Bazı Sebzelerin Peroksidad Enzim İçerikleri ve 
Bu Enzimin Isıya Karşı Direnci

Dr. Nezih MÖFTİGİL

TÜBİTAK, Marmara Araştırma Enst. Beslenme ve Gıda Teknolojisi

Bölümü — GEBZE

ÖZET

Bu çalışmada lahana, pirasa, havuç, ispanak, kereviz, kabak, patates, soğan ve fasulyenin peroksidad enzim içerikleri saptanmış ve sebzelerin bu enzimi oldukça farklı miktarlarda içerdığı görülmüştür. Daha sonra sebzeler sıcaklıklarını 95°C, 85°C ve 75°C olan sıcak su içinde farklı sürelerde haslanmış ve belirli süreler sonunda haslanmış her sebezdeki peroksidad enzim etkinliğinin azalmaya veya arttırmıştır. Enzim etkinliği en çok çubuk 95°C de en kısa sürede 75°C deki sıcak su içinde gidermiştir. Bazı sebzelerdeki peroksidad enzim etkinliğinin 75°C deki suda giderlimesinin çok uzun süre gerektirdiği anlaşılmuştur. Bu enzimin inaktif hale getirilmesi için belirtilen sıcak su uzun süreli ve en fazla etkili olmalıdır.

GİRİŞ


Sebzelerde kalite azalmasının neden olan tepkimeler farklı enzimler tarafından ileri gelmektedir. Sebzelerin renk, düğ, tad-aroma ve besleyici değerlerinde meydana getirdikleri değişikliklere göre enzimlerin gruplarına ayrılmak olasıdır/10/.

Bu enzimler içinde peroksidad ve katalizin etkisi mekanizmaları tem olarak saptanlıklarla birlikte sebzelerde actionBar değişikleri neden oldukları anlaşılmaktadır. Araştırmaların oksidoreduktasesi isimli enzim grubunun bir öýesi olan peroksidadin bitki dokularında çok sayıda butunun fenol ve aromatik halkalarının oksidasyonunu kataliz ederek tad-aroma değişikliğine neden olduğu belirten bulgular saptanmıştır/5/.

Bu özelliği yanında sebzelerin bir çoğunun bulunması, ayrıca isya en dayanıklı enzim olması nedeniyle endüstriyel olarak sebzelerin haslanmasında peroksidad enzimi haslama süresinin saptanmasında belirteç olarak kullanılmaktadır. Bu enzimin etkinliğini giderecek bir haslama işlemisinin diğer enzim etkinliklerini de giderliği göstermiştir. Bu enzimin haslama sırasında belirtec olarak kullanılabileceğini bir diğer önemli nedeni de kimyasal olarak saptanmasının kolay ve pratik olmasıdır.

ÖZEDE VE YÖNTEM

Çalışmada lahana, pirasa, havuç, ispanak, kereviz, kabak, patates, soğan ve taze fasulye özdek olarak kullanılmışlardır, Laboratuvara getirilen sebzeler temizleme, seçme ve kesme gibi ön işlemlerden sonra haslanılmışlardır. Havuç ve pirasa 10 mm kalınlık ve 20 mm çapında, kabak 10 mm kalınlık ve 25 mm çapında, kereviz 10 mm kalınlık ve 20 mm uzunluğuunda, patates 10x10x10 mm köp parçalar, fasulye 20 mm uzunluğunda, ispanak küçük yapraklar, laha ve soğan ince dilimler halinde kesilmişler-

Peroksidaz enzim etkinliği Harvey ve ark. (1976) tarafından geliştirilen bir yöntem kullananlaraptı saptanmıştır /7/.

**BULGULAR**

Çalışmada kullanılan sebzelerin peroksidaz enzim içeriklerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Sebzelerin içerdigi peroksidaz enzim miktarları **Çizelge 1**’de verilmektedir. Lahana ve teze fasulyenin peroksidaz enzimini fazla soğan ve havucun ise aynı enzimi az miktarlarda içerdığı saptanmıştır. Lahana pirassyaya göre yaklaşık 15, havuca göre 45, ispanağa göre 3, kere- vize göre 14, patatese göre ve 13 soğana göre 70 kat daha fazla peroksidaz enzimi bulunduğu saptanmıştır.

**Çizelge 1** : Teze sebzelerin peroksidaz enzim miktarları

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sebzeler</th>
<th>Peroksidaz enzim miktarları (birim/100 g)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Lahana</td>
<td>56.20</td>
</tr>
<tr>
<td>Pirasa</td>
<td>3.73</td>
</tr>
<tr>
<td>Havuç</td>
<td>1.24</td>
</tr>
<tr>
<td>Ispanak</td>
<td>19.46</td>
</tr>
<tr>
<td>Kerevız</td>
<td>4.05</td>
</tr>
<tr>
<td>Kabak</td>
<td>36.10</td>
</tr>
<tr>
<td>Patates</td>
<td>4.02</td>
</tr>
<tr>
<td>Soğan</td>
<td>0.80</td>
</tr>
<tr>
<td>Teze fasulye</td>
<td>51.46</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Haşlama sebzelerde her üç haşlama sıcakliğinin da inaktif edilmemiş olan yüzde peroksidaz enzim miktarları **Çizelge 2, 3 ve 4** de verilmektedir.
<table>
<thead>
<tr>
<th>Haslama süresi (sn)</th>
<th>% Peroksidaz</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>S e b z e l e r</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td>Lahana</td>
<td>Taze</td>
</tr>
<tr>
<td>Pirasa</td>
<td>32.97</td>
</tr>
<tr>
<td>Havuç</td>
<td>53.20</td>
</tr>
<tr>
<td>Ispanak</td>
<td>0.20</td>
</tr>
<tr>
<td>Kereviz</td>
<td>41.48</td>
</tr>
<tr>
<td>Kabak</td>
<td>47.92</td>
</tr>
<tr>
<td>Patates</td>
<td>72.88</td>
</tr>
<tr>
<td>Soğan</td>
<td>26.25</td>
</tr>
<tr>
<td>Taze fasulye</td>
<td>73.17</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Çizelge 3: 85°C deki haslamaadan sonra sebzelerde inaktive edilmeden kalan % peroksidad enzim miktarı

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sebzeler</th>
<th>Haşlama süresi (sn)</th>
<th>Taze</th>
<th>15</th>
<th>30</th>
<th>60</th>
<th>90</th>
<th>120</th>
<th>180</th>
<th>240</th>
<th>360</th>
<th>420</th>
<th>600</th>
<th>780</th>
<th>900</th>
<th>1080</th>
<th>1200</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Lahana</td>
<td>100</td>
<td>18.02</td>
<td>11.42</td>
<td>2.88</td>
<td>1.79</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Pırasa</td>
<td>39.90 35.00 32.17</td>
<td>26.17</td>
<td>16.80</td>
<td>7.91</td>
<td>2.15</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Havuz</td>
<td>69.35 40.30 14.19</td>
<td>6.13</td>
<td>2.57</td>
<td>0.57</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>İspank</td>
<td>11.76</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kereviz</td>
<td>43.90 38.02 2.46</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kabak</td>
<td>94.50 84.76 40.60</td>
<td>28.59</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Patates</td>
<td>72.13 59.70 13.18</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Soğan</td>
<td>37.75</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Taze fasulye</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>10.72</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>9.32</td>
<td>7.77</td>
</tr>
<tr>
<td>Şehzeler</td>
<td>% %</td>
<td>%</td>
<td>%</td>
<td>%</td>
<td>%</td>
<td>%</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>----------</td>
<td>---</td>
<td>---</td>
<td>---</td>
<td>---</td>
<td>---</td>
<td>---</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>15</td>
<td>30</td>
<td>60</td>
<td>90</td>
<td>120</td>
<td>240</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Lahana</td>
<td>100</td>
<td>66.40</td>
<td>53.13</td>
<td>47.43</td>
<td>40.80</td>
<td>37.95</td>
<td>26.56</td>
<td>14.45</td>
<td>2.10</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Pirasa</td>
<td>64.50</td>
<td>30.02</td>
<td>12.08</td>
<td>1.15</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Havuç</td>
<td>31.50</td>
<td>22.81</td>
<td>11.62</td>
<td>2.43</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ispanak</td>
<td>62.46</td>
<td>42.72</td>
<td>6.41</td>
<td>0.32</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kereviz</td>
<td>73.87</td>
<td>55.40</td>
<td>45.70</td>
<td>39.88</td>
<td>32.40</td>
<td>27.14</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kabak</td>
<td>59.70</td>
<td>57.36</td>
<td>61.44</td>
<td>64.17</td>
<td>41.10</td>
<td>20.05</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Patates</td>
<td>68.75</td>
<td>—</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Soğan</td>
<td>89.10</td>
<td>89.10</td>
<td>86.37</td>
<td>89.10</td>
<td>68.20</td>
<td>58.02</td>
<td>37.31</td>
<td>32.89</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Taze fasulye</td>
<td>—</td>
<td>—</td>
<td>—</td>
<td>—</td>
<td>—</td>
<td>—</td>
<td>—</td>
<td>—</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
Çizelge 2, 3 ve 4 de görüldüğü gibi peroksidad enzim etkinliğini en düşük 95°C de ve en yavaş ta 75°C deki havlamalarda giderilmektedir. Örneğin havuc takı peroksidad enzimi 95°C deki havlamada 90 sn. de, 85°C deki havlamada 240 sn. de 75°C deki havlamada ise 600 sn. de residü miktara düştü. Peroksidad enzim etkinliğini diğer sebzelerde göre az olan soğanda her üç haslama sıcaklığında 30 sn. de bu enzimin inaktivar suna saflanırken kabak ve fasulye dek peroksidad enziminin inaktivarı hızla havlama gerektirmiyordur. Bu iki sebzeyin 75°C de 30 dk. kadar haslanmaları sonrasında bile peroksidad enziminin inaktive olması görülmüyordur. Birbirine yakın peroksidad enzim miktarı içeren sebzelerde bu enzimin inaktivarı için gerekli sürein aynı olmasası sebzelerdeki peroksidadların niteliklerinin farklı olması neden olmuştur[2]. Sebzelerdeki peroksidad enzimi farklı iso-enzimler içerisinde ve bunların kimyasal yapılışlariyla isya karşı dirençleri değişiklik göstermektedir. Bu nedenle örneğin kabak lava-nya göre başlangıçta daha düşük peroksidad enzimine sahip olan haslama ile lahanadaki peroksidad enzim etkinliği daha çabuk giderilmektedir.

Sebzelerdeki peroksidad enzimini farklı sürelerde inaktivar sununda sebzelerin parça boyutları da önemli rol oynamaktadır. İnce dilimlenmiş lukan yapraklarında haslama ile peroksidad enzim inaktivarı bu enzim başlangıçta yaklaşıklar olarak aynı miktarda ipleren 20 mm uzunluğundaki taze fasulye parçalarına göre kısa sürmütür. Yüzyeyi hacmine göre daha fazla olan ıspanak ve soğanda da benzer durum görülmuştur.

İlgili bir durum 10 mm² lük patates köpürlünün haslanması sırasında gözlemmiştir. Haslama işleminin başlangıcında patatesin içeriğinin nişasta ise etkileşime köp içindeki enzim inaktivar sununu yavaşlatacak şekilde yüzeyde bir jel film oluşturmuştur.

**SÖNÜC**


Dondurulmuş sebzelerde başlangıçta yapılan haslama işlemede sebzelerin içeriğinin peroksidad enzim etkinliğinin tamamı yerine bir kısmının giderilmesi halinde, daha sonraki donmuş depolama sırasında önemli değişimlerin olmadığı da bazı araştırmalar tarafından ortaya konmuştur. /3/9/. Buna karşılık bazı dondurulmuş sebzelerde kalite değişimlerini önlemek için peroksidad enziminin tamaamiyle giderilmesi gerekliği de vurgulanmıştır /1/.

**SUMMARY**

**THE PEROXIDASE ENZYME ACTIVITY OF SOME VEGETABLES AND ITS RESISTANCE TO HEAT**

In this study the peroxidase enzyme contents of cabbage, leeks, carrots, spinach, celery, squash, potatoes, onion and green beans were determined. These vegetables were blanched in hot water in which the temperature were adjusted as 95°C, 85°C and 75°C. The inactivated peroxidase enzyme contents of each vegetable were determined after certain periods of blanching. Enzyme was inactivated rapidly at 95°C and slowly at 75°C. Inactivation of peroxidase enzyme content of some vegetables at 75°C required long time. Peroxidase enzyme inactivation was also affected by vegetable piece sizes and enzyme quality.


