

POTENSI HASIL DAN KANDUNGAN PATI GALUR MUTAN UBI JALAR SARI PADA LOKASI BERBEDA

Aryanti¹, Marina Yuniawati¹ dan M.Jusuf²

¹Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN
E-mail : aryantia06@yahoo.com

²Balai Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, DEPTAN

Diterima 08 April 2010; disetujui 28 Januari 2011

ABSTRAK

POTENSI HASIL DAN KANDUNGAN PATI GALUR MUTAN UBI JALAR SARI PADA LOKASI BERBEDA. Penelitian mutasi induksi untuk perbaikan sifat tanaman ubi jalar varietas sari telah dilakukan di PATIR – BATAN. Telah diperoleh 4 galur mutan generasi M1V5 (D15.7.5; D15.7.7; D15.7.8; dan D15.7.9) hasil iradiasi stek batang cv. Sari dengan dosis 40 Gy. Galur-galur tersebut telah ditanam di 4 lokasi yang berbeda yaitu Propinsi Jawa Barat (Bogor dan Kuningan) dan Propinsi Jawa Timur (Malang dan Mojokerto). Galur mutan, c.v. Sari dan kultivar lokal sebagai pembanding ditanam pada jarak tanam 0,25 x 1 m pada plot berukuran 4 x 5 m. Panen dilakukan setelah tanaman berumur 4 bulan kemudian dilakukan analisis kandungan gula dan pati dari umbi dengan menggunakan alat Spektrofotometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi umbi tertinggi 44,11 ton/ha ditemukan pada galur D15.7.5 di lokasi Mojokerto. Galur tersebut juga stabil pada keempat lokasi uji dengan hasil rata-rata 30,04 ton/ha. Mojokerto merupakan lokasi terbaik dibanding 3 lokasi lainnya. Kadar pati bahan kering dicapai 96,47 % pada galur D15.7.9, sedang kadar gula tertinggi diperoleh 8,80 % pada galur mutan D15.7.5. Semua galur mutan berproduksi, berkadar pati dan gula lebih tinggi dibanding tanaman induknya.

Kata kunci : potensi hasil, kandungan pati, galur mutan ubi jalar, lokasi berbeda

ABSTRACT

YIELD POTENTIAL AND STARCH CONTENT OF SARI SWEET POTAO MUTANT LINES AT DIFFERENT LOCATIONS. Research on mutation induction for agronomical traits improvement of sari sweet potato have been conducted at PATIR – BATAN. Four mutant lines of M1V5 generation (D15.7.5; D15.7.7; D15.7.8 and D15.7.9) derived from irradiated bud by the dose of 40 Gy have been obtained. These mutant lines were planted at 4 different locations namely West Java Province (Bogor and Kuningan), and East Java Province (Malang and Mojokerto). The mutant lines, c.v. Sari and local cultivar were cultivated at 0.25 x 1 m distance in the field with a plot size of 4 x 5 m. The harvesting were done when the plants were 4 months of age and sugar and starch contents were analyzed using Spectrophotometer. The result showed that, the highest production obtained was 44.11 ton/ha by D15.7.5 mutant line from Mojokerto. This mutant line was stable at all four locations with average production of 30.04 ton/ha. Mojokerto is the best location compared to the others 3 locations. The dried starch was 96.47 % obtained by D15.7.9 mutant line, meanwhile sugar content was 8.80 % by D15.7.5 mutant line. The production, starch and sugar content of the mutant lines were all higher than that of the original plant.

Key word : yield potential, starch content, sweet potato mutant lines, different locations

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* Lam) adalah tanaman yang berasal dari daerah tropis Amerika merupakan famili Convulvulaceae,

tanaman ini kemudian menyebar ke luar Amerika termasuk Indonesia (1).

Tanaman ini dapat tumbuh hampir di seluruh wilayah Indonesia dan termasuk tanaman palawija. Daerah terbaik untuk

pertumbuhan ubi jalar yaitu pada daerah bersuhu 21 – 27 °C, mendapat sinar matahari sekitar 11 – 12 jam per hari dan curah hujan 750 – 1500 mm per tahun (1).

Sentra produksi ubi jalar terbesar di Indonesia adalah Jawa Barat, Papua dan Jawa Timur. Daerah seperti Sumatra Utara, Jawa Tengah dan Nusa Tenggara Timur juga merupakan daerah yang menghasilkan ubi jalar cukup tinggi dibanding daerah lainnya. Menurut Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, pada tahun 2009 produksi ubi jalar di Jawa Barat yaitu 389.851 ton dengan luas panen 28.617 ha, di Jawa Timur yaitu 144.659 ton dengan luas 14.729 ha, sedang di Papua ubi jalar diproduksi 334.235 ton dari luas panen 34.078 ha (2).

Sebagai salah satu komoditi lokal, produksi ubi jalar dari tahun ke tahun terus menurun seiring dengan berkurangnya lahan pertanian. Di Propinsi Papua Barat pada tahun 2008 penurunan produksi ubi sekitar 17,97 % dibanding tahun 2007 yaitu mengalami penurunan sebesar 3,36 ribu ton menjadi 15,34 ribu ton umbi basah (3). Hal ini disebabkan karena berkurangnya luas panen sebesar 350 ha atau berkurang 18,68 % dari luas sebelumnya (3).

Makin berkurangnya lahan pertanian yang mengakibatkan makin berkurangnya produksi ubi jalar merupakan tantangan untuk mendapatkan bibit unggul yang berproduksi tinggi. Tanaman ini juga merupakan tanaman sebagai sumber karbohidrat urutan keempat setelah padi, jagung dan ubi kayu. Kualitas pati atau tepung ubi jalar cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan industri, farmasi maupun sebagai bahan substitusi tepung terigu pada pembuatan mie, roti dan kue.

Perbaikan sifat tanaman yang lebih unggul dengan mutasi induksi merupakan salah satu metode yang dapat dikembangkan selain cara persilangan atau cara konvensional lainnya. Mutasi dengan menggunakan sinar gamma telah berhasil memperbaiki sifat tanaman padi dan sorghum dengan produksi lebih baik daripada tanaman induknya (4). Radikal

bebas dari radiolisis air saat tanaman diiradiasi akan menyerang di sembarang ikatan termasuk ikatan kovalen dan hidrogen DNA atau kromosom, sehingga tanaman mengalami perubahan sifat dari induknya. Perbaikan sifat dari ubi jalar Sari yang diinginkan adalah produksi dan kandungan pati dan gula lebih baik dari tanaman induknya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan mutan ubi jalar yang berproduksi lebih tinggi daripada tanaman induknya dan beradaptasi baik pada lokasi yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Material Tanaman dan Pengujian

Pada penelitian ini digunakan empat galur mutan dan dua tanaman kontrol yaitu varietas Sari dan var. lokal. Penelitian ini dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK). Sebagai perlakuan adalah empat galur mutan D15.7.5; D15.7; D15.7.8 dan D15.7.9, ditambah dua kontrol dan satu var. lokal. Tanaman di tanam pada petak ukuran 4 x 5 dengan jarak tanam 0,25 x 1 m. Setiap perlakuan terdiri dari tiga ulangan. Parameter pengamatan adalah produksi umbi, kadar gula dan kadar pati. Data diolah menggunakan program SPSS dan beda antar perlakuan diuji dengan Beda Nyata Jujur (BNJ).

Penentuan Kadar Pati

Kadar pati ditentukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer dengan cara 5 g pati dihidrolisis dengan 200 ml asam perklorat 9,2 N dan disentrifus pada kecepatan 5000 rpm selama 30 menit. Kemudian sebanyak 5 ml supernatan dipipet ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 5 ml larutan anthron 0,1 % dan dipanaskan selama 7,5 menit. Selanjutnya larutan didinginkan dan diukur dengan Spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm. Untuk standar digunakan larutan glukosa dengan variasi konsentrasi 0,5 sampai 3 mg/ml.

Penentuan Kadar Gula

Kadar gula ditetapkan dengan cara ditimbang sebanyak 2 g sampel diekstrak dengan 20 ml etanol 80 % lalu disaring dengan kertas saring Whatman no.2, selanjutnya supernatan diencerkan dengan air suling hingga tanda batas labu ukur 100 ml. Sebanyak 1 ml larutan ditambahkan 5 ml larutan anthron 0,1 % dan diencerkan dengan air suling di dalam labu ukur 10 ml. Kadar gula ditentukan dengan mengukur absorbansi larutan sampel dan larutan standar glukosa dengan alat Spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ubi jalar memiliki daya adaptasi yang luas terhadap lingkungan, karenanya tanaman ini mudah tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, namun produksi

umbi tidak seoptimal di daerah habitatnya (5). Produksi umbi/petak (kg) dari masing-masing lokasi disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel terlihat panen tanaman induk berkisar 49,80 sampai 57,42 kg pada empat lokasi uji, dibanding galur mutan D15.7.5 yaitu 48,10 hingga 84,22 kg yang menunjukkan bahwa produksi umbi galur mutan lebih tinggi daripada tanaman induknya. Pada Tabel 2 disajikan produksi dalam ton/ha, pada tabel terlihat galur mutan D15.7.5 pada empat lokasi berkisar antara 24,05 sampai 42,11 ton/ha, galur D15.7.9 potensi hasilnya berkisar antara 24,96 sampai 33,557 ton/ha. Kedua galur tersebut beradaptasi baik di setiap lokasi uji. Galur mutan D15.7.8 berproduksi antara 23,50 sampai 44,64 ton/ha yang merupakan produksi tertinggi dibanding galur lainnya dan tanaman induk, namun galur tersebut tidak memiliki adaptabilitas yang luas (Tabel 2). Lokasi Mojokerto merupakan lokasi terbaik untuk

Tabel 1. Hasil panen (kg/petak) galur mutan dan tanaman induk ubi jalar sari pada empat lokasi berbeda

| Galur mutan | L o k a s i | | | |
|----------------|-------------|----------|--------|-----------|
| | Bogor | Kuningan | Malang | Mojokerto |
| Sari | 49,80a | 43,00a | 57,40a | 53,00a |
| D15.7.5 | 54,34b | 53,70b | 48,10b | 84,22b |
| D15.7.7 | 57,40b | 59,00b | 57,30a | 65,50c |
| D15.7.8 | 49,74a | 47,00a | 63,06c | 89,30b |
| D15.7.9 | 57,20b | 54,00b | 49,92b | 67,14c |
| Lokal setempat | 47,00a | 45,34a | 35,56d | 31,86d |

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5 %.

Tabel 2. Produksi umbi (ton/ha) galur mutan dan tanaman induk ubi jalar sari pada empat lokasi berbeda

| Galur mutan | L o k a s i | | | |
|----------------|-------------|----------|--------|-----------|
| | Bogor | Kuningan | Malang | Mojokerto |
| Sari | 24,92a | 21,50a | 28,71a | 26,49a |
| D15.7.5 | 27,17a | 26,85b | 24,05b | 42,11b |
| D15.7.7 | 28,71b | 29,50c | 28,65a | 32,80c |
| D15.7.8 | 24,87a | 23,50a | 31,53c | 44,64d |
| D15.7.9 | 28,61b | 27,00b | 24,96d | 33,57c |
| Lokal setempat | 23,50a | 22,67a | 17,68e | 15,93e |

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5 %.

produksi umbi dibanding 3 lokasi lainnya. Mojokerto merupakan daerah dengan curah hujan rata-rata 1900 mm/tahun, suhu berkisar antar 21 – 34 °C dengan ketinggian sekitar 600 m di atas permukaan laut (dpl). Tinggi rendahnya produksi galur mutan di lokasi yang berbeda selain disebabkan

disetiap lokasi uji. Parameter adaptabilitas dan stabilitas hasil yang digunakan adalah koefisien regresi (β_i), simpangan regresi (δ_i^2) dan rata-rata hasil dari suatu varietas. Stabilitas keempat galur mutan hasil pengujian menurut metode Eberhart dan Russel dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Rerata hasil (ton/ha), koefisien regresi dan simpangan regresi masing-masing galur mutan

| Galur mutan | Rerata hasil (ton/ha) | Koefisien regresi (β_i) | Simpangan regresi (δ_i^2) |
|----------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Sari | 25,41 | 1,045** | 0,60** |
| D15.7.5 | 30,04 | 1,43** | 4,96** |
| D15.7.7 | 29,92 | 0,16** | 3,06* |
| D15.7.8 | 31,13 | 4,42tn | 12,46tn |
| D15.7.9 | 28,53 | 0,85** | 0,53** |
| Lokal setempat | 19,95 | 3,34tn | 6,33tn |

Keterangan : tn : tidak nyata; * : nyata; ** : sangat nyata dengan koefisien regresi $\beta = 1$ dan simpangan regresi $\delta^2 = 0$.

lingkungan juga diduga dipengaruhi oleh kandungan mineral tanah di setiap lokasi. Menurut Rahayuningsih (6), produksi umbi varietas Sari kisarannya cukup lebar yaitu 14,59 – 44,47 ton/ha. Makin tinggi pertumbuhan batang dan daun, kegiatan metabolisme sel dan respirasi makin meningkat maka sebagian besar hasil fotosintat dipergunakan untuk keperluan batang dan daun dan hanya sebagian kecil disimpan dalam bentuk umbi. Dilihat dari Tabel 2 bahwa produksi induk Sari baik di Bogor, Kuningan, Malang dan Mojokerto rata-rata hanya 24,40 ton/ha dibanding galur mutannya mencapai 31,13 ton/ha. Data diolah menggunakan program SPSS, selanjutnya galur mutan dan lokal setempat dibanding terhadap tanaman induk sari pada setiap lokasi dengan uji BNJ pada taraf 5 %.

Interaksi galur mutan dengan lingkungannya dapat digunakan untuk mengukur stabilitas suatu genotipe (7), karena stabilitas penampilan pada kisaran lingkungan tergantung interaksi genotipe (G) dengan lingkungan (E). Apabila terjadi interaksi G x E menunjukkan bahwa ada perbedaan kemampuan daya adaptasi

Syarat stabilnya suatu genotipe adalah apabila nilai koefisien regresi (β_i) = 1 dan simpangan regresi (δ^2) = 0. Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa galur D15.7.5 dan D15.7.7 memiliki daya adaptabilitas yang luas dilingkungan uji karena memiliki nilai koefisien regresi (β_i) sama dengan satu dan rata-rata hasilnya diatas rata-rata umum. Galur D15.7.8 memiliki nilai rata-rata hasil lebih tinggi daripada rerata umumnya tapi tidak menunjukkan nilai koefisien regresi sama dengan satu yang berarti galur tersebut hanya beradaptasi pada lingkungan spesifik.

Komponen utama dari ubi jalar adalah pati. Pati adalah suatu karbohidrat yang merupakan polimer dari glukosa yang terikat dalam jembatan glikosida. Sebagai polimer glukosa $(C_6H_{10}O_5)_n$ pati terdiri dari 20 – 25 % amilosa dan 75 – 80 % amilopektin. Kandungan pati berkisar 10 – 30 % bahan basah dan sekitar 80 % bahan kering (8). Kandungan pati ubi jalar merupakan bagian penting dari ubi jalar, karena pati merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas dan rasa ubi jalar (9). Tabel 4 menyajikan kandungan pati dari Keterangan : Huruf yang berbeda pada

kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5 %. galur mutan dan tanaman induknya pada setiap lokasi uji. Kadar pati tertinggi dicapai 96,47 % bahan kering pada galur mutan D15.7.9, galur ini mengandung pati lebih tinggi dibanding pati dari tanaman induknya pada setiap lokasi uji. Kadar pati galur tersebut pada 4 lokasi uji antara 74,59 - 96,27 %. Sebaliknya, galur mutan D15.7.8 menunjukkan kadar pati lebih rendah daripada tanaman induknya baik di lokasi Bogor, Kuningan, Malang dan Mojokerto, meskipun galur tersebut memproduksi paling tinggi dibanding galur mutan lainnya. Menurut Nakatani (8), kandungan pati sangat dipengaruhi oleh aktivitas biokimiawi sintesis pati. Pati disintesis oleh enzim pati sintase dan ADP-glukose yang merupakan penyumbang glukosa utama di dalam penyimpanan umbi ubi jalar. Adanya perbedaan kandungan pati antara galur mutan dengan tanaman

induknya dapat diasumsikan bahwa iradiasi menginduksi kedua enzim tersebut sehingga kandungan pati meningkat. Dari keempat galur mutan yang diuji di empat lokasi menunjukkan bahwa galur mutan D15.7.5 dan D15.7.9 merupakan galur terbaik dibanding 2 galur mutan lainnya pada setiap lokasi uji. Interaksi antara tanaman induk sari pada lokasi berbeda menunjukkan bahwa kadar pati dari lokasi Bogor berbeda sangat nyata dengan pati dari Kuningan dan Malang dan tidak berbeda nyata dengan pati dari Mojokerto.

Glukosa atau gula sederhana merupakan produk utama fotosintesis yang dipergunakan sebagai sumber energi bagi makhluk hidup. Pada tanaman, glukosa adalah sebagai prekursor pembentukan pati. Tabel 5 menampilkan kadar gula masing-masing galur mutan, tanaman induk Sari dan tanaman lokal setempat sebagai pembandingan di masing-masing lokasi uji.

Tabel 4. Kadar pati (%) berat kering galur mutan dan tanaman induk ubi jalar sari dari beberapa lokasi

| Galur mutan | L o k a s i | | | |
|----------------|-------------|----------|--------|-----------|
| | Bogor | Kuningan | Malang | Mojokerto |
| Sari | 75,51a | 70,55a | 65,37a | 76,91a |
| D15.7.5 | 96,27b | 74,59b | 93,95b | 90,12b |
| D15.7.7 | 90,85c | 73,08a | 70,60c | 91,60b |
| D15.7.8 | 74,08a | 65,97c | 75,27d | 63,19c |
| D15.7.9 | 91,73d | 96,47d | 84,29e | 87,83d |
| Lokal setempat | 75,58a | 85,98e | 56,77f | 91,30b |

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5 %.

Tabel 5. Kadar gula (%) galur mutan dan tanaman induk ubi jalar sari dari empat lokasi berbeda

| Galur mutan | L o k a s i | | | |
|----------------|-------------|----------|--------|-----------|
| | Bogor | Kuningan | Malang | Mojokerto |
| Sari | 5,16a | 2,91a | 7,09a | 3,53a |
| D15.7.5 | 3,75b | 2,79a | 8,80b | 3,65a |
| D15.7.7 | 6,35c | 3,73b | 6,15a | 2,95b |
| D15.7.8 | 6,63c | 2,67a | 5,84c | 3,02b |
| D15.7.9 | 5,13a | 3,5b | 6,78a | 4,54c |
| Lokal setempat | 3,50a | 2,78a | 6,86a | 2,56d |

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5 %.

Kadar gula tertinggi yang diperoleh adalah sebesar 8,80 % di lokasi Bogor pada galur mutan D15.7.5, namun kadar gula galur tersebut tidak lebih tinggi dari tanaman induknya pada 3 lokasi lainnya. Kandungan gula galur mutan D15.7.9 di setiap lokasi uji memperlihatkan perbedaan yang nyata dengan induknya. Meskipun umur panen tanaman adalah sama di setiap lokasi, namun kandungan gula antara lokasi masih berbeda, ini kemungkinan disebabkan oleh intensitas cahaya yang berbeda antar lokasi, dimana lokasi dengan intensitas rendah hasil fotosintesa hanya tersimpan sebagai gula dan tidak diteruskan ke pembentuk pati, sehingga kandungan gulanya lebih tinggi. Interaksi kadar gula antar lokasi menunjukkan bahwa ada perbedaan yang sangat nyata antar lokasi baik antara Bogor dengan Kuningan, Malang dan Mojokerto, maupun Malang dengan Mojokerto dan Kuningan. Adanya perbedaan kandungan gula antar lokasi diasumsikan dengan kemungkinan adanya perbedaan ciri-ciri fisik dan kimia tanah di setiap lokasi.

Kandungan mineral tanah setiap lokasi sangat menentukan produksi dan kualitas suatu tanaman. Ubi jalar dapat tumbuh di berbagai tempat, namun daerah paling ideal untuk pengembangan ubi jalar adalah daerah dengan suhu 21 - 27 °C, curah hujan 750 - 1500 mm per tahun dan mendapat sinar matahari sekitar 11 - 12 jam per hari. Daerah Bogor, Kuningan, Malang dan Mojokerto memiliki ketinggian masing-masing sekitar 300 m, 500 m, 700 dan 600 m dpl dengan suhu sekitar 21,8 - 26 °C. Demikian juga tersedianya hara tanah yang dapat diserap oleh tanaman pada masing-masing lokasi akan memperbaiki pertumbuhan tanaman pada suatu lokasi tempat tumbuh.

Adanya perbedaan produksi, pati dan kandungan gula antar galur di setiap lokasi diasumsikan karena adanya perbedaan sifat fisik dan kimia tanah selain karena mutasi. Khususnya mengenai sifat fisik dan kimia tanah yang berbeda di masing-masing lokasi diduga ikut menyumbang perbedaan hasil yang diperoleh. Namun

demikian untuk hal ini dibutuhkan penelitian yang lebih lanjut.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa potensi hasil galur mutan D15.7.5, D15.7.7 dan D15.7.9 lebih tinggi daripada tanaman induknya dan lebih stabil pada keempat lokasi yang berbeda. Galur mutan mengandung pati lebih tinggi daripada tanaman induknya. Kadar mineral tanah berbeda satu sama lain pada lokasi yang berbeda dan ini diasumsikan ikut menyumbang terjadinya perbedaan hasil antar galur.

DAFTAR PUSTAKA

1. SARWONO, B., "Ubi Jalar", Penebar Swadaya, Jakarta, 14-15 (2005).
2. STATISTIK INDONESIA, Luas panen, produktivitas dan produksi ubi jalar menurut provinsi, 2009, http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel, diunduh tanggal 22 Maret 2010.
3. BERITA RESMI BPS PAPUA BARAT, No. 28/07/91 Th. III, Juli (2009), <http://irjabar.bps.go.id/file/release> 2009, diunduh tanggal 22 Juli 2010.
4. DWIMAHYANI I., dan MITROSUHARDJO, M.M., Kemampuan adaptasi mutan padi gogo di lahan marginal Batumarta, Prosiding Seminar APISORA BATAN, Jakarta, 18 - 19 Februari 1998, 81 - 83 (1998).
5. BAHERTA dan RAUF, A.W., Potensi hasil klon harapan ubi jalar pada lahan kering di kabupaten Kutai Kartanegara, Prosiding Seminar Nasional BPTP Papua, 5 - 6 Juni 2007, 96 - 102 (2007).

-
6. RAHAYUNINGSIH, St.A., Profil varietas unggul ubi jalar sari : beradaptasi luas, dan berumur genjah, *Bul. Palawija*, (5 & 6), 57 - 67 (2003).
 7. AMBARWATI, E., dan YUDOYONO P., Keragaan stabilitas hasil bawang merah, *Ilmu Pertanian*, **10** (2), 1 - 10 (2003).
 8. NAKATANI, M., Starch accumulation and dry matter yield in sweet potato, Gamma Field Symposium No. 43, Institute of Radiation Breeding, 49 - 55 (2004).
 9. KATAYAMA, K., KOMAE, K., TAMIYA, S., KHOYAMA, K., NAKATANI, M., and KOMAKI, K., Studies on the breeding for improving starch properties in sweet potato, *JARQ*, **40** (2), 115 - 122 (2006).
 10. DUCHEFA, B., "Plant Cell and Tissue Culture and Plant Molecular Biochemicals", Duchefa Biochemie BV. Harlem, 15-16 (1996).
 11. EBERHART, S.A., and RUSSEL, W.A., Stability parameters for comparing varieties, *Crop Sci.*, **6**, 36 - 40 (1966).
-