98 | 63.06 | 129.12 | 121.58 | 143.24 |
| CL1612.Contig4_All | 167.21 | 197.49 | 192.76 | 138.34 | 185.1 | 195.48 |
| CL299.Contig1_All | 166.71 | 125.87 | 11.7 | 15.2 | 35.09 | 95.58 |
| Unigene4541_All | 165.91 | 136.33 | 118.05 | 232.89 | 216.99 | 174.86 |
| CL7798.Contig1_All | 165.8 | 126.93 | 93.82 | 96.57 | 88.37 | 85.09 |
| Unigene616_All | 165.59 | 112.7 | 110.9 | 132.92 | 134.78 | 115.61 |
| Unigene2738_All | 165.36 | 133.81 | 75.78 | 169.88 | 82.5 | 75.53 |
| Unigene17775_All | 165.32 | 139.16 | 24.71 | 81.5 | 95.56 | 87.08 |
| CL3443.Contig6_All | 165 | 135.66 | 80.48 | 268.05 | 428.06 | 1162.28 |
| CL5030.Contig2_All | 164.99 | 81.61 | 33.64 | 36.01 | 31.27 | 64.42 |
| CL212.Contig1_All | 164.79 | 149.06 | 215.21 | 319.61 | 348.3 | 416.65 |
| CL8267.Contig3_All | 164.79 | 175.04 | 266.27 | 214.69 | 248.11 | 302.06 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene13887_All | 164.25 | 189.84 | 1.59 | 45.31 | 55.09 | 73.67 |
| CL4276.Contig2_All | 164.2 | 120.97 | 132.1 | 122.57 | 113.29 | 117.81 |
| CL108.Contig19_All | 164.03 | 77.95 | 28.35 | 47 | 32.92 | 59.11 |
| CL5102.Contig1_All | 163.62 | 165.85 | 207.58 | 150.67 | 157.33 | 162.06 |
| Unigene526_All | 163.44 | 129.73 | 112.57 | 136.6 | 162.6 | 130.76 |
| Unigene981_All | 163.42 | 73.23 | 3.21 | 114.43 | 38.86 | 7.09 |
| Unigene6439_All | 163.15 | 151.85 | 199.77 | 154.45 | 180.85 | 188.22 |
| CL1008.Contig2_All | 163.08 | 147.46 | 130.56 | 125.96 | 129.94 | 131.98 |
| CL6440.Contig2_All | 163.06 | 179.23 | 216.81 | 172 | 210.02 | 233.4 |
| CL3443.Contig2_All | 162.56 | 191.56 | 322.62 | 109.61 | 125.96 | 123.18 |
| Unigene17413_All | 162.07 | 79.7 | 14.83 | 29.58 | 30.4 | 45.99 |
| Unigene4958_All | 162.02 | 114.39 | 69.5 | 41.3 | 30.66 | 22.22 |
| Unigene18021_All | 161.94 | 133.7 | 155.68 | 130.95 | 143.04 | 148.77 |
| CL1902.Contig1_All | 161.41 | 128.53 | 160.32 | 69.21 | 136.51 | 192.06 |
| Unigene17490_All | 161.36 | 166.11 | 223.29 | 222.69 | 201.64 | 219.48 |
| CL1547.Contig3_All | 161.34 | 134.98 | 169.27 | 392.05 | 147.69 | 83.8 |
| CL2548.Contig2_All | 161.04 | 56.61 | 23.43 | 34.66 | 30.55 | 83.91 |
| CL7725.Contig1_All | 161.01 | 207.28 | 342.3 | 107.27 | 237.25 | 294.56 |
| CL1039.Contig11_All | 160.97 | 33.49 | 12.15 | 13.1 | 19.22 | 24.07 |
| CL2001.Contig3_All | 160.82 | 157.45 | 22.47 | 55.62 | 83.89 | 125.29 |
| CL3947.Contig3_All | 160.53 | 83.87 | 47.41 | 44.72 | 64.73 | 93.63 |
| CL2699.Contig2_All | 160.52 | 88.77 | 60.5 | 50.39 | 63.78 | 82.79 |
| CL2699.Contig1_All | 160.52 | 78.93 | 40.1 | 40.62 | 50.01 | 72.99 |
| CL94.Contig5_All | 160.51 | 123.48 | 29.32 | 18.56 | 58.32 | 98.56 |
| CL7774.Contig1_All | 160.32 | 118.9 | 95.08 | 141.77 | 115.82 | 110.31 |
| Unigene4612_All | 160.2 | 93.74 | 7.93 | 28.52 | 49.28 | 121.26 |
| CL1365.Contig3_All | 160.07 | 185.07 | 324.09 | 4.69 | 1.39 | 1.67 |
| CL2981.Contig1_All | 160.01 | 104.83 | 102.51 | 103.54 | 104.91 | 104.37 |
| CL4139.Contig2_All | 159.9 | 136.78 | 123.01 | 104.3 | 100.09 | 109.05 |
| CL1044.Contig3_All | 159.85 | 113.59 | 0.42 | 41.29 | 28.05 | 33.1 |
| CL4574.Contig3_All | 159.81 | 119.49 | 104.67 | 159.78 | 100.48 | 99.65 |
| CL1052.Contig5_All | 159.58 | 55.04 | 0.59 | 4.84 | 11.44 | 63.52 |
| Unigene15985_All | 159.51 | 116.17 | 131.46 | 150.38 | 134 | 123.72 |
| CL903.Contig2_All | 159.22 | 169.09 | 59.58 | 73.43 | 97.04 | 142.17 |
| CL4636.Contig1_All | 159.16 | 133.24 | 100.48 | 78.22 | 78.54 | 79.6 |
| Unigene9803_All | 159.13 | 301.58 | 233.21 | 205.6 | 332.86 | 294.94 |
| Unigene17618_All | 159.01 | 124.45 | 115.79 | 109.83 | 117.64 | 114.59 |
| CL3208.Contig1_All | 158.58 | 37.17 | 13.59 | 71.85 | 14.47 | 4.41 |
| Unigene341_All | 158.53 | 104.48 | 35.06 | 202.43 | 256.78 | 711.99 |
| CL3443.Contig1_All | 158.25 | 139 | 77.26 | 246.78 | 368.03 | 976.16 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL908.Contig1_All | 158.11 | 142.51 | 163.89 | 142.79 | 153.73 | 174.63 |
| CL7059.Contig3_All | 158.1 | 64.77 | 49.58 | 81.11 | 54.24 | 41.74 |
| CL6788.Contig1_All | 158.08 | 111.83 | 105.47 | 108 | 98.26 | 114.71 |
| Unigene14390_All | 158.02 | 163.96 | 189.62 | 136.39 | 154.91 | 160.69 |
| Unigene8289_All | 158.02 | 166.63 | 190.41 | 139.07 | 176.44 | 178.2 |
| CL960.Contig7_All | 157.92 | 100.41 | 53.61 | 59.99 | 72.38 | 97.8 |
| Unigene13964_All | 157.9 | 139.37 | 151.91 | 109.26 | 119.03 | 128.05 |
| CL5181.Contig1_All | 157.88 | 256.79 | 485.53 | 217.02 | 364.87 | 209.35 |
| CL398.Contig3_All | 157.28 | 183.13 | 251.04 | 163.73 | 190.18 | 181.4 |
| CL4811.Contig3_All | 157.2 | 136.4 | 295.11 | 168.33 | 192.16 | 197.8 |
| CL4001.Contig4_All | 156.74 | 187.8 | 65.25 | 240.55 | 185.48 | 136.63 |
| Unigene7436_All | 156.57 | 382.12 | 460.84 | 230.95 | 300.45 | 177.52 |
| Unigene2650_All | 156.36 | 118.65 | 125.03 | 107.26 | 118.11 | 144.96 |
| Unigene4321_All | 156.33 | 178.46 | 53.66 | 241.87 | 163.99 | 126.26 |
| CL896.Contig3_All | 156.06 | 96.33 | 335.51 | 56.64 | 121.03 | 86.89 |
| CL5266.Contig7_All | 156.05 | 63.55 | 24.86 | 39.23 | 34.02 | 44 |
| CL132.Contig6_All | 155.81 | 13.35 | 1.63 | 12.86 | 7.07 | 11.84 |
| CL7388.Contig1_All | 155.76 | 162.7 | 77.53 | 150.52 | 130.59 | 75.7 |
| Unigene4362_All | 155.58 | 163.75 | 184.11 | 134.72 | 154.35 | 175.39 |
| Unigene2410_All | 155.36 | 142.53 | 173.29 | 152.29 | 168.36 | 169.05 |
| CL2201.Contig1_All | 155.16 | 123.73 | 135.8 | 124.61 | 145.42 | 159.55 |
| Unigene4797_All | 155.04 | 130.99 | 61.38 | 80.54 | 66.16 | 70.79 |
| CL6735.Contig2_All | 153.85 | 98.97 | 96.37 | 0.41 | 5.22 | 0 |
| CL7629.Contig2_All | 153.72 | 229.17 | 38.01 | 111.41 | 133.83 | 188.99 |
| Unigene784_All | 152.73 | 129 | 122.57 | 138.52 | 139.96 | 131.5 |
| Unigene4154_All | 152.49 | 138.01 | 158.98 | 228.04 | 229.11 | 283.77 |
| CL24.Contig3_All | 152.11 | 69.87 | 1.45 | 17.3 | 7.21 | 16.42 |
| Unigene614_All | 152.01 | 96.73 | 110.17 | 105.7 | 114.06 | 111.78 |
| Unigene4355_All | 151.94 | 124.96 | 24.74 | 71.2 | 63.09 | 98.52 |
| CL7281.Contig2_All | 151.43 | 136.88 | 151.49 | 134.01 | 142.07 | 141.65 |
| CL7279.Contig2_All | 150.73 | 102.11 | 24.38 | 91.79 | 57.17 | 101.15 |
| Unigene12251_All | 150.71 | 120.13 | 149.23 | 126.91 | 139.15 | 128.89 |
| CL7920.Contig2_All | 150.57 | 149.14 | 227.56 | 219.69 | 295.09 | 462.17 |
| Unigene6346_All | 150.34 | 150.99 | 187.11 | 107.86 | 144.86 | 158.82 |
| Unigene14335_All | 150.08 | 131.74 | 136.92 | 112.66 | 110.59 | 115.78 |
| CL1418.Contig2_All | 149.49 | 127.51 | 99.22 | 105.88 | 126.2 | 169.44 |
| Unigene502_All | 149.44 | 142.46 | 199.15 | 149.89 | 158.74 | 149.59 |
| CL2585.Contig2_All | 148.95 | 173.91 | 287.98 | 81.24 | 145.31 | 174.95 |
| CL7491.Contig2_All | 148.81 | 119.16 | 196.88 | 112.81 | 126.93 | 129.53 |
| CL5137.Contig2_All | 148.67 | 180.6 | 175.19 | 257.01 | 232.45 | 143.13 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene6535_All | 148 | 117.9 | 143.02 | 127.61 | 146.91 | 121.91 |
| Unigene12227_All | 147.68 | 137.95 | 121.06 | 128.98 | 141.32 | 125.76 |
| Unigene10345_All | 147.41 | 136.38 | 119.37 | 128.62 | 123.05 | 122.26 |
| Unigene14167_All | 147.19 | 104.97 | 101.63 | 89.71 | 90.38 | 100.62 |
| Unigene13821_All | 147.04 | 159.7 | 203.97 | 121.49 | 169.21 | 185.47 |
| CL197.Contig12_All | 146.87 | 442.13 | 722.47 | 450.7 | 305.16 | 100.46 |
| Unigene10374_All | 146.69 | 106.76 | 86.19 | 93.25 | 96.41 | 89.54 |
| CL5888.Contig4_All | 146.58 | 150.98 | 128.87 | 127.53 | 150.7 | 200.22 |
| CL4300.Contig5_All | 146.37 | 17.58 | 0.37 | 4.24 | 2.26 | 7.24 |
| Unigene12192_All | 145.95 | 158.7 | 210.05 | 128.54 | 180.34 | 194.9 |
| Unigene6361_All | 145.87 | 172.49 | 211.99 | 128.39 | 182.43 | 167.86 |
| Unigene912_All | 145.4 | 105.58 | 164.9 | 123.84 | 106.32 | 83.36 |
| CL5245.Contig2_All | 145.15 | 133.78 | 586.76 | 598.02 | 349.25 | 407.92 |
| CL8093.Contig2_All | 144.82 | 16.61 | 1.06 | 483.98 | 45.46 | 3.71 |
| Unigene4350_All | 144.7 | 121.12 | 131.47 | 117.47 | 111.52 | 117.48 |
| CL5344.Contig2_All | 144.68 | 97.29 | 78.26 | 90.68 | 85.69 | 95.52 |
| Unigene7747_All | 144.3 | 127.55 | 82.26 | 118.49 | 136.17 | 188.36 |
| Unigene17836_All | 144.23 | 217.77 | 4.41 | 81.35 | 124.83 | 139.93 |
| CL2916.Contig2_All | 144.2 | 130.79 | 14.19 | 194.23 | 170.31 | 115.96 |
| CL3648.Contig1_All | 144.12 | 108.65 | 103.39 | 148.52 | 129.28 | 125.42 |
| Unigene14187_All | 143.91 | 54.91 | 92.29 | 51.56 | 55.55 | 65.97 |
| CL7244.Contig1_All | 143.81 | 136.5 | 124.35 | 88.31 | 94.74 | 103.17 |
| Unigene11457_All | 143.68 | 312.45 | 29.02 | 274.53 | 191.57 | 249.89 |
| Unigene8135_All | 143.62 | 144.35 | 174.15 | 139.16 | 150.3 | 136.32 |
| CL1766.Contig2_All | 143.55 | 99.25 | 21.67 | 1020.59 | 826.91 | 1303.03 |
| Unigene4777_All | 143.55 | 115.23 | 94.93 | 105.67 | 92.45 | 98.75 |
| Unigene12393_All | 143.53 | 107.04 | 113.87 | 89.45 | 89.24 | 81.19 |
| CL808.Contig3_All | 143.31 | 260.95 | 767.73 | 242.43 | 379.73 | 399 |
| CL4709.Contig2_All | 143.31 | 172.46 | 102.56 | 141.45 | 132.77 | 150.21 |
| CL900.Contig1_All | 143.14 | 134.31 | 107.72 | 137.44 | 109.83 | 88.5 |
| Unigene8471_All | 143.06 | 129.09 | 137.94 | 137 | 145.46 | 149.4 |
| CL3337.Contig1_All | 142.74 | 171.06 | 26.08 | 69.38 | 107.22 | 161.67 |
| CL5465.Contig1_All | 142.69 | 139.59 | 197.77 | 110.91 | 150.38 | 159.12 |
| CL967.Contig2_All | 142.69 | 111 | 79.81 | 85.01 | 81.18 | 52.73 |
| Unigene4583_All | 142.52 | 125.72 | 147.7 | 103.27 | 119.57 | 124.63 |
| Unigene12269_All | 142.02 | 105.98 | 16.78 | 15.54 | 23.69 | 38.71 |
| Unigene10620_All | 141.79 | 130.49 | 139.1 | 124.69 | 118.19 | 100.1 |
| Unigene6616_All | 141.75 | 181.46 | 233.42 | 101.15 | 146.04 | 103.25 |
| CL102.Contig2_All | 141.68 | 98.46 | 165.45 | 107.21 | 115.87 | 113.74 |
| CL2434.Contig2_All | 141.6 | 85.33 | 105.44 | 65.88 | 70.32 | 89.49 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL6092.Contig1_All | 141.52 | 73.65 | 65.01 | 135.77 | 137.63 | 206.65 |
| Unigene17763_All | 141.39 | 94.86 | 86.24 | 80.4 | 82.84 | 71.48 |
| CL8239.Contig1_All | 141.37 | 159.06 | 170.52 | 157.99 | 146.6 | 139.02 |
| Unigene14136_All | 140.91 | 83.92 | 59.62 | 93.46 | 81.41 | 67.05 |
| CL6076.Contig2_All | 140.9 | 115.52 | 170.37 | 146.45 | 150.06 | 142.44 |
| CL7405.Contig1_All | 140.87 | 126.06 | 93.61 | 102.79 | 86.27 | 101.73 |
| CL479.Contig2_All | 140.65 | 139.82 | 225.04 | 114.64 | 149.98 | 182.45 |
| CL887.Contig1_All | 140.58 | 96.52 | 100.94 | 107.42 | 91.13 | 95.78 |
| Unigene4311_All | 140.16 | 95.45 | 41.12 | 108.28 | 78.07 | 106.91 |
| CL6261.Contig2_All | 140.07 | 98.61 | 112.35 | 93.61 | 92.78 | 86.73 |
| CL203.Contig5_All | 140.06 | 120.95 | 64.92 | 56.76 | 37.22 | 38.68 |
| CL144.Contig1_All | 140.05 | 137.75 | 123.6 | 110.02 | 132.1 | 143.89 |
| CL360.Contig6_All | 140.04 | 98.54 | 44.71 | 77.38 | 57.88 | 67.26 |
| CL1547.Contig7_All | 139.93 | 179.99 | 120.34 | 253.46 | 124.97 | 99.06 |
| Unigene13898_All | 139.81 | 110.27 | 98.93 | 131.21 | 133.67 | 183.41 |
| CL38.Contig1_All | 139.61 | 68.18 | 8.68 | 24.1 | 23.08 | 36.83 |
| Unigene6680_All | 139.49 | 97.62 | 89.24 | 151.95 | 128.63 | 125.41 |
| Unigene17642_All | 139.24 | 118.78 | 103.7 | 122.3 | 130.22 | 121.6 |
| CL775.Contig2_All | 139.07 | 140.7 | 214.01 | 115.09 | 169.37 | 193.12 |
| CL7794.Contig1_All | 139.04 | 177.08 | 90.78 | 167.04 | 134.69 | 92.22 |
| CL6323.Contig2_All | 138.95 | 94.1 | 400.54 | 76.98 | 83.07 | 42.64 |
| CL4920.Contig2_All | 138.87 | 86.11 | 27.51 | 41.67 | 44.75 | 72.54 |
| CL1044.Contig4_All | 138.76 | 97.83 | 0.55 | 32.38 | 19.17 | 22.34 |
| CL8154.Contig2_All | 138.76 | 116.24 | 9.7 | 87.2 | 70.1 | 35.67 |
| CL4869.Contig1_All | 138.73 | 143.5 | 142.04 | 164.2 | 175.57 | 164.1 |
| CL5205.Contig1_All | 138.33 | 105.99 | 93.98 | 99.58 | 102.89 | 98.38 |
| CL2578.Contig6_All | 138.21 | 114.97 | 84.45 | 102.81 | 92.27 | 75.03 |
| Unigene12453_All | 138.19 | 139.76 | 221.39 | 132.81 | 173.98 | 215.91 |
| CL4001.Contig2_All | 138.05 | 190.95 | 61.6 | 230.2 | 175.43 | 131.68 |
| Unigene583_All | 138.01 | 147.28 | 225.38 | 147.91 | 196.85 | 229.39 |
| Unigene16070_All | 137.88 | 142.55 | 20.34 | 317.69 | 263.93 | 334.69 |
| Unigene10381_All | 137.83 | 110.29 | 101.27 | 94.43 | 94.78 | 88.81 |
| Unigene13822_All | 137.74 | 95.75 | 1.22 | 7.47 | 14.24 | 29.15 |
| Unigene8156_All | 137.7 | 111.93 | 95.87 | 91.1 | 91.58 | 80.19 |
| Unigene6224_All | 137.45 | 134.98 | 203.87 | 91.93 | 128.49 | 124.28 |
| CL1538.Contig1_All | 137.39 | 118.51 | 81.28 | 120.2 | 75.45 | 52.06 |
| Unigene13823_All | 137.31 | 104.81 | 121.21 | 106.91 | 124.22 | 151.98 |
| CL3717.Contig1_All | 137.2 | 138.65 | 128.34 | 127.4 | 104.88 | 93.05 |
| Unigene15729_All | 137.12 | 184.09 | 8.01 | 221.22 | 120.39 | 58.18 |
| Unigene6521_All | 137.11 | 102.76 | 153 | 102.71 | 149.84 | 160.48 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene194_All | 136.86 | 12.97 | 30.82 | 129.72 | 25.67 | 33.03 |
| Unigene6274_All | 136.81 | 137.68 | 108.49 | 133.76 | 132.41 | 125.68 |
| Unigene639_All | 136.81 | 85.31 | 79.02 | 93.4 | 91.76 | 81.19 |
| Unigene12377_All | 136.5 | 115.66 | 125.93 | 101.41 | 97.2 | 88.66 |
| CL1223.Contig2_All | 136.39 | 96.9 | 66.27 | 85.79 | 90.28 | 101.73 |
| CL633.Contig1_All | 136.38 | 110.79 | 214.3 | 196.67 | 195.17 | 233.9 |
| CL1517.Contig1_All | 135.83 | 57.7 | 19.92 | 21.94 | 18.73 | 26.76 |
| CL7430.Contig3_All | 135.43 | 126.53 | 98.92 | 63.68 | 85.23 | 125.77 |
| CL6555.Contig2_All | 135.28 | 254.4 | 136.41 | 240.38 | 260 | 198.11 |
| Unigene6271_All | 135.25 | 104.38 | 104.25 | 88.06 | 97.72 | 89.11 |
| CL5137.Contig1_All | 135.05 | 160.78 | 147.98 | 229.07 | 201.27 | 127.11 |
| CL5271.Contig1_All | 135.03 | 110.06 | 96.56 | 117.22 | 103.41 | 91.36 |
| Unigene6636_All | 134.72 | 58.58 | 4.34 | 31.97 | 26.69 | 44.88 |
| CL6132.Contig1_All | 134.58 | 110.4 | 125.94 | 82.78 | 90.26 | 97.79 |
| Unigene554_All | 134.18 | 110.08 | 126.38 | 101.62 | 102.06 | 95.49 |
| CL5784.Contig1_All | 134.15 | 141.92 | 65.34 | 155.33 | 175.32 | 144.58 |
| Unigene10092_All | 134.02 | 124.25 | 136.18 | 138.36 | 132.92 | 133.54 |
| CL1431.Contig8_All | 133.99 | 128.75 | 107.15 | 65.56 | 55.77 | 56.22 |
| Unigene2570_All | 133.95 | 110.06 | 126.7 | 111.81 | 109.61 | 117.62 |
| Unigene4296_All | 133.89 | 56.19 | 16.48 | 28.59 | 24.56 | 20.48 |
| CL7906.Contig3_All | 133.86 | 87.4 | 109.22 | 97.87 | 91.82 | 95.94 |
| CL2669.Contig3_All | 133.78 | 147.88 | 7.07 | 137.91 | 48.43 | 15.32 |
| Unigene14067_All | 133.62 | 143.51 | 63.08 | 90.03 | 135.93 | 124.23 |
| CL6576.Contig2_All | 133.44 | 127.77 | 148.36 | 86.82 | 100.79 | 97.26 |
| Unigene12375_All | 133.41 | 112.59 | 85.97 | 114.33 | 106.63 | 89.62 |
| Unigene10273_All | 133.38 | 97.79 | 114.22 | 86.6 | 102.44 | 114.1 |
| Unigene8247_All | 133.29 | 101.43 | 138.39 | 88.07 | 104.97 | 105.81 |
| CL1397.Contig1_All | 133.28 | 114.99 | 129.43 | 92.26 | 84.8 | 76.55 |
| CL6170.Contig5_All | 133.21 | 114 | 30.28 | 46.79 | 56.42 | 114.93 |
| CL7704.Contig1_All | 132.83 | 112.42 | 179.73 | 130.61 | 167.09 | 191.23 |
| CL6137.Contig1_All | 132.76 | 90.86 | 53.28 | 92.86 | 67.12 | 80.86 |
| CL116.Contig2_All | 132.6 | 172.5 | 194.75 | 142.62 | 154.27 | 118.39 |
| CL6544.Contig1_All | 132.54 | 107.64 | 68.34 | 61.88 | 54.97 | 26.81 |
| CL53.Contig1_All | 132.53 | 54.77 | 26.49 | 33.94 | 39.62 | 53.53 |
| CL1039.Contig5_All | 132.47 | 31.13 | 11.54 | 18.01 | 18.17 | 29.88 |
| CL3581.Contig2_All | 132.43 | 85.7 | 117 | 131.97 | 87.64 | 81.65 |
| CL7999.Contig1_All | 132.4 | 98.23 | 92.4 | 104.43 | 98.24 | 115.6 |
| Unigene6438_All | 131.83 | 161.89 | 306.16 | 152.37 | 263.92 | 349.5 |
| CL3865.Contig1_All | 131.79 | 125.58 | 133.22 | 80.33 | 88.86 | 83.72 |
| CL3424.Contig1_All | 131.79 | 88.95 | 66.07 | 99.43 | 54.03 | 41.88 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene8351_All | 131.78 | 177.42 | 636.51 | 150.05 | 563.62 | 757.55 |
| CL2285.Contig7_All | 131.66 | 116.44 | 196.22 | 70.82 | 104.2 | 71.25 |
| Unigene630_All | 131.58 | 107.19 | 86.68 | 74.07 | 95.04 | 87.16 |
| CL3672.Contig1_All | 131.38 | 128.98 | 147.45 | 99.11 | 106.91 | 103.56 |
| CL3695.Contig1_All | 131.26 | 119.59 | 64.22 | 85.58 | 97.3 | 138.31 |
| CL3026.Contig1_All | 130.73 | 77.21 | 94.16 | 154.68 | 119.1 | 158.28 |
| Unigene15677_All | 130.46 | 195.35 | 4.09 | 46.47 | 89.54 | 157.39 |
| CL6566.Contig3_All | 130.42 | 98.65 | 117.65 | 111.42 | 103.48 | 88.15 |
| CL4402.Contig2_All | 130.39 | 144.64 | 154.26 | 177.64 | 136.81 | 107.73 |
| CL1039.Contig1_All | 130.19 | 37.77 | 0.31 | 3.45 | 2.85 | 10.16 |
| CL622.Contig3_All | 130.13 | 32.61 | 1.22 | 28.42 | 7.72 | 15.28 |
| Unigene4096_All | 130.01 | 38.68 | 28.58 | 58.82 | 31.99 | 55.14 |
| CL7774.Contig2_All | 129.93 | 108.26 | 79.56 | 117.93 | 94.5 | 88.43 |
| CL7760.Contig2_All | 129.92 | 60.95 | 52.14 | 251.12 | 149.06 | 211.7 |
| Unigene17363_All | 129.9 | 114.93 | 136.43 | 110.86 | 116.07 | 119.3 |
| Unigene9782_All | 129.89 | 295.95 | 371.39 | 199.14 | 237.06 | 170.68 |
| CL6201.Contig2_All | 129.83 | 93.14 | 73.46 | 81.24 | 84.24 | 120.36 |
| CL3736.Contig5_All | 129.67 | 117.44 | 9.95 | 12.98 | 18.69 | 50.02 |
| Unigene9808_All | 129.44 | 99.95 | 94.53 | 103.78 | 95.44 | 85.65 |
| CL5772.Contig3_All | 129.41 | 159.64 | 173.6 | 120.15 | 162.45 | 180.29 |
| Unigene10467_All | 129.11 | 112.02 | 52.28 | 87.21 | 67.8 | 40.27 |
| Unigene14133_All | 129.06 | 89.65 | 117.66 | 104.01 | 98.74 | 102.53 |
| CL2556.Contig2_All | 128.64 | 100.22 | 169.51 | 102.95 | 119 | 143.18 |
| CL437.Contig3_All | 128.34 | 133.18 | 224.73 | 141.83 | 183.91 | 133.13 |
| CL3891.Contig1_All | 128.22 | 64.5 | 4.57 | 13.34 | 16.39 | 30.55 |
| Unigene12032_All | 128.18 | 89.21 | 69.18 | 72.93 | 75.54 | 107.51 |
| CL3351.Contig3_All | 128.07 | 80.12 | 9.58 | 11.46 | 20.35 | 50.33 |
| Unigene24_All | 128.02 | 133.03 | 173.99 | 123.16 | 140.05 | 141.36 |
| CL7573.Contig2_All | 127.68 | 82.74 | 53.99 | 51.24 | 63.36 | 96.32 |
| CL1706.Contig1_All | 127.67 | 144.6 | 10.12 | 25.98 | 53.98 | 170.99 |
| CL4300.Contig6_All | 127.63 | 7.42 | 0.35 | 0.69 | 0.45 | 0.91 |
| CL2765.Contig3_All | 127.56 | 86.87 | 116.94 | 100.54 | 100.97 | 129.16 |
| Unigene4440_All | 127.55 | 120.9 | 136.97 | 89.78 | 100.2 | 101.37 |
| CL9.Contig1_All | 127.53 | 152.35 | 71.49 | 101.79 | 82.84 | 55.44 |
| CL2316.Contig1_All | 127.52 | 90.83 | 32.01 | 51.15 | 50.18 | 55.92 |
| CL6170.Contig2_All | 127.5 | 107.4 | 31.4 | 52.59 | 57.23 | 108.04 |
| CL1366.Contig4_All | 126.84 | 121.17 | 117.33 | 102.75 | 108.82 | 100.97 |
| CL6504.Contig2_All | 126.77 | 194.72 | 116.63 | 249.77 | 238.51 | 252.36 |
| CL3384.Contig1_All | 126.58 | 164.6 | 124.3 | 128.82 | 156.31 | 145.11 |
| Unigene14061_All | 126.42 | 131.38 | 55.44 | 173.64 | 94.97 | 30.46 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL5953.Contig1_All | 126.41 | 121.47 | 29.4 | 99.4 | 78.73 | 15.4 |
| Unigene4301_All | 126.33 | 162.37 | 225.32 | 146.18 | 198.22 | 204.73 |
| CL5406.Contig1_All | 126.18 | 143.49 | 240.75 | 222.38 | 258 | 299.27 |
| CL7213.Contig2_All | 126.09 | 68.96 | 10.06 | 31.97 | 35.55 | 67.68 |
| CL3810.Contig3_All | 125.98 | 188.21 | 328.66 | 138.99 | 208.02 | 199.07 |
| CL8254.Contig2_All | 125.95 | 108.76 | 78.88 | 87.08 | 93.54 | 80.4 |
| Unigene8474_All | 125.89 | 128.41 | 79.52 | 102.58 | 91.07 | 94.58 |
| CL98.Contig6_All | 125.88 | 145.43 | 131.52 | 583.89 | 344.56 | 396.54 |
| Unigene4588_All | 125.86 | 110.78 | 160.14 | 111.92 | 140.08 | 156.49 |
| CL5266.Contig2_All | 125.86 | 45.37 | 7.54 | 13.67 | 10.2 | 32.75 |
| Unigene6709_All | 125.58 | 94.41 | 15.91 | 59.82 | 72.43 | 57.61 |
| Unigene15835_All | 125.51 | 73.76 | 28.41 | 37.26 | 46.3 | 37.23 |
| CL7015.Contig2_All | 125.46 | 119.94 | 175.88 | 132.24 | 173.68 | 173.9 |
| Unigene14307_All | 125.43 | 95.55 | 123.16 | 88.15 | 91.32 | 80.1 |
| CL5417.Contig1_All | 125.34 | 119.55 | 164.05 | 96.61 | 135.19 | 151.23 |
| Unigene2378_All | 125.13 | 107.03 | 69.79 | 130.49 | 97.1 | 81.14 |
| CL2441.Contig2_All | 125 | 110.36 | 106.9 | 193.93 | 153.77 | 104.06 |
| CL3274.Contig1_All | 124.98 | 196.2 | 20.34 | 3.69 | 2.12 | 0 |
| CL108.Contig18_All | 124.72 | 43.05 | 24.31 | 27.79 | 19.14 | 43.73 |
| CL1027.Contig1_All | 124.54 | 123.32 | 139.75 | 103.63 | 131.56 | 123.01 |
| CL808.Contig8_All | 124.48 | 214.81 | 658.85 | 200.29 | 333.54 | 324.25 |
| Unigene15566_All | 124.45 | 142.94 | 212.31 | 108.22 | 129.28 | 119.97 |
| Unigene16047_All | 124.26 | 129.12 | 203.07 | 112.58 | 132.73 | 80.47 |
| CL5915.Contig1_All | 124.11 | 116.21 | 125.65 | 93.9 | 107.09 | 110.92 |
| CL4491.Contig3_All | 124.04 | 103.07 | 116.87 | 84.09 | 92.19 | 86.09 |
| CL2610.Contig2_All | 123.99 | 114.18 | 128.82 | 47.95 | 55.08 | 57.65 |
| CL501.Contig1_All | 123.79 | 174.91 | 99.83 | 173.58 | 86.56 | 38.62 |
| CL299.Contig12_All | 123.72 | 98.38 | 8.96 | 35.39 | 41.8 | 80.54 |
| CL650.Contig1_All | 123.54 | 108.87 | 255.39 | 227.77 | 141.34 | 118.47 |
| Unigene8145_All | 123.51 | 107.5 | 93.63 | 93.94 | 98.44 | 88.95 |
| CL4377.Contig1_All | 123.46 | 111.25 | 122.96 | 97.71 | 128.35 | 132.24 |
| CL3771.Contig2_All | 123.33 | 155.76 | 200.86 | 107.02 | 158.85 | 171.59 |
| Unigene14184_All | 123.27 | 61.67 | 51.24 | 76.06 | 59.25 | 52.29 |
| CL2368.Contig2_All | 123.26 | 155.19 | 22.03 | 53.18 | 64.94 | 105.99 |
| CL3837.Contig2_All | 123.1 | 216.57 | 67.57 | 79.63 | 120.41 | 182.88 |
| CL7123.Contig2_All | 123.07 | 99.48 | 61.85 | 99.54 | 113.28 | 181.49 |
| CL7259.Contig2_All | 123.05 | 79.24 | 73.11 | 90.86 | 73.98 | 81.35 |
| CL7677.Contig2_All | 123.01 | 15.89 | 2.3 | 50.2 | 12.4 | 21.44 |
| Unigene6237_All | 122.93 | 126.3 | 198.57 | 162.58 | 225.1 | 256.9 |
| CL2157.Contig1_All | 122.92 | 122.25 | 120.45 | 159.66 | 167.03 | 202.45 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL7891.Contig1_All | 122.63 | 106.4 | 171.53 | 95.15 | 125.78 | 159.89 |
| CL3165.Contig6_All | 122.31 | 99.41 | 206.73 | 137.12 | 152.32 | 110.32 |
| Unigene2447_All | 122.22 | 293.68 | 73.89 | 192.56 | 178.01 | 162.13 |
| Unigene9576_All | 122.13 | 116.67 | 99.66 | 126.56 | 124.46 | 138.74 |
| Unigene4326_All | 121.94 | 100.35 | 105.05 | 111.44 | 113.8 | 108.41 |
| Unigene18037_All | 121.9 | 120.86 | 174.08 | 89.26 | 103.55 | 82.1 |
| CL1105.Contig2_All | 121.87 | 103.72 | 62.88 | 107.65 | 115.21 | 95.27 |
| CL102.Contig1_All | 121.65 | 82.81 | 92.9 | 82.81 | 92.84 | 97.28 |
| CL7099.Contig1_All | 121.61 | 99.51 | 158.57 | 98.47 | 126.75 | 145.14 |
| Unigene2854_All | 121.45 | 126.65 | 246.86 | 72.82 | 104.25 | 70.39 |
| Unigene4536_All | 121.44 | 478.7 | 4426.43 | 220.81 | 1940.21 | 3180.1 |
| Unigene808_All | 121.4 | 83.51 | 87.32 | 85.49 | 85.39 | 89.35 |
| CL3464.Contig1_All | 121.21 | 92.76 | 100.93 | 95.71 | 100.21 | 104.04 |
| CL530.Contig1_All | 121.16 | 98.4 | 74.05 | 97.16 | 99.01 | 84.94 |
| CL2446.Contig1_All | 121.15 | 395.04 | 425.03 | 228.93 | 301.86 | 106.47 |
| CL396.Contig2_All | 121.12 | 81.78 | 56.62 | 72.02 | 73.42 | 95.36 |
| Unigene4771_All | 121.06 | 201.15 | 566.57 | 180.13 | 479.53 | 686.76 |
| CL7810.Contig1_All | 121.03 | 95.75 | 116.2 | 117.33 | 138.68 | 249.37 |
| CL270.Contig3_All | 120.87 | 80.16 | 86.42 | 40.32 | 58.51 | 109.59 |
| CL1106.Contig5_All | 120.7 | 89.47 | 301.15 | 112.49 | 130.45 | 133.88 |
| Unigene1008_All | 120.57 | 199.8 | 320.78 | 401.97 | 417.59 | 382.97 |
| Unigene1180_All | 120.56 | 103.77 | 115.84 | 89.76 | 96.81 | 100.89 |
| CL1027.Contig2_All | 120.46 | 112.42 | 128.99 | 100.56 | 108.54 | 107.91 |
| CL6777.Contig3_All | 120.37 | 107.21 | 147.69 | 91.9 | 95.46 | 92.46 |
| CL959.Contig1_All | 120.36 | 116.69 | 128.72 | 123.17 | 132.89 | 136.29 |
| Unigene6248_All | 120.3 | 85 | 73.58 | 101.78 | 87.06 | 90.02 |
| CL7673.Contig1_All | 120.01 | 293.18 | 258.88 | 215.12 | 152.06 | 20.03 |
| Unigene6283_All | 119.93 | 107.7 | 130.65 | 94.92 | 106.98 | 120.86 |
| CL5553.Contig1_All | 119.73 | 19.64 | 0.19 | 6.96 | 4.16 | 22.94 |
| Unigene12208_All | 119.68 | 88.43 | 142.91 | 137.88 | 149.67 | 179.11 |
| Unigene15801_All | 119.67 | 95.55 | 104.83 | 85.43 | 90.16 | 86.46 |
| Unigene509_All | 119.56 | 84.32 | 89.9 | 100.1 | 97.64 | 90.54 |
| Unigene4008_All | 119.52 | 137.42 | 265.48 | 109.84 | 121.67 | 136.97 |
| CL1865.Contig1_All | 119.5 | 68.96 | 43.39 | 55.77 | 49.33 | 54.51 |
| Unigene8144_All | 119.47 | 88.52 | 96.2 | 74.95 | 78.42 | 78.89 |
| Unigene17638_All | 119.24 | 75.06 | 76.37 | 88.09 | 73.29 | 75.37 |
| Unigene17628_All | 119.17 | 153.02 | 17.21 | 137.02 | 149.1 | 105.32 |
| CL7601.Contig2_All | 119.11 | 117.13 | 109.93 | 142.48 | 149.99 | 181.59 |
| CL7864.Contig3_All | 119.1 | 101.86 | 105.78 | 106.75 | 97.9 | 100.97 |
| CL6338.Contig1_All | 119.05 | 117.4 | 117.19 | 108.25 | 117.05 | 133.05 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL2782.Contig1_All | 119.05 | 135.86 | 76.99 | 105.93 | 89.11 | 51.58 |
| CL1416.Contig2_All | 118.93 | 47 | 6.31 | 8.08 | 11.8 | 36.81 |
| CL4300.Contig3_All | 118.78 | 14.08 | 0.17 | 3.4 | 1.72 | 5.05 |
| CL3947.Contig2_All | 118.7 | 47.08 | 9.49 | 26.49 | 29.84 | 36.99 |
| CL6373.Contig5_All | 118.57 | 72.37 | 101.54 | 127.51 | 75.59 | 70.09 |
| CL8231.Contig2_All | 118.53 | 156.99 | 201.08 | 791.77 | 573.79 | 352.21 |
| Unigene6042_All | 118.53 | 95.95 | 103.44 | 86.67 | 98.49 | 94 |
| CL7307.Contig1_All | 118.47 | 81.97 | 52.41 | 76.11 | 78.33 | 87.41 |
| CL1124.Contig3_All | 118.45 | 121.44 | 152.68 | 62.85 | 66.53 | 52.82 |
| CL2206.Contig3_All | 118.28 | 86.51 | 68.07 | 73.91 | 73.34 | 65.76 |
| Unigene4590_All | 118.21 | 142.64 | 36.97 | 109.04 | 102.75 | 55.89 |
| Unigene18895_All | 118.18 | 148.93 | 181.33 | 132.36 | 176.33 | 113.92 |
| Unigene15703_All | 118.1 | 24.32 | 61.03 | 164.09 | 184.79 | 487.81 |
| Unigene8403_All | 118.04 | 118.66 | 189.19 | 118.21 | 140.87 | 153.22 |
| CL2515.Contig2_All | 118.02 | 212.75 | 32.63 | 245.01 | 145.28 | 214.23 |
| CL2867.Contig2_All | 117.98 | 125.2 | 111.87 | 135.52 | 130.55 | 112.44 |
| Unigene13877_All | 117.94 | 118.45 | 100.32 | 97.03 | 102.33 | 106.6 |
| Unigene6226_All | 117.91 | 324.16 | 246.41 | 252.9 | 362.29 | 235.88 |
| CL8264.Contig1_All | 117.83 | 86.77 | 65.26 | 64.2 | 64.61 | 70.05 |
| Unigene4518_All | 117.78 | 99.35 | 111.13 | 80.86 | 92.71 | 92.77 |
| CL969.Contig2_All | 117.76 | 84.02 | 38.18 | 164.25 | 197.39 | 442.83 |
| Unigene10211_All | 117.62 | 43.41 | 5.63 | 9.02 | 15.28 | 46.44 |
| Unigene14100_All | 117.56 | 111.69 | 125.12 | 82.19 | 99.38 | 95.04 |
| Unigene16926_All | 117.48 | 91.67 | 68.82 | 45.61 | 35.11 | 32.5 |
| CL2135.Contig3_All | 117.34 | 115.99 | 79.33 | 81.97 | 85.4 | 96.47 |
| CL4596.Contig1_All | 117.29 | 137.65 | 117.92 | 108.68 | 122.41 | 92.54 |
| Unigene4790_All | 117.04 | 100.91 | 108.35 | 81.31 | 84.28 | 70.27 |
| Unigene10379_All | 116.98 | 134.31 | 234.65 | 109.51 | 172.45 | 225.42 |
| Unigene8161_All | 116.83 | 96.28 | 95.77 | 78.31 | 85.68 | 82.48 |
| CL7792.Contig1_All | 116.79 | 101.77 | 134.87 | 99.04 | 100.31 | 112.22 |
| CL7834.Contig1_All | 116.73 | 133.49 | 269.37 | 101.42 | 140.48 | 171.52 |
| Unigene4340_All | 116.56 | 74.66 | 104.61 | 66.75 | 69 | 137.8 |
| Unigene403_All | 116.48 | 103.26 | 168.48 | 107.27 | 124.99 | 136.83 |
| Unigene2938_All | 116.43 | 104.7 | 96.19 | 102.19 | 106.44 | 88.7 |
| Unigene2707_All | 116.36 | 74.73 | 82.56 | 83.07 | 75.48 | 71.47 |
| Unigene10060_All | 116.19 | 105.64 | 224.37 | 142.51 | 135.47 | 183.51 |
| CL900.Contig2_All | 116.1 | 104.84 | 84.73 | 106.37 | 95.78 | 73.32 |
| CL725.Contig1_All | 116.03 | 34.28 | 13.65 | 10.11 | 7.53 | 18.34 |
| CL1590.Contig3_All | 116 | 132.18 | 139.6 | 129.42 | 126.91 | 83.26 |
| Unigene14014_All | 115.95 | 46.54 | 223.19 | 125.06 | 48.65 | 45.17 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene18022_All | 115.92 | 86.72 | 105.5 | 104.53 | 99.84 | 107.6 |
| CL3600.Contig3_All | 115.8 | 85.84 | 76.95 | 46.34 | 48.64 | 57.15 |
| Unigene10424_All | 115.71 | 121.22 | 118.48 | 104.23 | 98.03 | 79.36 |
| Unigene15763_All | 115.54 | 129.89 | 121.47 | 138.81 | 139.08 | 149.73 |
| CL7760.Contig1_All | 115.4 | 70.18 | 26.77 | 119.65 | 34.45 | 50.34 |
| Unigene10337_All | 115.27 | 92.9 | 73.5 | 89.66 | 78.49 | 71.96 |
| CL3963.Contig1_All | 115.21 | 129.56 | 65.51 | 159.45 | 192.04 | 447.75 |
| CL3956.Contig1_All | 114.88 | 202.97 | 320.85 | 168.81 | 326.5 | 395.02 |
| CL5021.Contig2_All | 114.85 | 113.12 | 95.23 | 128.69 | 124.78 | 109.96 |
| CL6691.Contig2_All | 114.68 | 106.47 | 135.04 | 206.92 | 198.68 | 243.57 |
| Unigene8393_All | 114.62 | 88.65 | 107.17 | 83.07 | 96.14 | 97.21 |
| CL2285.Contig4_All | 114.57 | 104.42 | 186.33 | 68.43 | 96.18 | 61.13 |
| Unigene16227_All | 114.45 | 133.68 | 319.63 | 118.07 | 194.74 | 191.93 |
| Unigene2322_All | 114.45 | 99.78 | 33.42 | 71.03 | 48.45 | 16.34 |
| CL6473.Contig5_All | 114.19 | 138.7 | 120.1 | 107.36 | 122.57 | 112.2 |
| CL1211.Contig1_All | 114.07 | 114.1 | 135.47 | 97.36 | 103.09 | 94.88 |
| CL5989.Contig1_All | 114.06 | 81.47 | 47.87 | 83.08 | 78.29 | 85.89 |
| CL3108.Contig3_All | 114 | 25.57 | 5.68 | 3.28 | 2.98 | 6.53 |
| CL116.Contig1_All | 113.96 | 136.56 | 156.85 | 114.16 | 122.16 | 95.55 |
| Unigene11501_All | 113.94 | 107.75 | 83.6 | 190.99 | 153.18 | 78.65 |
| Unigene14077_All | 113.91 | 70.11 | 87.09 | 81.15 | 76.2 | 70.32 |
| CL396.Contig1_All | 113.77 | 74.03 | 52.12 | 65.92 | 69.84 | 91.48 |
| CL7327.Contig1_All | 113.69 | 116.48 | 321.44 | 87.2 | 171.28 | 202.89 |
| CL5829.Contig2_All | 113.68 | 217.15 | 162.75 | 134.38 | 196.91 | 107.34 |
| Unigene10473_All | 113.47 | 114.96 | 63.19 | 108.47 | 79.23 | 73.08 |
| Unigene4756_All | 113.45 | 95.86 | 73.61 | 76.5 | 67.98 | 83.33 |
| CL6241.Contig1_All | 113.35 | 116.34 | 90.81 | 60.49 | 65.4 | 64.82 |
| Unigene557_All | 113.28 | 76.68 | 72.62 | 83.33 | 70.43 | 67.15 |
| CL6835.Contig2_All | 113.25 | 74.35 | 95.68 | 82.24 | 73.58 | 65.69 |
| Unigene6514_All | 112.95 | 92.87 | 94.08 | 125.95 | 138.45 | 161.99 |
| Unigene396_All | 112.9 | 82.09 | 38.94 | 11.2 | 17.08 | 22.79 |
| CL5756.Contig2_All | 112.79 | 90.11 | 111.45 | 135.38 | 108.38 | 128.13 |
| CL1250.Contig30_All | 112.78 | 66.08 | 19.55 | 16.45 | 18.6 | 87.54 |
| CL1857.Contig2_All | 112.66 | 71.48 | 135.25 | 111.35 | 103.91 | 76.09 |
| Unigene10322_All | 112.56 | 86.04 | 3.32 | 133.88 | 62.77 | 46.19 |
| Unigene2726_All | 112.54 | 161.34 | 30.69 | 78.23 | 91.25 | 122.04 |
| CL1647.Contig2_All | 112.5 | 86 | 156.92 | 104.48 | 91.97 | 82.71 |
| CL1952.Contig3_All | 112.07 | 79.23 | 7.17 | 25.89 | 45.27 | 96.94 |
| CL4760.Contig1_All | 111.81 | 77.91 | 57.54 | 70.9 | 75.58 | 95.46 |
| Unigene4424_All | 111.81 | 96.72 | 83.78 | 89.81 | 86.57 | 93.55 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL7789.Contig2_All | 111.8 | 82.84 | 79.55 | 86.94 | 75.85 | 70.85 |
| CL6199.Contig2_All | 111.79 | 101.49 | 102 | 75.89 | 96.69 | 97.85 |
| CL1372.Contig3_All | 111.78 | 61.46 | 10.72 | 43.2 | 39.61 | 226.58 |
| CL6578.Contig3_All | 111.77 | 62.92 | 0.7 | 12 | 18.17 | 83.5 |
| Unigene6231_All | 111.77 | 104.6 | 150.84 | 95.5 | 121.61 | 116.99 |
| CL203.Contig4_All | 111.74 | 99.71 | 52.21 | 55.02 | 43.64 | 41.83 |
| Unigene15442_All | 111.7 | 85.58 | 137.12 | 76.17 | 85.41 | 103.92 |
| Unigene14065_All | 111.68 | 117.2 | 127.16 | 201.43 | 196.77 | 113.64 |
| CL707.Contig2_All | 111.63 | 104.42 | 115.28 | 106.22 | 86.09 | 86.99 |
| Unigene8257_All | 111.61 | 80.56 | 178.65 | 75.4 | 92.64 | 112.59 |
| CL4377.Contig3_All | 111.39 | 80.69 | 86.17 | 91.33 | 86.55 | 90.18 |
| CL6092.Contig2_All | 111.27 | 62.55 | 43.2 | 96.29 | 95.51 | 145.08 |
| CL6566.Contig4_All | 111.22 | 102.43 | 134.7 | 79.91 | 100.79 | 109.29 |
| CL6566.Contig1_All | 111.21 | 90.03 | 106.55 | 86.97 | 92.8 | 86.69 |
| Unigene11497_All | 111.15 | 132.79 | 155.8 | 91.82 | 100.37 | 83.09 |
| Unigene14094_All | 111.08 | 84.79 | 148.94 | 78.28 | 92 | 106.23 |
| CL8175.Contig2_All | 110.96 | 120.85 | 99.32 | 113.78 | 126.54 | 136.72 |
| Unigene2567_All | 110.9 | 97.9 | 98.94 | 80.84 | 79.84 | 68.38 |
| Unigene4484_All | 110.8 | 45.73 | 126.49 | 16.1 | 12.09 | 17.16 |
| CL8267.Contig2_All | 110.79 | 109.55 | 177.11 | 145.54 | 163.91 | 198.24 |
| CL1431.Contig1_All | 110.71 | 90.97 | 80.78 | 86.16 | 75.88 | 69.09 |
| Unigene17946_All | 110.61 | 145.99 | 79.12 | 158.42 | 187.16 | 331.57 |
| CL2331.Contig3_All | 110.6 | 60.31 | 10.78 | 153.11 | 103.3 | 119.64 |
| Unigene12238_All | 110.57 | 103.13 | 108.37 | 122.69 | 115.59 | 132.18 |
| Unigene17806_All | 110.46 | 52.56 | 9.66 | 108.63 | 50.47 | 264.9 |
| Unigene17853_All | 110.32 | 137.57 | 90.83 | 71.41 | 95.41 | 116.21 |
| Unigene23328_All | 110.14 | 97.52 | 133.61 | 97.63 | 94.46 | 95.5 |
| Unigene12232_All | 110.14 | 96.55 | 74.29 | 75 | 71.53 | 70.82 |
| CL3551.Contig2_All | 110.03 | 127.81 | 193.56 | 105.04 | 105.61 | 78.83 |
| CL1477.Contig3_All | 110.02 | 93.66 | 43.98 | 91.4 | 76.69 | 57.11 |
| CL4816.Contig2_All | 109.97 | 42.59 | 5.35 | 36.48 | 23.41 | 50.67 |
| Unigene9838_All | 109.88 | 85.88 | 126.37 | 80.2 | 88.94 | 106.01 |
| CL8157.Contig1_All | 109.7 | 55.28 | 25.21 | 36.95 | 39.69 | 59.06 |
| Unigene14037_All | 109.5 | 72.32 | 1.99 | 35.67 | 55.18 | 147.57 |
| Unigene10071_All | 109.46 | 115.99 | 129.15 | 104.37 | 120.84 | 120.31 |
| Unigene12011_All | 109.44 | 103.62 | 25.57 | 20.02 | 39.1 | 75.38 |
| Unigene10369_All | 109.26 | 100.17 | 97.74 | 105.12 | 110.53 | 113.24 |
| CL6076.Contig4_All | 109.09 | 98.73 | 125.31 | 120.44 | 129.14 | 116.29 |
| CL3477.Contig3_All | 109.08 | 130.84 | 228.18 | 136.87 | 183.56 | 186.3 |
| CL3837.Contig4_All | 109.08 | 182.7 | 58.36 | 90.99 | 126.85 | 189.92 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL5504.Contig1_All | 109.07 | 87.24 | 6.55 | 20.74 | 28.3 | 54.05 |
| Unigene13810_All | 109 | 79.39 | 51.04 | 74.7 | 59.97 | 56.61 |
| Unigene17514_All | 108.79 | 101.15 | 44.92 | 72.23 | 48.45 | 40.04 |
| CL6241.Contig3_All | 108.74 | 112.43 | 87.55 | 66.14 | 69.77 | 63.16 |
| CL2905.Contig1_All | 108.68 | 70.49 | 111.19 | 88.35 | 76.82 | 76.38 |
| CL2946.Contig1_All | 108.64 | 69.92 | 67.25 | 73.23 | 56.92 | 58.99 |
| CL6455.Contig1_All | 108.61 | 95.51 | 70.72 | 99.33 | 77.96 | 61.7 |
| CL4300.Contig2_All | 108.45 | 6.85 | 0.13 | 0.8 | 0.13 | 0.98 |
| CL6967.Contig1_All | 108.44 | 92.29 | 42.76 | 44.53 | 98.11 | 103.07 |
| CL3879.Contig1_All | 108.4 | 65.52 | 33.7 | 34.3 | 41.9 | 56.62 |
| Unigene11989_All | 108.2 | 80.45 | 75.99 | 94.33 | 84.86 | 75.4 |
| CL7430.Contig2_All | 108.18 | 77.34 | 45.14 | 32.15 | 48.28 | 79.93 |
| Unigene2693_All | 108.14 | 92.66 | 102.59 | 72.22 | 83.59 | 79.84 |
| CL3389.Contig1_All | 108.1 | 104.33 | 169.76 | 91.77 | 122.14 | 149.72 |
| CL3928.Contig1_All | 108.09 | 97.25 | 102.69 | 74.44 | 65.2 | 53.26 |
| Unigene14249_All | 108.09 | 95.9 | 38.04 | 94.95 | 42.12 | 18.76 |
| CL2946.Contig6_All | 108.06 | 69.81 | 60.12 | 70.9 | 57.46 | 55.28 |
| Unigene17852_All | 107.99 | 74.71 | 64.36 | 95.96 | 81.86 | 70.12 |
| Unigene8342_All | 107.97 | 103.39 | 46.31 | 99.09 | 80.74 | 68.37 |
| Unigene2476_All | 107.84 | 64.6 | 56.91 | 40.6 | 42.3 | 45.66 |
| Unigene2664_All | 107.78 | 114.28 | 99.21 | 109.11 | 119 | 109.18 |
| CL115.Contig28_All | 107.72 | 44.12 | 16.11 | 8.02 | 1.61 | 4.49 |
| CL7551.Contig2_All | 107.72 | 16.17 | 0.3 | 19 | 3.82 | 3.62 |
| CL2424.Contig2_All | 107.69 | 103.3 | 402.08 | 135.29 | 235.97 | 429.15 |
| CL2715.Contig3_All | 107.68 | 124.77 | 67.34 | 91.19 | 111.17 | 104.72 |
| CL3723.Contig3_All | 107.67 | 120.26 | 82.11 | 170.58 | 176.85 | 229.66 |
| Unigene17752_All | 107.66 | 361.74 | 228.03 | 302.01 | 317.14 | 76.11 |
| CL552.Contig3_All | 107.65 | 89.41 | 7.45 | 82.74 | 44.3 | 11.79 |
| CL2477.Contig1_All | 107.52 | 43.22 | 129.92 | 44.13 | 32.37 | 18.69 |
| CL6555.Contig3_All | 107.51 | 98.65 | 86.33 | 73.81 | 89.66 | 151.75 |
| CL6285.Contig1_All | 107.24 | 96.52 | 133.96 | 89.24 | 94.96 | 135.63 |
| Unigene13543_All | 107.22 | 11.32 | 1.08 | 199.79 | 12.66 | 0.97 |
| Unigene261_All | 107.09 | 62.88 | 77.32 | 76.38 | 75.28 | 64.76 |
| CL3537.Contig2_All | 107 | 91.43 | 99.59 | 94.24 | 85.16 | 82.48 |
| CL3175.Contig5_All | 106.9 | 37.97 | 9.92 | 17.85 | 15.53 | 27.32 |
| CL6000.Contig2_All | 106.68 | 117.44 | 155.1 | 101.99 | 120.88 | 120.12 |
| CL38.Contig4_All | 106.34 | 56.02 | 4.82 | 20.64 | 19.77 | 30.39 |
| CL4540.Contig1_All | 106.32 | 99.52 | 126.98 | 93.97 | 106 | 107.7 |
| Unigene12296_All | 106.28 | 67.32 | 76.36 | 101.74 | 62.19 | 52.1 |
| Unigene940_All | 106.2 | 69.38 | 94.59 | 57.82 | 61.16 | 64.52 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL2173.Contig1_All | 106.2 | 73.09 | 93.29 | 105.21 | 92.7 | 76.31 |
| Unigene15483_All | 106.16 | 79.59 | 66.97 | 62.05 | 57.96 | 56.75 |
| Unigene8383_All | 106.04 | 86.63 | 99.93 | 86.96 | 84.66 | 82.27 |
| Unigene779_All | 105.95 | 76.66 | 81.94 | 81.5 | 92.48 | 115.09 |
| CL882.Contig5_All | 105.93 | 147.25 | 394.1 | 329.8 | 333.61 | 317.91 |
| CL3598.Contig1_All | 105.77 | 147.31 | 150.21 | 115.66 | 137.58 | 134.97 |
| CL1865.Contig3_All | 105.57 | 62.93 | 39.31 | 48.71 | 39.38 | 48.83 |
| CL2652.Contig2_All | 105.48 | 87.2 | 73.26 | 79.39 | 75.75 | 53.64 |
| CL6954.Contig1_All | 105.3 | 109.16 | 108.66 | 127.31 | 116.38 | 104.4 |
| CL1590.Contig1_All | 105.25 | 105.16 | 188.39 | 114.43 | 126.54 | 81.73 |
| CL1871.Contig4_All | 105.24 | 84.35 | 100.33 | 91.45 | 91.11 | 75.82 |
| Unigene17995_All | 105.12 | 82.13 | 103.66 | 80.53 | 69.49 | 71.25 |
| Unigene4589_All | 105.04 | 98.39 | 160.64 | 87.37 | 119.6 | 131.35 |
| CL398.Contig2_All | 104.92 | 120.77 | 169.88 | 103.42 | 121.82 | 109.18 |
| Unigene899_All | 104.87 | 103.39 | 103.37 | 117.81 | 100.82 | 79.86 |
| CL7344.Contig1_All | 104.83 | 98.48 | 115.59 | 102.43 | 121.78 | 121.58 |
| Unigene17065_All | 104.82 | 331.95 | 92.72 | 192 | 296.8 | 175.06 |
| Unigene14085_All | 104.72 | 72.24 | 54.6 | 85.04 | 78.7 | 83.03 |
| Unigene14079_All | 104.7 | 72.14 | 62.96 | 69.46 | 64.02 | 65.4 |
| CL2096.Contig2_All | 104.61 | 85.09 | 61.41 | 73.38 | 65.08 | 61.02 |
| CL8250.Contig2_All | 104.59 | 97.19 | 117.09 | 104.31 | 119.13 | 117.68 |
| CL5011.Contig1_All | 104.54 | 23.23 | 12.02 | 29.26 | 30.85 | 97.75 |
| Unigene10290_All | 104.52 | 96.34 | 124.92 | 73.31 | 103.02 | 96.64 |
| CL4760.Contig2_All | 104.52 | 76.39 | 56.57 | 65.78 | 74.12 | 97.88 |
| Unigene15856_All | 104.5 | 95.9 | 123.89 | 103.25 | 126.57 | 103.98 |
| Unigene10721_All | 104.49 | 77.75 | 84.45 | 74.75 | 69.99 | 61.33 |
| Unigene6527_All | 104.41 | 75.62 | 87.35 | 63.63 | 67.36 | 74.15 |
| Unigene16222_All | 104.27 | 153.36 | 280.38 | 79.48 | 178.85 | 228.17 |
| CL1367.Contig1_All | 104.16 | 128.16 | 150.87 | 119.92 | 145.33 | 101.45 |
| Unigene12187_All | 104.15 | 94.9 | 121.86 | 112.83 | 111.7 | 106.46 |
| CL2307.Contig1_All | 104.14 | 84.1 | 95.47 | 81.99 | 70.8 | 63.58 |
| Unigene8291_All | 104.08 | 91.05 | 99 | 74.05 | 76.75 | 80.94 |
| Unigene7930_All | 103.92 | 116.67 | 65.23 | 138.13 | 118.03 | 103.65 |
| Unigene12111_All | 103.85 | 97.89 | 72.37 | 60.78 | 101.97 | 71.99 |
| CL4377.Contig2_All | 103.8 | 98.93 | 134.33 | 83.08 | 113.44 | 140.45 |
| Unigene14050_All | 103.77 | 99.14 | 155.75 | 78.61 | 88.66 | 111.82 |
| CL3269.Contig1_All | 103.72 | 81.84 | 123.09 | 82.01 | 93.82 | 97.03 |
| CL3677.Contig2_All | 103.64 | 131.48 | 159.5 | 86.8 | 101.46 | 74.67 |
| CL5844.Contig2_All | 103.64 | 101.29 | 63.94 | 96.39 | 78.89 | 49.16 |
| Unigene4561_All | 103.61 | 85.28 | 89.49 | 77.63 | 89.71 | 72.27 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL3928.Contig2_All | 103.6 | 71.93 | 93.21 | 59.62 | 56.72 | 55.54 |
| CL7729.Contig1_All | 103.53 | 99.56 | 89.46 | 97.98 | 96.96 | 100.03 |
| CL2206.Contig1_All | 103.53 | 76.65 | 50.08 | 64.79 | 53.69 | 45.27 |
| Unigene14308_All | 103.47 | 84.46 | 93.73 | 61 | 59.32 | 54.58 |
| CL3852.Contig2_All | 103.38 | 131.09 | 153.54 | 104.6 | 118.79 | 88.07 |
| CL2843.Contig1_All | 103.38 | 56.14 | 40.16 | 21.59 | 26.25 | 44.87 |
| Unigene12258_All | 103.37 | 74.75 | 17.29 | 43.01 | 50.46 | 81.35 |
| CL2867.Contig1_All | 103.16 | 88.59 | 85.12 | 74.23 | 70.05 | 72.43 |
| Unigene6723_All | 103.1 | 91.83 | 22.64 | 27.66 | 39.28 | 75.48 |
| CL3522.Contig1_All | 103.09 | 156.79 | 307.36 | 96.4 | 151.53 | 141.68 |
| Unigene2493_All | 102.96 | 103.18 | 91.53 | 94.07 | 101.19 | 79.7 |
| CL5989.Contig2_All | 102.91 | 76.72 | 40.74 | 76.21 | 74.41 | 78.93 |
| CL2905.Contig4_All | 102.88 | 62.52 | 78.42 | 71.7 | 66.71 | 84.54 |
| Unigene9763_All | 102.86 | 113.26 | 110.91 | 84.56 | 89.36 | 79.66 |
| CL7891.Contig2_All | 102.81 | 97.86 | 148.13 | 83.15 | 113.54 | 139.46 |
| CL980.Contig1_All | 102.78 | 85.65 | 147.42 | 130.23 | 142.02 | 121.72 |
| Unigene15977_All | 102.66 | 76.42 | 12.72 | 11.68 | 21.07 | 59.27 |
| CL6653.Contig2_All | 102.61 | 163.56 | 130.5 | 99.64 | 112.78 | 89.03 |
| Unigene12213_All | 102.59 | 85.28 | 69.67 | 101.56 | 92.09 | 78.41 |
| CL5537.Contig2_All | 102.58 | 57.89 | 23.41 | 124.19 | 73.7 | 28.14 |
| CL5347.Contig1_All | 102.52 | 110.23 | 148.41 | 85.09 | 109.16 | 138.11 |
| CL1365.Contig4_All | 102.44 | 105.87 | 197.23 | 193.72 | 262.05 | 268.03 |
| CL737.Contig3_All | 102.21 | 90.56 | 104.96 | 105.62 | 111.27 | 112.28 |
| CL5799.Contig1_All | 102.2 | 174.66 | 133.86 | 84.63 | 110.49 | 88.24 |
| CL1365.Contig2_All | 102.16 | 110.11 | 235.8 | 97.35 | 108.85 | 120.13 |
| Unigene15973_All | 102.11 | 81.4 | 68.86 | 83.64 | 77.49 | 75.08 |
| CL7751.Contig2_All | 102.06 | 94.93 | 2.25 | 13.69 | 29.9 | 56.03 |
| Unigene12433_All | 101.96 | 119.62 | 154.63 | 91.91 | 111.07 | 116.41 |
| CL1776.Contig1_All | 101.92 | 69.05 | 79.7 | 82.48 | 76.82 | 44.88 |
| Unigene1034_All | 101.9 | 57.68 | 27.08 | 48.97 | 37.55 | 43.89 |
| Unigene24124_All | 101.88 | 94.53 | 72.94 | 97.84 | 85.91 | 104.59 |
| Unigene6549_All | 101.86 | 141.67 | 18.03 | 114.7 | 189.48 | 254.52 |
| Unigene8266_All | 101.76 | 71.46 | 95.06 | 90.68 | 81.96 | 68.82 |
| CL6754.Contig1_All | 101.75 | 36.44 | 48.49 | 207.11 | 90.91 | 133 |
| Unigene8089_All | 101.72 | 91.46 | 119.41 | 86.81 | 90.87 | 89.15 |
| CL811.Contig3_All | 101.68 | 86.28 | 127.83 | 72.55 | 87.64 | 87.82 |
| CL6263.Contig1_All | 101.5 | 131.44 | 153.88 | 115.32 | 143.66 | 161.49 |
| Unigene13969_All | 101.43 | 85.09 | 81.43 | 84.04 | 81.83 | 73.16 |
| CL3765.Contig3_All | 101.43 | 148.4 | 68.06 | 100.9 | 131.23 | 94.23 |
| CL6264.Contig3_All | 101.18 | 27.55 | 0.82 | 1.09 | 2.01 | 15.46 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene9739_All | 101.07 | 101.86 | 94.92 | 75.51 | 71.73 | 76.8 |
| Unigene15976_All | 100.82 | 75.61 | 98.05 | 83.01 | 92.43 | 109.14 |
| Unigene480_All | 100.65 | 125.08 | 207.89 | 124.07 | 130.72 | 112.65 |
| Unigene13525_All | 100.51 | 98.65 | 73.92 | 83.78 | 84.59 | 80.8 |
| Unigene2120_All | 100.5 | 106.06 | 126.3 | 87.64 | 102.21 | 116.98 |
| CL197.Contig9_All | 100.41 | 4.44 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Unigene4372_All | 100.03 | 98.09 | 355.22 | 275.49 | 279.66 | 345.27 |
| CL2594.Contig4_All | 99.69 | 83.25 | 23.09 | 29.47 | 33.39 | 50.43 |
| CL2978.Contig3_All | 99.67 | 59.81 | 11.34 | 16.21 | 24.04 | 48.46 |
| CL7115.Contig2_All | 99.61 | 98.35 | 144.33 | 92.94 | 108.98 | 132.9 |
| Unigene13544_All | 99.56 | 217.72 | 196.79 | 181.16 | 274.11 | 492.36 |
| CL3514.Contig1_All | 99.51 | 124.68 | 219.77 | 147.87 | 207.29 | 193.97 |
| Unigene8661_All | 99.43 | 106.29 | 110.7 | 91.55 | 83.58 | 63.36 |
| Unigene6580_All | 99.35 | 228.91 | 39.79 | 139.92 | 152.88 | 115.13 |
| Unigene14026_All | 99.34 | 220.63 | 193.8 | 156.35 | 318.78 | 286.55 |
| CL4737.Contig4_All | 99.32 | 67.16 | 29.14 | 39.57 | 41 | 66.31 |
| CL7227.Contig1_All | 99.06 | 125.07 | 82.95 | 99.05 | 81.85 | 46.68 |
| CL2942.Contig2_All | 98.91 | 83.66 | 116.4 | 75.6 | 69.84 | 57.97 |
| CL7068.Contig2_All | 98.82 | 81.09 | 23.94 | 39.65 | 44.18 | 62.03 |
| CL8300.Contig1_All | 98.71 | 51.07 | 47.81 | 58.79 | 41.76 | 45.16 |
| Unigene2304_All | 98.63 | 122.8 | 170.47 | 87.41 | 128.58 | 127.11 |
| Unigene2408_All | 98.54 | 94.45 | 96.38 | 105.24 | 107.44 | 102.44 |
| Unigene12422_All | 98.41 | 14.32 | 4.41 | 219.54 | 16.44 | 14.76 |
| Unigene17282_All | 98.34 | 73.29 | 71.58 | 38.05 | 48.13 | 60.21 |
| CL6046.Contig1_All | 98.33 | 80.13 | 87.95 | 86.67 | 92 | 90.45 |
| CL7039.Contig1_All | 98.25 | 54.22 | 0.35 | 15.53 | 24.61 | 100.81 |
| Unigene17790_All | 98.2 | 68.48 | 68.78 | 65.82 | 62.02 | 60.98 |
| Unigene10404_All | 98.19 | 93.27 | 106.05 | 92.22 | 85.42 | 61.98 |
| CL1553.Contig1_All | 98.1 | 99.92 | 81.12 | 70.48 | 81.55 | 103 |
| Unigene10100_All | 98.07 | 78.73 | 82.24 | 73.48 | 63.56 | 72.86 |
| CL895.Contig2_All | 98 | 53.71 | 13.93 | 18.04 | 22.83 | 27.72 |
| CL3455.Contig1_All | 97.86 | 42.51 | 13.69 | 22.95 | 21.62 | 68.24 |
| CL998.Contig1_All | 97.74 | 99.98 | 122.2 | 90.1 | 96.97 | 71.57 |
| CL6232.Contig1_All | 97.71 | 60.64 | 74.65 | 133.91 | 93.39 | 103.89 |
| CL622.Contig5_All | 97.64 | 15.35 | 13.86 | 19.3 | 21.4 | 40.13 |
| Unigene8372_All | 97.51 | 77.5 | 72.13 | 71.28 | 83.38 | 84.73 |
| CL4276.Contig1_All | 97.48 | 77.17 | 95.79 | 81.14 | 87.67 | 91.79 |
| CL3582.Contig1_All | 97.41 | 63.93 | 45.38 | 38.6 | 53.34 | 70.06 |
| CL4029.Contig2_All | 97.19 | 64.88 | 2.06 | 16.94 | 29 | 30.86 |
| CL2307.Contig2_All | 97.14 | 82.32 | 90.7 | 70.05 | 63.53 | 59.56 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL2002.Contig1_All | 97.12 | 103.1 | 103.72 | 93.34 | 87.6 | 78.26 |
| CL5347.Contig5_All | 96.95 | 83.69 | 113.34 | 84.33 | 80.84 | 108.99 |
| CL501.Contig4_All | 96.8 | 129.02 | 75.04 | 142.98 | 54.76 | 32.86 |
| CL2072.Contig1_All | 96.55 | 60.38 | 33 | 63.4 | 60.97 | 65.84 |
| Unigene16168_All | 96.53 | 72.32 | 27.11 | 57.85 | 22.21 | 17.21 |
| Unigene10510_All | 96.29 | 116.48 | 122.12 | 123.62 | 122.66 | 95.16 |
| CL5048.Contig4_All | 96.29 | 58.5 | 11.5 | 31.16 | 34.64 | 55.21 |
| Unigene874_All | 96.24 | 79.02 | 100.81 | 70.29 | 76.95 | 90.11 |
| CL5528.Contig1_All | 96.23 | 74.17 | 141.12 | 140.99 | 124.8 | 93.61 |
| CL1954.Contig8_All | 96.2 | 74.86 | 108.09 | 36.23 | 87.36 | 104.84 |
| CL3535.Contig1_All | 96.05 | 67.85 | 43.42 | 60.46 | 45.5 | 55.73 |
| CL5127.Contig1_All | 96.02 | 22.78 | 4.33 | 1.75 | 4.88 | 16.21 |
| CL8003.Contig1_All | 95.86 | 60.52 | 17.46 | 35.7 | 37.7 | 55.84 |
| CL1562.Contig1_All | 95.82 | 114.8 | 137.01 | 116.67 | 159.05 | 190.85 |
| CL8015.Contig2_All | 95.76 | 75.76 | 255.12 | 72.87 | 112.8 | 110.56 |
| Unigene4280_All | 95.61 | 306.23 | 37.32 | 310.25 | 361.37 | 141.85 |
| CL980.Contig3_All | 95.56 | 60.6 | 127.18 | 49 | 58.46 | 58.58 |
| Unigene14276_All | 95.55 | 83.7 | 70.61 | 62.95 | 71.42 | 67.3 |
| Unigene382_All | 95.51 | 77.43 | 87.94 | 63.25 | 72.15 | 67.81 |
| CL3816.Contig1_All | 95.43 | 99.71 | 99.96 | 113.63 | 94.84 | 79.14 |
| Unigene3209_All | 95.39 | 71.9 | 58.89 | 72.37 | 62.02 | 64.6 |
| Unigene6485_All | 95.27 | 78.95 | 81.71 | 75.35 | 74.91 | 87.88 |
| Unigene12406_All | 95.23 | 86 | 89.29 | 86.04 | 85 | 71.74 |
| CL2865.Contig2_All | 95.2 | 121.03 | 32.05 | 65.42 | 79.62 | 92.15 |
| CL844.Contig6_All | 95.14 | 93.85 | 89.74 | 97.51 | 74.13 | 45.85 |
| Unigene906_All | 95.09 | 95.65 | 102.17 | 82.93 | 81.12 | 80.08 |
| CL1478.Contig2_All | 95.01 | 87.08 | 122.82 | 74.89 | 80.19 | 100.25 |
| Unigene4523_All | 94.97 | 223.56 | 43.46 | 86.64 | 143.25 | 78.49 |
| CL5809.Contig1_All | 94.94 | 63.59 | 81.51 | 82.77 | 72.06 | 74.94 |
| Unigene18329_All | 94.81 | 55.75 | 34.21 | 44.57 | 31.68 | 25.44 |
| CL7249.Contig1_All | 94.74 | 87.77 | 122.51 | 110.53 | 113.86 | 111.1 |
| Unigene12292_All | 94.7 | 88.78 | 84.85 | 66.65 | 66.64 | 61.19 |
| Unigene12198_All | 94.66 | 83.21 | 129.09 | 86.32 | 107.96 | 116.59 |
| Unigene14263_All | 94.63 | 77.16 | 79.89 | 68.07 | 63.56 | 55.33 |
| CL2684.Contig1_All | 94.61 | 74.81 | 76.84 | 68.99 | 69.29 | 65.9 |
| Unigene12034_All | 94.52 | 77.92 | 67.66 | 63.69 | 65.74 | 58.13 |
| Unigene7626_All | 94.4 | 105.11 | 168.99 | 50.94 | 66.82 | 82.07 |
| CL3756.Contig2_All | 94.34 | 66.43 | 15.98 | 41.36 | 18.63 | 7.05 |
| CL3756.Contig1_All | 94.28 | 56.59 | 15.13 | 36.14 | 17.08 | 9.15 |
| Unigene13796_All | 94.23 | 101.15 | 5.43 | 120.76 | 100.58 | 52.29 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL2072.Contig3_All | 94.16 | 48.51 | 21.68 | 26.02 | 24.99 | 37.5 |
| Unigene8189_All | 93.96 | 94.24 | 141.83 | 80.71 | 101.24 | 106.26 |
| Unigene2145_All | 93.96 | 92.32 | 139.55 | 131.88 | 136.15 | 82.15 |
| CL1871.Contig7_All | 93.95 | 76.15 | 93.19 | 87.08 | 80.08 | 68.4 |
| Unigene16920_All | 93.9 | 141.64 | 318.71 | 276.7 | 252.95 | 265.61 |
| CL5021.Contig1_All | 93.9 | 88.96 | 69.6 | 96.5 | 88.41 | 83.48 |
| CL5809.Contig2_All | 93.89 | 58.36 | 76.73 | 77.63 | 63.39 | 67.7 |
| Unigene1026_All | 93.87 | 61.6 | 60.38 | 57.57 | 65.06 | 91.92 |
| CL3108.Contig1_All | 93.81 | 20.15 | 2.28 | 1.37 | 1.81 | 3.95 |
| CL3125.Contig1_All | 93.77 | 84.52 | 93.91 | 64.91 | 75.73 | 82.78 |
| Unigene14060_All | 93.75 | 81.81 | 87.14 | 94.17 | 88.77 | 91.16 |
| CL7854.Contig1_All | 93.72 | 64.3 | 60.89 | 80.7 | 59.16 | 41.96 |
| Unigene6701_All | 93.72 | 75.36 | 86.05 | 85.01 | 86.18 | 78.05 |
| Unigene2276_All | 93.69 | 78.97 | 75.5 | 96.68 | 86.82 | 83.53 |
| CL8219.Contig2_All | 93.57 | 65.95 | 69.22 | 78.73 | 60.83 | 50.6 |
| CL6342.Contig1_All | 93.56 | 62.25 | 66.1 | 43.37 | 50.17 | 63.73 |
| Unigene2932_All | 93.33 | 79.07 | 80.26 | 88.24 | 81 | 76.2 |
| Unigene17949_All | 93.21 | 108.47 | 58.39 | 109.82 | 99.3 | 57.29 |
| CL8031.Contig2_All | 93.13 | 38.12 | 7.01 | 10.57 | 6.75 | 19.27 |
| CL1397.Contig2_All | 93.12 | 81.71 | 80.33 | 66.65 | 72.59 | 93.6 |
| CL1740.Contig3_All | 92.98 | 65.25 | 33.93 | 35.12 | 37.54 | 77.99 |
| CL6383.Contig2_All | 92.94 | 67.23 | 30.2 | 87.76 | 59.76 | 43.88 |
| CL919.Contig1_All | 92.73 | 61.16 | 244.95 | 109.1 | 120.71 | 174.9 |
| CL68.Contig1_All | 92.62 | 73.44 | 60.9 | 60.82 | 43.8 | 50.47 |
| CL8176.Contig4_All | 92.6 | 96.46 | 120.88 | 36.42 | 76.84 | 91.07 |
| Unigene15533_All | 92.53 | 47.2 | 0.19 | 6.98 | 4.43 | 5.55 |
| CL82.Contig2_All | 92.49 | 248.5 | 430.76 | 458.23 | 580.88 | 347.78 |
| Unigene16034_All | 92.44 | 89.76 | 47.82 | 49.08 | 62.22 | 63.36 |
| CL3535.Contig2_All | 92.34 | 66.48 | 39.13 | 61.5 | 44.85 | 52.49 |
| Unigene853_All | 92.3 | 110.43 | 172.26 | 99.87 | 112.75 | 105.41 |
| CL619.Contig5_All | 92.25 | 50.96 | 7.22 | 15.23 | 17.59 | 22.24 |
| CL1954.Contig9_All | 92.13 | 62.71 | 88.97 | 32.61 | 72.88 | 88.82 |
| CL840.Contig2_All | 92.13 | 100.4 | 116.51 | 92.38 | 100.59 | 112.54 |
| CL5992.Contig3_All | 92.12 | 59.64 | 12.72 | 25.55 | 28.32 | 61.94 |
| CL5911.Contig2_All | 92.12 | 52.67 | 15.65 | 17.86 | 29.62 | 66.83 |
| CL4512.Contig2_All | 92.11 | 104.54 | 117.54 | 89.17 | 113.99 | 199.02 |
| CL5847.Contig1_All | 92.08 | 87.27 | 129.1 | 83.56 | 110.99 | 113.45 |
| CL6796.Contig1_All | 92.05 | 25.6 | 11.76 | 25.03 | 21.43 | 16.43 |
| Unigene8184_All | 92.04 | 121.44 | 107.55 | 77.7 | 92.76 | 87.1 |
| Unigene6737_All | 91.92 | 73.91 | 95.01 | 93.81 | 79.38 | 77.79 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene6651_All | 91.74 | 93.58 | 246.39 | 106.16 | 123.8 | 165.5 |
| CL7172.Contig1_All | 91.69 | 83.12 | 59.35 | 84.69 | 97.26 | 77.62 |
| Unigene8188_All | 91.6 | 93.07 | 98.55 | 51.71 | 57.65 | 51.8 |
| Unigene17353_All | 91.59 | 30.39 | 6.92 | 40.05 | 7.36 | 9.76 |
| CL232.Contig2_All | 91.57 | 72.75 | 74.24 | 72.36 | 79.22 | 80.63 |
| Unigene356_All | 91.28 | 69.78 | 63.15 | 77.98 | 70.81 | 39.15 |
| CL4108.Contig2_All | 91.23 | 51.45 | 28.85 | 31.25 | 38.19 | 49.41 |
| Unigene8146_All | 91.21 | 97.6 | 101.29 | 72.02 | 85.47 | 70.92 |
| CL2757.Contig3_All | 91.17 | 58.86 | 68.95 | 48.32 | 65.55 | 71.38 |
| Unigene24476_All | 91.1 | 42.69 | 13.59 | 44.47 | 55.88 | 89.99 |
| Unigene7907_All | 91.07 | 119.4 | 200.83 | 144.79 | 158.89 | 154.61 |
| CL5335.Contig2_All | 90.88 | 87.04 | 93.38 | 83.4 | 84.96 | 79.96 |
| CL840.Contig6_All | 90.81 | 92.1 | 106.25 | 82.71 | 92.97 | 96.97 |
| CL5269.Contig2_All | 90.79 | 76.96 | 53.65 | 62.14 | 78.11 | 76.38 |
| Unigene14361_All | 90.61 | 36.84 | 34.87 | 54.1 | 38.58 | 54.52 |
| CL4263.Contig1_All | 90.6 | 89.56 | 58.1 | 82.19 | 69.37 | 55.08 |
| Unigene15939_All | 90.54 | 69.32 | 39.51 | 33.66 | 36.39 | 29.86 |
| CL871.Contig1_All | 90.53 | 79.69 | 80.46 | 95.71 | 89.53 | 77.39 |
| CL6891.Contig2_All | 90.47 | 74.57 | 84.23 | 80.18 | 79.8 | 87.1 |
| Unigene13868_All | 90.41 | 97.2 | 82.46 | 92.92 | 95.87 | 97.32 |
| CL3701.Contig1_All | 90.35 | 82.7 | 86.25 | 102.83 | 102.58 | 77.46 |
| Unigene12105_All | 90.33 | 83.78 | 78.82 | 53.74 | 57.5 | 49.9 |
| CL3711.Contig2_All | 90.28 | 72.99 | 53.25 | 110.15 | 67.92 | 59.26 |
| CL8031.Contig1_All | 90.23 | 41.87 | 6.76 | 32.11 | 31.43 | 40.2 |
| CL4830.Contig1_All | 90.2 | 100.8 | 112.22 | 100.53 | 125.5 | 131.91 |
| CL1431.Contig4_All | 90.1 | 85.24 | 78.14 | 118.59 | 116.64 | 121.25 |
| Unigene4663_All | 90.07 | 88.82 | 58.13 | 60.71 | 75.33 | 100.38 |
| CL2585.Contig3_All | 90.03 | 193.9 | 42.13 | 63.44 | 133.62 | 178.94 |
| CL5269.Contig1_All | 90.01 | 81.58 | 55.76 | 68.5 | 72.23 | 81.84 |
| CL7769.Contig1_All | 89.95 | 101.16 | 89.94 | 77.83 | 96.37 | 104.55 |
| CL2477.Contig2_All | 89.91 | 35.65 | 124.92 | 46.88 | 25.93 | 21.23 |
| CL514.Contig4_All | 89.85 | 73.92 | 11.27 | 17.79 | 27.41 | 51.55 |
| Unigene12307_All | 89.72 | 76.92 | 61.94 | 67.63 | 53.21 | 43.4 |
| CL3687.Contig1_All | 89.34 | 81.94 | 4.56 | 30.6 | 51.22 | 85.21 |
| CL244.Contig3_All | 89.3 | 92.68 | 97.15 | 65.43 | 81.24 | 76.54 |
| CL1176.Contig4_All | 89.25 | 67.36 | 20.02 | 32.1 | 34.2 | 46.01 |
| Unigene8578_All | 89.23 | 81.61 | 79.58 | 94.36 | 98.57 | 192.81 |
| Unigene926_All | 89.01 | 93.55 | 50.88 | 43.93 | 34.72 | 31.09 |
| Unigene3943_All | 88.95 | 92.2 | 41.77 | 36.1 | 56.25 | 70.39 |
| Unigene4598_All | 88.94 | 82.95 | 89.53 | 93.22 | 88.6 | 87.15 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL1430.Contig1_All | 88.91 | 73.57 | 47.81 | 75.65 | 59.44 | 48.2 |
| CL1219.Contig6_All | 88.85 | 137.76 | 0.98 | 65.82 | 46.37 | 4.95 |
| CL3444.Contig2_All | 88.78 | 123.39 | 138.46 | 86.47 | 92.18 | 76.52 |
| CL8069.Contig1_All | 88.72 | 166.58 | 81.5 | 137.97 | 136.35 | 103.02 |
| CL3551.Contig1_All | 88.66 | 99.61 | 155.09 | 86.14 | 82.17 | 73.76 |
| CL1204.Contig5_All | 88.62 | 66.07 | 30.01 | 1152.32 | 758.94 | 425.4 |
| CL5215.Contig1_All | 88.57 | 57.7 | 67.61 | 61.29 | 58.39 | 60.69 |
| CL5764.Contig1_All | 88.39 | 65.34 | 39.61 | 62.41 | 53.53 | 47.25 |
| Unigene8558_All | 88.34 | 73.02 | 57.01 | 61.88 | 54.92 | 51.76 |
| CL2924.Contig2_All | 88.29 | 77.14 | 268.18 | 134.18 | 172.57 | 154.77 |
| CL82.Contig4_All | 88.23 | 226.87 | 391.61 | 426.36 | 511.15 | 304.78 |
| Unigene8495_All | 88.18 | 69.27 | 104.26 | 97.16 | 103.68 | 127.84 |
| Unigene17574_All | 88.18 | 68.71 | 86.62 | 73.02 | 70.18 | 78.22 |
| CL3176.Contig2_All | 88.16 | 70.1 | 75.29 | 48.42 | 54.62 | 60.58 |
| Unigene2929_All | 88.08 | 98.82 | 150 | 100.66 | 104.38 | 104.5 |
| CL4300.Contig7_All | 88.06 | 2.68 | 0.06 | 22.29 | 0.9 | 0.13 |
| CL2862.Contig7_All | 88.06 | 98.27 | 31.25 | 64.15 | 89.44 | 72.61 |
| CL7526.Contig1_All | 88.04 | 49.68 | 29.6 | 26.35 | 27.51 | 31.73 |
| CL7815.Contig1_All | 87.98 | 97.64 | 116.86 | 84.37 | 102.9 | 107.8 |
| CL2463.Contig6_All | 87.97 | 91.38 | 18.58 | 21.7 | 32.01 | 54.12 |
| Unigene15741_All | 87.93 | 59.69 | 19.16 | 53.2 | 39.65 | 32.02 |
| Unigene11981_All | 87.92 | 73.47 | 61.48 | 65.8 | 68.17 | 84.01 |
| Unigene16076_All | 87.91 | 74.44 | 106.95 | 48.7 | 63.52 | 46.66 |
| CL6167.Contig2_All | 87.89 | 94.57 | 41.35 | 52.79 | 58.52 | 63.62 |
| CL5505.Contig2_All | 87.88 | 18.78 | 5.42 | 8.54 | 11.59 | 22.5 |
| Unigene6298_All | 87.88 | 93.26 | 116.02 | 105.15 | 108.82 | 89.88 |
| CL7446.Contig2_All | 87.87 | 69.03 | 17.88 | 60.39 | 43.54 | 35.71 |
| CL2096.Contig1_All | 87.83 | 63.96 | 52.55 | 59.38 | 54.83 | 52.38 |
| Unigene18179_All | 87.74 | 66 | 63.01 | 69.89 | 64.44 | 63.72 |
| Unigene2456_All | 87.67 | 74.69 | 72.63 | 56.08 | 62.11 | 47.48 |
| CL13.Contig5_All | 87.56 | 91.79 | 21.93 | 41.41 | 32.08 | 15.61 |
| Unigene6309_All | 87.53 | 17.67 | 20.46 | 83.19 | 21.61 | 70.51 |
| Unigene8416_All | 87.49 | 80.06 | 133.47 | 91.17 | 87.26 | 62.53 |
| CL6709.Contig1_All | 87.35 | 47.36 | 21.65 | 38.42 | 36.63 | 46.92 |
| Unigene7832_All | 87.34 | 58.03 | 42.97 | 60.84 | 43.31 | 48.36 |
| CL860.Contig1_All | 87.28 | 101.7 | 30.02 | 73.34 | 56.51 | 31.35 |
| CL2578.Contig4_All | 87.26 | 70.65 | 71.55 | 69.8 | 83.65 | 95.26 |
| Unigene2517_All | 87.25 | 93.5 | 105.36 | 99.65 | 106.5 | 109.48 |
| CL7887.Contig1_All | 87.19 | 74.75 | 56.82 | 58.14 | 60.47 | 51.98 |
| CL1432.Contig1_All | 87.07 | 104.4 | 117.24 | 284.75 | 183.51 | 122.79 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene8636_All | 87.06 | 69.16 | 77.22 | 68.92 | 72.03 | 70.46 |
| CL5171.Contig2_All | 87.05 | 100.67 | 119.43 | 86.52 | 93.41 | 89.96 |
| CL7999.Contig2_All | 87.04 | 63.31 | 80.73 | 72.65 | 73.21 | 87.48 |
| CL6932.Contig1_All | 87.02 | 88.44 | 57.14 | 64.17 | 66.74 | 84.5 |
| Unigene6318_All | 86.92 | 45.36 | 25.69 | 56.11 | 40.17 | 23.12 |
| Unigene8368_All | 86.87 | 66.27 | 69.14 | 78.67 | 70.65 | 76.94 |
| Unigene16109_All | 86.87 | 68.24 | 177.33 | 74.4 | 123.26 | 117.42 |
| CL1073.Contig5_All | 86.82 | 88.25 | 85.23 | 65.08 | 63.19 | 61.8 |
| Unigene901_All | 86.79 | 65.85 | 61.59 | 70.33 | 58.53 | 63.63 |
| Unigene13865_All | 86.75 | 112.59 | 43.41 | 90.85 | 80.48 | 18.02 |
| CL1934.Contig2_All | 86.74 | 59.42 | 40.7 | 53.87 | 39.56 | 58.23 |
| CL1.Contig13_All | 86.65 | 85.23 | 1.02 | 16.7 | 25.06 | 75.18 |
| CL6338.Contig2_All | 86.54 | 99.87 | 102.5 | 96.92 | 89.23 | 103.91 |
| CL3525.Contig1_All | 86.42 | 45.29 | 20.54 | 118.69 | 43.22 | 65.24 |
| CL3257.Contig1_All | 86.4 | 63.96 | 75.89 | 75.67 | 75.23 | 74.99 |
| CL3872.Contig1_All | 86.12 | 52.87 | 82.17 | 196.2 | 78.78 | 164.69 |
| CL2891.Contig1_All | 86.1 | 89.04 | 76.78 | 76.44 | 86.61 | 82.49 |
| Unigene8140_All | 86.05 | 64.1 | 69.78 | 89.13 | 70.55 | 58.45 |
| CL1870.Contig2_All | 85.98 | 27.66 | 28.61 | 36.65 | 23.8 | 36.07 |
| Unigene15821_All | 85.9 | 60.94 | 71.81 | 60.88 | 63.93 | 61.58 |
| Unigene12179_All | 85.9 | 105.24 | 141.3 | 88.98 | 95.98 | 113.34 |
| Unigene10143_All | 85.88 | 63.4 | 100.37 | 49.29 | 73.62 | 70.92 |
| Unigene12039_All | 85.86 | 62.69 | 71.41 | 63.07 | 61.5 | 61.56 |
| Unigene12404_All | 85.81 | 88.34 | 103.38 | 67.93 | 95.97 | 100.32 |
| CL841.Contig1_All | 85.79 | 45.42 | 28.85 | 76.9 | 46.44 | 71.7 |
| Unigene6218_All | 85.61 | 57.36 | 13.73 | 62.82 | 42.79 | 18.49 |
| CL6970.Contig3_All | 85.57 | 48.91 | 56.55 | 53.76 | 46.62 | 48.27 |
| Unigene17296_All | 85.53 | 49.2 | 28.34 | 28.26 | 31.96 | 45.01 |
| CL406.Contig10_All | 85.51 | 61.05 | 14.17 | 3.33 | 4.25 | 7.65 |
| CL2300.Contig1_All | 85.26 | 77.44 | 54.67 | 58.77 | 62.14 | 70.78 |
| Unigene8486_All | 85.18 | 84.83 | 97.76 | 82.87 | 83.4 | 88.93 |
| Unigene12014_All | 85.16 | 97.06 | 148.22 | 146.15 | 190.44 | 267.13 |
| CL7662.Contig2_All | 85.14 | 70.78 | 107.32 | 95.19 | 109.22 | 128.51 |
| Unigene18050_All | 85.12 | 72.61 | 90.12 | 133.67 | 126.85 | 137.68 |
| CL3990.Contig1_All | 85.11 | 71.96 | 54.67 | 63.27 | 64.46 | 65.04 |
| CL3862.Contig4_All | 85.1 | 77.26 | 44.06 | 66.09 | 54.73 | 67.42 |
| Unigene12381_All | 85.05 | 64.65 | 70.84 | 68.84 | 60.99 | 64.63 |
| CL5567.Contig1_All | 84.99 | 74.69 | 88.94 | 80.69 | 74.85 | 83.75 |
| Unigene15760_All | 84.98 | 58.77 | 110.22 | 66.83 | 84.61 | 101.84 |
| Unigene6320_All | 84.95 | 90.97 | 141.35 | 61.75 | 75.44 | 75.3 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene17988_All | 84.82 | 83.56 | 186.49 | 113.87 | 112.1 | 101.12 |
| Unigene8544_All | 84.79 | 110.2 | 61.6 | 98.67 | 106.11 | 94.65 |
| Unigene6281_All | 84.7 | 139.15 | 78.82 | 84 | 99.69 | 99.03 |
| CL213.Contig1_All | 84.58 | 128.17 | 5.69 | 63.68 | 42.36 | 2.9 |
| CL1749.Contig1_All | 84.57 | 62.73 | 80.68 | 66.36 | 66.63 | 86.73 |
| CL6342.Contig2_All | 84.57 | 49.97 | 51.45 | 37.69 | 45.25 | 48 |
| CL6392.Contig1_All | 84.52 | 48.7 | 22.49 | 40.05 | 31.17 | 27.66 |
| CL3130.Contig1_All | 84.49 | 81.57 | 84.33 | 91.38 | 79 | 67.09 |
| Unigene3701_All | 84.44 | 206.01 | 902.23 | 105.5 | 599.33 | 668.61 |
| CL7010.Contig2_All | 84.42 | 44.61 | 27.76 | 62.8 | 67.34 | 107.69 |
| Unigene17640_All | 84.41 | 60.64 | 94.47 | 68.25 | 74.62 | 71.95 |
| Unigene4516_All | 84.4 | 42.66 | 8.5 | 16.88 | 15.24 | 9.99 |
| Unigene6471_All | 84.26 | 80.4 | 103.21 | 70.23 | 76.36 | 87.03 |
| CL289.Contig10_All | 84.13 | 130.45 | 0 | 6.1 | 32.94 | 32.46 |
| CL1640.Contig1_All | 84.11 | 133.38 | 16.07 | 17.96 | 38.69 | 83.51 |
| Unigene2672_All | 84 | 69.46 | 53.81 | 74.25 | 67.28 | 63.71 |
| CL7227.Contig2_All | 83.93 | 99.55 | 46.15 | 98.71 | 70.77 | 41.28 |
| CL1106.Contig4_All | 83.83 | 69.8 | 47.07 | 82.73 | 76.46 | 57.07 |
| Unigene4520_All | 83.79 | 82.68 | 93.06 | 103.62 | 100.05 | 107.45 |
| Unigene10405_All | 83.69 | 35.36 | 34.56 | 27.73 | 33.65 | 19.53 |
| Unigene13435_All | 83.66 | 73.59 | 2.57 | 74.86 | 31.24 | 8.16 |
| CL1946.Contig2_All | 83.65 | 179.4 | 532.91 | 64.85 | 622.09 | 799.26 |
| CL5062.Contig4_All | 83.64 | 65.87 | 95 | 68.33 | 67.21 | 80.89 |
| CL5471.Contig1_All | 83.57 | 121.57 | 45.06 | 171.44 | 113.24 | 65.07 |
| CL2016.Contig1_All | 83.57 | 92.16 | 4.21 | 115.81 | 52.81 | 11.39 |
| Unigene8280_All | 83.52 | 79.89 | 66.95 | 57.27 | 75.83 | 76.71 |
| Unigene973_All | 83.52 | 93.46 | 85.62 | 67.24 | 63.15 | 64.98 |
| CL2746.Contig1_All | 83.42 | 65.62 | 86.02 | 68.92 | 67.32 | 84.05 |
| CL6402.Contig1_All | 83.38 | 61.72 | 35.11 | 67.87 | 73.8 | 80.08 |
| CL2744.Contig1_All | 83.3 | 51.14 | 39.93 | 33.47 | 26.46 | 32.42 |
| Unigene4785_All | 83.25 | 72.36 | 10.63 | 62.91 | 30.77 | 15.66 |
| CL5764.Contig2_All | 83.21 | 59.18 | 35.75 | 58.44 | 47.58 | 39.07 |
| Unigene12455_All | 83.13 | 57.34 | 59.12 | 70.22 | 64.3 | 69.33 |
| Unigene12211_All | 83.13 | 75.62 | 102.61 | 56.56 | 63.23 | 73.72 |
| Unigene6482_All | 83.1 | 66.9 | 61.98 | 120.44 | 90.91 | 58.28 |
| CL13.Contig6_All | 83.1 | 57.41 | 19.59 | 38.26 | 21.47 | 12.57 |
| CL2102.Contig3_All | 82.89 | 65.57 | 36.63 | 45.24 | 52.42 | 59.38 |
| Unigene507_All | 82.77 | 56.25 | 70.61 | 56.23 | 59.38 | 51.11 |
| CL6707.Contig1_All | 82.58 | 91.8 | 77.92 | 81.95 | 72.92 | 57.55 |
| Unigene4498_All | 82.51 | 100.56 | 218.21 | 96.81 | 292.43 | 323.07 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene9889_All | 82.48 | 104.5 | 15.22 | 105.32 | 53.37 | 20.52 |
| CL1416.Contig1_All | 82.43 | 31.75 | 3.23 | 5.3 | 7.99 | 27.9 |
| CL7118.Contig2_All | 82.3 | 74.93 | 129.01 | 57.78 | 97.75 | 118.9 |
| CL4437.Contig1_All | 82.27 | 48.21 | 54.56 | 69.88 | 59.85 | 56.82 |
| CL5228.Contig1_All | 82.24 | 107.4 | 105.01 | 269.86 | 212.7 | 241.06 |
| CL3350.Contig3_All | 82.22 | 55.5 | 29.49 | 24.07 | 34.92 | 61.99 |
| Unigene17194_All | 82.2 | 66.7 | 75.21 | 76.96 | 65.34 | 43.76 |
| Unigene10602_All | 82.18 | 73.81 | 44.84 | 40.01 | 50.84 | 56.38 |
| Unigene17971_All | 82.17 | 79.91 | 104.23 | 67.61 | 77.04 | 68.15 |
| Unigene2561_All | 82.13 | 65.2 | 235.95 | 58.1 | 68.81 | 67.12 |
| CL13.Contig2_All | 82.08 | 63.8 | 18 | 14.68 | 10.01 | 9.32 |
| Unigene13657_All | 82.08 | 90.35 | 131.54 | 70.94 | 93.74 | 89.75 |
| Unigene2438_All | 82.06 | 54.28 | 11.27 | 21.79 | 19.72 | 21.16 |
| CL1056.Contig2_All | 82.04 | 58.99 | 44.95 | 58.21 | 46.8 | 39.06 |
| Unigene18005_All | 81.87 | 49.24 | 32.46 | 47.87 | 40.48 | 46.57 |
| CL5001.Contig5_All | 81.83 | 63.94 | 66.79 | 55.38 | 54.4 | 40.09 |
| Unigene718_All | 81.6 | 90.53 | 98.48 | 81.81 | 93.79 | 101.2 |
| CL7490.Contig2_All | 81.56 | 138.86 | 168.85 | 134.63 | 106.14 | 111.72 |
| Unigene14173_All | 81.55 | 26.43 | 39.44 | 52.34 | 30.53 | 24.46 |
| CL5402.Contig1_All | 81.52 | 76.25 | 97.33 | 40.61 | 38.18 | 46.01 |
| CL6189.Contig2_All | 81.45 | 56.97 | 65.83 | 78.49 | 85.71 | 113.07 |
| CL2898.Contig3_All | 81.41 | 90.33 | 79.18 | 256.41 | 260.46 | 139.48 |
| CL7629.Contig1_All | 81.4 | 135.11 | 13.38 | 98.95 | 100.97 | 102.83 |
| CL4029.Contig1_All | 81.37 | 52.23 | 11.47 | 25.35 | 25 | 36.92 |
| Unigene17622_All | 81.19 | 77.65 | 78.75 | 82.53 | 88.57 | 78.83 |
| Unigene17998_All | 81.19 | 70.07 | 2.33 | 16.77 | 20.78 | 34.93 |
| Unigene6250_All | 81.16 | 71.61 | 93.65 | 66.95 | 68.09 | 67.51 |
| Unigene8170_All | 81.05 | 85.15 | 103.9 | 82.05 | 98.61 | 122.09 |
| CL6816.Contig1_All | 81.03 | 38.5 | 88.65 | 30.3 | 30.98 | 44.35 |
| Unigene17799_All | 81.03 | 83.04 | 75.39 | 88.92 | 102.53 | 86.14 |
| Unigene8183_All | 80.99 | 79.98 | 21.18 | 88.68 | 79.7 | 51.14 |
| Unigene6641_All | 80.98 | 70.79 | 13.22 | 28.52 | 36.7 | 46.57 |
| CL2022.Contig4_All | 80.98 | 57.1 | 25.68 | 41.34 | 41.3 | 56.1 |
| Unigene6430_All | 80.94 | 65.66 | 37.98 | 50.71 | 50.97 | 32.53 |
| Unigene4172_All | 80.91 | 79.31 | 73.45 | 88.88 | 90.65 | 93.74 |
| CL4402.Contig1_All | 80.71 | 90.99 | 141.74 | 161.71 | 130.85 | 117.63 |
| CL5620.Contig1_All | 80.56 | 79.77 | 92.73 | 65.7 | 69.84 | 58.43 |
| CL3444.Contig1_All | 80.55 | 114.11 | 120.31 | 78.16 | 83.11 | 68.32 |
| CL1064.Contig1_All | 80.46 | 66.54 | 5.41 | 15.62 | 25.25 | 51.21 |
| CL477.Contig3_All | 80.41 | 67.2 | 70.7 | 59.4 | 63.26 | 60.13 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CL8075.Contig1_All | 80.4 | 83.97 | 3.44 | 11.5 | 23.54 | 31.8 |
| CL415.Contig2_All | 80.26 | 76.94 | 71.86 | 73.54 | 68.29 | 50.98 |
| Unigene10176_All | 80.21 | 147.67 | 75.11 | 108.72 | 248.61 | 233.99 |
| CL5066.Contig1_All | 80.17 | 52.77 | 87.66 | 41.71 | 49.98 | 29.9 |
| Unigene6696_All | 80.03 | 42.71 | 32.35 | 56.62 | 45.03 | 38.42 |
| CL2693.Contig1_All | 80.02 | 66.2 | 94.63 | 57.67 | 80.22 | 98.24 |
| CL3165.Contig8_All | 80.02 | 71.5 | 85.33 | 175.51 | 164.57 | 144.55 |
| CL3816.Contig3_All | 80.01 | 69.93 | 21.19 | 75.72 | 46.81 | 20.85 |
| CL8209.Contig1_All | 79.87 | 66.36 | 71.17 | 135.69 | 112.36 | 82.4 |
| CL3060.Contig1_All | 79.84 | 83.45 | 35.99 | 40.34 | 49.96 | 65.48 |
| Unigene6219_All | 79.76 | 46.61 | 43.01 | 64.95 | 48.06 | 45.68 |
| Unigene721_All | 79.68 | 62.82 | 66.27 | 76.93 | 71.83 | 76.94 |
| Unigene17981_All | 79.64 | 75.63 | 98.7 | 84.79 | 89.72 | 81.5 |
| CL1313.Contig3_All | 79.64 | 52.49 | 53.9 | 45.38 | 46.78 | 46.1 |
| CL7698.Contig3_All | 79.53 | 90.06 | 80.54 | 94.79 | 79.33 | 74.51 |
| Unigene6732_All | 79.51 | 59.3 | 2.79 | 30.6 | 25.82 | 44.33 |
| Unigene10500_All | 79.34 | 91.5 | 104.24 | 97.44 | 103.67 | 88.46 |
| CL2470.Contig2_All | 79.17 | 72.26 | 31.38 | 74.56 | 55.81 | 38.7 |
| CL6687.Contig1_All | 79.03 | 76.12 | 67.23 | 58.73 | 52.63 | 43.29 |
| CL4593.Contig1_All | 79.01 | 85.46 | 48.11 | 47.67 | 40.88 | 21.73 |
| Unigene10406_All | 78.96 | 63.22 | 62.55 | 66.89 | 56.4 | 62.21 |
| CL7369.Contig1_All | 78.93 | 54.73 | 41.99 | 44.33 | 46.87 | 49.02 |
| Unigene2160_All | 78.88 | 80.19 | 93 | 60.4 | 75.01 | 75.39 |
| CL4585.Contig2_All | 78.84 | 100.47 | 138.69 | 249.27 | 158.45 | 171.79 |
| CL1633.Contig4_All | 78.46 | 68.86 | 57.75 | 8.76 | 6.6 | 8.2 |
| Unigene2769_All | 78.44 | 65.14 | 90.36 | 76.88 | 71.03 | 60.78 |
| Unigene25331_All | 78.4 | 61.5 | 40.46 | 42.66 | 49.25 | 48.64 |
| Unigene11472_All | 78.32 | 71.12 | 52.06 | 64.58 | 49.47 | 51.47 |
| CL4168.Contig1_All | 78.31 | 46.42 | 17.88 | 87.56 | 46.99 | 38.82 |
| CL1250.Contig18_All | 78.3 | 31.11 | 16.43 | 3.02 | 0.93 | 53.26 |
| Unigene3773_All | 78.27 | 42.78 | 31.04 | 43.48 | 42.12 | 30 |
| CL7840.Contig1_All | 78.23 | 93.15 | 117.41 | 85.99 | 110.07 | 127.88 |
| Unigene6512_All | 78.18 | 65.68 | 60.69 | 69.82 | 84.24 | 77.06 |
| Unigene10388_All | 78.12 | 55.04 | 41.97 | 96.2 | 60.18 | 54.14 |
| Unigene17633_All | 78.02 | 67.51 | 74.14 | 68.14 | 66.05 | 71.8 |
| Unigene732_All | 77.99 | 58.33 | 83.04 | 60.24 | 67.76 | 73.38 |
| Unigene10611_All | 77.96 | 127 | 70.85 | 77.21 | 76.54 | 31.23 |
| CL4603.Contig5_All | 77.92 | 35.07 | 26.42 | 31.94 | 27.79 | 57.76 |
| Unigene8515_All | 77.81 | 73.04 | 69.33 | 81.54 | 77.47 | 63.48 |
| Unigene14290_All | 77.76 | 46.09 | 8.9 | 32.5 | 29.88 | 47.27 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene6635_All | 77.74 | 64.3 | 140.88 | 141.65 | 151.89 | 135.12 |
| CL5304.Contig2_All | 77.66 | 83.48 | 72.67 | 115.37 | 106.61 | 111.11 |
| CL5354.Contig5_All | 77.64 | 103.55 | 198.37 | 90.72 | 133.88 | 127.81 |
| Unigene4469_All | 77.59 | 53.69 | 51.41 | 58.34 | 49.02 | 50.28 |
| Unigene6583_All | 77.58 | 52.25 | 0.84 | 29.75 | 19.37 | 7.41 |
| Unigene10400_All | 77.54 | 55.17 | 28.77 | 43.5 | 23.66 | 42.96 |
| Unigene8453_All | 77.5 | 91.85 | 173.36 | 123.37 | 178.84 | 183.49 |
| Unigene11456_All | 77.47 | 141.87 | 77.68 | 92.43 | 102.34 | 48.4 |
| Unigene15799_All | 77.4 | 74.74 | 92.47 | 66.3 | 71.79 | 86.67 |
| Unigene584_All | 77.34 | 70.1 | 108.85 | 73.77 | 80.41 | 90.64 |
| Unigene2002_All | 77.32 | 71.19 | 44.92 | 58.37 | 57.99 | 70.82 |
| CL1656.Contig1_All | 77.21 | 59.51 | 60.87 | 50.58 | 49.87 | 48.42 |
| CL1126.Contig1_All | 77.1 | 60.62 | 66.11 | 57.04 | 50.76 | 48.9 |
| Unigene10454_All | 77.09 | 78.2 | 102.66 | 64.92 | 73.03 | 73.53 |
| Unigene2698_All | 77.05 | 64.9 | 103.35 | 75.81 | 98.68 | 94.72 |
| CL5183.Contig1_All | 77.01 | 66.85 | 72.8 | 64.89 | 58.65 | 55.66 |
| Unigene10526_All | 76.93 | 118.59 | 75.54 | 104.24 | 86.8 | 40.55 |
| CL1176.Contig1_All | 76.92 | 64.45 | 20.13 | 31.46 | 37.33 | 48.15 |
| Unigene8597_All | 76.91 | 84.57 | 99.07 | 89.16 | 84.47 | 89.68 |
| CL65.Contig2_All | 76.87 | 63.87 | 9.78 | 17.97 | 22.11 | 34.64 |
| Unigene12290_All | 76.84 | 56.44 | 43.82 | 47.37 | 54.34 | 67.02 |
| CL6816.Contig2_All | 76.84 | 39.14 | 87.87 | 30.83 | 31.26 | 47.11 |
| Unigene6500_All | 76.81 | 75.84 | 65.87 | 127.78 | 72.82 | 66.36 |
| Unigene13954_All | 76.78 | 36.97 | 22.57 | 20.77 | 20.09 | 14.34 |
| CL991.Contig2_All | 76.78 | 28.86 | 7.72 | 12.59 | 10.12 | 32.63 |
| Unigene11978_All | 76.69 | 97.01 | 185.62 | 82.05 | 128.46 | 176.82 |
| Unigene17770_All | 76.57 | 55.35 | 55.92 | 64.22 | 69.62 | 57.65 |
| CL4584.Contig1_All | 76.53 | 64.74 | 40.96 | 83.04 | 69.01 | 41.93 |
| CL2556.Contig3_All | 76.51 | 68.96 | 119.25 | 74.44 | 100.57 | 105.31 |
| Unigene15735_All | 76.47 | 179.05 | 85.39 | 61.72 | 125.02 | 102.21 |
| CL5985.Contig2_All | 76.45 | 77.54 | 105.52 | 66.01 | 90.31 | 92.54 |
| CL3816.Contig2_All | 76.43 | 65.44 | 18.4 | 72.57 | 42.6 | 21.44 |
| CL8158.Contig1_All | 76.41 | 75.6 | 80.57 | 73.85 | 83.04 | 80.08 |
| Unigene2484_All | 76.41 | 59.43 | 66.62 | 64.84 | 55.71 | 50.87 |
| CL1.Contig4_All | 76.37 | 0 | 0 | 1.37 | 0.25 | 3.08 |
| CL2368.Contig3_All | 76.33 | 113.74 | 17.83 | 56.45 | 67.04 | 76.34 |
| Unigene564_All | 76.31 | 75.62 | 11.94 | 22.69 | 23.88 | 29.99 |
| CL208.Contig1_All | 76.2 | 60.08 | 52.53 | 48.96 | 51.98 | 54.23 |
| Unigene6721_All | 76.06 | 67.41 | 74.31 | 62.28 | 71.33 | 98.48 |
| CL8129.Contig1_All | 75.92 | 93.58 | 95.76 | 68.6 | 73.83 | 58.82 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene8494_All | 75.8 | 51.02 | 61.63 | 106.12 | 101.29 | 167.67 |
| CL193.Contig4_All | 75.78 | 42.52 | 10.08 | 7.84 | 12.86 | 27.57 |
| Unigene15849_All | 75.72 | 59.32 | 66.37 | 49.28 | 54.34 | 54.13 |
| CL1870.Contig1_All | 75.68 | 34.37 | 38.48 | 32.49 | 27.35 | 38.95 |
| CL3676.Contig2_All | 75.58 | 79.05 | 76.18 | 70.01 | 85.48 | 61.66 |
| CL5537.Contig4_All | 75.52 | 41.58 | 19.65 | 91.68 | 49.66 | 22.19 |
| CL7369.Contig2_All | 75.52 | 71.51 | 66.59 | 49.04 | 58.2 | 69.38 |
| Unigene17592_All | 75.5 | 84.67 | 64.32 | 77.91 | 73.09 | 54.33 |
| Unigene16154_All | 75.44 | 57.45 | 77.75 | 39.31 | 39.45 | 28.26 |
| CL35.Contig1_All | 75.34 | 49.76 | 14.04 | 19.85 | 23.52 | 40.82 |
| CL2905.Contig3_All | 75.32 | 45.85 | 46.57 | 49.81 | 43.14 | 62.41 |
| CL993.Contig8_All | 75.29 | 49.29 | 25.64 | 29.26 | 30.03 | 41.36 |
| CL633.Contig2_All | 75.28 | 65.54 | 104.59 | 106.57 | 103.55 | 127.1 |
| Unigene10318_All | 75.26 | 70.41 | 63.78 | 66.13 | 53.9 | 46.35 |
| CL7486.Contig2_All | 75.25 | 37.56 | 26.89 | 26.23 | 26.42 | 45.21 |
| Unigene737_All | 75.2 | 67.32 | 85.48 | 63.37 | 77.24 | 71.86 |
| CL6479.Contig1_All | 75.17 | 47.04 | 50.52 | 72.67 | 65.82 | 45.89 |
| Unigene8242_All | 75.11 | 54.49 | 52.61 | 55.3 | 42.26 | 31.62 |
| Unigene17785_All | 75.1 | 38.53 | 38.51 | 40.88 | 37.49 | 37.62 |
| Unigene17594_All | 75.09 | 64.92 | 79.04 | 57.24 | 53.79 | 50.75 |
| CL5889.Contig1_All | 75.09 | 61.51 | 69.49 | 55.39 | 54.52 | 63.58 |
| CL7797.Contig3_All | 75 | 68.42 | 119.36 | 80.06 | 92.44 | 105.28 |
| CL7551.Contig1_All | 75 | 7.56 | 0 | 27.88 | 4.17 | 0.82 |
| CL1612.Contig7_All | 74.96 | 52 | 64.76 | 49.61 | 48.27 | 46.26 |
| Unigene6277_All | 74.96 | 70.68 | 127.3 | 58.98 | 88.95 | 101.33 |
| CL3779.Contig1_All | 74.86 | 58.72 | 52.89 | 53.38 | 48.21 | 42.48 |
| Unigene6570_All | 74.8 | 62.78 | 56.23 | 81.59 | 59.21 | 38.08 |
| Unigene10124_All | 74.66 | 66.65 | 85.55 | 55.59 | 81.3 | 72.92 |
| Unigene16119_All | 74.64 | 64.78 | 46.74 | 58.12 | 62.9 | 66.36 |
| Unigene15781_All | 74.63 | 79.25 | 101.89 | 69.88 | 87.09 | 96.46 |
| Unigene10593_All | 74.61 | 76 | 87.09 | 58.04 | 64.13 | 66.18 |
| Unigene4317_All | 74.55 | 23.75 | 21.18 | 22.44 | 32.14 | 23.86 |
| Unigene17076_All | 74.5 | 59.13 | 6.61 | 50.4 | 41.83 | 66.91 |
| CL4995.Contig1_All | 74.5 | 44.41 | 27.02 | 58.54 | 37.84 | 38.07 |
| CL2198.Contig2_All | 74.48 | 68.86 | 67.96 | 66.75 | 63.32 | 80.09 |
| Unigene11972_All | 74.44 | 55.7 | 64.59 | 73.74 | 61.59 | 49.4 |
| CL4279.Contig1_All | 74.44 | 65.43 | 45.42 | 51.05 | 54.88 | 73.18 |
| CL1421.Contig2_All | 74.41 | 44.36 | 69.11 | 42.25 | 57.66 | 44.36 |
| CL4025.Contig4_All | 74.4 | 60.61 | 24.14 | 60.18 | 36.36 | 24.32 |
| Unigene1062_All | 74.36 | 61.93 | 67.38 | 90.19 | 88.91 | 81.95 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene15834_All | 74.26 | 102.78 | 8.12 | 63.2 | 52.53 | 42.11 |
| Unigene8163_All | 74.25 | 60.05 | 54.48 | 52.26 | 50.43 | 47.51 |
| CL3618.Contig3_All | 74.25 | 36.14 | 1.73 | 42.91 | 33.1 | 143.11 |
| Unigene891_All | 74.24 | 84.61 | 89.7 | 103.76 | 98.37 | 87.84 |
| Unigene14164_All | 74.2 | 102.73 | 96.49 | 83.55 | 76.33 | 67.71 |
| Unigene14020_All | 74.07 | 65.67 | 110.64 | 69.79 | 84.7 | 105.1 |
| Unigene6343_All | 73.99 | 68.15 | 66.62 | 82.64 | 73.33 | 67.12 |
| CL1766.Contig6_All | 73.98 | 79.11 | 62.07 | 146.4 | 177.56 | 176.85 |
| Unigene17599_All | 73.92 | 50.35 | 77.73 | 55.72 | 70.66 | 70.2 |
| CL247.Contig2_All | 73.86 | 52.56 | 21.73 | 44.75 | 26.52 | 28.5 |
| CL3236.Contig1_All | 73.84 | 70.39 | 63.34 | 63.22 | 55.97 | 56.8 |
| Unigene4368_All | 73.8 | 83.78 | 111.72 | 86.33 | 85.67 | 77.45 |
| CL232.Contig1_All | 73.74 | 70.54 | 55.7 | 61.55 | 61.24 | 65.52 |
| Unigene8208_All | 73.71 | 125.32 | 61.9 | 218.18 | 159.37 | 62.03 |
| CL3135.Contig1_All | 73.57 | 73.07 | 56.91 | 53.39 | 63.49 | 90.22 |
| CL6704.Contig1_All | 73.57 | 76.53 | 63.58 | 199.44 | 93.3 | 41.5 |
| CL378.Contig1_All | 73.55 | 49.52 | 37.86 | 71.91 | 40.1 | 46.55 |
| Unigene12195_All | 73.54 | 76.49 | 54.22 | 102.22 | 75.17 | 56.22 |
| CL4895.Contig1_All | 73.51 | 47.05 | 52.73 | 52.27 | 48.44 | 43.22 |
| Unigene10396_All | 73.5 | 29.35 | 10.74 | 43.23 | 14.9 | 11.89 |
| CL2013.Contig3_All | 73.47 | 37.81 | 26.32 | 23 | 20.43 | 37.45 |
| CL246.Contig1_All | 73.45 | 28.6 | 2.37 | 11.96 | 9.13 | 26.29 |
| CL3598.Contig3_All | 73.42 | 73.84 | 71.61 | 96.2 | 96.94 | 83.46 |
| CL7909.Contig1_All | 73.41 | 39.9 | 40.92 | 25.2 | 35.41 | 33.98 |
| CL4603.Contig3_All | 73.37 | 38.33 | 21.09 | 24.02 | 24.8 | 44.6 |
| Unigene8232_All | 73.34 | 65.25 | 70.4 | 73.43 | 79.17 | 68.7 |
| CL1146.Contig11_All | 73.33 | 60.38 | 7.55 | 27.13 | 33.31 | 63.18 |
| CL840.Contig5_All | 73.21 | 48.02 | 59.65 | 63.31 | 70.7 | 51.99 |
| Unigene6256_All | 73.19 | 48.15 | 46.43 | 53.43 | 48.06 | 43.83 |
| Unigene17835_All | 73.18 | 66.32 | 53.54 | 63.48 | 50.41 | 44.02 |
| Unigene10566_All | 73.14 | 67.56 | 71.25 | 66.34 | 74.5 | 79.95 |
| Unigene902_All | 73.08 | 66.95 | 68.62 | 65.06 | 54.39 | 52.69 |
| CL398.Contig7_All | 73.08 | 81.67 | 121.98 | 74.88 | 81.04 | 62.75 |
| CL1755.Contig2_All | 72.93 | 28.61 | 6.85 | 24.79 | 20.13 | 26.48 |
| Unigene15523_All | 72.93 | 44.88 | 65.89 | 46.64 | 39.42 | 40.64 |
| Unigene850_All | 72.91 | 59.08 | 68.56 | 56.16 | 43.16 | 38.17 |
| Unigene13889_All | 72.86 | 75.18 | 95.71 | 63.94 | 69.69 | 61.27 |
| Unigene4500_All | 72.77 | 56.71 | 77.85 | 47.49 | 58.31 | 58.38 |
| CL7549.Contig1_All | 72.73 | 64.85 | 65.7 | 69.46 | 60.75 | 37.84 |
| CL1728.Contig1_All | 72.57 | 57.61 | 82.24 | 73.31 | 67.52 | 57.65 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene907_All | 72.52 | 73.18 | 64.28 | 73.8 | 65.17 | 47.51 |
| Unigene13836_All | 72.5 | 50.03 | 41.24 | 51.2 | 46.98 | 63.7 |
| CL7896.Contig1_All | 72.49 | 52.47 | 44.29 | 36.28 | 34.73 | 39.89 |
| CL1336.Contig1_All | 72.46 | 54.55 | 63.16 | 50.37 | 48.23 | 54.28 |
| Unigene2739_All | 72.44 | 54.63 | 56.46 | 57.13 | 50.69 | 49.14 |
| CL4440.Contig5_All | 72.37 | 72.53 | 52.63 | 63.39 | 54.92 | 41.62 |
| CL295.Contig4_All | 72.32 | 88.3 | 47.86 | 61.53 | 59.26 | 117.47 |
| CL7219.Contig2_All | 72.32 | 56.38 | 54.51 | 46.84 | 49.63 | 46.5 |
| CL2264.Contig2_All | 72.31 | 74.23 | 110.16 | 64.04 | 82.05 | 79.57 |
| CL931.Contig4_All | 72.26 | 50.71 | 33.97 | 43.68 | 45.33 | 67.09 |
| CL7110.Contig2_All | 72.23 | 89.14 | 88.85 | 33.17 | 36.77 | 37.21 |
| Unigene2235_All | 72.2 | 47.48 | 96.43 | 61.68 | 56.25 | 44.47 |
| CL8277.Contig2_All | 72.18 | 46.59 | 40.94 | 87.51 | 48.23 | 53.17 |
| Unigene270_All | 72.09 | 161.14 | 113.32 | 81.26 | 94.82 | 65.43 |
| Unigene14124_All | 72.04 | 46.81 | 62.51 | 47.46 | 49.14 | 52.49 |
| Unigene720_All | 72.02 | 81.78 | 91.41 | 48.19 | 76.85 | 85.98 |
| CL3641.Contig2_All | 72.01 | 72.17 | 113.81 | 79.77 | 89.59 | 87.18 |
| Unigene10426_All | 72 | 132.19 | 164.23 | 83.38 | 119.31 | 148.7 |
| Unigene16290_All | 71.97 | 43.84 | 1.6 | 25.19 | 34.07 | 49.09 |
| Unigene14214_All | 71.95 | 106.6 | 68.97 | 115.24 | 138.16 | 127.39 |
| Unigene17800_All | 71.85 | 51.37 | 45.78 | 51.34 | 53.3 | 50.14 |
| Unigene2890_All | 71.83 | 74.86 | 63.23 | 89.93 | 90.77 | 89.79 |
| Unigene14064_All | 71.82 | 72.47 | 76.17 | 78.48 | 84.13 | 97.98 |
| CL756.Contig1_All | 71.81 | 38.17 | 42.44 | 23.89 | 27.84 | 27.74 |
| CL1.Contig5_All | 71.81 | 55.39 | 14.27 | 9.21 | 12.42 | 56.58 |
| Unigene777_All | 71.79 | 70.99 | 64.4 | 41.5 | 67.1 | 52.94 |
| Unigene13856_All | 71.79 | 70.04 | 67.63 | 65.63 | 65.65 | 69.43 |
| CL3830.Contig1_All | 71.78 | 61.77 | 96.83 | 116.62 | 118.12 | 127.61 |
| CL1911.Contig4_All | 71.7 | 56.06 | 58.81 | 60.05 | 62.08 | 60.42 |
| CL7084.Contig1_All | 71.67 | 68.38 | 79.51 | 56.57 | 73.32 | 70.35 |
| CL6678.Contig3_All | 71.67 | 68.3 | 80.08 | 64.45 | 59.88 | 44.17 |
| Unigene13921_All | 71.66 | 51.42 | 62.86 | 25.24 | 28.1 | 20.07 |
| Unigene16021_All | 71.65 | 75.38 | 76.48 | 59.27 | 66.24 | 68.12 |
| Unigene513_All | 71.61 | 53.31 | 65.01 | 62.11 | 66.71 | 64.05 |
| Unigene10619_All | 71.58 | 70.9 | 93.51 | 66.66 | 84.48 | 64.66 |
| Unigene10415_All | 71.53 | 46.08 | 30.42 | 47.61 | 42.31 | 46.38 |
| Unigene16133_All | 71.49 | 61.73 | 31.37 | 52.59 | 40.77 | 34.43 |
| CL1960.Contig1_All | 71.48 | 47.07 | 18.11 | 18.02 | 23.84 | 48.09 |
| CL1039.Contig8_All | 71.46 | 34.1 | 1.86 | 5.82 | 8.65 | 13.96 |
| CL1317.Contig3_All | 71.43 | 59.9 | 27.53 | 28.21 | 30.95 | 30.98 |

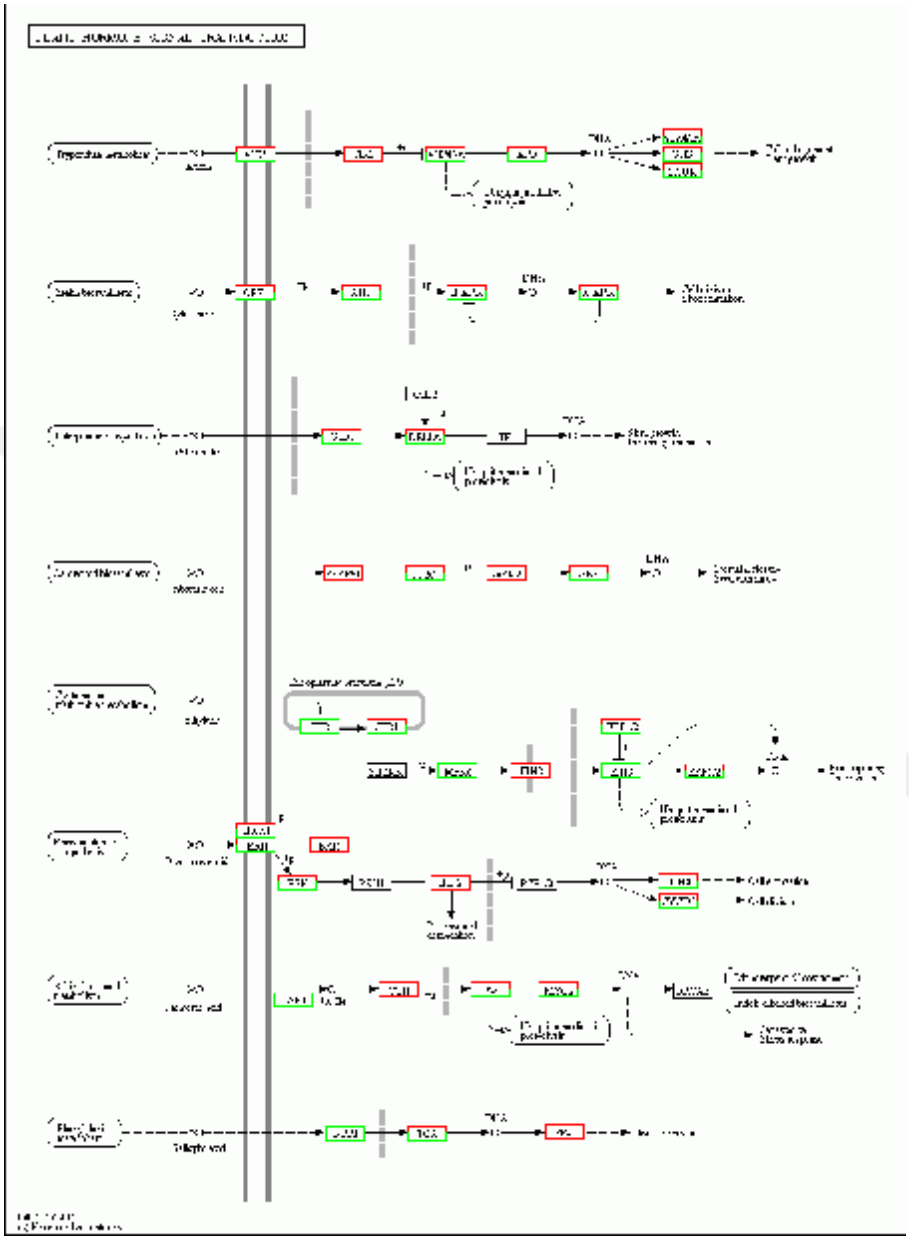
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene17540_All | 71.42 | 121.29 | 132.99 | 86.24 | 128.18 | 121.51 |
| CL4078.Contig1_All | 71.41 | 151.08 | 36.72 | 164.32 | 141.27 | 75.43 |
| Unigene8234_All | 71.36 | 58.99 | 64.45 | 63.22 | 56.27 | 60.31 |
| Unigene1027_All | 71.34 | 50.42 | 43.71 | 70.33 | 58.85 | 70.24 |
| CL4986.Contig5_All | 71.31 | 46.15 | 51 | 40.56 | 42.87 | 38.26 |
| Unigene2449_All | 71.26 | 56.14 | 61.1 | 66.14 | 68.9 | 63.78 |
| CL7793.Contig1_All | 71.25 | 91.62 | 75.98 | 56.55 | 59.53 | 52.82 |
| CL1911.Contig5_All | 71.24 | 59.97 | 67.98 | 63.83 | 63.09 | 63.25 |
| Unigene6614_All | 71.24 | 73.22 | 85.64 | 84.8 | 79.43 | 77.16 |
| CL2285.Contig3_All | 71.23 | 95.02 | 170.46 | 57.61 | 76.67 | 47.27 |
| CL3695.Contig2_All | 71.2 | 87.46 | 38.16 | 69.89 | 75.77 | 58.6 |
| Unigene17601_All | 71.2 | 75.45 | 69.72 | 77.84 | 77.49 | 79.11 |
| CL1686.Contig1_All | 71.18 | 62.64 | 54.89 | 55.19 | 55.96 | 46.56 |
| CL58.Contig2_All | 71.18 | 44.94 | 84.53 | 90.9 | 59.17 | 45.41 |
| CL5578.Contig1_All | 71.16 | 47.51 | 27.4 | 28.7 | 28.6 | 49.02 |
| Unigene8682_All | 71.13 | 21.25 | 44.86 | 106.48 | 56.79 | 52.95 |
| CL5204.Contig2_All | 71.11 | 67.1 | 35.9 | 58.57 | 43.74 | 48.97 |
| CL2175.Contig5_All | 71.11 | 44.1 | 19.17 | 26.63 | 25.48 | 40.41 |
| Unigene6287_All | 71 | 36.38 | 5.11 | 11.35 | 7.37 | 12.35 |
| CL4270.Contig1_All | 70.97 | 70.22 | 5.21 | 15.33 | 25.27 | 49.65 |
| CL7182.Contig1_All | 70.96 | 108.5 | 144.52 | 57.06 | 91.25 | 98.57 |
| Unigene2434_All | 70.96 | 71.96 | 80.78 | 52.81 | 58.06 | 56.41 |
| Unigene10594_All | 70.96 | 67.24 | 63.03 | 73.92 | 70.83 | 59.7 |
| Unigene17906_All | 70.95 | 55.16 | 36.96 | 34.91 | 38.33 | 36.58 |
| CL3452.Contig2_All | 70.91 | 48.9 | 59.7 | 56.18 | 55.69 | 61.15 |
| CL1871.Contig1_All | 70.83 | 80.87 | 104.28 | 77.91 | 79.77 | 79.2 |
| Unigene4529_All | 70.77 | 44.48 | 37.04 | 67.61 | 52.67 | 43.24 |
| CL333.Contig1_All | 70.72 | 61.83 | 8.62 | 19.79 | 17.75 | 30.88 |
| CL7486.Contig1_All | 70.7 | 38.95 | 25.52 | 26.84 | 24.72 | 43.4 |
| Unigene14176_All | 70.7 | 67.09 | 162.23 | 91.3 | 95.48 | 161.71 |
| Unigene14074_All | 70.69 | 63.79 | 64.61 | 53.89 | 58.84 | 53.46 |
| Unigene10306_All | 70.62 | 89.35 | 139.9 | 116.27 | 149.15 | 138.93 |
| CL146.Contig7_All | 70.61 | 87.03 | 48.21 | 66.65 | 48.09 | 30.61 |
| CL282.Contig4_All | 70.57 | 61.07 | 68.56 | 70.66 | 68.71 | 71.35 |
| CL5562.Contig1_All | 70.56 | 63.99 | 9.37 | 15.96 | 24.28 | 34.76 |
| Unigene2669_All | 70.56 | 54.72 | 39.86 | 54.01 | 53.32 | 42.26 |
| Unigene17683_All | 70.56 | 84.49 | 102.66 | 70.36 | 84.95 | 83.25 |
| CL6814.Contig2_All | 70.55 | 88.65 | 107.9 | 123.91 | 170.53 | 258 |
| Unigene13947_All | 70.5 | 151.35 | 509.78 | 93 | 180.97 | 275.92 |
| Unigene17886_All | 70.46 | 54.51 | 45.16 | 41.01 | 46.54 | 55.75 |

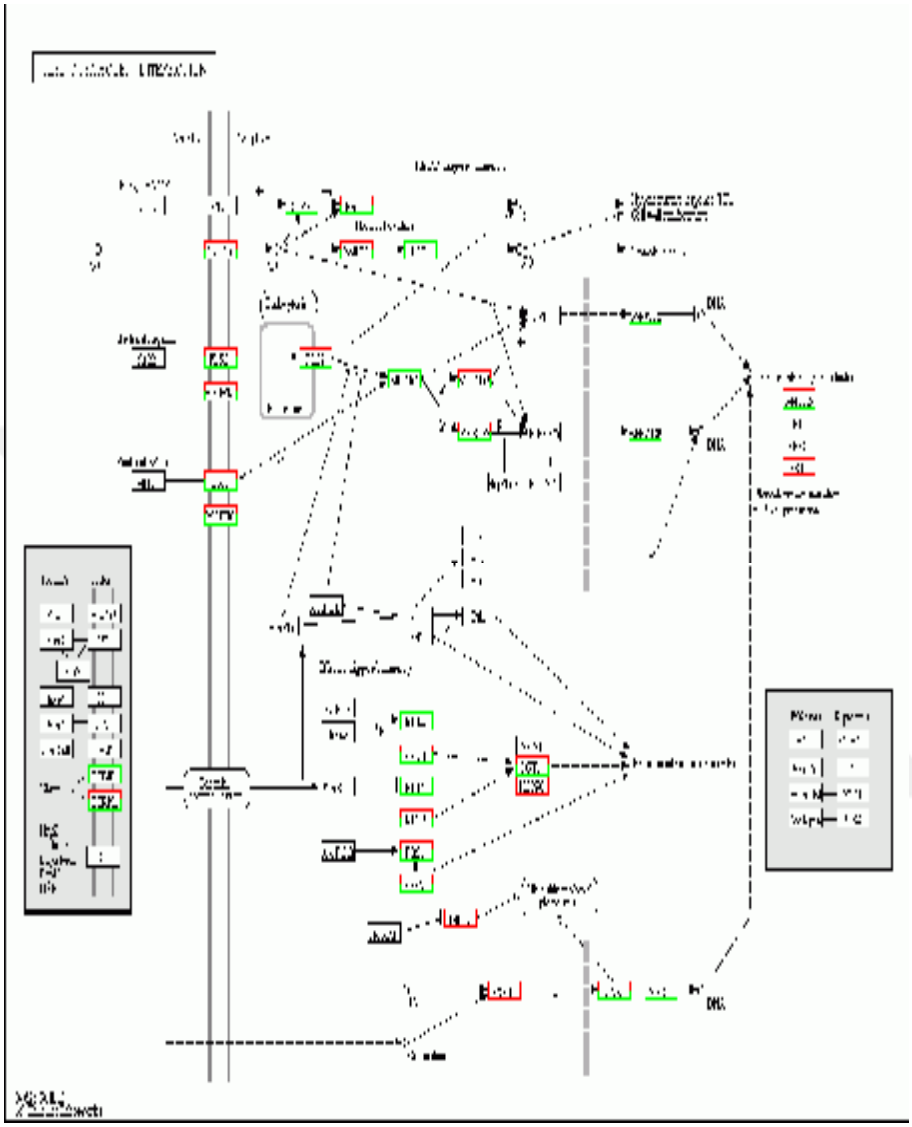
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene4639_All | 70.46 | 123.78 | 25.22 | 73.2 | 73.17 | 47.6 |
| Unigene16010_All | 70.45 | 50.68 | 52.11 | 58.88 | 50.7 | 45.01 |
| Unigene6334_All | 70.37 | 50.07 | 41.68 | 48.43 | 41.61 | 39.73 |
| CL1321.Contig1_All | 70.34 | 43.07 | 21.66 | 35.09 | 27.9 | 24.6 |
| CL6899.Contig4_All | 70.33 | 66.39 | 59.21 | 53.66 | 60 | 54.41 |
| CL1328.Contig6_All | 70.31 | 52.93 | 39.68 | 49.71 | 47.77 | 45.24 |
| CL3414.Contig1_All | 70.3 | 59.99 | 51.34 | 35.5 | 35.66 | 26.7 |
| Unigene15963_All | 70.23 | 149.55 | 21.05 | 85.69 | 133.55 | 73.95 |
| CL619.Contig6_All | 70.23 | 43.95 | 5.14 | 11.95 | 17.09 | 28.92 |
| CL1891.Contig1_All | 70.22 | 51.85 | 36.86 | 61.01 | 42.72 | 29.4 |
| Unigene848_All | 70.19 | 56.17 | 72.97 | 44.5 | 47.9 | 48.32 |
| Unigene10128_All | 70.17 | 49.81 | 42.15 | 49.89 | 58.48 | 51 |
| CL2834.Contig2_All | 70.16 | 45.18 | 78.77 | 80.32 | 73.07 | 145.99 |
| CL1088.Contig1_All | 70.1 | 71.18 | 97.37 | 84.64 | 93.91 | 103.92 |
| CL7947.Contig1_All | 70.07 | 81.25 | 90.8 | 27.11 | 41.71 | 23.38 |
| CL7219.Contig1_All | 70.05 | 52.26 | 49.76 | 45.59 | 44.03 | 46.12 |
| CL5340.Contig2_All | 70.05 | 92.93 | 153.79 | 167.37 | 200.78 | 246.73 |
| Unigene13386_All | 70.03 | 68.55 | 71.69 | 80.83 | 88 | 93.15 |
| CL8298.Contig1_All | 70.01 | 58.8 | 66.44 | 56.24 | 51.87 | 57.51 |
| CL6970.Contig2_All | 69.98 | 42.48 | 47.93 | 48.96 | 38.81 | 47.01 |
| CL6827.Contig1_All | 69.96 | 51.09 | 68.25 | 42.18 | 41.73 | 49.62 |
| CL7351.Contig1_All | 69.95 | 40.91 | 31.04 | 33.23 | 33.8 | 50.24 |
| Unigene4356_All | 69.94 | 89.12 | 124.84 | 61.69 | 93.28 | 93.93 |
| CL282.Contig2_All | 69.87 | 61.98 | 75.28 | 34.77 | 32.81 | 30.87 |
| Unigene8468_All | 69.84 | 73.94 | 22.96 | 72.78 | 58.01 | 30.09 |
| Unigene12260_All | 69.83 | 65.83 | 77.22 | 66.18 | 64.02 | 65.92 |
| Unigene1007_All | 69.83 | 103.64 | 220.78 | 119.39 | 162.94 | 165.54 |
| CL4795.Contig1_All | 69.72 | 50.38 | 79.08 | 68.15 | 59.26 | 68.17 |
| CL4888.Contig1_All | 69.67 | 40.68 | 25.75 | 43.81 | 35.79 | 60.99 |
| Unigene8404_All | 69.66 | 61.92 | 17.64 | 50.81 | 48.32 | 43.09 |
| Unigene14343_All | 69.63 | 54.59 | 61.53 | 77.4 | 67.84 | 66.43 |
| CL1247.Contig1_All | 69.53 | 67.71 | 84.67 | 186.52 | 177.16 | 297.9 |
| CL7770.Contig2_All | 69.49 | 57.98 | 55.79 | 47.46 | 50.43 | 34.43 |
| CL7430.Contig1_All | 69.49 | 76.04 | 67.88 | 44.92 | 58.33 | 81.42 |
| CL3734.Contig2_All | 69.45 | 55.11 | 17.16 | 30.79 | 29.17 | 39.97 |
| Unigene15956_All | 69.43 | 52.18 | 62.42 | 58.35 | 65.38 | 62.47 |
| Unigene15938_All | 69.41 | 54.34 | 85.33 | 63.43 | 90.94 | 92.3 |
| Unigene14086_All | 69.39 | 66.78 | 59.41 | 57.97 | 52.43 | 51.32 |
| Unigene15181_All | 69.31 | 70.98 | 9.63 | 11.98 | 20.85 | 22.99 |
| Unigene13789_All | 69.18 | 56.74 | 46 | 78.04 | 63.98 | 82.2 |

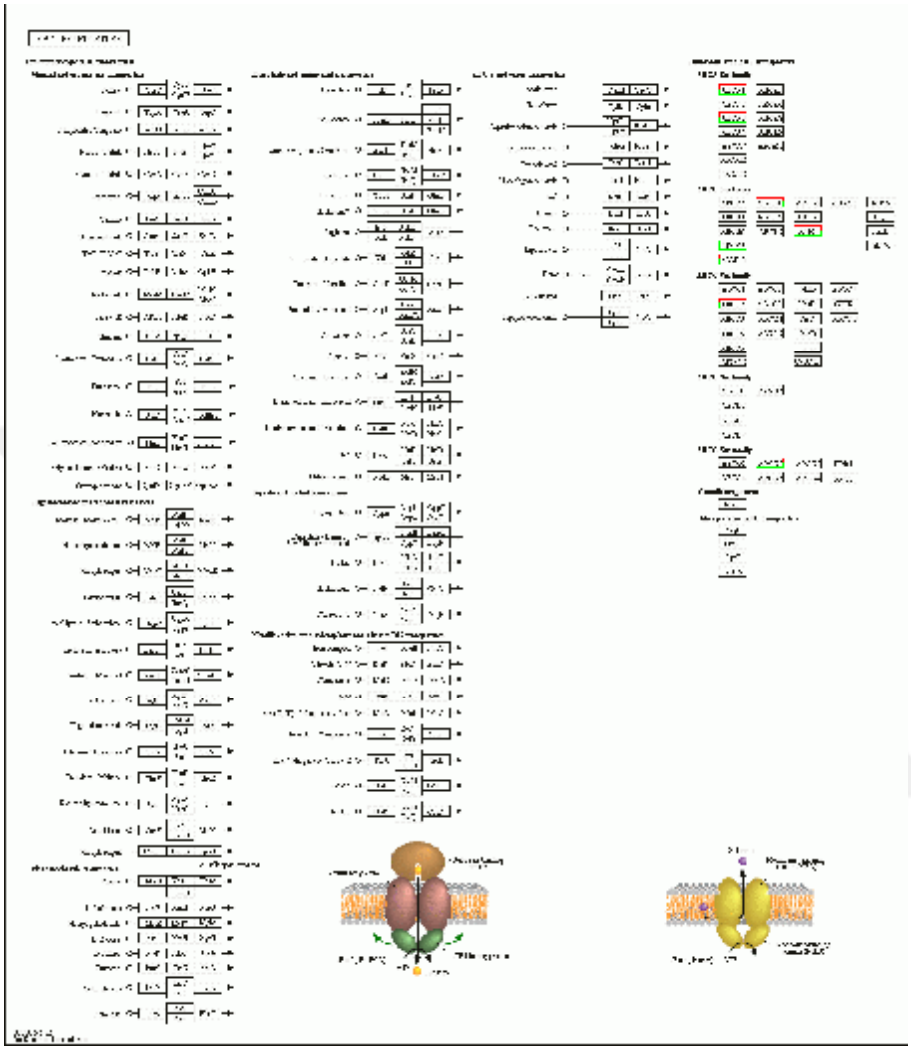
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unigene10480_All | 69.1 | 60.02 | 70.59 | 123.67 | 122.09 | 68.21 |
| CL4213.Contig1_All | 69.09 | 65.44 | 46.68 | 61.16 | 57.86 | 50.51 |
| Unigene10086_All | 69.05 | 45.24 | 64.41 | 43.59 | 39.96 | 36.7 |
| CL3541.Contig2_All | 69.02 | 64.6 | 0.73 | 60.88 | 50.33 | 8.34 |
| CL4266.Contig5_All | 69.01 | 81.23 | 8.05 | 17.39 | 28.08 | 50.18 |
| CL2130.Contig2_All | 68.98 | 146.1 | 3.27 | 53.66 | 101.64 | 116.46 |
| Unigene6268_All | 68.93 | 55.91 | 48.64 | 45.86 | 43.51 | 47.75 |
| CL5300.Contig1_All | 68.9 | 48.13 | 55.59 | 55.37 | 48.53 | 42.39 |
| CL7423.Contig2_All | 68.75 | 44.94 | 32.45 | 54.41 | 31.73 | 45.37 |
| CL4425.Contig4_All | 68.74 | 74.05 | 2.45 | 9.23 | 26.62 | 75.62 |
| CL1544.Contig1_All | 68.64 | 23.97 | 10.87 | 7.78 | 5.24 | 8.31 |
| CL507.Contig8_All | 68.58 | 63.14 | 62.01 | 105.74 | 95.99 | 54.34 |
| Unigene12241_All | 68.52 | 68.06 | 70.21 | 57.46 | 55.46 | 52.24 |
| CL153.Contig1_All | 68.5 | 66.88 | 45.28 | 196.79 | 222.54 | 457.98 |
| Unigene17795_All | 68.47 | 75.66 | 50.42 | 42.28 | 40.09 | 43.89 |
| CL6942.Contig1_All | 68.47 | 55.88 | 43.77 | 94.21 | 57.64 | 71.25 |
| Unigene4605_All | 68.46 | 112.07 | 52.16 | 106.61 | 101.87 | 63.76 |
| Unigene13863_All | 68.39 | 122.66 | 546.94 | 136.06 | 252.04 | 177.95 |

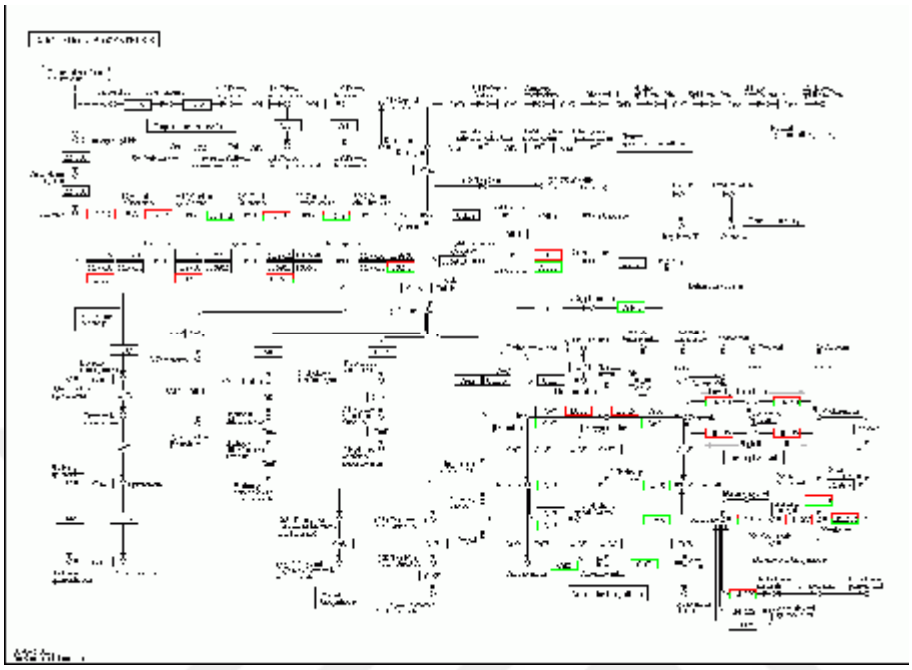
EK 2. Tez kapsamında kullanılan örnekler arasında farklı seviyelerde ifade olan genlerin katıldığı yolaklar

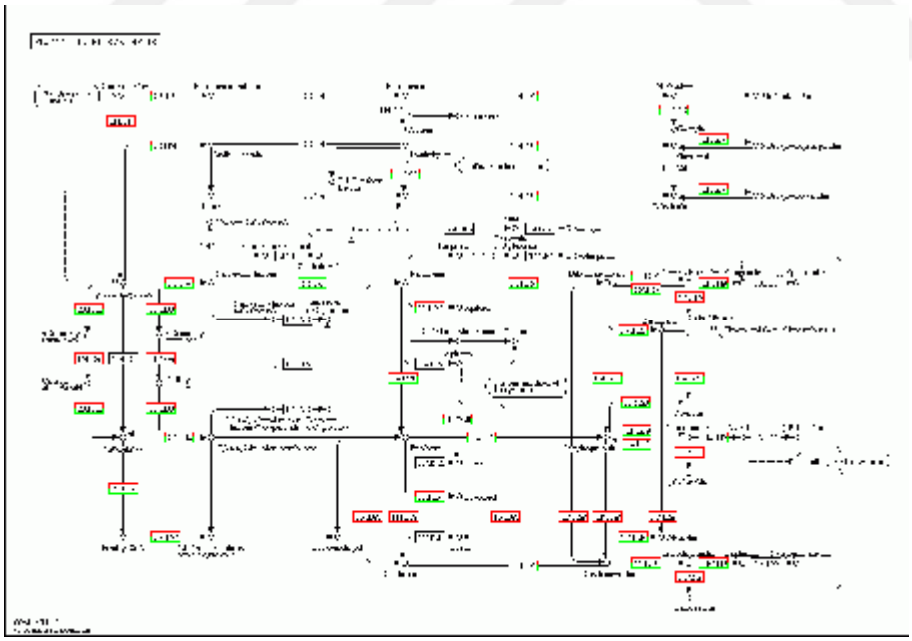
Kırmızı renkli çerçeveler upregüle, yeşil renkli çerçeveler downregüle ifade olan genleri ifade etmektedir.

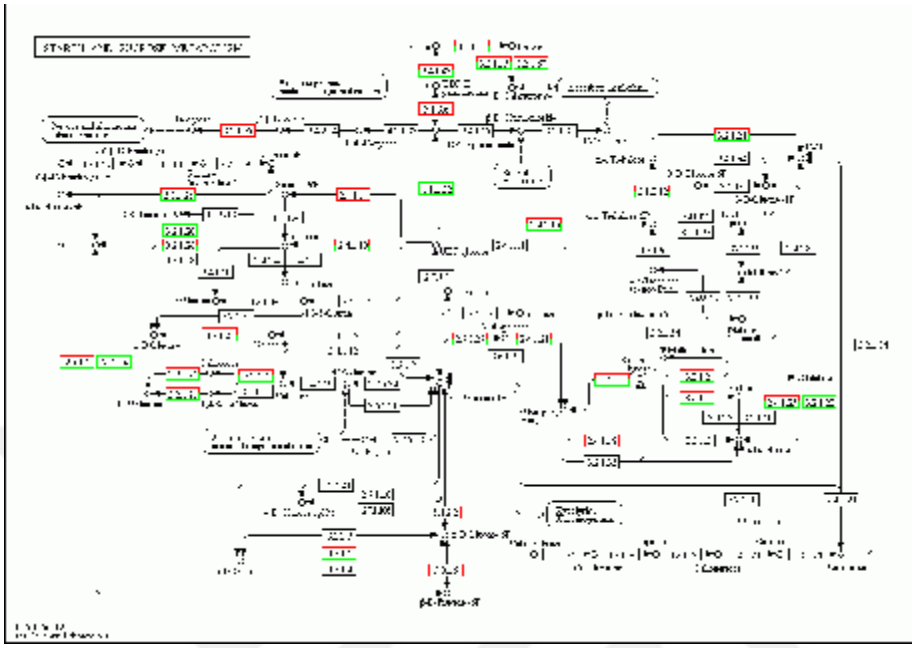


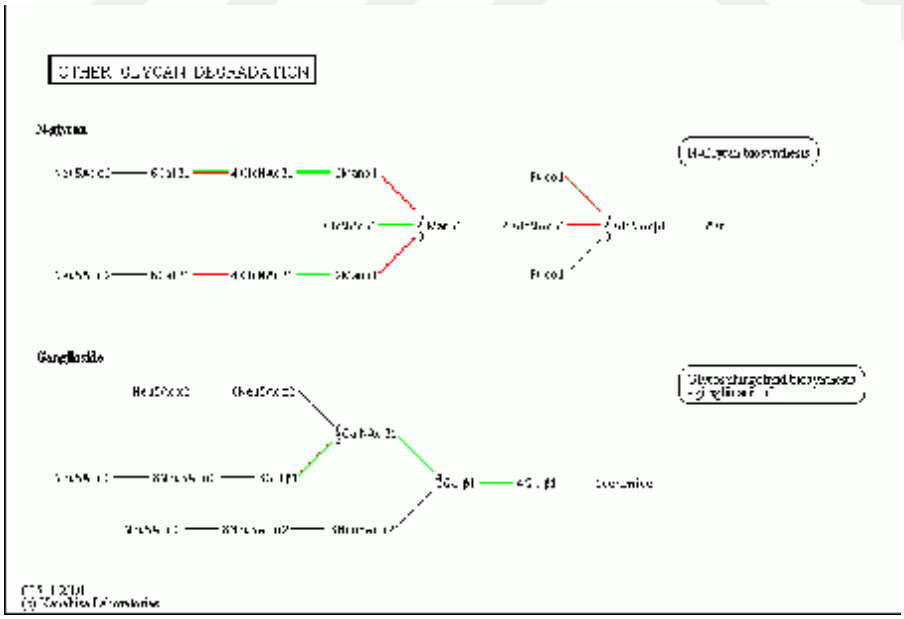


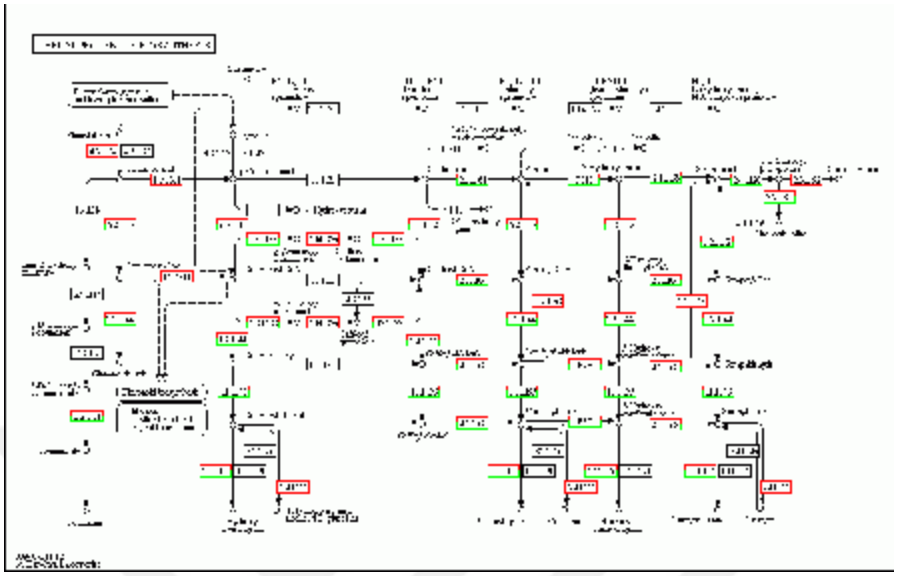


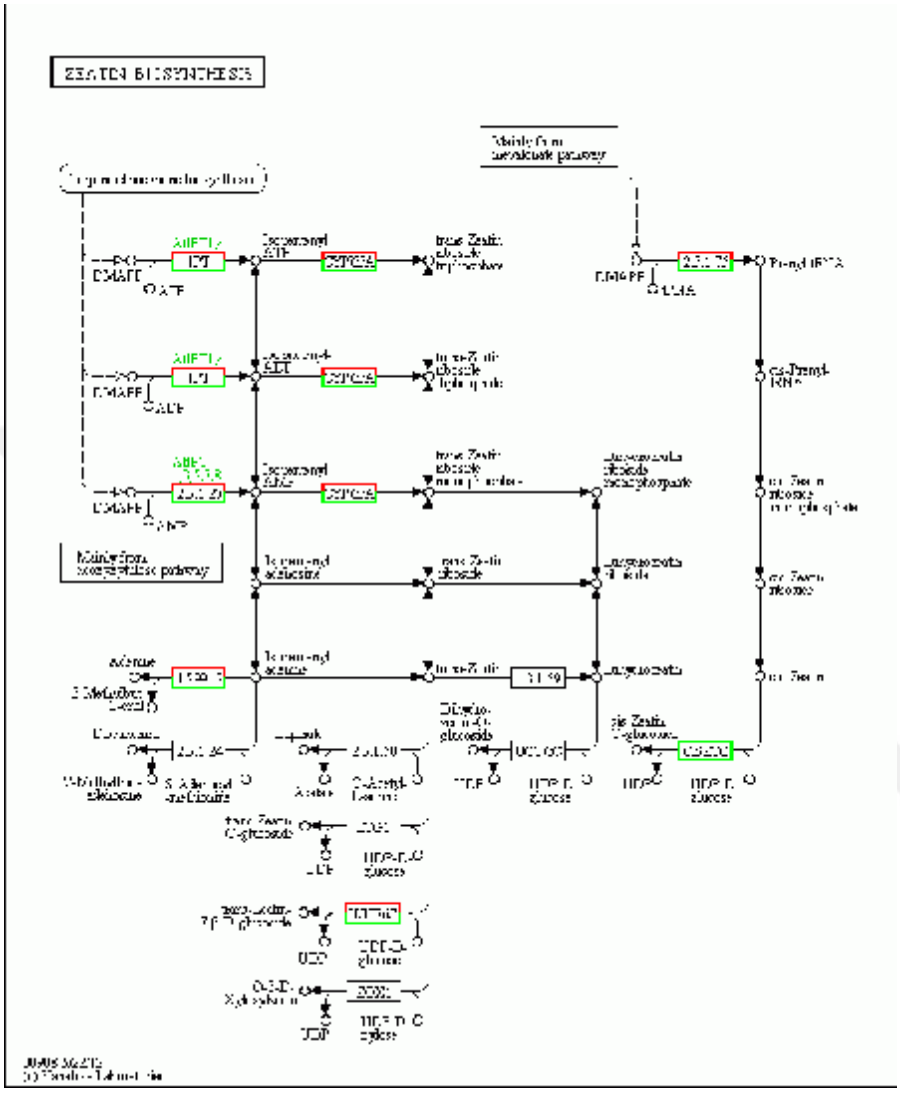


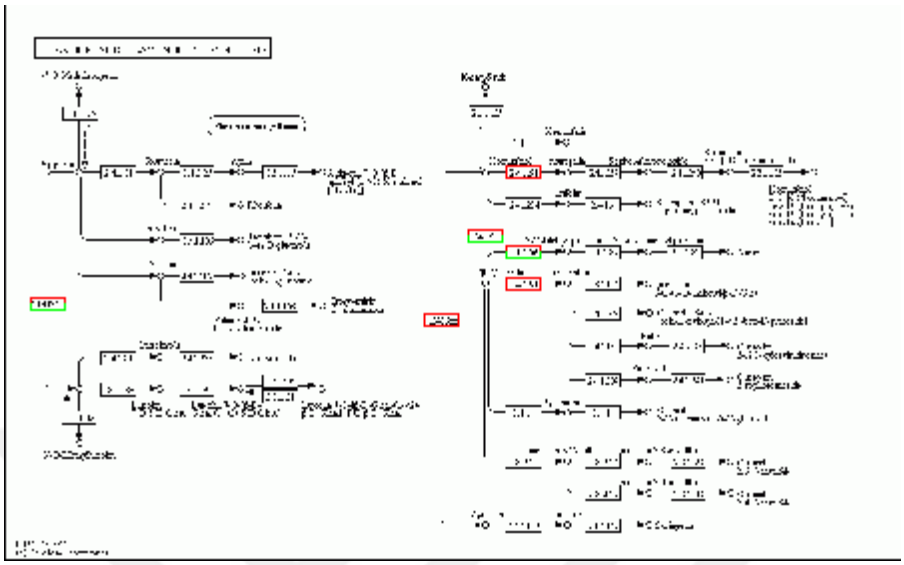


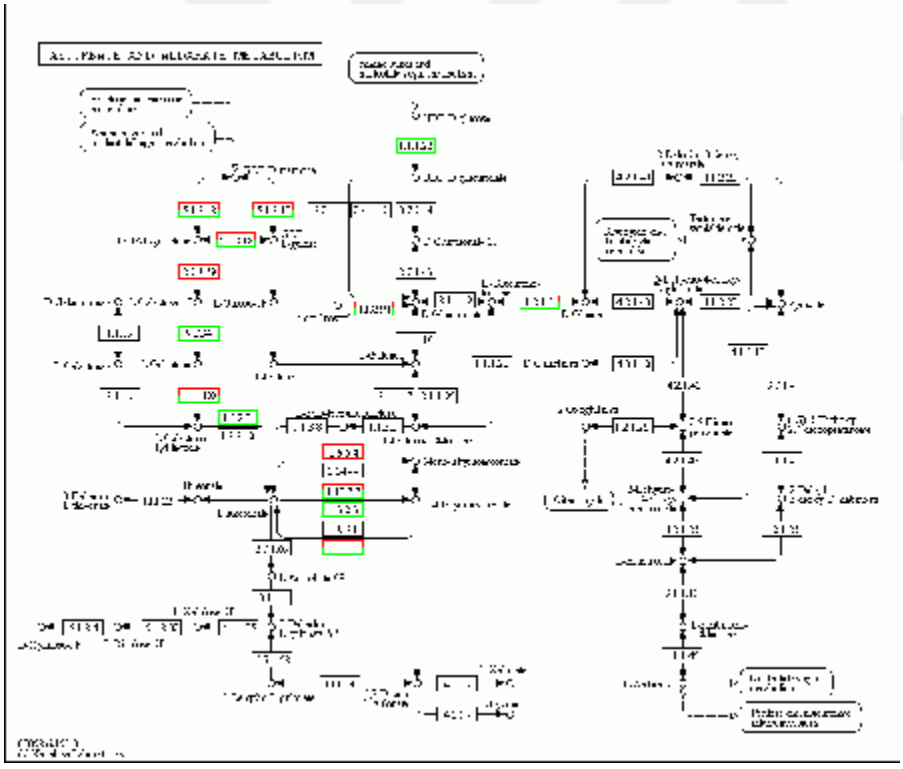


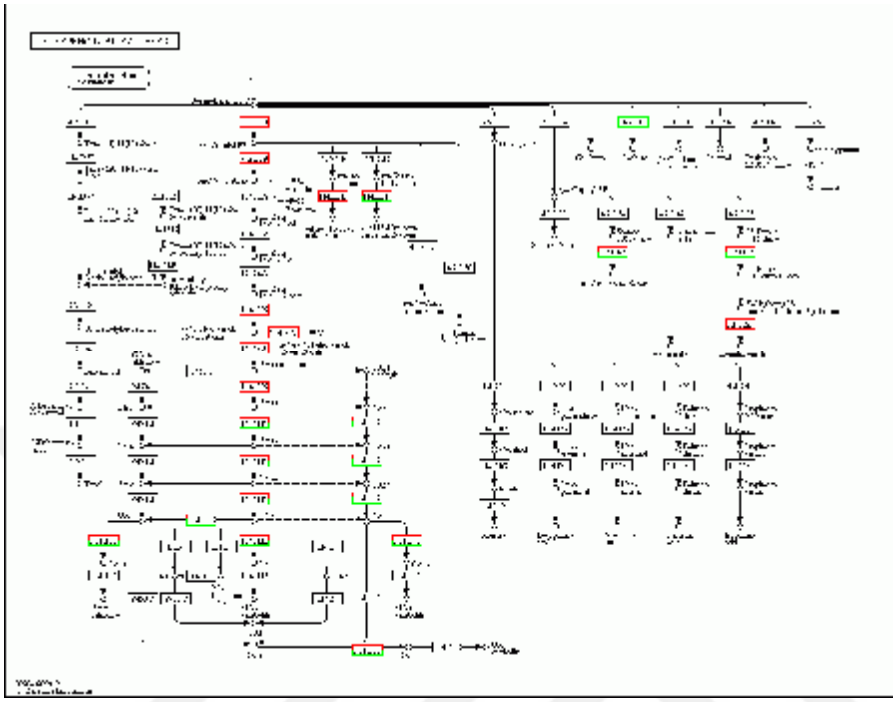

OTHER GLYCAN DEGRADATION
Ganglioside

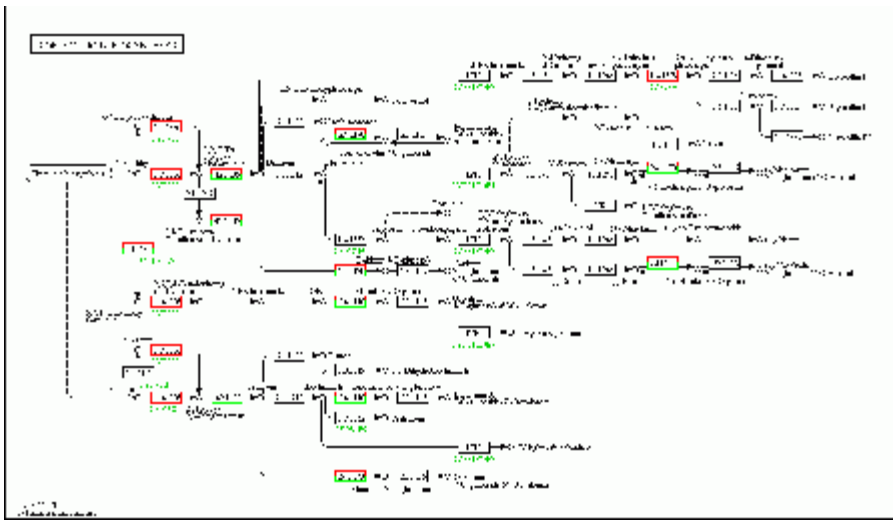


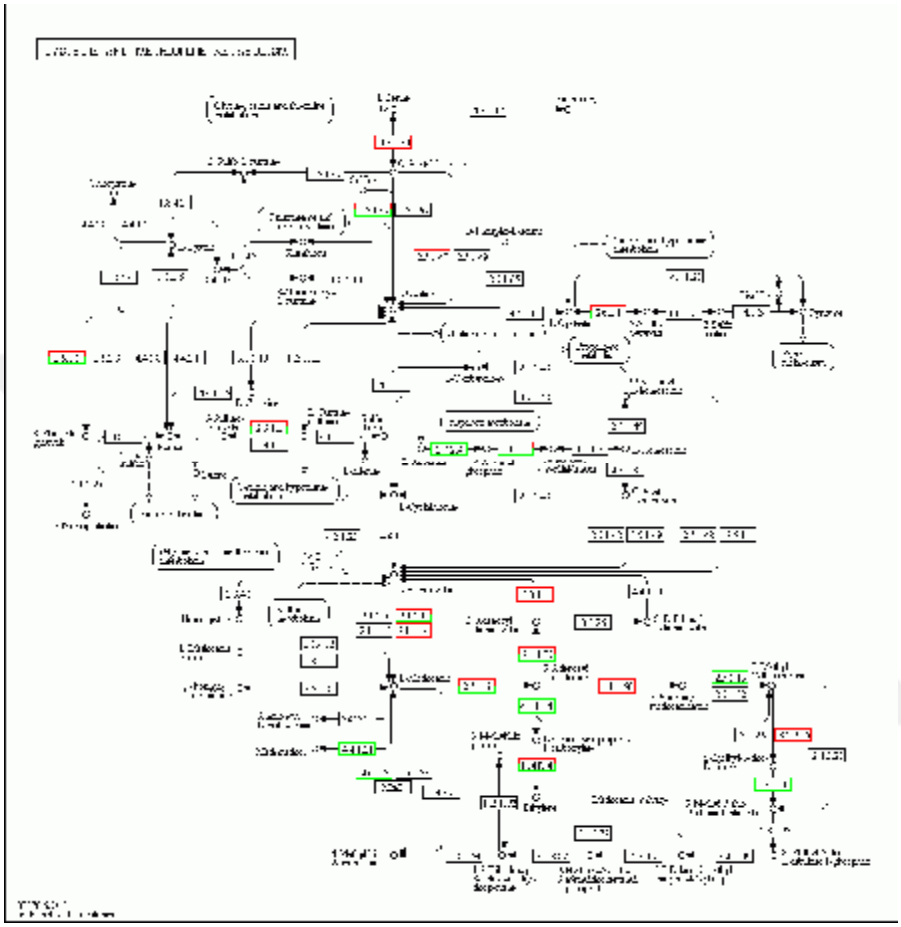

ZEATIN BIOSYNTHESIS

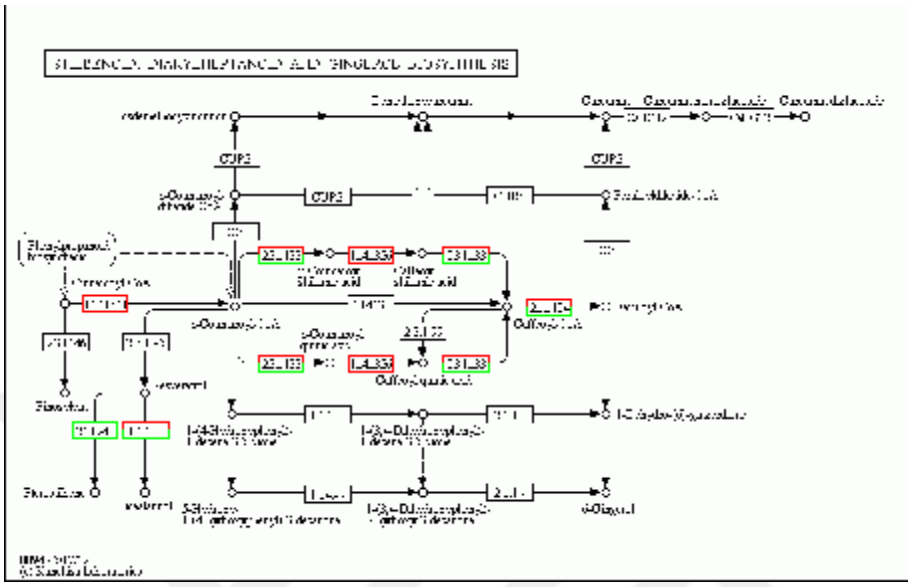


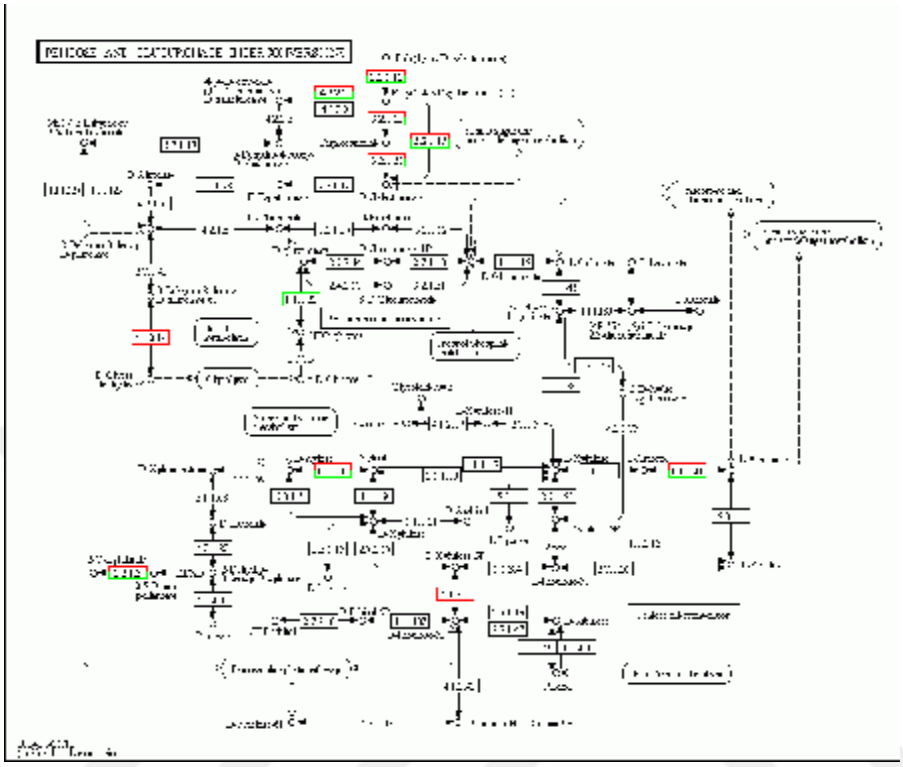


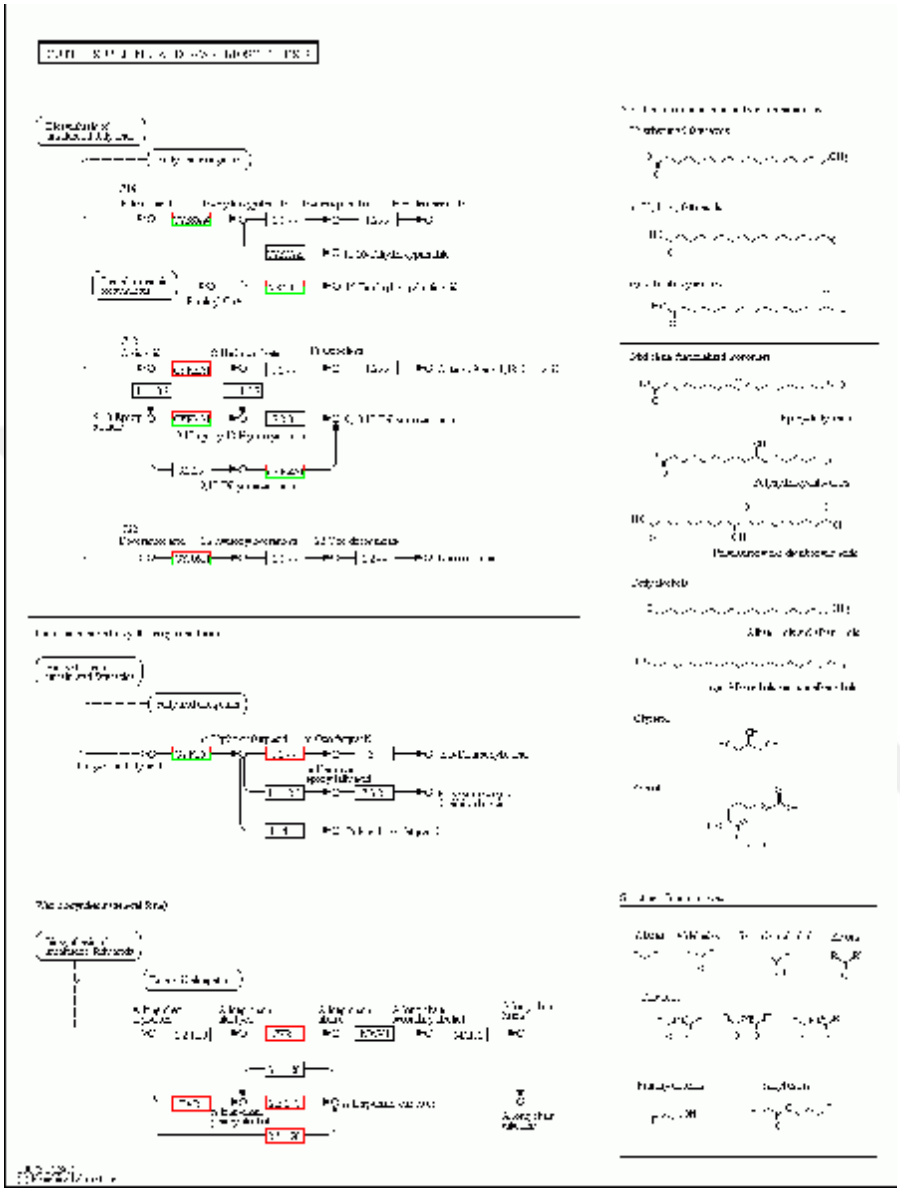


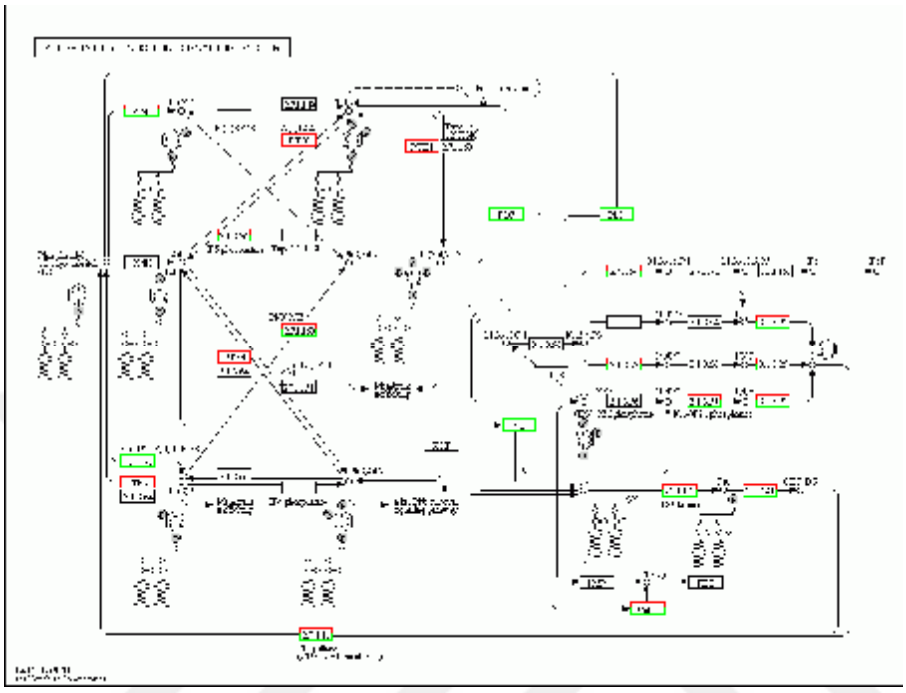


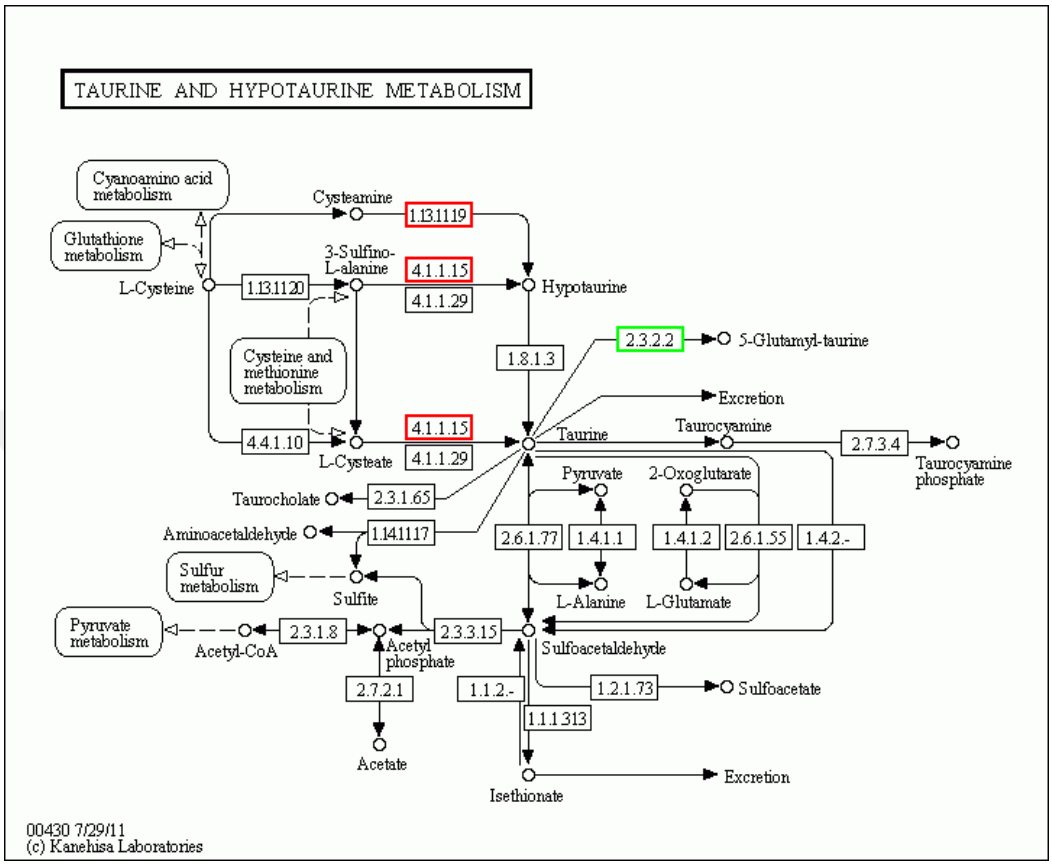


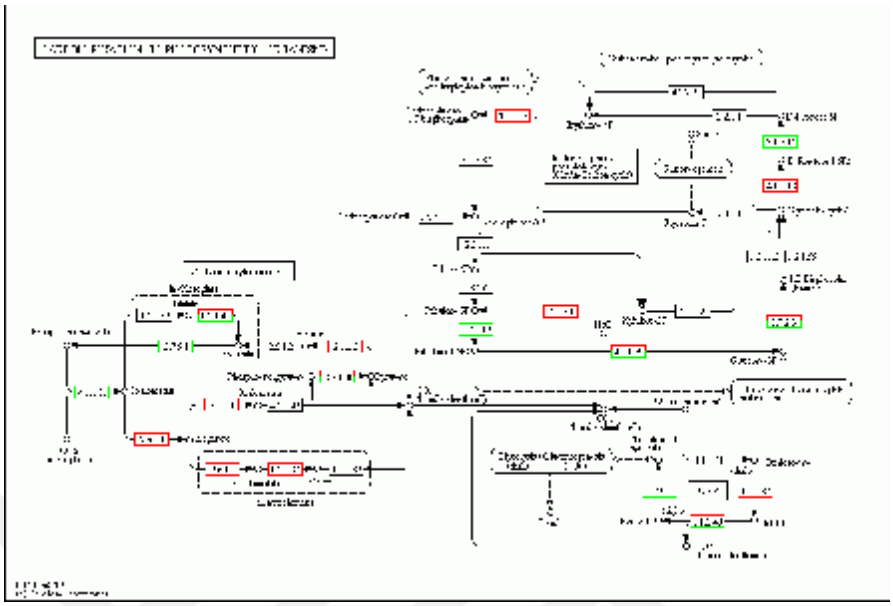


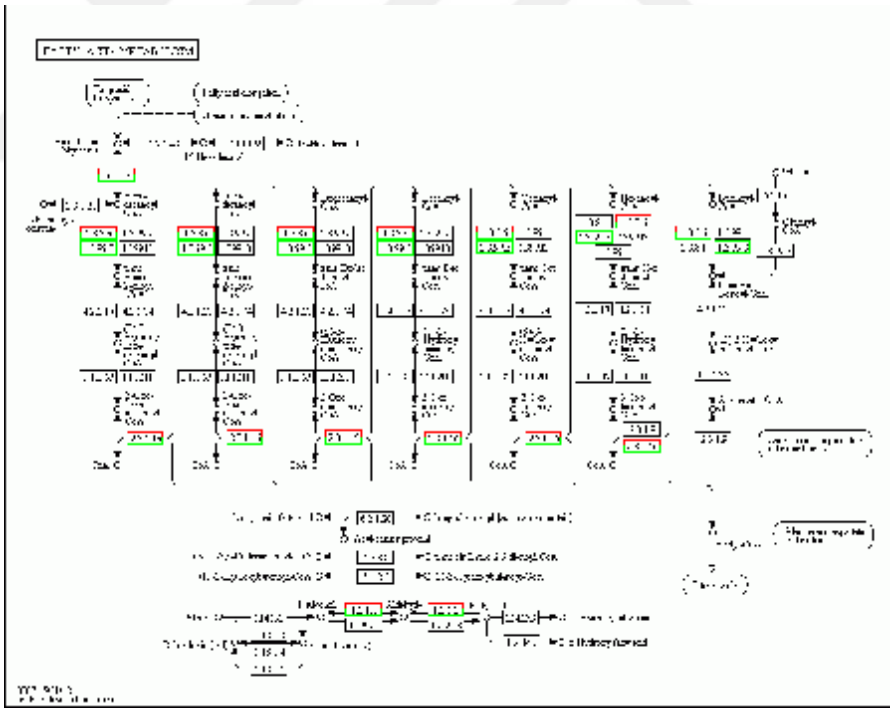


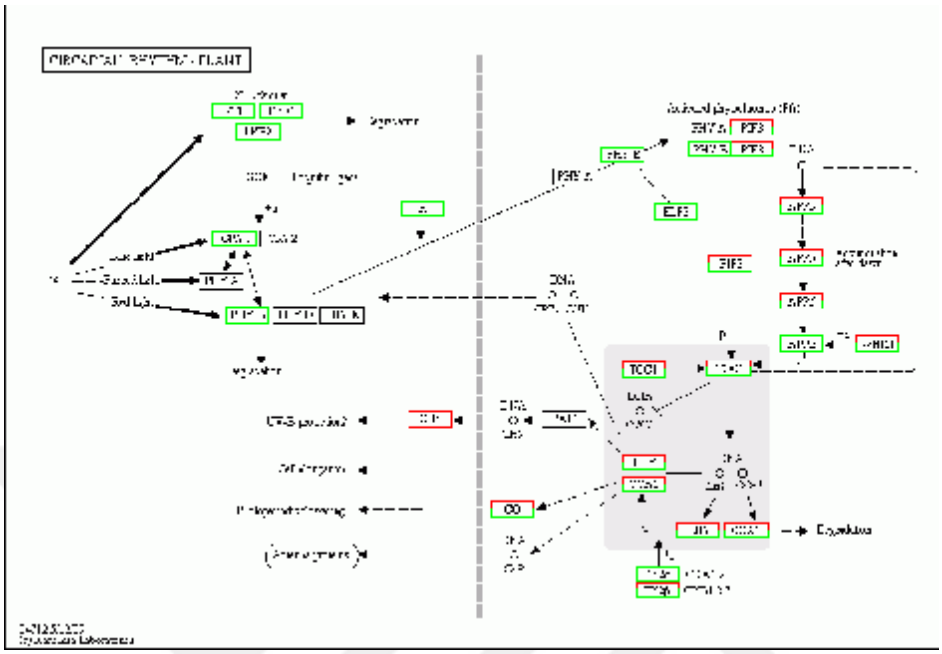


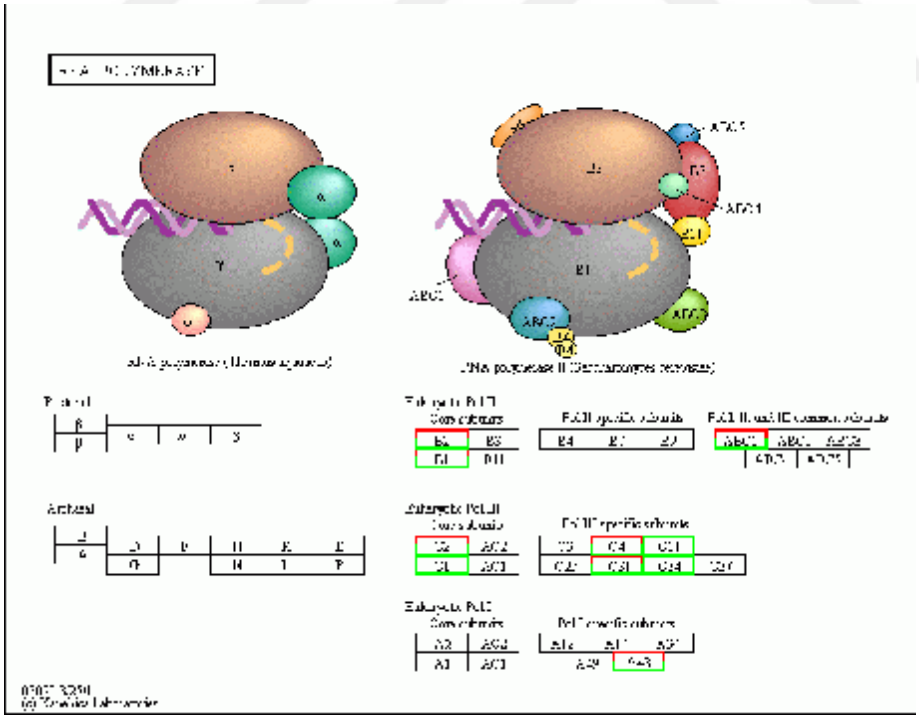


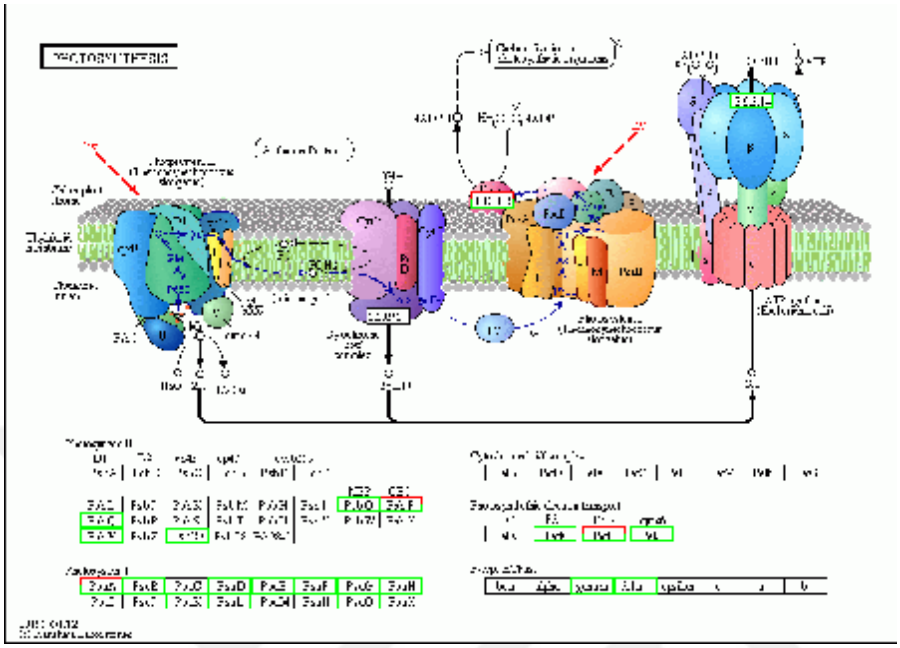

TAURINE AND HYPOTAURINE METABOLISM
Cyanoamino acid metabolism
Glutathione metabolism
L-Cysteine
Cysteamine
1.13.11.19
3-Sulfino-L-alanine
4.1.1.15
4.1.1.29
1.13.11.20
Hypotaurine
Cysteine and methionine metabolism
1.8.1.3
2.3.2.2
5-Glutamyl-taurine
Excretion
4.4.1.10
4.1.1.15
4.1.1.29
L-Cysteate
Taurine
Taurocyamine
2.7.3.4
Taurocyamine phosphate
Pyruvate
2-Oxoglutarate
Taurocholate
2.3.1.65
Aminoacetaldehyde
1.14.11.17
2.6.1.77
1.4.1.1
1.4.1.2
2.6.1.55
1.4.2.-
Sulfur metabolism
Sulfite
L-Alanine
L-Glutamate
Pyruvate metabolism
2.3.1.8
Acetyl-CoA
2.3.3.15
Acetyl phosphate
Sulfoacetaldehyde
2.7.2.1
1.1.2.-
1.2.1.73
Sulfoacetate
1.1.1.313
Acetate
Excretion
Isethionate
00430 7/29/11
(c) Kanehisa Laboratories

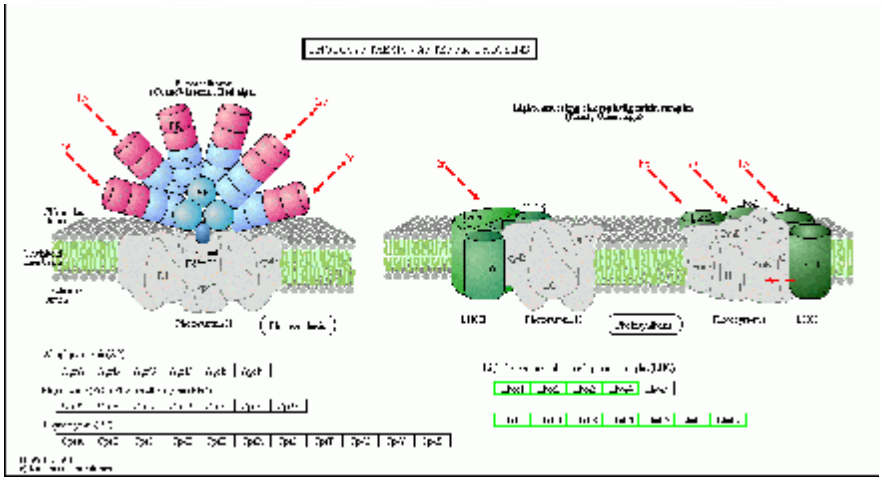


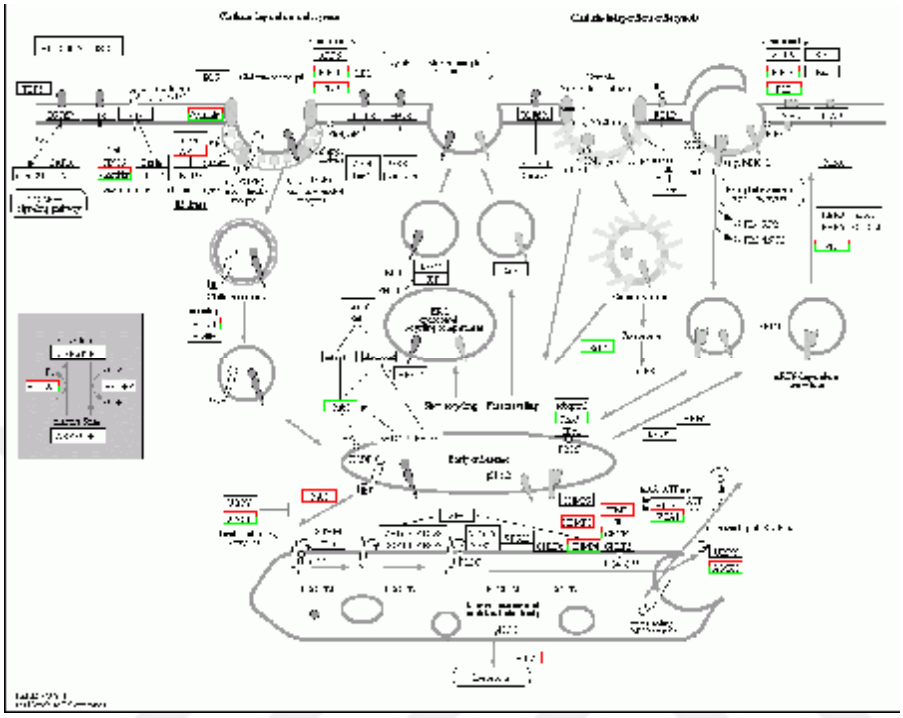


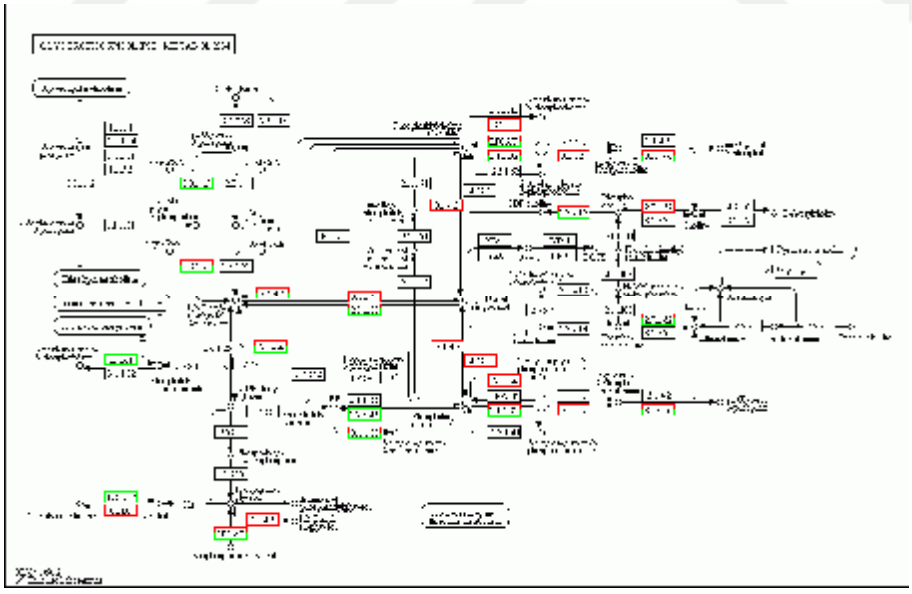


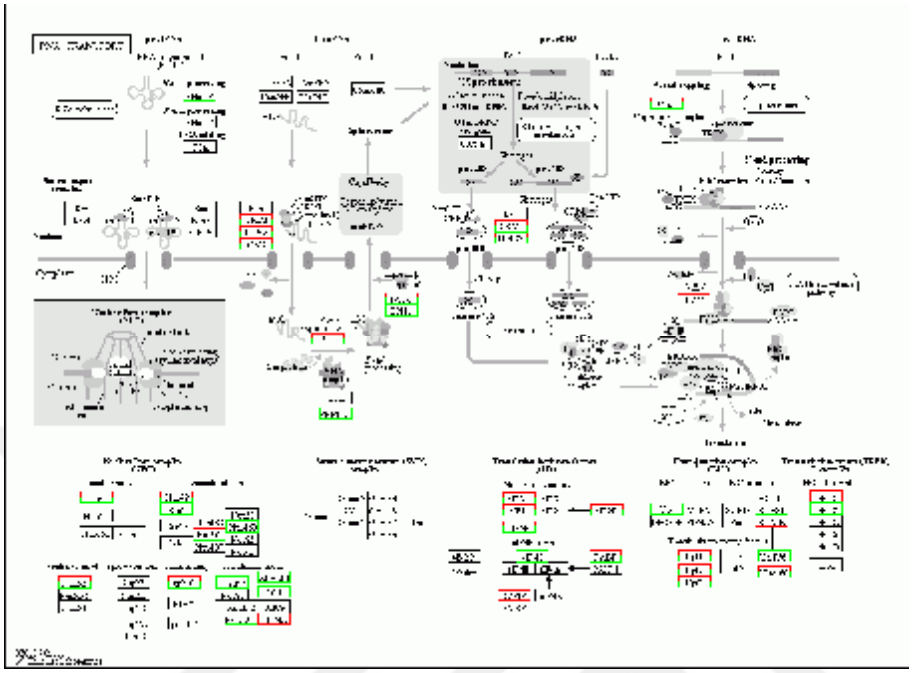


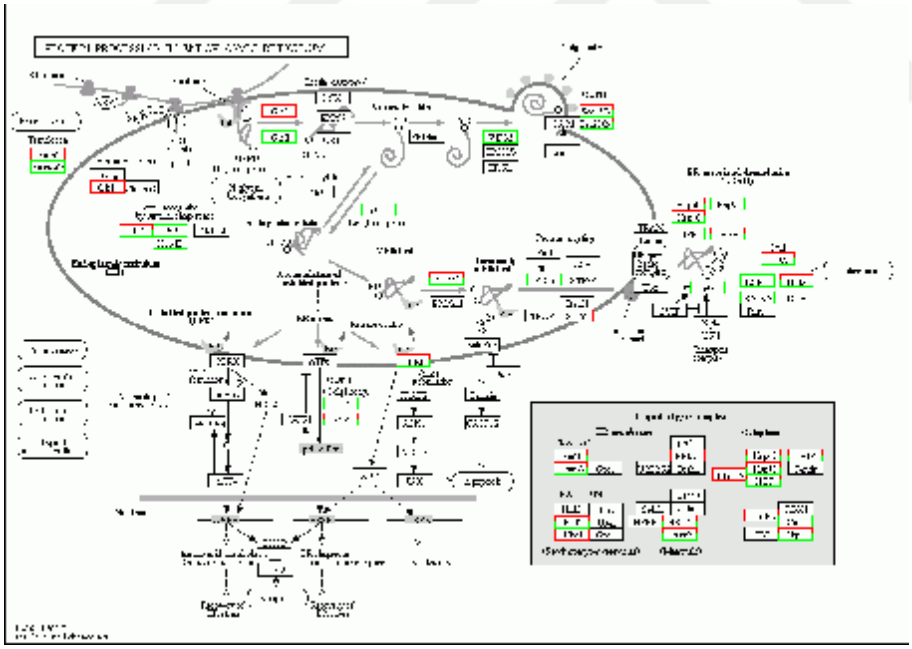


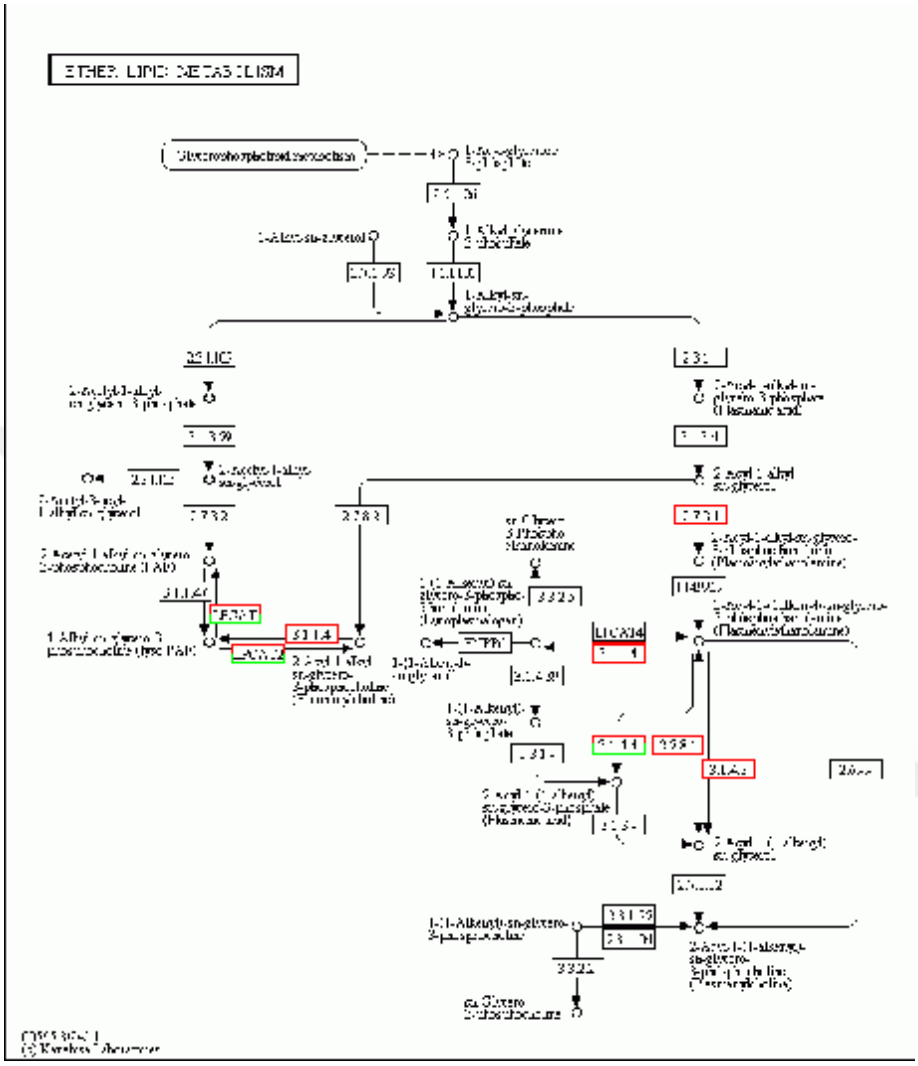


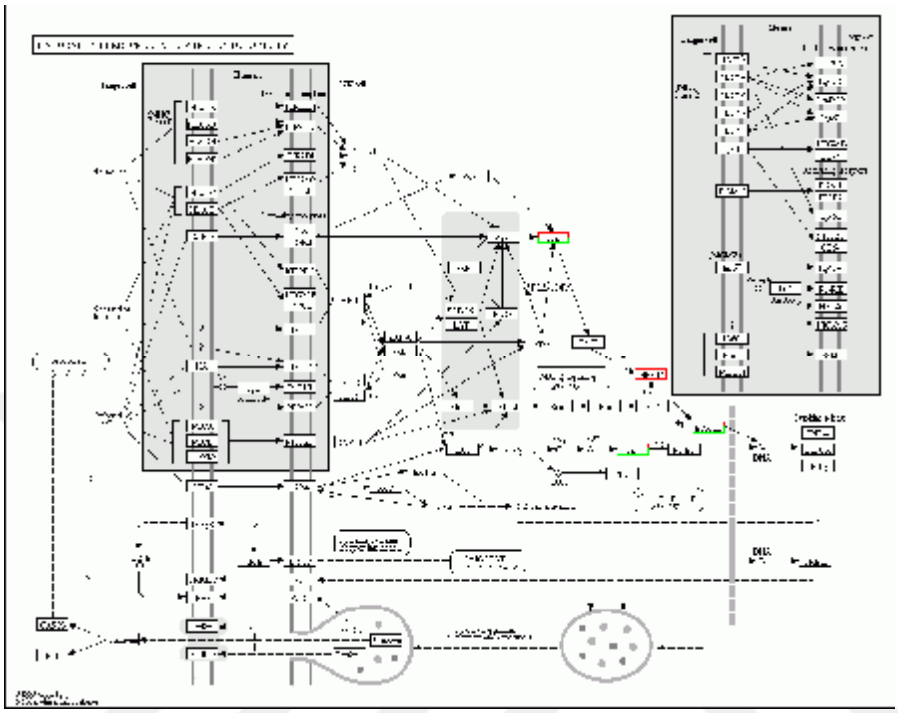


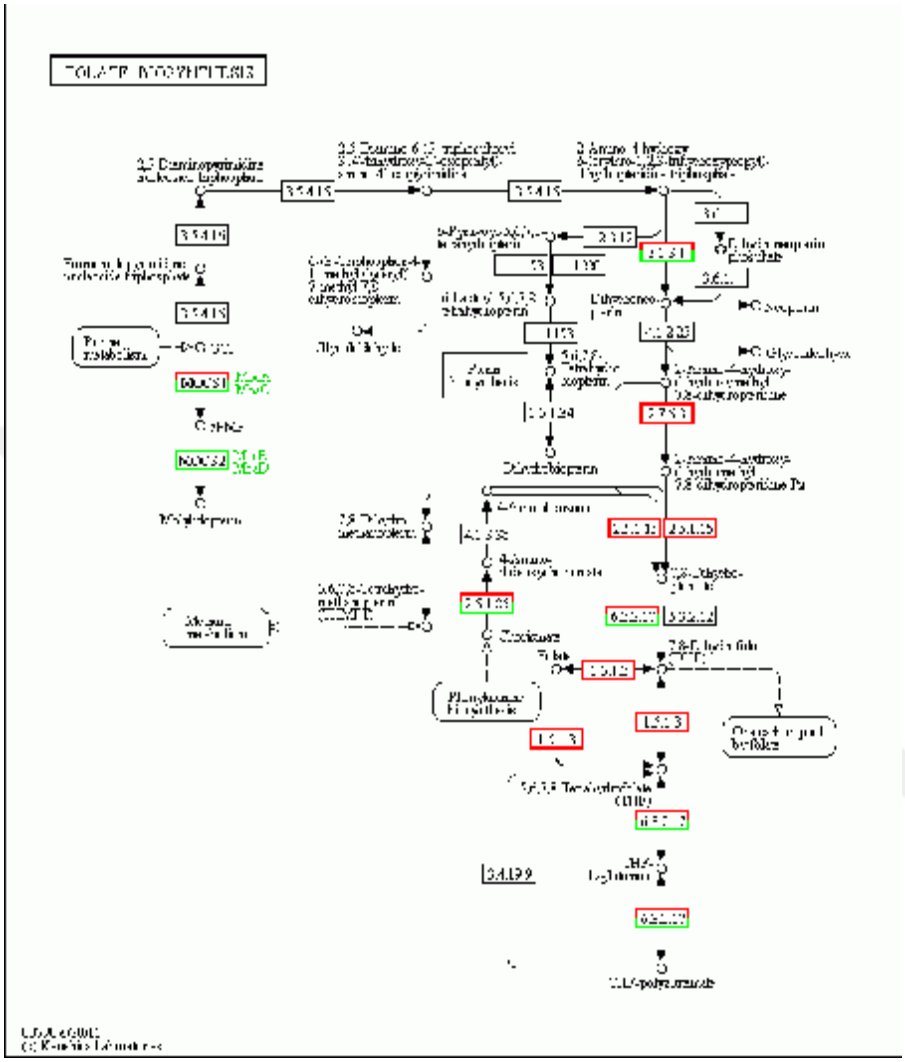


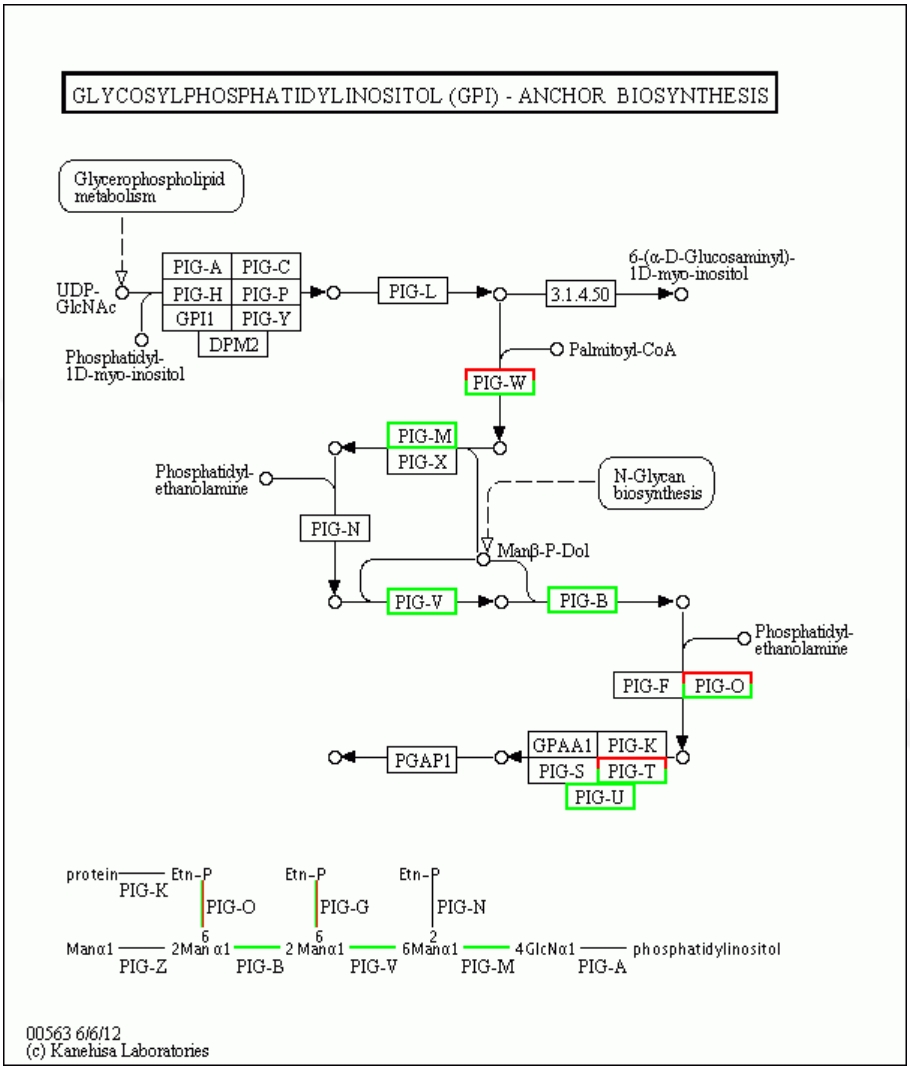


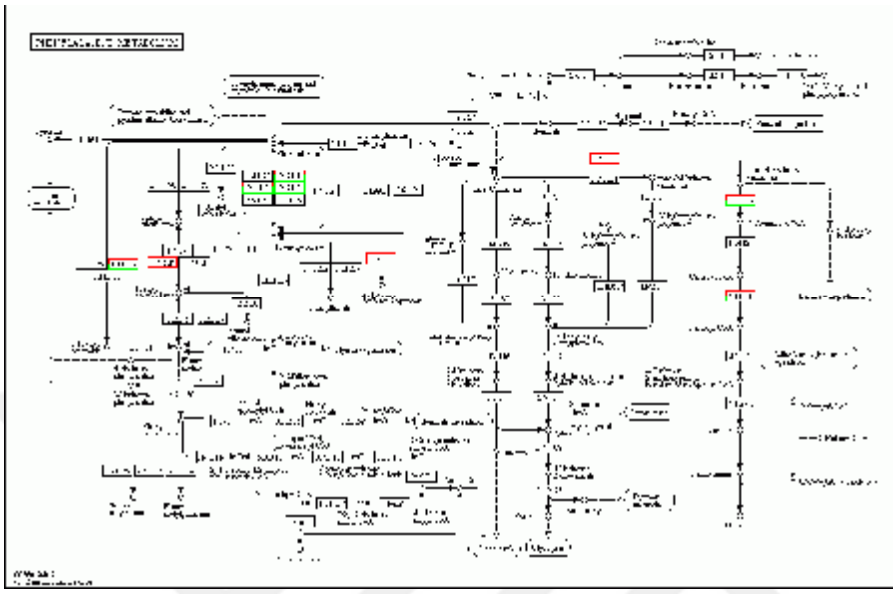


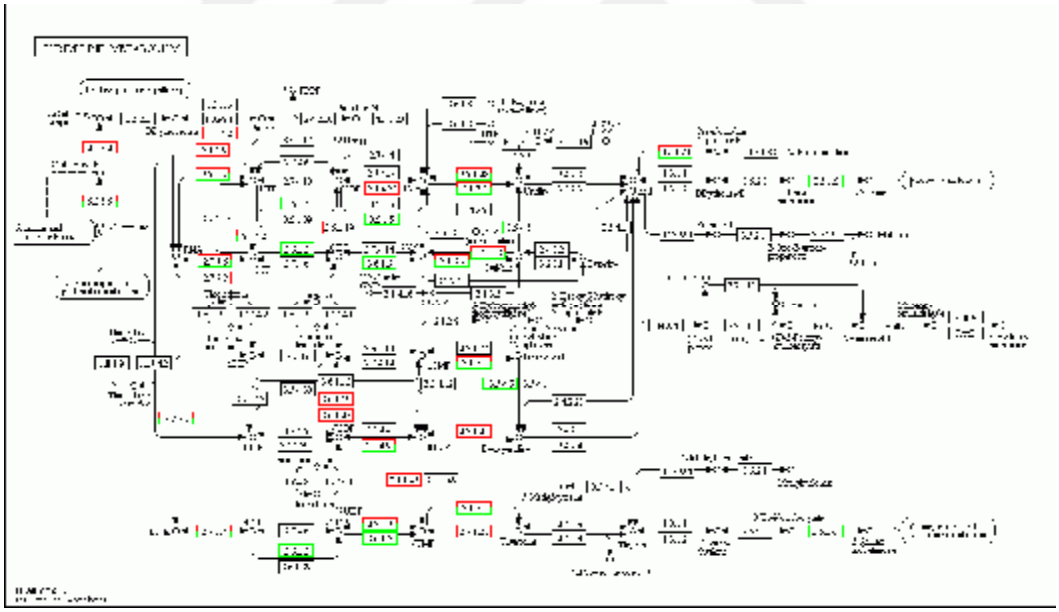


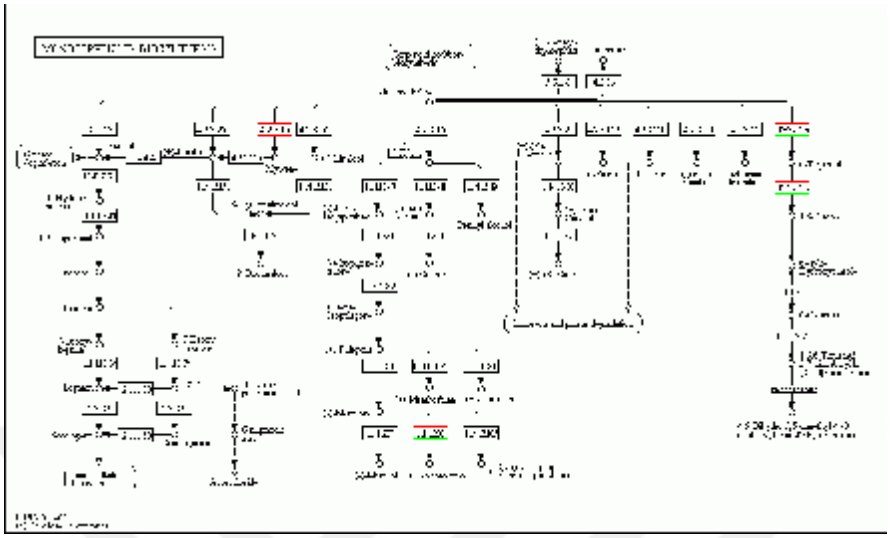


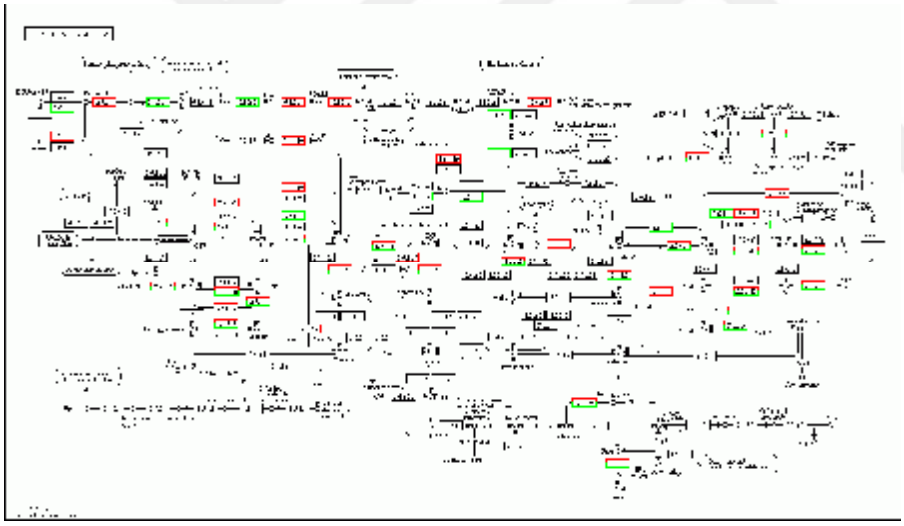


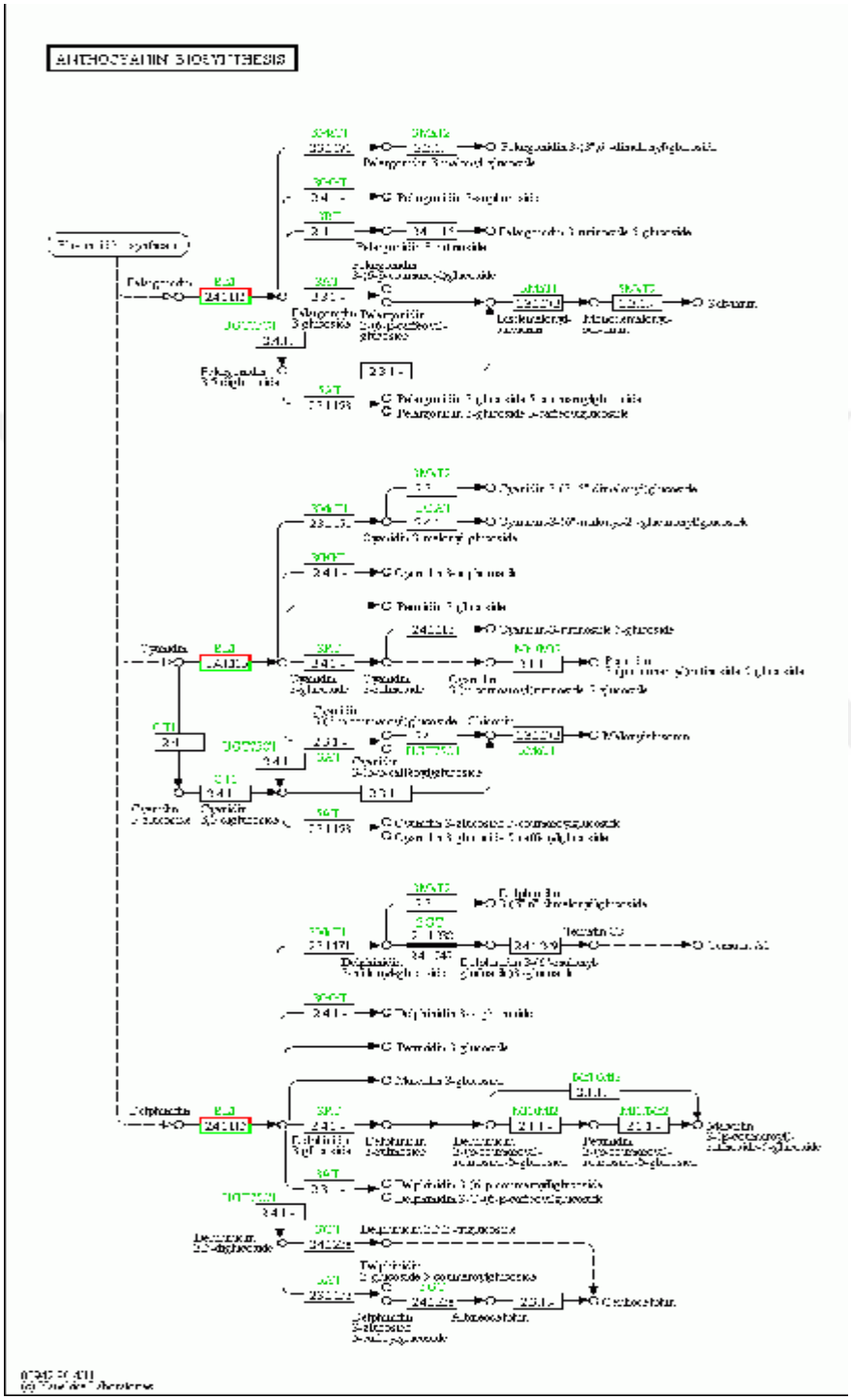

GLYCOSYLPHOSPHATIDYLINOSITOL (GPI) - ANCHOR BIOSYNTHESIS
Glycerophospholipid metabolism
UDP-GlcNAc
PIG-A
PIG-C
PIG-H
PIG-P
GPI1
PIG-Y
DPM2
Phosphatidyl-1D-myo-inositol
PIG-L
3.1.4.50
6-(α-D-Glucosaminyl)-1D-myo-inositol
Palmitoyl-CoA
PIG-W
PIG-M
PIG-X
Phosphatidyl-ethanolamine
N-Glycan biosynthesis
PIG-N
Manβ-P-Dol
PIG-V
PIG-B
Phosphatidyl-ethanolamine
PIG-F
PIG-O
GPAA1
PIG-K
PIG-S
PIG-T
PIG-U
PGAP1
protein
Etn-P
PIG-K
PIG-O
Etn-P
PIG-G
Etn-P
PIG-N
Manα1
2Manα1
2Manα1
6Manα1
4GlcNα1
phosphatidylinositol
PIG-Z
PIG-B
PIG-V
PIG-M
PIG-A
00563 6/6/12
(c) Kanehisa Laboratories










ANTHOCYANIN BIOSYNTHESIS