

## Kesan Paras N dan K dalam Larutan Nutrien terhadap Keupayaan Pertukaran Kation Akar Tanaman Selada (*Lactuca sativa*)

A. K. MAZUKI<sup>1</sup>, H. AMINUDDIN<sup>1</sup>, dan A. R. KHALIP<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Jabatan Sains Tanah  
Universiti Pertanian Malaysia  
43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

<sup>2</sup>Institut Perundingan  
Universiti Pertanian Malaysia  
43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

**Indeks: KPK-akar; N, K, umur tanaman, larutan nutrien, teknik nutrien cetek (TNC), selada**

### ABSTRAK

*Kajian tentang kesan kepekatan nitrogen (100, 200, 300 dan 400 mgNL<sup>-1</sup>) dan kalium (100, 200 dan 400 mgKL<sup>-1</sup>) yang berbeza-beza dalam larutan nutrien menggunakan teknik nutrien cetek, sistem hidroponik ke atas keupayaan pertukaran kation akar (KPK-akar) tanaman selada (*Lactuca sativa* var. *crispa* cv. Poly) telah dijalankan. Pengambilan sampel akar tanaman dibuat pada hari ke 20, 30 dan 40 selepas penanaman.*

*KPK-akar bertambah dari 39.47 kepada 51.11 cmol(+)/kg<sup>1</sup> secara bererti dengan pertambahan kepekatan nitrogen dalam larutan nutrien hanya semasa tanaman berumur 40 hari tetapi pertambahan kepekatan kalium dalam larutan nutrien pada semua peringkat umur memberikan kesan yang sebaliknya (dari 29.48-57.00 kepada 23.35- 35.92 cmol(+)/kg<sup>1</sup>). KPK-akar juga bertambah dari 27.17 kepada 46.23 cmol(+)/kg<sup>1</sup> dengan meningkatnya umur tanaman.*

### ABSTRACT

*A study on the influence of nitrogen (N) (100, 200, 300 and 400 mgNL<sup>-1</sup>) and potassium (K) (100, 200 and 400 mgKL<sup>-1</sup>) combinations in solution using the nutrient film technique, hydroponic system on the root cation exchange capacity (C.E.C.) of lettuce plant (*Lactuca sativa* var *crispa* cv. Poly) was undertaken. Roots were sampled on the 20th, 30th and 40th day after germination.*

*Significant increase in roots C.E.C from 39.47 to 51.11 cmol(+)/kg<sup>1</sup> due to the N level was only detected on the 40th day of sampling. However, increasing the K concentration in nutrient solution at the three sampling times significantly decreased the root C.E.C values from 29.48-57.00 to 23.25-35.92 cmol(+)/kg<sup>1</sup>. Root C.E.C increased from 27.17 to 46.23 cmol(+)/kg<sup>1</sup> with plant growth stage.*

### PENGENALAN

Keupayaan pertukaran kation akar (KPK-akar) berlaku dalam *ruang bebas* (free space) tisu bahagian akar. *Ruang bebas* atau apoplas merujuk kepada tempat pertukaran ion dengan larutan di sekelilingnya di mana tempat tersebut boleh dimasuki ion tanpa melalui membran (Haynes, 1980). *Ruang bebas* dalam akar merupakan bahagian yang bercas negatif. Cas negatif ini adalah berasal dari kumpulan karboksil (RCOO<sup>-</sup>) pada dinding sel akar (Louchli, 1976; Pitman, 1965). Kumpulan karboksil berasal daripada

pektin dan lain-lain sebatian seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin (Haynes, 1980; Ledin dan Wiklander, 1974). Lapisan atau permukaan luar musigel akar juga bercas negatif dan boleh mempengaruhi KPK-akar (Jenney, 1966).

Semenjak Devaux (1916) menyatakan terdapat sifat pertukaran pada permukaan akar, ramai penyelidik cuba mencari perhubungan antara KPK-akar dengan pengambilan nutrien. N dan K merupakan dua unsur pemakanan tumbuhan yang mustahak (Sobulo *et al*, 1975) di mana perlu ada di dalam larutan nutrien (Coic,

1969; Cooper, 1975). Gerak balas tanaman terhadap bekalan nutrien seperti N dan K boleh menyebabkan perbezaan dari segi KPK-akar tanaman (Kansal *et al*, 1974; Paliwal dan Subramaniam, 1974). KPK-akar juga berbeza antara spesies, varieti (Drake *et al*, 1951; Graham dan Baker, 1951) dan umur tanaman (Drake *et al*, 1951). Kansal *et al* (1974) melaporkan gerak balas tanaman terhadap pemberian nutrien boleh menyebabkan perbezaan KPK-akar tanaman.

Kajian ini untuk menentukan KPK-akar tanaman selada pada tiga peringkat umur apabila diberi paras N dan K yang berbeza dalam larutan nutrien menggunakan Teknik Nutrien Cetek, sistem hidroponik.

### BAHAN DAN KAEDAH

#### *Penyediaan Teknik Nutrien Cetek*

Kajian dijalankan dengan menggunakan tanaman selada (*Lactuca sativa var. crispata* cv. Poly) dari jenis daun yang berasal dari Taiwan ditanam secara kaedah Teknik Nutrien Cetek (TNC) di Rumah Kaca 9, Kompleks Rumah Kaca Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor. Tiap-tiap satu rawatan nutrien mengandungi tiga palung tanaman di mana setiap satu berukuran 2.5 m panjang, 25 sm lebar dan kedalaman 5 sm. Larutan nutrien dipamkan kepada ketiga-tiga palung tanaman ke sebelah atas palung tanaman menggunakan sebuah pam (40 watt) melalui saluran polivinil klorida (PVC) ( $\phi = 1.2$  sm) dan mengalir di sepanjang palung tanaman sehingga ke saluran pengumpul ( $\phi = 10$  sm garis pusat) dan akhirnya kembali ke tangki larutan nutrien (50 L). Kecerunan palung tanaman ialah 1:100 dan kadar aliran larutan nutrien ialah 2 Lmin<sup>-1</sup>. Setiap palung tanaman dialas dengan plastik hitam (polietilena hitam) untuk melicinkan aliran larutan nutrien.

Sebelum penanaman dilakukan, kiub *rockwool* berukuran 5 x 5 x 5 sm diletakkan dalam palung tanaman sebagai medium tanaman. Kiub disusun dengan jarak 20 sm antara satu sama lain memberikan 12 pokok untuk setiap palung tanaman. Kemudian biji benih selada ditanam terus pada permukaan *rockwool* yang telah lembab. Keseluruhan palung tanaman ditutup dengan polistrin (2 sm tebal) kecuali di tempat medium tanaman.

### LARUTAN NUTRIEN

Rawatan larutan nutrien yang digunakan ialah empat paras N dan tiga paras K memberikan 12 kombinasi. Paras N yang digunakan ialah 100, 200, 300 dan 400 mgNL<sup>-1</sup> dan kepekatan K ialah 100, 200 dan 400 mgKL<sup>-1</sup>. Komposisi unsur yang lain (mgL<sup>-1</sup>) dalam larutan nutrien ialah 62 P, 65 S, 48 Mg, 138 Na, 3.8 Fe, 1.3 Mn, 0.05 Zn, 0.0125 Cu, 0.0108 Mo dan 0.53 B (Kyowa, 1982). Kepekatan Ca dalam larutan nutrien ditinggikan dari 160 mgCaL<sup>-1</sup> kepada 441 mgCaL<sup>-1</sup> untuk mengimbangkan rawatan N dan K. Setiap rawatan larutan nutrien disusun mengikut reka bentuk blok penuh rawak (RCBD). Tanaman selada ditanam sebanyak tiga kali untuk memberikan tiga replikasi.

Larutan nutrien digantikan pada hari ke 10, 20 dan 30 selepas ditanam. Semasa kajian, pH larutan nutrien ditetapkan di antara 6.0 - 6.5 dan isipadunya 50 L.

#### *Pengambilan Sampel*

Sebanyak 10 pokok selada bagi setiap rawatan diambil secara rawak pada hari ke 20, 30 dan 40 selepas ditanam. Sampel tersebut diasingkan kepada bahagian akar dan bahagian atas. Bahagian akar dikeringkan pada suhu 65°C selama 48 jam di dalam oven dan dihaluskan ke saiz < 1 mm dengan menggunakan pengisar (Janke & Kunkel). Sampel itu digunakan untuk penentuan KPK-akar dengan kaedah Crooke (1964).

### KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Paras N dan K dalam larutan nutrien tidak menunjukkan interaksi terhadap KPK-akar pada semua peringkat umur tanaman (Jadual 1). Ini menunjukkan bahawa kepekatan N dan K larutan nutrien tidak mempunyai hubungan antara satu sama lain dalam mengawal KPK-akar tanaman selada pada semua peringkat umur (20, 30 dan 40 hari).

Paras K di dalam larutan nutrien sangat mempengaruhi KPK-akar pada semua peringkat umur tanaman selada (Jadual 2). KPK-akar berkurang secara bererti setiap kali bertambahnya paras K di dalam larutan nutrien kecuali pada paras 100 dan 200 mgKL<sup>-1</sup> yang menunjukkan perbezaan yang tidak bererti pada KPK-akar tanaman berumur 20 hari.



JADUAL 1  
Kesan paras N dan K dalam larutan nutrien ke atas KPK-akar pada tiga peringkat umur.

| Umur hari | Paras N mgNL <sup>-1</sup> | Paras K                   |                        |       |
|-----------|----------------------------|---------------------------|------------------------|-------|
|           |                            | 100                       | 200 mgKL <sup>-1</sup> | 400   |
|           |                            | cmol (+) kg <sup>-1</sup> |                        |       |
| 20        | 100                        | 28.83                     | 30.42                  | 19.33 |
|           | 200                        | 30.33                     | 27.33                  | 20.92 |
|           | 300                        | 28.08                     | 32.64                  | 22.67 |
|           | 400                        | 30.67                     | 24.75                  | 30.08 |
| 30        | 100                        | 44.83                     | 32.50                  | 29.31 |
|           | 200                        | 48.08                     | 30.25                  | 29.92 |
|           | 300                        | 48.83                     | 45.08                  | 25.75 |
|           | 400                        | 39.58                     | 39.39                  | 32.83 |
| 40        | 100                        | 44.42                     | 41.67                  | 32.33 |
|           | 200                        | 56.08                     | 41.00                  | 38.75 |
|           | 300                        | 63.08                     | 60.58                  | 29.67 |
|           | 400                        | 64.42                     | 39.83                  | 42.92 |

Interaksi antara paras N dan K tiada perbezaan yang bererti pada P = 0.05.

JADUAL 2  
Kesan paras K dalam larutan nutrien ke atas KPK-akar pada tiga peringkat umur.

| Paras K mgKL <sup>-1</sup> | Umur tanaman (hari) |        |        |
|----------------------------|---------------------|--------|--------|
|                            | 20                  | 30     | 40     |
| cmol (+) kg <sup>-1</sup>  |                     |        |        |
| 100                        | 29.48a              | 45.23a | 57.00a |
| 200                        | 28.73a              | 36.81b | 45.77b |
| 400                        | 23.25b              | 29.45c | 35.92c |

Nilai dalam lajur diikuti dengan huruf yang sama tidak menunjukkan perbezaan yang bererti pada P = 0.05 dengan LSD.

KPK-akar tanaman adalah rendah pada setiap masa pensampelan dibuat (23.25 - 35.92 cmol (+) kg<sup>-1</sup>) pada kepekatan K yang tinggi (400 mgKL<sup>-1</sup>) disebabkan kation tersebut tidak terlibat dalam pertukaran kation pada permukaan bercas negatif pada bahagian akar tetapi berada dalam keadaan bebas sebagaimana anion di dalam larutan nutrien (Epstein *et al.*, 1962). Sebaliknya, pada kepekatan K yang rendah (100 mgKL<sup>-1</sup>) di dalam larutan, KPK-akar adalah tinggi (29.48 - 57.00 cmol (+) kg<sup>-1</sup>) kerana masih terdapat pertukaran kation berlaku pada permukaan bercas negatif sel akar.

KPK-akar menunjukkan perbezaan antara paras N dalam larutan nutrien hanya pada tanaman berumur 40 hari di mana mencapai maksimum (51.11 cmol(+)/kg<sup>-1</sup>) pada paras 300 mgNL<sup>-1</sup> (Jadual 3). Beberapa penyelidik yang lain juga mendapati pertambahan N dalam medium pertumbuhan menyebabkan pertambahan KPK-akar (Franklin, 1966; Kansal *et al.*, 1974; Singh dan Ram, 1978).

JADUAL 3  
Kesan paras N dalam larutan nutrien ke atas KPK-akar pada tiga peringkat umur

| Paras N mgNL <sup>-1</sup> | Umur tanaman (hari) |       |         |
|----------------------------|---------------------|-------|---------|
|                            | 20                  | 30    | 40      |
| cmol (+) kg <sup>-1</sup>  |                     |       |         |
| 100                        | 26.19               | 35.55 | 39.47b  |
| 200                        | 26.19               | 36.08 | 45.28ab |
| 300                        | 27.80               | 39.89 | 51.11a  |
| 400                        | 28.50               | 37.27 | 49.06ab |
| Anova                      | tb                  | tb    | *       |

Nilai dalam lajur diikuti dengan huruf yang sama tidak menunjukkan perbezaan yang bererti pada P = 0.05 dengan LSD.

tb menunjukkan keputusan yang tidak bererti pada P = 0.05.

\* menunjukkan keputusan yang bererti pada P = 0.05.

Kesan N terhadap KPK-akar berdasarkan kajian Chowdhary *et al.* (1964) dan White *et al.* (1965) boleh meninggikan pembentukan protin dan merangsangkan pembahagian atau penurunan karbohidrat bukan pektin dalam

dinding sel bahagian akar. Drover (1972) menyatakan selulosa dan protin mempengaruhi mekanisma KPK-akar dan merupakan sifat yang penting kepada KPK-akar di mana ia menyumbang 10 - 30% daripada nilai KPK-akar tanaman. Kemungkinan N meninggikan KPK-akar dengan pertambahan pengeluaran akar rerambut pada tanaman. Manakala Helmy dan Elgabaly (1958) pula menyatakan N merangsangkan KPK-akar adalah disebabkan pembentukan sebatian N terfosforil yang mengandungi tenaga pada permukaan luar sel akar.

Nilai KPK-akar ialah antara 27.17 cmol (+) kg<sup>-1</sup> pada tanaman berumur 20 hari hingga 46.33 cmol (+) kg<sup>-1</sup> pada tanaman berumur 40 hari iaitu bertambah dengan pertambahan umur tanaman (Jadual 4). Dalam kajian ini pengambilan sampel tanaman dibuat hanya sehingga tanaman berumur 40 hari iaitu tanaman belum mencapai peringkat pengeluaran bunga (peringkat pertumbuhan vegetatif). Ini menunjukkan bahawa KPK-akar tanaman adalah dipengaruhi oleh umur tanaman sebagaimana yang dilaporkan oleh penyelidik yang lain (Mane *et al*, 1970; Singh dan Ram, 1973; 1976; 1978). Pertambahan KPK-akar dengan pertambahan umur tanaman disebabkan pertambahan pembahagian sel akar dan pertambahan pembentukan bahagian akar yang baru. Pertambahan KPK-akar juga adalah disebabkan *ruang bebas* mengambil nutrien secara bertamabah sepanjang tempoh penanaman melalui pertambahan pektin dalam dinding sel akar (Jensen, 1978).

JADUAL 4

Kesan umur tanaman terhadap KPK-akar

| Umur tanaman | KPK-akar                |
|--------------|-------------------------|
| hari         | cmol(+)/kg <sup>1</sup> |
| 20           | 27.17c                  |
| 30           | 37.20b                  |
| 40           | 46.23a                  |

Nilai dalam lajur diikuti dengan huruf yang berlainan menunjukkan perbezaan yang bererti pada P = 0.05 dengan LSD.

## KESIMPULAN

KPK-akar adalah dipengaruhi oleh paras N dan K di dalam medium pertumbuhan. Pertambahan paras K di dalam larutan nutrien boleh menyebabkan pengurangan KPK-akar pada semua peringkat umur tanaman. KPK-akar bertambah dengan pertambahan paras N di dalam larutan terutamanya pada tanaman berumur 40 hari. Walau bagaimanapun paras N atau K tidak menunjukkan perkaitan antara satu sama lain terhadap KPK-akar.

Selain daripada paras N dan K di dalam larutan, umur tanaman merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perubahan KPK-akar tanaman. KPK-akar tanaman selada adalah bertambah dengan pertambahan umur tanaman.

## RUJUKAN

- CHOWDHARY, M. S., E. D. MACLEAN and R. E. FRANKLIN JR. 1964. Effect of nitrogen, calcium, potassium saturation and electrolyte concentration on uptake of calcium and potassium by rice plant. *Agron. J.* **56**: 304-307.
- COIC, Y. 1969. Les problemes de composition el de concentration des solution nutritives en culture san solution. In Proc. *World Conf. of Hydroponics*, 162p. IWOSC.
- COOPER, A. J. 1975. Crop production in recirculating nutrient solution. *Sci. Hort.* **3**: 251-255.
- CROOKE, W. M. 1964. Measurement of cation-exchange capacity of plant roots. *Pl. Soil* **21**: 43-49.
- DEVAUX, H. 1916. Action rapid de solution surles plants vivent cv. hebdom. *Seac. Acad. Sci.*, Paris **162** : 561-563.
- DRAKE, M., J. VENGRIS and W. G. COLBY. 1951. Cation exchange capacity of plant roots. *Soil Sci.* **72** : 139-147.
- DROVER, D. P. 1972. Cation exchange in plant roots. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **3** : 207-209.
- EPSTEIN, E., D. W. RAIN and W. E. SCHMID. 1962. Course of cation absorption by plant tissues. *Science* **136** : 1051-1052.
- FRANKLIN, R. E. 1966. Exchange and absorption of cation by excised roots. *Soil Sci. Amer. Proc.* **30** : 177-181.
- GRAHAM, E. R. and W. L. BAKER. 1951. Ionic saturation of plant root CEC value. *Soil Sci.* **72** : 435-441.

- HAYNES, R. J. 1980. Ion exchange properties of roots and ionic interaction within the root apoplasm: Their role in ion accumulation by plants. *Bot. Rev.* **46** : 75-79.
- HELMY, A. K. and M. M. ELGABALY. 1958. Exchange capacity of plant roots. I and II. *Plant and Soil* **10** : 78-100.
- JENNEY, H. 1966. Pathways of ions from soil into root according to diffusion models. *Plant and Soil* **25** : 265-289.
- JENSEN, P. 1978. Changes in ion transport in spring wheat during ontogenesis. *Physiol. Plant.* **43** : 129-135.
- KANSAL, B. D., D. R. BHUMBLA and J. S. KANWAR. 1974. Variation in fertilizer responses of different varieties of wheat and rice. *Indian J. Agric. Sci.* **44** : 55-59.
- KYOWA, (1982) Hyponica Intruction Manual. Japan: Kyowa Com. Ltd.
- LEDIN, S. and L. WIRKLANDER. 1974. Exchange acidity of wheat and pea roots in salt solutions. *Plant and Soil* **41** : 403-413.
- LOUCHLI, A. 1976. Apoplasmic transport in tissues. In *Encyclopedia of Plant Physiology. Transport Plants. II Part B: Tissues and Organs*, eds. U. Luttge and A. M. G. Pitman, p. 3-34. Berlin: Springe-Verlag.
- MANE, V. B., N. K. SAVANT and A. K. SHINGTE. 1970. Relationship between cation exchange capacity of roots and mineral composition of plant tops as influence by age. *Plant and Soil* **33**: 113-119.
- PALIWAL, K. V. and T. R. SUBRAMANIAM. 1964. Constancy of cation exchange capacity of plant roots. *Curr. Sci.* **33** : 463-464.
- PITMAN, M. G. 1965. Uptake location of the Donnan Free Space in disks of beetroot tissue. *Aust. J. Biol. Sci.* **18** : 547-553.
- SINGH, S. and L. C. RAM. 1973. Cation exchange capacity of roots of different varieties of wheat crop and its relation to available nutrients, pH and electrical conductivity. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **21** : 367-371.
- . 1976. Effect of fertilizer and manure on the root cation exchange capacity of some rice and wheat seedling. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **24** : 427-431.
- . 1978. Studies of relationships between cation exchange capacity of plants roots and tillering and plants growth of different varieties of paddy and wheat crops. *Plant and Soil* **49** : 661-665.
- SOBULO, R. A., A. A. FAYEMI and A. AGBOOLA. 1975. Nutrient requirement of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Exp. Agric.* **11(2)**: 137-142.
- WHITE, R. R., M. DRAKE and J. H. BAXER. 1965. Effect of induced changes in root CEC on calcium absorption from bentonite system by excised barley roots. *Soil Sci.* **99** : 267-271.

(Terima 27 Mei 1993)