

Lapu atstarošanās spektru izmantošana gurķu fizioloģiskā stāvokļa novērtēšanā Use of Leaf Reflection Spectra in the Evaluation of the Physiological Condition of Cucumbers

Daiga Birzleja¹, Diāna Gavare², Ina Alsina¹, Laila Dubova¹
LLU ¹Lauksaimniecības fakultāte, ²Pārtikas tehnoloģiju fakultāte

Abstract. Non-destructive methods to get the plant growing parameters become more and more popular, because they are faster and environment friendlier than the traditional chemical methods. This experiment was carried out to find out how several vegetation indexes work for cucumbers (*Cucumis sativus*) that are grown under three different light sources – LED lamp, Induction lamp and High Pressure Sodium Lamp. The use of non-destructive methods in the analysis of cucumbers is a suitable source of information to determine the physiological condition of plants. The indices NDVI and PSRI were the most suitable for assessing the physiological condition of cucumbers.

Key words: *Cucumis sativus*, reflectance, carotenoids, NDVI, SIPI.

Ievads

Nedestruktīvās metodes paliek arvien populārākas, jo tās ir videi draudzīgākas, augiem saudzīgākas un ātrākas, salīdzinot ar ķīmiskajām metodēm. Kaut gan daudzi pētnieki šīs metodes pielieto, tomēr galvenokārt tās izmanto laukaugu analīzē. Šādu metožu izmantošana siltumnīcu kultūraugu pētījumos ir mazāk populāra, bet arī strauji attīstās (Berdugo et al., 2014, Padilla et al., 2017, Alsina et al., 2020).

Šī pētījuma mērķis ir noskaidrot nedestruktīvo metožu izmantošanas iespējas gurķu (*Cucumis sativus*) fizioloģiskā stāvokļa novērtēšanā.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi iekārtoti 2019./2020. gada ziemas periodā Augsnes un augu zinātņu institūta polikarbonāta siltumnīcā. Eksperimentos izmantotas šādas augu komerciālajai audzēšanai ieteiktās lampas: Led Cob Helle top LED 280 (LED), indukcijas lampa (IND) un augstspiediena nātrija lampa Helle Magna (Na). Augi tika audzēti 16 h fotoperiodā ar apgaismojuma intensitāti augu juvenālās fāzes laikā augu galotņu augstumā $200 \pm 20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Pētījumā izmantotas divas gurķu šķirnes 'Victoria' un 'Julian'. Izmēģinājums iekārtots 6 atkārtojumos.

Mērījumi ar nedestruktīvām metodēm veikti augiem 1–2 īsto lapu fāzē, 4–5 īsto lapu fāzē un pumpurošanās – ziedēšanas fāzē 12 atkārtojumos. Mērījumos ar spektrometru RS-3500 (Ltd Spectral evolution) tika noteikti gurķu lapu atstarošanās spektri un aprēķināti 1. tabulā minētie indeksi.

Augu lapu fizioloģiskā stāvokļa analizē izmantotie indeksi

Indekss	Apzīmējums	Formula	Atsauce
Karotīnu daudzuma	CRI1	$\frac{1}{510 \text{ nm}} - \frac{1}{550 \text{ nm}}$	Alsina et al., 2020
Struktūrintensīvais pigmentu saturs	SIPI	$\frac{800 \text{ nm} - 445 \text{ nm}}{800 \text{ nm} + 680 \text{ nm}}$	Peñuelas & Filella, 1998
Normalizētais veģētācijas	NDVI	$\frac{760 \text{ nm} - 670 \text{ nm}}{760 \text{ nm} + 680 \text{ nm}}$	Padilla et al., 2017
Novecošanās	PSRI	$\frac{680 \text{ nm} - 500 \text{ nm}}{750 \text{ nm}}$	Merzlyak et al., 1999
Ūdens izmantošanas efektivitātes	WBI	$\frac{950 \text{ nm}}{900 \text{ nm}}$	Alsina et al., 2020
Kartera	CTR1	$\frac{695 \text{ nm}}{420 \text{ nm}}$	Carter, 1994

Iegūtie dati analizēti, izmantojot trīs faktoru dispersijas analīzi.

Rezultāti un diskusija

Izmēģinājumos noskaidrots, ka pētījumos izmantoto šķirņu gurķi uz apgaismojumu reaģēja līdzīgi ($p=0.89$), tāpēc atsevišķi katra gurķu šķirne netika analizēta.

Iegūtie dati liecina, ka indukcijas lampas apgaismojums (IND) stimulē karotīnu sintēzi gurķu lapās. Arī indekss PSRI, kurš liecina par novecošanās procesiem augā, zem IND lampas augušajiem augiem ir būtiski lielāks nekā zem augstspiediena nātrija vai LED lampām audzētajos. Pētījumos visplašāk pielietotais indekss (NDVI) zem IND lampas veģētācijas periodā pakāpeniski samazinās, kas liecina par gurķu augšanas apstākļu pasliktināšanos zem šīm lampām. Jāatzīst, ka 1.–2. īstās lapas fāzē šis indekss zem IND lampas bija visaugstākais. Ūdens izmantošanas efektivitātes indekss (WBI) veģētācijas perioda laikā būtiski neatšķīrās no zem nātrija lampām audzēto augu parametra (2. tab.).

Zem LED lampas audzēto gurķu lapās veģetatīvās augšanas laikā novēro būtiski pazeminātus CRI1 un SIPI, kas liecina par samazinātu pigmentu daudzuma šajā apgaismojumā. Arī NDVI un WBI ir būtiski zemāks nekā zem abām pārējām lampām audzēto gurķu lapās (2. tab.).

Noskaidrots, ka veģētācijas perioda laikā indeksu mainībai ir dažādas amplitūdas. Vismazāk mainās augu ūdens izmantošanas efektivitāte (WBI), kas varētu liecināt arī, ka augu apgāde visā pētījumu periodā bija apmierinoša. Maz mainīgs ir arī struktūrintensīvais pigmentu saturs (SIPI). Vislielākās pārmaiņas novērotas novecošanās indeksam (PSRI). Salīdzinot veģetatīvās augšanas laikā

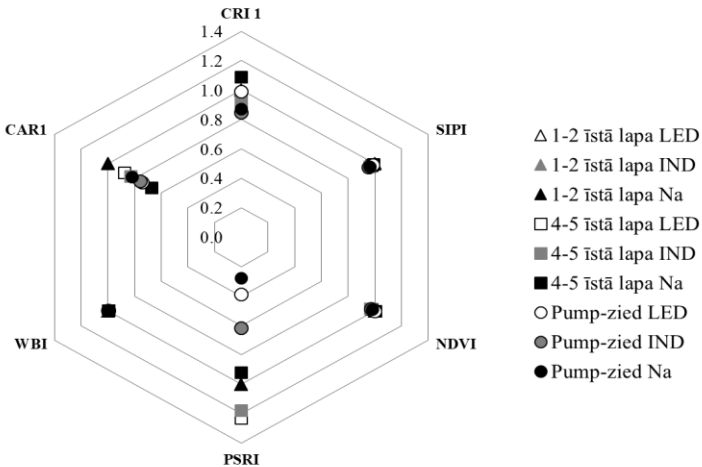
un reprodūktīvā fāzē esošo gurķu lapu atstarošanās spektrus, šis indekss samazinājies vidēji 2.5 reizes (2. tab. un att.). Indeksa straujākais samazinājums novērojams zem Na lampām augušajiem augiem.

2. tabula

Indeksu vērtības dažādās gurķu attīstības stadijās

Gurķu attīstības fāze	Lampa	Indekss					
		CRI1	SIPI	NDVI	PSRI	WBI	CTR1
1–2 īstās lapas	LED	0.089 ^a	0.787 ^a	0.795 ^a	0.012 ^a	0.980 ^a	1.045 ^a
	IND	0.119 ^c	0.824 ^c	0.821 ^b	0.020 ^b	0.981 ^a	1.106 ^a
	Na	0.100 ^b	0.810 ^b	0.813 ^b	0.014 ^a	0.983 ^b	1.123 ^a
4–5 īstās lapas	LED	0.083 ^a	0.767 ^a	0.776 ^a	0.015 ^a	0.975 ^a	0.916 ^b
	IND	0.110 ^b	0.794 ^b	0.795 ^b	0.023 ^b	0.980 ^b	0.917 ^b
	Na	0.109 ^b	0.802 ^b	0.816 ^c	0.013 ^a	0.979 ^b	0.757 ^a
Pumpurošanās/ ziedēšanas	LED	0.089 ^a	0.775 ^a	0.796 ^a	0.005 ^a	0.976 ^a	0.779 ^a
	IND	0.101 ^b	0.785 ^a	0.799 ^a	0.012 ^b	0.981 ^b	0.841 ^a
	Na	0.087 ^a	0.779 ^a	0.796 ^a	0.004 ^a	0.981 ^b	0.920 ^b
RS _{0.05}		0.01	0.013	0.015	0.002	0.001	0.109

a,b,c –indekss un attīstības fāzes ietvaros ar dažādiem burtiem apzīmētās vērtības atšķiras būtiski (p<0.05).



Att. Gaismas atstarošanas indeksu izmaiņas gurķu ontogēnēzē.

Lai gan normalizētais veģētācijas indekss (NDVI) veģētācijas perioda laikā mainās maz, tomēr novēro pakāpenisku tā vērtības samazināšanos, kas liecina par lēnu augšanas apstākļu pasliktināšanos zem visām audzēšanā izmantojamām lampām. Visilgāk šis indekss virs vērtības >0.8 saglabājas zem Na lampām audzētiem gurķiem.

Pētījumā, kas tika veikts Almeras Universitātē Spānijā, tika novērota sakarība, ka NDVI pavasara ražai sākumā pieaug un tad samazinās, un tad atkal pieaug (Padilla et al., 2016). Tādas pašas tendences var novērot arī mūsu pētījumā neatkarīgi no izmantotajām lampām, kaut gan absolūtās vērtības ir nedaudz augstākas.

Secinājumi

Nedestruktīvo metožu pielietošana gurķu analīzē ir piemērots informācijas avots, lai noskaidrotu augu fizioloģisko stāvokli. Gurķu fizioloģiskā stāvokļa novērtēšanai piemērotākie bija indeksi NDVI un PSRI.

LED lampa ar pašreizējo spektra sastāvu nav piemērota gurķu audzēšanai.

Pateicība

Pētījums veikts projekta "Inovātīvu risinājumu izpēte un jaunu metožu izstrāde efektivitātes un kvalitātes veicināšanai Latvijas siltumnīcu sektorā [IRIS]" ietvaros.

Literatūra

1. Alsina, I., Dubova, L., Dūma, M., Erdberga, I., Augšpole, I., Sergejeva, D. Avotiņš, A. (2020). Lighting source as cause of changes in cucumbers' physiology and morphology. *Agronomy Research*, 18, <https://doi.org/10.15159/ar.20.195>.
2. Berdugo, C.A., Zito, R., Paulus, S., Mahlein, A.K. (2014). Fusion of sensor data for detection and differentiation of plant diseases in cucumber. *Plant Pathology*, 63, pp. 1344–1356.
3. Carter, G.A. (1994). Ratios of leaf reflectances in narrow wavebands as indicators of plant stress. *International Journal of Remote Sensing*, 15, pp. 697–703.
4. Merzlyak, M.N., Gitelson, A.A., Chivkunova, O.B., Rakitin, V.Y. (1999). Non-destructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, 106, pp. 135–141.
5. Padilla, F.M., Pena-Fleitas, M.T., Gallardo, M., Thompson, R.B. (2017). Determination of sufficiency values of canopy reflectance vegetation indices for maximum growth and yield of cucumber. *European Journal of Agronomy*, 84, pp. 1–15.
6. Peñuelas, J., Filella, I. (1998). Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. *Trends in Plant Science*, 3, pp. 151–156.