

Siyah ay Üretimi Süresince Polifenol Oksidaz Aktivitesindeki Değişimler Üzerine alışma

Dr.Tadakazu TAKEO
Tarım ve Orman Bakanlığı ay Araştırma İstasyonu
Kanaya, Shizuoka Japonya

Takdim

Siyah ay üretimi süresince çay yapraklarının polifenol oksidaz aktivitelerinde ki değişmeler incelendi. Yapraklarda ki polifenol oksidaz aktivitesi yaz aylarında ilk bahardan daha yüksekti ve siyah çay için ayrılan çay klonları ile yeşil çay için ayrılan klonlar karşılaştırıldığında siyah çay için ayrılanlarda daha yüksek polifenol oksidaz aktivitesinin var olduğu görüldü.

Yapraklarda ki enzim aktivitesi soldurma periyodu süresince kademeli olarak yükselirken, soldurma sıcaklığı en yüksekte iken enzim aktivitesi de daha da hızlı yükseldi. Enzim aktivitesi yüksek ve düşük ısı derecelerinde soldurulmuş yaprakların her ikisinde de kıvrırma ile hızlı şekilde yükselirken, taze yapraklardakinden 2-3 kat daha fazla arttı. Kıvrımadan sonra fermentasyon işlemleri boyunca enzim aktivitesi kademeli olarak düşerken yüksek fermentasyon sıcaklığında enzim aktivitesinde de büyük düşüşler gözlemlendi.

Polifenol oksidaz enzim proteinleri ile kateşinler arasında çözünmeyen bileşiklerin oluşumu, fermentasyon süresince enzim aktivitesinde azalmaya neden olduğu bilinmektedir. Üç yaprak ve bir tomurcuktan oluşan siyah ve yeşil çayın üretiminde kullanılan çay sürgününün körpe kısımları çay ürünü olarak tanımlanır. Siyah ay üretiminde ilk adım solma işlemidir. Taze yapraklarda ki %75-80 rutubet miktarının %60 dolaylarına indirilmesi de bu işlemle yapılmaktadır. İkinci aşama kıvrırma işlemidir. Burada solmuş yapraklar 60 dakikalık bir süreyle kıvrılır ve parçalanır. Sonra bu kıvrılmış yapraklar 25°C de muhafaza edilirler ki bu 25°C de takriben 2 saatlik bir fermentasyondan aşamasıdır, sonra yapraklar fırınlanır ve kurutulur.

Siyah ay üretim işlemi boyunca yapraklarda oluşan önemli kimyasal değişikliklerden biri polifenollerin oksidasyonudur. Bu reaksiyon son ürün olan siyah çayın kalitesini etkiler. Yapraklarda ki polifenol oksidaz suda çözünen ve çözünmeyen unsurlarında her ikisinin de oluşumunda etkindir, ikincisinin oluşumundaki (suda çözünmeyen bileşikler) aktivitesi daha güçlüdür.

Son zamanlarda araştırmacılar suda çözünmeyen bileşikleri aseton muamelesiyle çözmüş ve suda eriyebilen enzimler üzerine alışabilmişlerdi. Siyah ay fermentasyonunda polifenollerin oksidasyon oranı bu enzim (PPO) aktivitesinin yoğunluğuna bağlıdır. Siyah ay üretim işlemleri boyunca enzim aktivitelerinin düzeyinde ki değişiklikler bu çalışma ile incelenmiştir.

Bu deneme, üretim işlemi boyunca yaprakların polifenol oksidaz aktivitesindeki değişimler üzerine daha ayrıntılı çalışmayı hedeflemiştir.. Özellikle soldurma, kıvrırma ve fermentasyon boyunca yaprakların sıcaklığının enzim aktivitesi üzerine etkileri ve solma periyodunun uzunluğu incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Aseton Tozunun Hazırlanması: Bu araştırmada kullanılmış yapraklar çay araştırma istasyonunun bahçesinden toplanmıştır. Siyah ay üretiminde ki her aşamada yaprak örnekleri aseton tozu preparatı içine alınarak hazırlandı ve bir Waring Blender da soğuk aseton ile homojenize hale getirildi. Kıyılmış küçük parçalar (dhoor) renksizleşinceye kadar soğuk asetonla birkaç kez yıkanıp elde edilen toz (pudra) 5°C nin altında bir vakumda kurutuldu.

Polifenol Oksidaz Aktivitesi: Polifenol oksidaz aktivitesi, önceki sayfalarda tanımlanmış olan manometrik metot ile ölçüldü ve 25 oC 'de 10 veya 15 dakika süreyle absorbe etmiş oldukları O₂ 'nin µl olarak ifade edildi. Polifenol oksidaz aktivitesi aşağıda ki karışımın reaksiyonu ile belirlendi. 6x10⁻² M nin 1.0 ml Sodyum fosfat, 3x10⁻² M Sitrik asit tamponu (pH = 5.75) 10⁻² M nin 2.0 ml (+) kateşin eriyiği ve sıvı içinde erimeden kalan (süspansiyon aseton tozunun 1.0 ml (yaklaşık nitrojenin (azotun) 1.0 mg).

İlk denemeler fermantasyonda değişime uğrayan madde konsantrasyonunun yukarıda ki deneme koşulları altında gözlenen reaksiyon karışımının pH'sı, maksimal aktiviteyi sürdürmek için yeterliydi ve karışım reaksiyonunun oranı 2 mg üzerinde ki nitrojen (N) enzim konsantrasyonuna orantılıydı ve reaksiyon eğrisi 25°C de takriben 20 dakika için doğru (lineer) bir çizgi göstermişti.

Reaksiyon Karışımının Renk Yoğunluğunun Ölçülmesi: Bu enzim (PPO) ile (+) kateşinin oksidasyonundan sonra , reaksiyon karışımı (polifenol oksidaz deneyi için kullanılmış olanın aynısı) buzlu suda soğutuldu. Sonra bu reaksiyon karışımına n – botanol ilave edilir ve (+) kateşinin portakal renkli okside edilmiş ürünleri n – butanol tabakasına taşınır. Bu n – botanol'dan 25 ml doldurulur ve 430 mµ sıfırlama absorbansı ile bir spektrofotometre kullanılarak belirlenir. Reaksiyon karışımının n – butanol solventi ile background (zemin - geri plan) düzeltilmesi yapılır.

(+) Kateşin İçin Ölçümleme : Reaksiyon karışımında ki (+) kateşin konsantrasyonu reaksiyon öncesi ve sonrası her iki durumda Nakagawa ve Torii tarafından rapor edilmiş kağıt kromotografik metot ile belirlenmiştir.

Aseton Tozunun (Pudrasının) Nitrojen Miktarının Tahlihi: Aseton pudrasında ki nitrojen (N) miktarları Kjeldahl metodu ile tespit edilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Dört çay klonunun toplama mevsimlerinde çay yapraklarında ki enzim aktivitesinin değişimi ile siyah çay üretim işlemi boyunca yapraklarda ki polifenol oksidaz değişimleri ve dört çay klonunun farklı toplama mevsiminde ki PPO değişimleri araştırıldı.

Tablo1: Siyah Çayın İşlenmesi Boyunca Enzim Aktivitesinin Değişimleri.

Mevsim	Klonlar	Taze Çay Yaprakları	Solmuş Çay Yaprakları	Kıvrılmış Çay Yaprakları
Yaz	Benihomare	76	111	132
	Indo	84	110	152
	Hatsumomiji	40	71	70
	Yabukita	21	37	68

PPO Aktivitesi için : 25 °C 'de O₂ µl / 10 dak. / N mg.

Tablo1 de gösterildiği gibi solmuş yapraklarda enzim aktivitesi taze yapraktakinden takriben 1,5–3 kat daha fazla artmıştır. Dört çay klonunun yaprak larında ki enzim aktivitesi ile yukarıda sözü edilen solmuş çay yapraklar karşılaştırıldığında, solmuş yapraklarda ki enzim aktivitesi taze yapraklardakinden daha yüksek olduğu sonucu çıkmıştır ve böylece enzim aktivitesinin düzeyinin karşılaştırması da kolaylaşmıştır.

Tablo 2: Klonlar ve Mevsimler Arasında Solmuş Çay Yapraklarında Enzim Aktivitesinin Değişimleri

PPO AKTİVİTE	Mevsim	Bahar		Yaz		
	Yıl	1958	1959	1958	1959	1960
Yüksek	-	-	-	Benihomare Yabukita	Benihomare	Benihomare Indo
Orta	Benihomare Yabukita	Benihomare Yabukita	Benihomare Yabukita	Indo Hatsumomiji	Indo Hatsumomiji Yabukita	Hatsumomiji Yabukita
Düşük	Indo Hatsumomiji	Indo Hatsumomiji	Indo Hatsumomiji	-	-	-

Enzim Aktivitesinin Sıralanışı : 25 °C 'de

Yüksek derece 100 üzerinden O₂ µl / 10 dakika / N mg

Orta derece 60'dan 100'e O₂ µl / 10 dakika / N mg

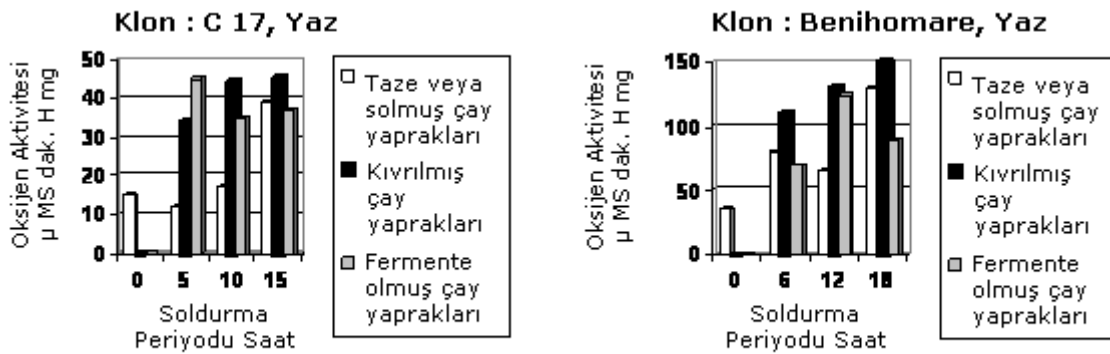
Düşük derece 60'dan aşağı O₂ µl / 10 dakika / N mg

Tablo 2 de görüldüğü gibi yaz yapraklarında ki (Temmuz) enzim aktivitesi, bahar (Mayıs) yapraklarından daha yüksektir. Bu klonlar arasında siyah çay için üretilen Benihomare ve Indo klonlarının enzim aktiviteleri, yeşil çay için üretilen Yabukita klonundan daha yüksektir. Siyah çay klonu olan Hatsumomijinin enzim aktivitesi takriben Yabukita'nın ki ile aynıydı. Hatsumomijinin çay yapraklarından yapılmış siyah çayın kalite düzeyi Benihomare ve Indo'nun den daha düşüktü. Özellikle Hatsumomijinin çay deminin renginin yoğunluğu Benihomare ve Indo'nun kinden daha zayıftı. Hatsumomijinin yapraklarında ki polifenollerin oksidasyonunun derecesinin diğer ikisinden daha düşük olduğu görüldü.

Çay Yapraklarının Enzim Aktivitesi Üzerine, Soldurma ve Kıvrımanın Etkileri

Grafik 1 ve Tablo 3'de gösterildiği gibi 15-18 saat süre içerisinde, 5-6 saatlik aralarla solmuş yaprakta rutubet miktarı ve polifenol oksidaz aktivitesi ölçülmüştür.

Solmuş yaprakta fermente edilmiş yaprağın ve kıvrılmış yaprağın enzim aktiviteleri sırası ile ölçüldü. Polifenol oksidaz aktivitesi yapraklarda soldurma periyoduna geçişleri ile tedrici olarak yükselirken, normal soldurma periyoduna tekabül eden 15-18 saatlik soldurmadan sonra, taze yapraktakinden 2 - 4 kat daha yüksek bir değere ulaştı.



Grafik1 : Siyah Çay üretimi Boyunca enzim Aktivitesinin değişimleri

Yaprağı kıvrıldıktan hemen sonra, her kıvrılmış yaprağın enzim aktivitesi hızlı bir şekilde taze yapraktakinden 2 - 5 kat daha fazla yükselirken, kıvrılmış yapraktaki maksimum enzim aktivitesi, yaprağın solma derecesine bakmaksızın takriben aynı düzeyde kalmıştı.

Bu sonuçlardan görüldüğü üzere, enzimin aktivasyonu yapraklarda soldurma ve kıvrma boyunca biyokimyasal değişikliklerin oluşmasına neden olmuştur. Enzim aktivasyonu üzerine kıvrmanın etkisi soldurmadan daha büyüktür.

Tablo 3 : Soldurma Boyunca Çay Yapraklarında Rutubet Miktarının Azalması

Klonlar	Soldurma Periyodu (saat)	0	5	10	15
C 17	Rutubet Miktarı (%)	75	70	64	55
	Soldurma Periyodu (saat)	0	6	12	18
Benihomare	Rutubet Miktarı (%)	75	73	68	60

Soldurma Sıcaklığının Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri

Yapraklar üç eşit parçaya bölündü ve her parça 25^oC-35^oC veya 45^oC de %80-60 veya 30 nisbi rutubetteki soldurma koşulları altında, her bir parçadaki yapraklarının rutubet miktarı %75'den %60'a düşünceye kadar solduruldu ve sonra solmuş ve kıvrılmış yaprağın polifenol oksidaz aktivitesi belirlendi.

Tablo 4: Çay Yaprakları Isısı ve Solma Periyodu Üzerine Solma Isısının Etkileri

(Klon : Benihomare, Yaz Mevsimi)

Soldurma Isısı °C	Nisbi Rutubet %	Soldurma Periyodu (Saat)	Rutubet Miktarı %	Çay Yapraklarının Isısı °C	(Referans) Kıvrılmış Yapraklardaki Enzim Aktivitesi 0.2 µl / 15 dak./ N mg
25	30	5.0	64	22.3	135
	60	6.5	66	22.4	145
	80	13.5	66	22.7	145
35	30	3.5	63	29.7	130
	60	4.75	67	31.6	145
	80	8.0	67	31.4	150
45	30	1.75	64	36.2	138
	60	2.5	64	38.5	135
	80	3.0	65	40.9	135

T.Takeo , Nippon Shokuryo Gakukai Shi,11, 112 (1964)

Solma periyodunun uzunluğu, yapraklarda ki rutubet miktarında ki değişimler ve soldurma işlemi boyunca yaprağın sıcaklığı Tablo 4 'de özetlenmiştir.

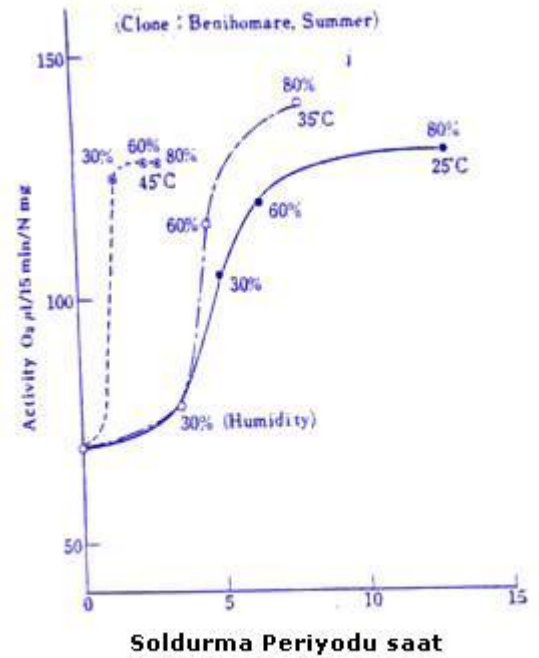
% 80 Nispi rutubet altında ki ısı derecelerinde soldurma periyodunun uzunluğu, %30 nispi rutubet altındakinden 2 kat daha uzundur. 25 ve 35°C de soldurma ısısında, çay yapraklarının ısı derecesi sırasıyla üç misli rutubet altında ki soldurma ısı derecesi ile takriben yakın değerlerde olduğunu gösterdi. Ama daha yüksek nispi rutubet, 45°C gibi daha yüksek yaprak ısı derecesinin oluşmasına neden oldu.

Grafik 2' de soldurma boyunca yapraklarda ki enzim aktivitesinde ki değişimler gösterilmiştir.

Daha uzun soldurma periyodu aynı ısı derecesinde soldurulmuş yaprakta enzim aktivitesinin daha yüksek olduğunu gösterdi ve aynı zamanda da bu daha yüksek solma derecesi ile solmuş yapraklarda enzim aktivitesinin daha hızlı yükselmesi demektir.

Bu sonuçlardan soldurma işlemi boyunca enzim aktivasyonunun oranının soldurma ısı derecesi tarafından etkilendiğini ve yüksek ısı derecesinde (45°C) enzim aktivitesindeki yükselmenin de hızlandığını gösterirken, çay yapraklarını düşük ısı derecesinde tutmak (5°C depolanmış çayda rutubet oranının kaybolmasına neden olmasına rağmen, uzun periyotlar da dört günden fazla) polifenol oksidazın aktivasyonunu baskı altında aldığı görülmüştür.

25°C 'den 45°C ' ye kadarki soldurma derecelerinde , soldurulmuş yaprakların her parçası aynı kıvrma işlemine tabi tutulduğu zaman , kıvrılmış yapraklarda ki enzim aktivitesi takriben aynı değerleri gösterir 130 - 150 0.2 µl / 15 dakika / N mg) .



Grafik 2 : Solmuş çay yapraklarında enzim aktivitesi üzerine solma derecesinin etkileri

Bu demektir ki solmuş yaprakta ki enzim aktivitesi, farklı soldurma şartlarına bağlılığı düzensiz bir şekilde değişse bile, bunlar kıvrılmış yapraklarda takriben aynı düzeye yükselirler.

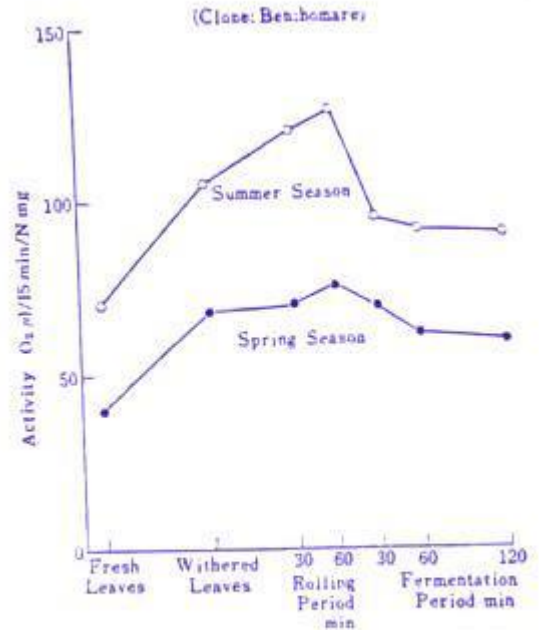
Kıvrırma ve Fermantasyon İşlemlerinde Çay Yapraklarındaki Enzim Aktivitesinin Değişimi :

Grafik 3'de kıvrırma ve fermantasyon işlemlerinde çay yapraklarının enzim aktivitesinde ki değişiklikler gösterilmiştir.

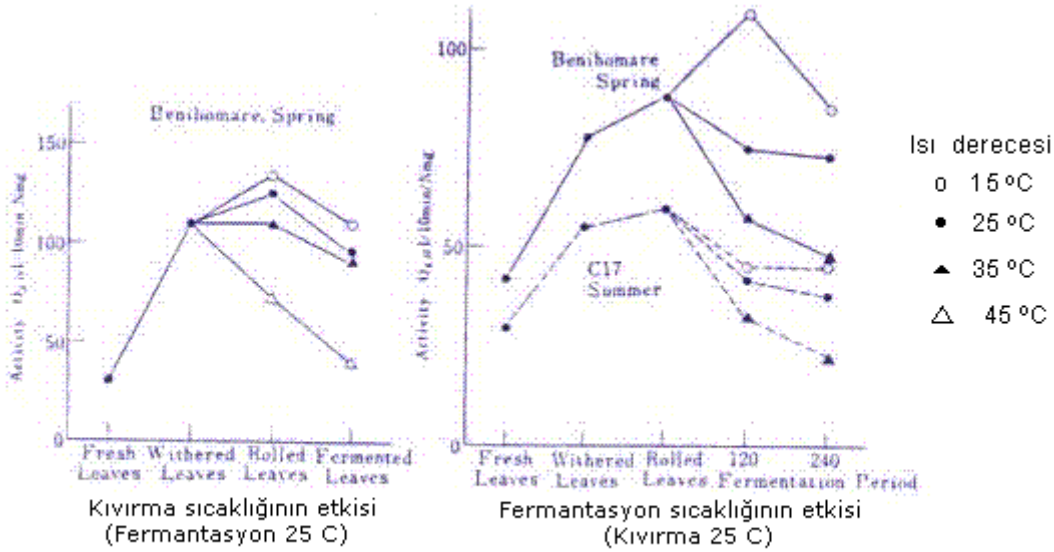
Yapraklarda ki enzim aktivitesi fermantasyon periyodu geçişlerinde tedricen azalmıştır.

Grafik 4'de gösterildiği gibi daha yüksek fermantasyon ısı derecesinde, enzim aktivitesinin azalma oranının daha büyük olduğu görülmüştür ve 45°C' de kıvrılmış yapraklarda enzim aktivitesi, kıvrırmadan hemen sonra azalmıştır.

Kıvrırma ve fermantasyon boyunca enzim aktivitesinde ki azalmanın, fermantasyon ve kıvrırma ısı derecesi tarafından teşvik edildiği kabul edilmektedir.

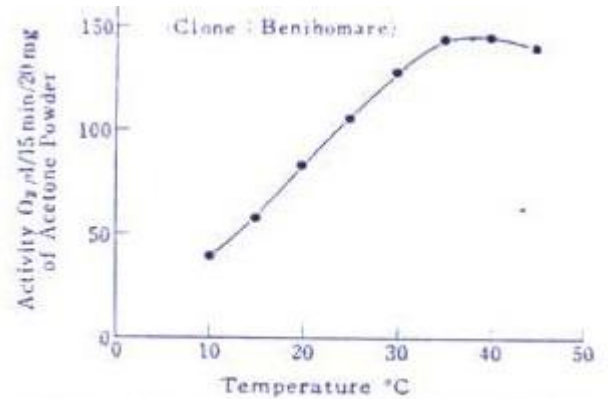


Grafik 3 ; Fermantasyon ve kıvrırma işlemleri boyunca enzim aktivitesinin değişimi



Grafik 4 : Enzim aktivitesi üzerine kıvrırma ve fermantasyon işlemi boyunca ısı derecesinin etkileri

Ama Grafik 5 de görüldüğü gibi enzim aktivitesinin maksimum oranını 35 ve 40°C arasında sergilendiği ve enzim aktivitesinde ki azalmanın 45°C de olduğudur. Bu yüzden kıvrırma ve fermantasyon işlemleri boyunca enzim aktivitesinde ki azalmaya, kıvrırma ve fermantasyon ısı dereceleri tarafından etkilenen enzim proteini ve polifenol oksidaz'ın oluşturduğu bileşiklerin sebep olduğu düşünülmektedir. Polifenollerin oksidasyonunda çözünmeyen bileşiklerde ki artış ile PPO aktivitesi azalmış ve enzim reaksiyonunun oranı, maksimum reaksiyon hızında bile polifenolün yoğunluğundaki yükseliş ile azalmıştır.



Grafik 5 : Taze çay yapraklarında enzim aktivitesi üzerine ısı derecesinin etkisi

Bu sonuçlardan görüldüğü üzere, oksidasyon ürünlerinin oluşum oranlarının hızı, reaksiyon ısı derecesinde ki yükselme ve enzim aktivitesindeki azalmayla sonuçlandı. Renkli oksidasyon bileşiklerinin oluşumu reaksiyon karışımının n – butanol tabakasının absorpsiyon değeriyle meydana gelen yükselme tarafından belirlendi.

(+)- Kateşinlerin oksidasyonunda tüketilen toplam oksijen miktarı, takriben reaksiyonun ısı derecesiyle doğru orantılıydı. Gerçekte okside olmuş ürünlerin polimerizasyonunun oranı o – quinon için yüksek ısı derecelerinde daha büyüktü. Renkli oksidasyon ürünlerindeki (TF ve TR) birikiminin enzim aktivitesi üzerine azaltıcı etkisi vardı.

Tablo 5: (+) – Kateşinin oksidasyonu ile reaksiyon karışımının renk yoğunluğunun değişimi

Reaksiyon Isı derecesi °C	Oksijen Absorpsiyonu mg	Serbest bırakılmış CO ₂ nin Tüketilmiş O ₂ 'ye Oranı	Reaksiyon Periyodu Dakika	Oksidasyondan önce ve sonra reaksiyon karışımında ki (+) – kateşin miktarı	Reaksiyon karışımının yoğunluğunun göstergesi
0	-	-	-	6.08	-
10	0.206	0.16	55	1.92	0.700
25	0.188	0.25	18	2.00	0.765
40	0.190	0.22	15	1.70	0.825

Tercüme:

Kamil Engin İSLAMOĞLU, Ziraat Mühendisi, [E-Mail](#)

Kaynak: T. TAKEO. 1986. Tea Leaf Polyphenol Oxidase. Part III. Studies on the Changes of Polyphenol Oxidase Activity During Black Tea Manufacture. Agr. Biol. Chem. Vol. 30 , No. 6 , p. 529 ~ 535. (1986) Tea Research Station, Ministry of Agriculture and Forestry, Kanaya, Shizuoka, JAPAN. Received November 11, 1986

Hindistan Çay Endüstrisi, Yaygınlaşan Herbisit (Yabancı Ot Öldürücü) Kullanımı Sonucu Çay İhracatında Kimyasal Kalıntı Sorunu Yaşıyor ve Hindistan, Çay Üreticilerini Her Yıl Düzenli Olarak Aşağıdaki Genelge İle Uyarılmaktadır !

UPASI TRF GENELGESİ Çay'da Herbisit (Yabancı ot öldürücü) Kalıntıları

Japonya'ya ihraç edilen çayların bir bölümünde 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) herbisit'inin (Yabancı ot ilacı) kalıntılarının belirlendiğini rapor edilmektedir. Bu herbisit, Japonya tarafından onaylanan pozitif (uygun) kimyasallar listesinde mevcut değildir. Ayrıca bu liste Hindistan tescilli olan, Oxy-fluorfen ve acaricide fenazaquin herbisitlerini de kapsamaz.

2,4-D 'nin kalıntısı konusunun önemini göz önünde bulundurarak, öncelikle çay tarım alanlarında herbisitlerin kullanılmamasını, şayet kullanılacaksa özellikle Japonya ya ihraç edilen çaylar için aşağıdaki ölçüleri öneririz.

1. Genellikle, glyphosate ve 2,4-D gibi herbisitler bir kalıntı problemi olmaması için çay ocakları üzerine asla direkt uygulanmamalıdır. Bununla birlikte, tüm bahçedeki çay ocakları üzerine asla, şelale gibi püskürtülmemelidir. 2,4-D ve glyphosate yer değiştiren (sistemik) herbisitlerdir ve çay ocakları üzerine püskürtülme döneminde çay yaprakları tarafından absorblanırlar ve siyah çayda belirlenebilecek kadar kalırlar. Basala alba, Mikania cordata ve Lpomoea nil gibi sarmaşık yabancı otlar ocak yüzeyinden elle kaldırılmalıdır.

2. Japonya'ya ihraç edilen çay için ayrılan alanlarda, tercihen 2,4-D kullanımından kaçınılmalıdır.

3. Yabancı ot kontrolü için, bir tankta hektar başına maksimum; 2 Lt glyphosate ile 2Kg kaolin karıştırılarak kullanılmalıdır. Hektar başına, 1.50 veya 2.25 Lt Paraquat dichloride kontak (temas)etkili yabancı ot öldürücü olarak tercih edilebilir.
4. Yabancı ot kontrolü için 2,4-D ve glyphosate kullanılıyorsa VLV 50'lik hortum başı (püskürtme memesi) kullanılmaktan kaçınılmalıdır. Onun yerine, serpintiyi minimize etmek için WFN 0.024'lük hortum başı (püskürtme memesi) kullanılmalıdır.
5. Serpintiyi önlemek için mızraklı püskürtmede daima üçgen biçimli koruyucu kalkan kullanılmalıdır.
6. Püskürtücülerin sırt çantalarının basıncı daima nokta ve geniş kapsamlı uygulamalar için sırasıyla 10 ve 15 psi olmalıdır.
7. Özellikle herbisitler püskürtülmeden önce, yabancı otların 30 cm'den daha çok büyümelerine asla izin verilmemelidir (Çay yapraklarına serpintiyi önlemek için).

Hindistan / 06.05.2006

UPASI TRF CIRCULAR

Residues of Herbicides in Tea

It has been reported that residues of the herbicide 2,4-D were detected in certain teas exported to Japan. This herbicide is not included in the positive list of chemicals approved by Japan. Also this list does not include the herbicide Oxy-fluorfen and the acaricide fenazaquin, which are registered in India.

We are recommend not using herbicides in tea farm but if will using hercicides in view of the importance of the subject of residues of 2,4-D we suggest the following measures, especially if your teas are exported to Japan.

1. Ordinarily, there should not be a problem of residues, since herbicides such as 2, 4-D and glyphosate are not applied directly on to tea bushes. However, all gardens should ensure that the spray of herbicides never falls on the tea bushes. 2, 4-D and glyphosate are translocated herbicides and once they fall on tea leaves, are absorbed by the leaves and the residues will be detected in black tea. Creeper weeds such as Basala alba, Mikania cordata and Ipomoea nil should be removed manually from the bush surface.
2. Estates which are exporting tea to Japan may preferably avoid the use of 2,4-D.
3. A tank mixture of glyphosate @ 2.0 litres and Kaolin 2kg per hectare may be used for weed control. Paraquat dichloride @ 1.50 or 2.25 litres per hectare can be the choice for contact weed killer.
4. Avoid the use of VLV 50 nozzle for weed control, while using 2,4-D and glyphosate. Instead, WFN 0.024 nozzle may be used to minimize the drift.
5. Always use the triangular shaped protective shield in the spraying lance to avoid drift.
- 6.The pressure of backpack sprayers should be maintained at 10 and 15 psi for spot and blanket applications, respectively.
7. Weeds should never be allowed to grow beyond 30 cm height, especially before spraying herbicides.

DIRECTOR UPASI Tea Research Foundation

Valpari – 642 127 Coimbatore INDIA

Tercüme: Kamil Engin İSLAMOĞLU, Ziraat Mühendisi, [E-Mail](#)

Kaynak :[UPASI Tea Research Foundation Director, Valpari – 642 127 Coimbatore, Hindistan](#)