

KLON VE TOHUMDAN ÜRETİLEN ÇAY BİTKİSİNİN GENÇ VE YAŞLI YAPRAKLARININ EKSTRAKT, POLİFENOL, KÜL VE BAZI MİNERAL MADDE İÇERİKLERİ

EXTRACT, POLYPHENOL, ASH AND SOME MINERAL ELEMENT CONTENTS OF YOUNG AND OLD LEAVES OF TEA PLANT GROWN FROM CLONE AND SEED

Süleyman TABAN¹, Yeşim OKAY², Burak KUNTER³

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 06110 ANKARA

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 06110 ANKARA

³Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Sarayköy - ANKARA

ÖZET: Klon ve tohumdan üretilen çay bitkisi yaprağının ekstrakt değerleri ISO ve TSE standartlarının üstünde, toplam polifenol miktarı ise normal düzeyde bulunmuştur. Klondan üretilen çay bitkisinin mineral madde içerikleri tohumdan üretilene oranla daha yüksek bulunmuştur. Örneklem yapılan alanda yetiştirilen çay bitkilerinin azot, fosfor, potasyum ve demir yönünden yetersiz oldukları belirlenmiştir. Noksanlık düzeyi 3. hasat döneminde daha da artmıştır.

ABSTRACT: Amount of extract of leaves of the plants grown both clone and seed was found to be above the values of ISO and TSE standards, and amount of total polyphenol was found to be normal level. Mineral elements concentrations of tea plant grown from clone was found to be higher than that plant grown from seed. Nitrogen, phosphorus, potassium and iron concentrations of the tea plants were grown at sampled areas were found not to be sufficient. The insufficient level is getting increase and increase towards 3. harvesting period.

GİRİŞ

Kendine özgü iklim ve toprak istekleri olan çay bitkisinin dünyada ekonomik anlamda üretimin yapıldığı alanlar oldukça sınırlıdır. Gerek çay yetiştiren dünya ülkelerinde gerekse ülkemizde büyük önem taşıyan kaliteli çay üretiminde, işlemede kullanılan çay yaprağının niteliğinin çok önemli olduğu ve çay toprağı ve bitkisinin besin maddesi kapsamlarının yaprak kalitesini etkilediği bildirilmektedir. Çayda sürgün gelişiminin yeterli olması için toprakta sürekli büyümeyi sağlayıcı koşullara gerek duyulduğu, bunun da bilinçli bir gübreleme ile sağlanabileceği ifade edilmektedir (KACAR 1984).

Günümüzde amonyum sülfat gübresinin aşırı ve sürekli kullanımı sonucu toprak asitliği daha da artmış ve çay topraklarının yaklaşık %85 inde pH 4'ün altına düşmüştür. (SARİMEHMET 1989). Bunun sonucunda ise çayda verim ve kalite önemli ölçüde azalmıştır. Bu durum, dünya üzerinde oldukça az alanda yapılan çay üretiminde sahip olduğumuz doğal avantajın yeterince değerlendirilememesi açısından önemlidir.

Çay hasatında özellikle 2.5 yaprağın (iki yaprak ve bir tomurcuk) toplanması gerektiği bildirilmesine karşın, zaman zaman 2.5 yaprak altında kalan birkaç kaba yaprağın da toplandığı ve bazı kalite kriterlerinin yaprağın genç ya da kaba oluşuna göre değişebildiği de belirtilmektedir (KACAR 1987).

Bu nedenlerle planlanan çalışmamızda, üç hasat döneminde de klondan ve tohumdan yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında bazı kalite özellikleri ile mineral madde konsantrasyonlarının genç ve yaşlı yapraklarda nasıl bir değişim gösterdiği incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada klondan ve tohumdan üretilmiş çay bitkileri kullanılmıştır. Klondan üretilen çaylıkları temsilen Rize-Çay Araştırma Enstitüsü Prof. Dr. Ali Rıza Erten Hayrat Fidanlığında kurulmuş Derepaazarı-7 klonu, tohumdan üretilmiş çaylıkları temsilen ise aynı yörede bulunan üretici bahçesi seçilmiştir. Hayrat fidanlığı alanı

toprağı killi tın tekstürlü, asit reaksiyonlu (pH 4.5, 1:2.5 su) ve organik maddece (%4.5) varsıdır. Bitkiye yarayışlı fosfor (5.2 mg P kg^{-1}) yönünden yetersiz olan deneme bahçesi toplam %0.2 azot içermektedir. Üretici çay bahçesi toprağı killi tın tekstürlü, asit reaksiyonlu (pH 4.8, 1:2.5 su) ve organik maddece (%2.5) varsıdır. Bitkiye yarayışlı fosfor (5.8 mg Pkg^{-1}) yönünden yetersiz olan deneme bahçesi toplam %0.13 azot içermektedir.

Çay yaprağı örneklerinin alındığı yerde çaylıklar, çaylıklara önerilen 25-5-10 (kompoze NPK) gübresinden azot 150 kg N ha^{-1} , fosfor $30 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ve potasyum $60 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ olacak şekilde erken ilkbaharda gübrelenmiştir.

Üç hasat döneminde de her iki çay bahçesinin 9 ayrı yerinden 2.5 (2 yaprak, bir tomurcuk) yaprak ile bu yaprakların altındaki 5. yaprağı kadar olan yapraklar da hasat edilerek, genç (2.5 yaprak) ve yaşlı yaprak (2.5-5 yaprak arası) örnekleri alınmıştır. Yaş yaprak örnekleri deiyonize saf su ile yıkanmış, ekstrakt ve toplam polifenol (KACAR 1991) analizleri yapılmıştır. Kurutulan ve cam blenderda öğütülen çay yaprakları kuru yakma yöntemiyle yakılmış ve genç ve yaşlı yaprak örneklerinde kül, azot; Kjeldahl yöntemiyle, fosfor; vanadomolibdat sarı renk yöntemiyle, Na, K ve Ca Flieymfotometrik yöntemle (KACAR 1972) ve Fe, Mn, Zn ve Cu atomik absorpsiyon spektrofotometrik yöntemle (ANONYMOUS 1973) belirlenmiştir. İstatistik analizler DÜZGÜNEŞ (1963)'e göre yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ekstrakt, Toplam polifenol ve Kül Miktarları

Klondan üretilen çay bitkisi genç yapraklarının ekstrakt değerleri yaşlı yapraklara oranla düşük bulunurken, tohumdan üretilen çay bitkisi genç yapraklarının ekstrakt değerleri yaşlı yapraklara oranla yüksek bulunmuştur. Her iki şekilde üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının ekstrakt değerlerinin uluslararası standartlara (en az %32, ANONYMOUS 1981) ve Türk standartlarına (en az %28, ANANYMOUS 1985) göre belirlenen değerlerin üstünde olduğu saptanmıştır. Yaprakların ekstrakt değerleri hasat dönemlerine bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 1).

Klondan ve tohumdan üretilmiş çay bitkisinde genç yaprakların toplam polifenol miktarları yaşlı yapraklarınkine oranla daha fazla bulunmuştur. Genç ve yaşlı yaprakların toplam polifenol miktarları hasat zamanlarına bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 1). ÖKSÜZ (1987), Derepazarı-7 nolu klondan üretilmiş çay bitkisi yapraklarında toplam polifenol miktarını genç yapraklarda ortalama %21.0 yaşlı yapraklarda ise ortalama %15.95 olarak belirlemiştir.

Yaşlı yapraklarda kül miktarı genç yapraklara oranla daha fazla bulunmuştur (Çizelge 1). Bu durum mineral maddelerin genelde yaşlı yapraklarda birikmesiyle açıklanabilir.

Yaprakların Mineral Madde İçerikleri

Klon ve tohumdan yetiştirilen çay bitkisinin genç yapraklarının ve yaşlı yapraklarının azot içerikleri birbirine yakın değerlerde belirlenmiştir. Genç yaprakların azot içerikleri yaşlı yapraklara oranla daha fazla bulunmuş ve her iki yaprağın azot içerikleri hasat dönemlerine bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 2).

Benzer sonuçlar KACAR ve ark. (1979) ile HASSELO (1965) tarafından da belirlenmiştir. Klon ve tohumdan üretilen çay bitkilerinin sadece genç ve yaşlı yapraklarında I. hasat döneminde belirlenen azot içeriği yeter sınırın (sırasıyla % 4.0 N ve % 3.5 N, LIN, 1963) üstünde belirlenmiştir. Genç ve yaşlı yaprakların azot içerikleri ikinci hasat döneminde yeter sınırın, 3. hasat döneminde ise noksan (sırasıyla < %3.5 ve < %3.0, LIN, 1963) sınırının altında olmuştur (Çizelge 2).

Çay bitkisinin genç yapraklarının fosfor içerikleri yaşlı yapraklarının fosfor içeriklerine oranla daha fazla belirlenmiş ve klondan yetiştirilen çay bitkisi yapraklarının fosfor içerikleri daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Benzer sonuçlar BİLSEL ve SARIMEHMET (1980) tarafından da belirlenmiştir. Genç ve yaşlı yaprakların fosfor içerikleri hasat dönemlerine bağlı olarak azalmış ve bu bulgu ÖZGÜMÜŞ ve ark. (1982)'nin bulgularıyla uyum içerisinde olmuştur. Klondan üretilen çay bitkisinde sadece 3. hasat döneminde genç ve yaşlı yapraklarında belirlenen fosfor noksan sınırın (%0.40, WILLSON 1969) altında olmuştur. Tohumdan üretilen çay bitkisinde ise tüm hasat döneminde elde edilen genç yaprak ile yaşlı yaprakların tamamında fosfor noksan sınırın

Çizelge 1. Klondan ve Tohumdan Üretilmiş Çay Bitkisinin Genç ve Yaşlı Yapraklarının Farklı Hasat Dönemlerindeki Ekstrakt, Toplam Polifenol ve Kül Miktarları

Üretim şekli	Yaprak tipi	Ekstrakt, %			Toplam Polifenol, %			Kül, %		
		I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat	I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat	I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat
Klon	Genç	49.90 b A	35.31 b C	38.65 b B	18.81 a A	17.01 a B	15.23 a C	6.33 a B	12.00 a A	2.67 b C
	Yaşlı	47.74 a A	37.93 a C	42.99 a B	14.87 b A	10.62 b B	8.17 b C	8.33 b B	13.00 a A	7.33 a B
Yaprak tipi X hasat		*			*			*		
Tohum	Genç	48.68 a A	47.35 a B	41.77 a C	15.32 a A	14.28 a B	13.83 a C	9.33 b A	2.00 b B	1.33 a B
	Yaşlı	47.64 b A	45.26 b B	39.74 b C	11.82 b A	11.29 b A	9.15 b B	11.33 a A	9.00 a B	1.33 a C
Yaprak tipi X Hasat		*			*			*		

* p < 0.05

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Küçük harfler aynı sütundaki, büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

altında belirlenmiştir. Klondan üretilmiş çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının potasyum ve kalsiyum içerikleri tohumdan üretilen çay bitkisine göre daha fazladır (Çizelge 2 ve 3). Genç yapraklarda potasyum, yaşlı yapraklarda ise kalsiyum daha fazla olarak belirlenmiştir. Her iki şekilde üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarında potasyum içeriği hasat dönemlerine bağlı olarak azalırken kalsiyum içeriği artmıştır. Klondan üretilen çay bitkisi yapraklarında potasyum 3. hasat döneminde orta derecede noksan (% 1.60-2.00, TOLHURST 1971), tohumdan üretilen çay yapraklarında ise tüm hasat dönemlerinde potasyum aşırı derecede noksan (< % 1.60, TOLHURST 1971) olarak belirlenmiştir. Klon ve tohumdan üretilen çay bitkisinin yaprak kalsiyum içeriğine göre özellikle 1. hasat döneminde yapraklarda ciddi boyutta kalsiyum noksanlığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Klondan ve Tohumdan Üretilmiş Çay Bitkisinin Genç ve Yaşlı Yapraklarının Farklı Hasat Dönemlerindeki Azot, Fosfor ve Potasyum İçerikleri

Üretim şekli	Yaprak tipi	Azot, %			Fosfor, %			Potasyum, %		
		I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat	I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat	I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat
Klon	Genç	4.10 a A	3.73 a B	3.06 a C	0.56 a A	0.44 a B	0.37 b C	3.03 a A	2.11 a B	1.61 a C
	Yaşlı	3.92 b A	3.07 b B	2.50 b C	0.48 b A	0.45 a A	0.31 a B	2.08 b A	2.01 b A	1.61 a B
Yaprak tipi X hasat		*			*			*		
Tohum	Genç	4.08 a A	3.71 a B	3.07 a C	0.42 a A	0.41 a A	0.36 a B	1.36 a C	1.50 a B	1.61 a A
	Yaşlı	3.90 b A	3.10 b B	2.51 b C	0.38 b A	0.33 b B	0.27 b C	1.21 b B	1.46 b A	1.66 b C
Yaprak tipi X Hasat		*			*			*		

* p < 0.05

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Küçük harfler aynı sütundaki, büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 3. Klon ve Tohumdan Üretilmiş Çay Bitkisinin Genç ve Yaşlı Yapraklarının Farklı Hasat Dönemlerindeki Kalsiyum, Sodyum, ve Demir İçerikleri

Üretim şekli	Yaprak tipi	Kalsiyum %			Sodyum, %			Demir, ppm		
		I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat	I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat	I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat
Klon	Genç	0.16 b C	0.28 b B	0.45 a A	0.49	0.48	0.49	97.17 a A	71.59 a B	48.66 a C
	Yaşlı	0.49 a C	0.68 a B	1.43 b A	0.48	0.50	9.72	59.34 b A	43.13 b B	37.75 b C
Yaprak tipi X hasat		*			öd			*		
Tohum	Genç	0.16 b C	0.34 b A	0.31 b CB	0.48	0.56	0.44	80.92 a A	43.19 b B	21.59 a C
	Yaşlı	0.38 a C	0.44 a B	0.55 a A	0.51	0.49	0.46	64.66 b A	53.99 a B	21.53 a C
Yaprak tipi X Hasat		*			öd			*		

* p < 0.05, öd: önemli değil

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Küçük harfler aynı sütündeki, büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Klon ve tohumdan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarında belirlenen sodyum literatür bulguları ile uyum içerisinde bulunmuştur. Klondan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yaprağının demir içeriği tohumdan üretilene oranla daha fazla olmuştur (Çizelge 3). Demir göreceli olarak genç yapraklarda daha fazla belirlenmiştir. Yaprakların demir içerikleri hasat zamanına bağlı olarak azalmıştır. SOUTHERN ve DICK (1969) hasat tablasının altındaki çay yaprağının demir miktarının 60 mg Fe kg⁻¹ den az olması halinde çay bitkisinde demir noksanlığının görüleceğini rapor etmiştir. Bu sonuca göre, klondan üretilen çay bitkisinde genç yaprakta 3. hasat döneminde, yaşlı yaprakların ise tüm hasat dönemlerinde; tohumdan üretilende ise, 1. hasat dönemi hariç genç ve yaşlı yaprakların tamamında demir noksanlığının olduğu saptanmıştır.

Klondan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının mangan içerikleri hasat dönemlerine bağlı olarak artarken, tohumdan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının mangan içerikleri azalmıştır. Mangan genelde yaşlı yapraklarda birikmiştir (Çizelge 4). Klon ve tohumdan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının mangan içerikleri (Klon genç 1. hasat hariç) yeter düzeydedir (> 100 mg Mn kg⁻¹, SOUTHERN ve DICK 1969).

Klondan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yaprağının çinko içeriği tohumdan üretilene oranla daha fazla olmuştur (Çizelge 4). Genç yaprakların çinko içerikleri yaşlı yapraklara oranla daha fazladır. Yaprakların çinko içerikleri hasat zamanına bağlı olarak azalmıştır. Klondan ve tohumdan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının çinko içerikleri noksan sınırın (<9 mg Zn kg⁻¹, SOUTHERN ve DICK 1969) üstünde belirlenmiştir.

Klondan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yaprağının bakır içeriği tohumdan üretilene oranla daha fazla olmuştur (Çizelge 4). Yaprakların bakır içerikleri hasat zamanına bağlı olarak azalmıştır (klondan üretilen çay bitkisinin genç yaprakları hariç). Sadece tohumdan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının bakır içeriklerinin 3. hasat döneminde noksan sınırın (<3 mg Cu kg⁻¹ SOUTHERN ve DICK 1969) altında olduğu belirlenmiştir.

SONUÇ

Klondan üretilen çay bitkisinin mineral madde içerikleri tohumdan üretilene oranla daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, genç ve yaşlı yaprakların mineral madde içerikleri hasat zamanlarına göre farklılıklar gösterse de, genel olarak genç yaprakların mineral madde içeriklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum kaliteli çay eldesinde 2.5 yaprak çay hasatına mutlaka uyulmasının önemini ortaya koymaktadır. Örneklem yapılan alanda yetiştirilen çay bitkilerinin azot, fosfor, potasyum ve demir yönünden yetersiz oldukları belirlenmiştir. Noksanlık düzeyinin 3. hasat dönemine doğru şiddetlendiği gözönüne alındığında, nitelikli çay bitkisi yetiştirmek ve çay yaprağı elde etmek için çaylıkların dengeli ve sürekli olarak gübrelenmesi ve ayrıca gübreleme denemelerinin devam ettirilmesi yararlı olacaktır.

Çizelge 4. Klon ve Tohumdan Üretilmiş Çay Bitkisinin Genç ve Yaşlı Yapraklarının Farklı Hasat Dönemlerindeki Mangan, Çinko ve Bakır İçerikleri

Üretim şekli	Yaprak tipi	Mangan, ppm			Çinko, ppm			Bakır, ppm		
		I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat	I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat	I. Hasat	II. Hasat	III. Hasat
Klon	Genç	79.5 b C	176.1 b B	487.4 a A	60.46 a A	48.58 a B	38.20 a C	25.65 a B	30.59 a A	30.84 a A
	Yaşlı	260.6 a C	289.3 a B	339.8 b A	46.93 b A	23.73 b B	18.25 b C	23.18 b A	23.17 b A	20.57 b B
Yaprak tipi X hasat		*			*			*		
Tohum	Genç	561.7 b A	477.5 b B	191.7 b C	33.44 a A	23.55 a B	14.34 a C	12.89 A	7.65 B	2.55 C
	Yaşlı	691.5 a A	508.7 a B	284.7 a C	27.82 b A	21.13 b B	10.36 b C	12.81 A	7.71 B	2.56 C
Yaprak tipi X Hasat		*			*			öd		

* p < 0.05, öd: önemli değil

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Küçük harfler aynı sütündeki, büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1973. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin Elmer Katalog, Norwalk, Connecticut, USA.
- ANONYMOUS, 1981. Specification for black tea. British Standard Institution. BS 6048-1981. ISO 3720-1977.
- ANONYMOUS, 1985. Siyah Çay. Türk Standartları Enstitüsü, TS 4600. TSE, Ankara.
- BİLSEL, M. ve SARIMEHMET, M., 1980. Çay bitkisinde bitki toprak münasebetlerinin tespiti. Çay Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 1980 Yılı Çalışma Raporu, Rize.
- DÜZGÜNEŞ, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 375 s.
- HASSELO, H.N., 1965. The nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, magnesium, sodium, manganese, iron, copper, boron, zinc, molybdenum and aluminium contents of tea leaves of increasing age. The Tea Quarterly 33 (3): 122-136.
- KACAR, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155. A.Ü. Basımevi, Ankara.
- KACAR, B., PREZEMCK, E., ÖZGÜMÜŞ, A., TURAN, C., KAVKAT, V. ve KAYIKÇIOĞLU, İ., 1979. Türkiye'de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikroelement gereksinimleri üzerinde bir araştırma. TÜBİTAK, Proje no Toag-321, 67 s.
- KACAR, B., 1984. Çayın Gübrelenmesi, Çay Kur Yayınları No:4, Ankara, 356 s.
- KACAR, B., 1987. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi, Çay-Kur Yayını No 6. DSİ Matbaası, Ankara.
- KACAR, B., 1991. Çay ve Çay Topraklarının Kimyasal Analizleri. I. Çay Analizleri. s 331. Çay-Kur Yayını No: 14. ISBN: 975-7717-02-9. A.Ü. Basımevi, Ankara.
- LIN, C.F., 1963. Leaf analysis as a guide to nitrogen fertilization of tea bushes. J. of the Agricultural Association of China, p 41-42. Taipei, China.
- ÖKSÜZ, M., 1987. Ülkemizde klon çayların verimi ve mamul çay kalite özelliklerinin tespiti. s 1-184. Çay-Kur Yayınları No: 8. DSİ Matbaası, Ankara.
- ÖZGÜMÜŞ, A., TURAN, C., ve KACAR, B., 1982, Türkiye'de üretilen çayın ve çay topraklarının fosfor durumu. Doğa Bilim Dergisi 6:201-213.
- SARIMEHMET, M., 1989. Çayra gübrelenme sorunları ve çözümleri. Panel Kitabı, s. 49-59. Çaykur Yayını No: 13. Rize.
- SOUTHERN, P.J. and DICK, K., 1969. Trace element deficiencies in tropical tree crops in Papua and New Guinea. Research Bull. 3, Dept. Of Agr., Stock and Fisheries, Port Moresby.
- TOLHURST, J.A.H., 1971. Tea 11 (4) 32-33.
- WILLSON, K.C., 1969. The mineral nutrition of tea. Potash Review. 1-17 p. International Potash Institute, Berne, Switzerland.