ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS OBJEVU K DIPLOMU ČÍS. 29

Přihlášeno: 25. 02. 77 (PO 37-77)

Právo přednosti od 31. 12. 72

Zveřejněno: Biologia Plantarum (Praha) 14 (3): 227—230, 1972

Uděleno: 02. 12. 82

Vydáno: 15. 06. 83

MDT 633.4

Autor objevu: CHLOUPEK OLDŘICH, ing., CSc., ŽELEŠICE

Název objevu: **Zákonitost mezi velikostí kořenového systému rostliny a velikostí jeho elektrické kapacity**

Předmět objevu: Zákonitost, spočívající v závislosti elektrické kapacity kořenového systému rostliny (C) a velikosti (hmotnost, objem, povrch) tohoto kořenového systému (x), vyjádřená rovnicí přímky

$$C = a + bx ,$$

kde a je velikost „parazitních" kapacit měření, tj. kapacity půdy, kabelů aj.,

b je regresní koeficient, daný druhem půdy, druhem rostlin, měřící frekvencí, napětím aj.

Objev se týká zákonitostí mezi vlastnostmi rostlin a lze jej využít ke studiu jejich růstu, vývoje a produktivnosti.

Vztah mezi vlastnostmi živé tkáně v elektrickém poli a některými jinými charakteristikami této tkáně je v současné době zkoumán především v medicíně (např. Pliquett, Fortschr. exper. und theor. Biophysik, 11, Thieme, Leipzig, 1969). Vlastností porostu rostlin v elektrickém poli však bylo využito i pro hodnocení výnosu pomocí elektrické kapacity (Campbell et al., J. Brit. Grassld. Soc., 17, 1962, 89—100). Při hodnocení této závislosti je považován prostor mezi elektrodami za mnoho kondenzátorů, zapojených v sérii, přičemž je rostlinná hmota rozmístěna mezi nimi (Jones, Haydock, J. Agric. Sci., 75, 1970, 27—36).

Podstata objevu spočívá v zákonitosti mezi velikostí kořenového systému rostliny, vyjádřené jeho hmotností, objemem či povrchem a jeho elektrickou kapacitou, měřenou vzhledem k půdě, ve které roste. Graficky lze tuto závislost vyjádřit pro určitý druh rostlin rostoucích na vyrovnaném pozemku regresní přímkou, je-li na ose **x** vynesena velikost kořenového systému a na ose **y** jeho elektrická kapacita. Průsečík regresní přímky na ose **y** (hodnota **a**) udává průměrnou velikost „parazitních" kapacit měření (kapacita přívodních kabelů, půdy aj.).

Objev vychází ze známého poznatku, že elektrická kapacita živých tkání a pletiv je produktem polarizace buněčných membrán, které mají jednotnou kapacitu na jednotku své plochy. Kvantifikace vztahu mezi velikostí živého pletiva a velikostí jeho elektrické kapacity byla prokázána následujícím zjištěním. Hlízy brambor (Solanum tuberosum) byly postupně ponořovány do nádoby s pramenitou vodou tak, aby na hlíze zůstal neponořený ostrůvek. Do tohoto ostrůvku byla zabodnuta elektroda asi 1 cm hluboko. Druhá elektroda byla zavedena do vody tak, aby se nedotýkala hlízy. Byla měřena elektrická kapacita v paralelním zapojení při frekvenci 0,1, 1 a 10 kHz. K měření byl použit impedanční most Tesla BM 394E, jako zdroj RC generátor Tesla BM 365U a jako vnější indikátor milivoltmetr Tesla BM 310.

Lineární korelační koeficienty mezi hmotností hlíz a jejich elektrickou kapacitou při 0,1 kHz dosáhly hodnoty $0{,}776^{+++}$ ($n = 17$), při 1 kHz $0{,}710^{++}$ a při 10 kHz $0{,}560^{+}$.

Tento poznatek byl ověřován u kořenového systému rostlin v půdě (Chloupek, Biol. Plant., 14, 1972, 227—230, Pl. Soil, 48, 1977, 525—532). Byly založeny 4 pokusy nádobové (tab. 1, pokus 1—4) a pokus s mrkví ve volné půdě (pokus 5—9). Kukuřice (Zea mays L.) a slunečnice (Helianthus annuus L.) v pokusu 2 byly pěstovány v křemičitém písku, slunečnice v pokusu 3, oves (Avena sativum L.) a mrkev (Daucus carota L.) v hlinité půdě. V pokusu 2 a 3 byla kapacita kořenového systému měřena při maximální vlhkosti substrátu. V pokusu 4 byly Mitscherlichovy nádoby silně zapleveleny. Kořeny plevelů však byly při vypírání pečlivě odstraňovány. V pokusu 5 a 6 byly hodnoceny rostliny mrkve o stáří 89 dnů, v pokusu 7 a 8 o stáří 140 dnů.

Vlhkost půdy činila v pokusu 5 11 %, v pokusu 6 25 %, v pokusu 7 19 % a v pokusu 8 27 %. Pokus 9 představuje hodnoty všech rostlin pokusů 5—8, jako kdyby se jednalo jen o jeden pokus.

Povrch kořenů kukuřice (pokus 1) byl stanoven pomocí sorpce methylenové modři (Kolosov, Poglotitelnaja dejatelnost . . ., AN SSSR, Moskva 1962). V pokusu 5—9 byla hodnocena pouze hmotnost kůlového kořene (zvětšeného hypokotylu) bez postranních kořínků. Při měření elektrické kapacity byla v pokusu 1 použita měřicí frekvence 0,8 kHz, v pokusu 2, 3 a 4 frekvence 5 kHz, u ostatních 1 kHz. Jedna svorka měřicího mostu byla připevněna na bazální část stonku, resp. řapíků mrkve a druhá byla uzemněna. K měření byl použit přesný kapacitní most Tesla BM 400 pro frekvenci 0,8 a 5 kHz a impedanční most Tesla BM 394E pro frekvenci 1 kHz. Měření probíhalo při napětí 10 až 12 V a nízkém proudu (0,14 mA).

Použitím regresní analýzy (tab. 1) byly zjištěny průkazné vztahy mezi velikostí kořenového systému (hmotnost, objem, povrch) a jeho elektrickou kapacitou, měřenou vzhledem k půdě.

TABULKA 1: Odhad těsnosti vztahu mezi velikostí kořenového systému a jeho elektrickou kapacitou (y)

Pokus č.	Rostlina	Korelace	Korelač. koef. r	Průkaznost r (%)	Regresní koef. b_{yx}	Regresní rovnice	Počet opak. n
1	kukuřice	B — A	0,858	99,9	46,86	y = 128,81 + 46,86 x	24
		C — A	0,853	99,9	0,59	y = 106,49 + 0,59 x	24
		D — A	0,855	99,9	46,36	y = 135,85 + 46,36 x	24
		E — A	0,814	99,9	93,01	y = 149,98 + 93,01 x	24
2	slunečnice	B — A	0,957	99,9	12,37	y = 84,41 + 12,37 x	15
		C — A	0,947	99,9	0,30	y = 81,72 + 0,30 x	15
		D — A	0,959	99,9	12,97	y = 86,96 + 12,97 x	15
3	slunečnice	B — A	0,832	99,9	128,53	y = 100,05 + 128,53 N	10
		C — A	0,657	99,0	1,69	y = 133,42 + 1,69 x	10
4	oves	B — A	0,752	99,0	1193,30	y = 244,72 + 1193,30 x	15
		C — A	0,681	99,0	10,47	y = 247,40 + 10,47 x	15
5	mrkev	B — A	0,630	99,9	1,16	y = 98,88 + 1,16 x	70
6	mrkev	B — A	0,469	99,9	1,75	y = 117,10 + 1,75 x	68
7	mrkev	B — A	0,637	99,9	1,62	y = 95,01 + 1,62 x	48
8	mrkev	B — A	0,621	99,9	1,56	y = 252,65 + 1,56 x	47
9	mrkev	B — A	0,717	99,9	2,04	y = 108,05 + 2,04 x	233

A — elektrická kapacita kořenového systému (pF), B — hmotnost čerstvého kořenového systému (g), C — hmotnost sušiny kořenového systému (mg), D — objem kořenového systému (ml), E — povrch kořenového systému podle Kolosova (m^2).

Byl prokázán vysoce významný vliv substrátu, ve kterém byly rostliny pěstovány (písek — hlinitá půda) na velikost regresních koeficientů u slunečnice pro vztah mezi hmotností čerstvého kořenového systému a elektrickou kapacitou. Menší vliv (90%) byl stanoven pro vztah mezi hmotností suchého kořenového systému a jeho elektrickou kapacitou. Vliv druhu rostliny byl testován u slunečnice a ovsa, pěstovaných v hlinité půdě, při měřicí frekvenci 5 kHz. Pro vztah mezi hmotností čerstvého kořenového systému a elektrickou kapacitou, stejně jako pro hmotnost sušiny a elektrické kapacity, závisely regresní koeficienty průkazně na druhu rostliny (99, resp. 98%).

Shoda korelačních koeficientů v pokusech 5—8 dosahovala asi 50 % (x^2 = 2,449), regresní koeficienty se od sebe průkazně nelišily. Vztah mezi elektrickou kapacitou a hmotností čerstvého kořene byl značně lineární (tab. 2) a neprocházel počátkem souřadnic, stejně jako u všech uvedených pokusů (obdobně jako například v pokusu, publikovaném Lovettem a Burchem v J. Brit. Grassld Soc., 27, 1972, 83—86). Bylo to zřejmě způsobeno vlivem „parazitních" kapacit, tj. kapacitou kabelů, půdy apod.

TABULKA 2: Skupinové průměry hmotnosti kůlového kořene mrkve a příslušná elektrická kapacita.

Interval hmotnosti (g)	Průměrná hmotnost (g)	Prům. el. kapacita (pF)	Interval hmotnosti (g)	Průměrná hmotnost (g)	Prům. el. kapacita (pF)
2— 7	4,45	89,60	37— 45	40,60	199,30
8—16	11,70	126,20	45— 59	52,00	184,05
17—22	19,00	144,15	59— 71	64,50	277,60
22—26	23,80	154,25	72— 97	83,80	293,80
26—33	29,65	165,95	100—136	113,45	353,00
33—37	34,75	181,35	138—340	202,85	512,15

Objevu lze využít při hodnocení velikosti kořenového systému rostlin i ke kvalitativnímu hodnocení využitím disperze permitivity (Chloupek, Biologia Plantarum, 18, 1976, 44—49). Pokud stačí relativní srovnání velikosti kořenového systému (např. ve šlechtění), lze využít přímo měřených hodnot elektrické kapacity (Chloupek, Z. Acker- und Pflanzenbau, 136, 1972, 164—169, 149, 1980, 107—116, Selskochozjajstvennaja biologija, 8, 1973, 939—942, Rostlinná výroba, 19, 1973, 497—503, 24, 1978, 57—65, J. Brit. Grassld Soc., 31, 1976, 23—27 aj.). Pro přesné pokusy je možné tento vztah experimentálně kvantifikovat (stanovit hodnotu **a** a regresní koeficient **b**).

Severografia, n. p., závod 7, Most