

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO INŽINIERSTVA

Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav

**Štúdium fyziologických procesov ovplyvňujúcich
trvanlivosť rezaných kvetín**

Autoreferát dizertačnej práce

na získanie vedecko - akademickej hodnosti *philosophiae doctor*

v študijnom odbore 6 - 1- 17 Krajinná a záhradná architektúra

Ing. Katarína Ondusková

Nitra, 2008

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre biotechniky parkových a krajinných úprav, FZKI, SPU v Nitre.

Doktorand: **Ing. Katarína Ondusková**
Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúca dizertačnej práce: **prof. Ing. Anna Jakábová, CSc.**
Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav FZKI
SPU v Nitre

Oponenti: **prof. Ing. Ján Matuškovič, PhD.**
Katedra ovocinárstva, vinohradníctva a vinárstva,
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

doc. Ing. Ľubica Feriancová, PhD.
Katedra záhradnej a krajinej architektúry,
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

doc. Ing. Magdaléna Valšíková, PhD.

Autoreferát bol rozoslaný dňa

Obhajoba doktorandskej práce sa koná dňa 31.07. 2008 o 8,30 h pred komisiou pre obhajobu dizertačných prác študijného odboru 6 - 1- 17 Krajinná a záhradná architektúra na Fakulte záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU v Nitre.

Miesto konania: Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Tulipánová 7, 949 76 Nitra

Miestnosť: TD-14

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU v Nitre.

Predseda komisie pre obhajoby v študijnom odbore 6 - 1- 17

prof. Ing. Ján Supuka, DrSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Abstrakt

V tejto práci sme sa zaoberali možnosťami zlepšenia hydratácie stonky ruže a zníženia strát vody transpiráciou - hlavnými faktormi ovplyvňujúcimi trvanlivosť rezaných ruží vo váze.

Výsledky našich pokusov preukázali zníženie vodného sýtostného deficitu ruží kv. Riverdale v roztoku rozpustného karboxymetylglukánu v koncentrácii 10 mg.l^{-1} vo váze, ako aj použitím chitosanu v množstve 10 mg na liter destilovanej vody vo váze, a to paradoxne pri preukazne intenzívnejšej transpirácii. Chitosan v ešte nižšom množstve 8 mg na liter destilovanej vody (pH 3) vo váze navyše zvýšil aj estetickú hodnotu a predĺžil trvanlivosť rezaných ruží kv. Kardinal o 16,8 %, a taktiež bol pozorovaný nižší nárast pH v porovnaní s kontrolou. Chitosan v kombinácii s destilovanou vodou a kyselinou citrónovou v koncentrácii 100 - 150 mg.l^{-1} na jej okyslenie na pH 3,5 - 3, tak predstavuje nízko nákladný a dostupný spôsob predĺženia trvanlivosti rezaných ruží vo váze s použitím netoxických biodegradovateľných chemických látok.

Aplikácia chitosanu rozpusteného v 1 % kyseline citrónovej v koncentrácii 2 g.l^{-1} (pH upravené na 7), pred zrezaním časti stonky a umiestnením ruží do vázy, na listy a kvety ruže kv. Kardinal zabránila rozšíreniu múčnatej plesne *Sphaerotheca pannosa var. rosae* napadajúcej korunné lupienky, nezabránila však rozširovaniu nekrózy spôsobenej plesňou sivou *Botrytis cinerea* v želanej miere. V kombinácii s 8 mg chitosanu do litra destilovanej vody vo váze, táto aplikácia zlepšila estetickú hodnotu ruží kv. Kardinal o 23,5 % a predĺžila ich trvanlivosť o 16,5 %. Zníženie intenzity transpirácie týchto ruží však nebolo potvrdené požadovaným znížením vodného sýtostného deficitu.

Kľúčové slová: rezané ruže, trvanlivosť, chitosan, karboxymetylglukán, vodný sýtostný deficit, intenzita transpirácie

Abstract

The possibilities to improve hydration of cut rose stem and to decrease water loss by transpiration - the main factors affecting the vase life of cut roses were the problems we dealt in present study with.

Results of our trials demonstrated decrease of water saturation deficit of cut 'Riverdale' roses using water soluble carboxymethylglucan solution in concentration of 10 mg.l⁻¹, and also using chitosan in amount of 10 mg to 1 liter of distilled water, with the significantly higher transpiration rate, paradoxically. Chitosan in even lower amount of 8 mg to 1 liter of distilled water (pH 3) besides increased the ornamental value and the vase life of cut 'Kardinal' roses about 16,5 % and also lower pH elevating was seen when compared with control. Chitosan, in quantity involved, in combination with distilled water and citric acid in concentrations 100 - 150 mg.l⁻¹ for water acidification to 3,5 - 3 pH, thus presents low expensive and available mean for cut rose vase life extension with using the non - toxic, biodegradable compounds.

Chitosan 2g.l⁻¹ diluted in 1% citric acid (pH adjusted to 7) applied on cut rose flower and the leaves before re-cutting of stem and setting roses into vase solution prevented the spreading of *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*, but didn't prevent expansion of *Botrytis cinerea* necrosis in desired measure. In combination with 8 mg of chitosan into vase solution one increase ornamental value of 'Kardinal' roses about 23,5 % and extend the vase life about 16,5 %. But the decrease of transpiration rate in this case was not confirmed by required lower water saturation deficit.

Keywords: cut roses, vase life, chitosan, carboxymethylglucan, water saturation deficit, transpiration rate

Použitie označenie

ABA	kyselina abscisová (Abscisic Acid)
EH	estetická hodnota
GA	giberelíny (Gibberelins Acid)
Ch	chitosan
K	kontrola
KCHG	karboxymetylchitínoglukán
KMG	karboxymetylglukán
kv	kultivar
M	mól
RH	relatívna vlhkosť (Relative Humidity)
RT	intenzita transpirácie (Transpiration Rate)
SH	suchá hmotnosť
T	trvanlivosť
VSD	vodný sýtosťný deficit
w	hmotnostné percento

Obsah

Úvod	
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	6
2 Cieľ	7
3 Materiál a metódy	7
3.1 Rastlinný materiál	7
3.2 Chemický materiál	7
3.3 Metódy	8
3.3.1 Založenie pokusu a estetická metóda	8
3.3.2 Fyziologické metódy.....	9
3.3.3 Štatistické metódy	9
4 Súhrn výsledkov s uvedením nových poznatkov	9
5 Záver	17
6 Použitá literatúra	19
7 Zoznam publikovaných prác autorky súvisiacich s riešenou problematikou	20

Úvod

Za predmet nášho skúmania fyziologických procesov ovplyvňujúcich trvanlivosť rezaných kvetov vo váze sme si zvolili ružu, ktorá je aj v súčasnosti jedným z najvýznamnejších druhov rezaných kvetov a je vo svete stále najpredávanejšou. Ruža mala veľký význam takmer vo všetkých dávnych kultúrach, či už to bolo v Mezopotámii, Perzii, Egypte alebo Ríme a Číne. Čína je pravlast'ou mnohých foriem ruží, ktoré neskôr vyšľachtením získali schopnosť opakovaného kvitnutia (remontantnosť).

Väčšina komerčných rezaných ruží vydrží pri správnom zaobchádzaní vo váze 10 dní. Nanešťastie, mnoho zákazníkov sa domnieva, že ruže majú veľmi krátku trvanlivosť vo váze. To je čiastočne zapríčinené tým, že je slabý príjem vody určitými kultivarmi predávaných ruží, ktorého dôsledkom je príliš často symptóm zvaný ohnutý krk, pri ktorom stopka kvetu vädne, a púčik sa neotvorí. Niektoré kultivary sú navyše citlivé na etylén (Reid, 1998). Otázka „Prečo ruže dlho nevydržia?“ je stále aktuálnou napriek rozsiahlemu výskumu trvanlivosti a starnutia rezaných ruží, zdokumentovanému od r. 1906 (Zieslin, 1989).

Dizertačná práca vznikla za pomoci grantového projektu VEGA 1/0627/03 - Množiteľské metódy.

1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

V práci sme sa opierali hlavne o tieto poznatky vedeckej literatúry:

- Kvety sa rehydratujú najlepšie v kyslej vode (pH 3,5-4,0). Kritických je niekoľko prvých hodín potom, čo boli držané v suchu. Niektoré z biocídov používaných v komerčných konzervačných prípravkoch sú efektívnejšie v kyslých roztokoch (Reid, 1997). Kyslé roztoky sa presúvajú stonkou nahor ľahšie ako neutrálne alebo zásadité roztoky (da Silva, 2003). Stonky ruží sa upchávajú najmenej pri najčistejšej vode (deionizovanej) s pH 3. Na vaskulárnej blokáde stonky ruží sa môžu podieľať kvasinky a filamentózne huby (Durkin, 2001).
- Kyselina abscisová (ďalej len ABA) je všeobecne známa ako silný rastový inhibítor a faktor podnecujúci starnutie. Považuje sa za primárne zodpovednú za zatváranie prieduchov (Serek a Reid, 1997). Zatvorením prieduchov sa znižuje intenzita transpirácie rezaných kvetov a vodný deficit, udržiava sa pozitívna vodná bilancia a predlžuje sa trvanlivosť rezaných kvetov. Postriekanie ABA ($1 \cdot 10^{-5}$ alebo $1 \cdot 10^{-3}$ M) na listy ruže kv. 'Royalty' prvý a tretí deň vo váze znížilo spotrebu vody (Barthe et al., 1991 cit. Joyce, 2004).
- Dlhodobým trendom je hľadanie netoxických prírodných biodegradovateľných látok na pozberové ošetrenie rastlinných produktov, vrátane chitosanu a jeho derivátov (Wisniewski, 2001). Chitín je druhým najpočetnejším sa vyskytujúcim polymérom v prírode (bunkové steny húb, boviné chrupavky, tvrdý pancier hmyzu a kôrovcov; odpad z priemyslu morských živočíchov – rakov, krabov, obsahuje 10-30% chitínu. Deacetyláciou chitínu vzniká chitosan je polymér, aminocelulózný derivát, hexosamínový cukor (beta 1,4 glukozamín). Je viac rozpustný ako chitín. Lepšie sa rozpúšťa v mierne kyslom roztoku, napr. 1% octová kyselina, kyselina chlorovodíková, mravčia atď. (Hadwiger – Pullman, 1992).
- Chitosan vyrobený z krabích pancierov je pomerne drahý. Dobrým alternatívnym zdrojom chitosanu a chitín-glukánového komplexu sú plesne *Aspergillus niger* a *Penicillium oxalicum*. *Aspergillus niger* je vedľajším produktom výroby kyseliny citrónovej, *Penicillium oxalicum* je vedľajším produktom výroby červeného antrachinónového farbiva (Beran, 2004). Tieto odpadové produkty sú produkované aj na Slovensku v množstve niekoľko ton ročne a predstavujú nenákladný zdroj hodnotných biologicky aktívnych zlúčenín, ktoré sú netoxické a úplne degradovateľné. Nerozpustný chitín-glukán komplex sa solubilizuje karboxymetyláciou (rozpustný karboxymetylglukán) a sulfoetyláciou. Ultrasonikáciou sa získavajú frakcie a nižšou molekulárnou hmotnosťou. Solubilné deriváty inhibovali rast plesní a konídií dôležitých rastlinných patogénov in vitro (www.biopolymers.sk, 2003).

- Ako netoxický prírodný biodegradovateľný produkt a rovnako aj elicitor má chitosan potenciál stať sa novou triedou rastlinných protektantov, napomáhajúci zámeru udržateľného pôdohospodárstva. Schopnosť chitosanu vytvárať polopriepustné povlaky - predlžuje uchovateľnosť ošetrovaného ovocia a zeleniny minimalizovaním intenzity respirácie a znižovaním straty hmotnosti (Bautista-Baños, 2005).
- Boli preukázané fungicídne účinky chitosanu na okvetné lupienky ruže in vitro (Wojdyła, 2001).
- Dobré výsledky vo farbe, pri obmedzení strát vody a v obsahu redukujúcich cukrov na predĺženie trvanlivosti rezaných kvetov *Stachys floridana* Schuttl. ex Benth sa dosiahli pomocou karboxymetylchitosanového filmu (Weili-Jumpeng, 2005).

2 Cieľ

Cieľom tejto dizertačnej práce je:

1. sledovanie fyziologických procesov ovplyvňujúcich trvanlivosť rezaných kvetov so zameraním na zabezpečenie príjmu vody stonkou a zabránenie nadmerných strát vody transpiráciou,
2. možnosti predĺženia trvanlivosti ruží vo váze s využitím prírodných netoxických biodegradovateľných látok,
3. navrhnuť využitie zistených poznatkov pre ďalší rozvoj vedy a odporúčania pre prax.

3 Materiál a metódy

3.1 Rastlinný materiál

V rámci dizertačnej práce do výskumného programu budú zaradené dva kultivary rezaných ruží 'Riverdale' a 'Kardinal', čajohybridy pestované na Slovensku.

Rosa hybrida cv. '**Riverdale**'. Farba je žlto oranžová. Životnosť vo váze je 10-14 dní. Produkcia z 1 m² sa pohybuje od 220 do 260 kvetov. Veľkosť rezaných ruží sa pohybuje od 0,60 do 0,80 m. (www.olijrozen.nl). Ruže pestované hydroponicky v skleníkoch v obci Podhájska, Branislav Orémus, firma SLOVKVET (Bánov, pri Nitre).

Rosa hybrida cv. '**Kardinal**' (W.Kordes's 1985). Farba je sýtočervená. Životnosť vo váze je 10 - 12 dní. Produkcia z 1 m² sa pohybuje od 180-220 kvetov. Veľkosť rezaných ruží sa pohybuje od 0,40-0,60 m (Glváč,1998). Ruže pestované v pôde vo fóliovníku, Štefan Andrášik (Nitra, Krškany).

3.2 Chemický materiál

Po konzultácii s prof. Ing. Jozefom Hudecom, CSc. (Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra agrochémie a výživy rastlín) zvolíme tieto chemické látky: **chitosan** z pancierov krabov vyrobený Sigma

Chemical Co. USA, 85% deacetylovaný, 25 g (distribútor LAMDALIFE, a. s. Bratislava, cena 1889,70 SKK); **karboxymetylchytínoglukán** z Mycelia Penicilium chrizogénium; rozpustný **karboxymetylglukán**, obidva - Chemický ústav SAV, Bratislava, ktoré spĺňajú podmienku netoxickosti a biodegradovateľnosti. **Ako kontrolu použijeme destilovanú vodu**, resp. destilovanú vodu okyslenú kyselinou citrónovou na pH 3-3,5, ktoré sa považuje za štandard pre ruže (Reid, 1998; Durkin, 2001). Na porovnanie ďalej použijeme **kyselinu abscisovú**, ktorá má výborný efekt na predĺženie trvanlivosti ruží (Joyce, 2004), zo zásob laboratória KBPKÚ. Chemické látky budeme vážiť na analytických váhach AB 204 – S, s rozpätím max 220 g, min 10 mg, s presnosťou 0,0001 g. Chitosan použijeme nerozpustný alebo ho rozpustíme v slabej organickej kyseline (Hadwiger-Pullman, 1992). Použijeme 0,6% kyselinu octovú, pre účely postriekania rastliny pridáme 25% glycerolu (w/w k chitosanu) ako plasticízer, upravíme miešaním a filtrovaním a pH upravíme na 5,2 použitím 1N hydroxidu sodného (Thumula, 2006) alebo použijeme 1% kyselinu citrónovú, keďže sa táto používa na predĺženie trvanlivosti rezaných kvetov (Ichimura, 2006).

3.3 Metódy

3.3.1 Založenie pokusu a estetická metóda

Pokus budeme realizovať v laboratóriu Katedry biotechniky parkových a krajinných úprav Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Pozberové procesy a ich dopad na estetické hodnotenie kvetov vo váze budeme sledovať na základe roztokov, ktoré majú vplyv na predĺženie trvanlivosti kvetov. Každý pokus bude mať kontrolu a 3 alebo 4 varianty, pri ktorých budeme sledovať estetickú hodnotu a trvanlivosť vo váze ako aj fyziologické ukazovatele, na kontrolu i každý variant budeme potrebovať 10 ruží jedného kultivaru od jedného pestovateľa, pestované v rovnakých podmienkach. Počas prevozu ruží od pestovateľa do laboratória budú bez prerušenia sýtené vodou. Všetky ruže sa môžu umiestniť do 1 nádoby alebo po 3 do 1 nádoby s troma opakovaniami (Ichimura, 2002) alebo každú rastlinu do 1 nádoby. S praktického hľadiska uprednostníme prvú možnosť. Pred ponorením do roztokov, stonky kvetov zrežeme dlhým pozdĺžnym rezom na dĺžku stonky pod kvetom 0,4 m. Rez vedieme pod vodou, aby do stonky nevnikal vzduch, ale priamo voda. Tým predídeme upchatiu cievnych zväzkov v pletive stonky. Na pokus použijeme vázy z priehľadného skla.

Hodnotenie estetických, vzhľadových parametrov kvetu budeme robiť na základe zmyslov pozorovateľa. Zrakom budeme sledovať zmenu **farby kvetu, listov a stonky**. Hmatom budeme sledovať **ochabnutie stonky** pod kalichom, stratu turgora **korunných lupienkov** a vysychanie kvetov a stonky. Na základe pozorovaných príznakov rozvíjania, vädnutia a vysychania ruží **zostavíme subjektívny klasifikátor** estetického hodnotenia. Triedenie

chronologicky do desiatich štádií dozrievania resp. vädnutia rastliny ohodnotených bodmi zostupne od 10 bodov po 1 bod, pričom 5 bodov predstavuje ohnutie krku, ktoré sa pokladá za koniec trvanlivosti ruží vo váze a 3 body - začiatok usychania ruže.

3.3.2 Fyziologické metódy

Na základe dostupného laboratórneho vybavenia zvolíme gravimetrickú metódu stanovenia **intenzity transpirácie**. Táto metóda je založená na krátkodobom váhovom zistení zmeny spôsobenej stratou vody (Zima, 1990). Transpirácia je výdaj vody rastlinou v podobe pary, uskutočňovaný z povrchu listov. Pre sledovanie životnosti rezaných kvetov vo váze je ďalej potrebné stanoviť **vodný sýtosťný deficit (VSD)** podľa prírastku hmotnosti vodou dosycovaného listu rastliny. VSD predstavuje % vody, ktoré rastline chýba do úplného nasýtenia

3.3.3 Štatistické metódy

EH každého kvetu pri všetkých variantoch vyhodnotíme v MS Excel a vyjadríme mediánom za každý deň a za celé obdobie, uvedieme aj percentuálne ku EH kontroly. VSD vyhodnotíme aj mediánom za celé obdobie. Intenzitu transpirácie RT vyhodnotíme krivkami transpirácie v čiarových grafoch v MS Excel aj regresnou krivkou so zobrazením rovnice spoľahlivosti r^2 . Na základe hodnôt F testovacej štatistiky a významnosti testu zistíme, či je preukázny rozdiel v úbytku hmotností ruží medzi jednotlivými variantmi na úrovni α 0,05 pri 95 % intervale spoľahlivosti na základe ANOVA (Analysis of variance – analýza rozptylu) a Tukey's Studentized Range HSD testu. Na toto štatistické vyhodnotenie použijeme program SAS. Štatistické metódy odporučila prof. RNDr. Beáta Stehlíková, CSc.

4 Súhrn výsledkov s uvedením nových poznatkov

Ruže sme hodnotili podľa subjektívneho klasifikátora (Tab 1). Ohýbanie krku bolo pri kultivare Kardinal evidentnejšie ako pri kultivare Riverdale. Pri popise príznakov vädnutia a usychania sme používali logické spojky a/ alebo, lebo napr. stmavnutie okrajov lupienkov sme ohodnotili ako prvý príznak vysychania 3,5 bodmi, len ak bol ohnutý krk, nie pri plne rozvitých kvetoch, pri ktorých stmavnutie a jemné usychanie okrajov lupienkov mohlo byť spôsobené poškodením pri manipulácii s kvetmi po odrezaní a nie v dôsledku straty vody v bunkách.

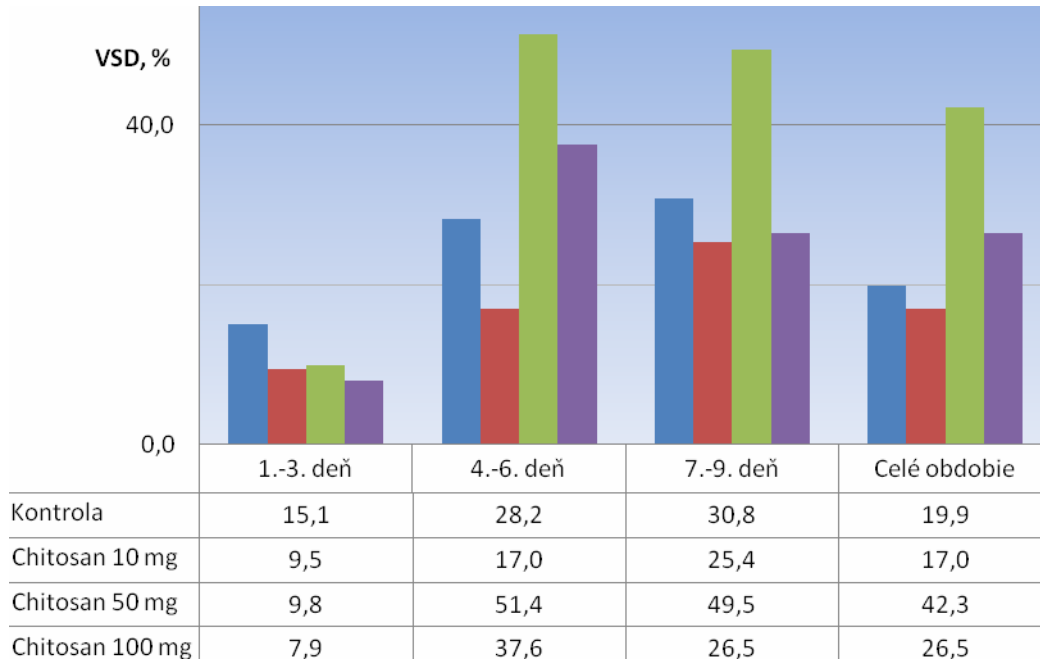
Prehľad pozitívnych výsledkov testovaných chemických látok uvádzame v Tab 2. Najnižší vodný sýtosťný deficit (VSD) ruží kv. Riverdale, vyjadrený mediánom za celé obdobie, bol pri variante s 10 mg chitosanu na liter destilovanej vody, nižší ako pri kontrole (destilovaná voda), najvyšší bol pri variante s 50 mg chitosanu (Graf 1). Chitosan sa vo vode viditeľne nerozpustil, ale sa usadil na dne vázy.

Tab. 1 Klasifikátor pre estetické hodnotenie ruží

Č.	Slovné hodnotenie	Popis	Body
1.	Nezrelá	neotvorený alebo slabo otvorený púčik	6 b
2.	Zrelá	otvorený púčik	7 b
3.	Slabo rozvitá a svieža	čiastočne rozvitý kvet - mierne uvoľnené lupienky	8 b
4.	Dobre rozvitá a svieža	rozvitý kvet, viac ako 2 kruhy lupienkov uvoľnených	9 b
5.	Veľmi dobre rozvitá a svieža	úplne rozvitý kvet, všetky lupienky uvoľnené, stonka pevná	10 b
6.	Menej svieža	stonka menej pevná	9 - 8 - 7 b*
7.	Priemerne svieža	mierne stáčanie lupienkov	8 - 7 b**
8.	Podpriemerne svieža	strata turgoru lupienkov alebo listy menej svieže alebo zaschnutie špica lupienka (ak sú však lupienky pevné a listy svieže)	7 b
9.	Začiatok vädnutia	stáčanie lupienkov alebo nakláňanie koruny na 1 stranu alebo začiatok ohýbania krku alebo listy ochabnuté (zvyčajne pri subletálnom VSD nad 20%).	6 b
10.	Vädnutie	ovisnutie alebo naklonenie lupienkov resp. koruny alebo ohnutie krku alebo skrútenie lupienkov alebo zvädnuté listy	5 b
11.	Zvädnutá	intenzívne stáčanie lupienkov do špicu alebo ovisnutie lupienkov pod rovinu kvetu	4 b
12.	Začiatok vysychania	zmena farby lupienkov - vysychanie (zväčša je už letálny VSD nad 40%)	3 b
13.	Vysychanie	lupienky mäkšie na pohmat, polovica hornej časti stonky hnedá	2 b
14.	Vyschnutá	krehké lupienky kvetov alebo lámavé listy, celá horná časť stonky hnedá	1 b
* v závislosti od vykvitnutia (9 - veľmi dobre, 8 - dobre a 7 - slabo rozkvitnutá ruža)			
** v závislosti od vykvitnutia (8 - veľmi dobre a 7 – dobre rozkvitnutá ruža)			

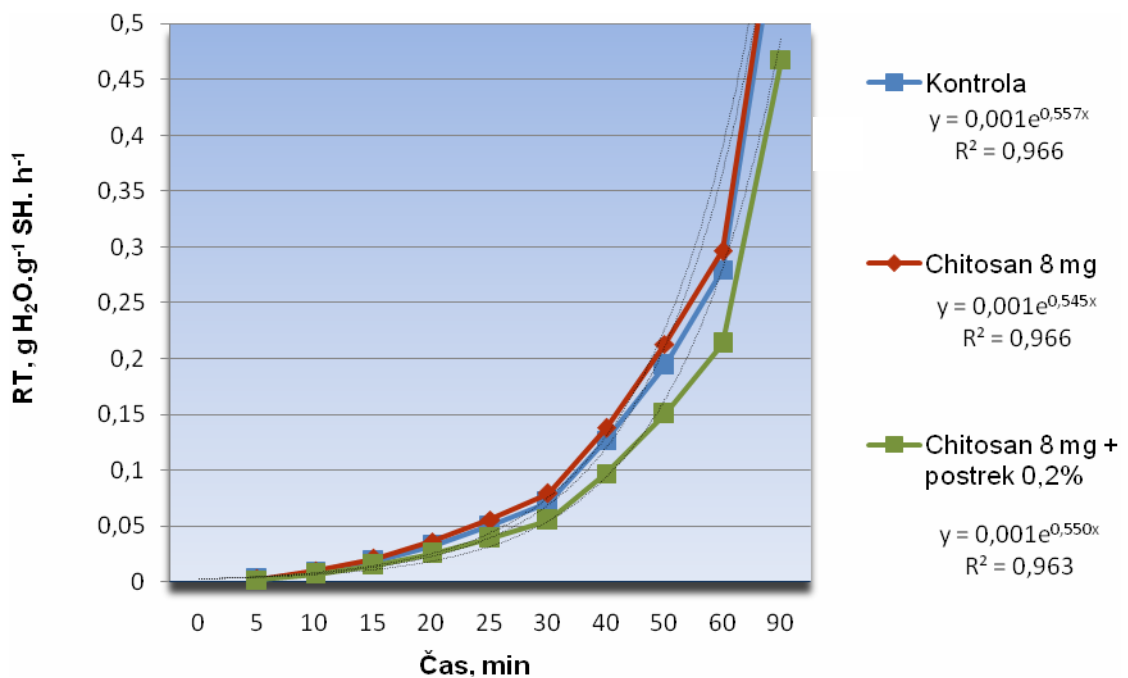
Tab 2 Prehľad pozitívnych výsledkov pokusov. Trvanlivosť (T) uvádzame v dňoch a % T v porovnaní s kontrolou. Pri estetickej hodnote (EH) uvádzame medián v bodoch a % celkovej EH v porovnaní s kontrolou. Vodný sýtosťný deficit (VSD) a intenzita transpirácie (RT) sú mediány. Chitosan⁰ nerozpustný resp. slabo rozpustný vo vode; chitosan¹ rozpustený v 1 % kyseline citrónovej.

Kapitola	Variant - chemická látka			Kontrola (skr.)	T		EH		VSD	RT	Kultivar	Obdobie
	Názov a charakter	mg.l ⁻¹	skratka	VSD, %; RT*, g H ₂ O.g ⁻¹ SH. h ⁻¹	d	%	b	%	%	*		
4.2	Karboxymetylglukán (rozpustný)	10	KMG 10	Destilovaná voda (D) VSD 8,8 %; RT 0,031	-	-	-	-	7,7	0,033	Riverd.	11/06
4.4	Karboxymetylglukán (rozpustný)	100	KMG 100 + postrek	Destilovaná voda (D) T 8 d; EH 9,5; VSD 6,5; RT 0,027 (voda z vodovodu T 6 d; EH 7,5)	7	87,5	6	85,5	10,1	0,017	Kardinal	4/08
	Giberelíny a kyselina abscisová (pH upravené na 6)	0,5 0,5	GA + ABA 0,5		8	100	9,5	102,5	6,1	0,019		
4.5	Kyselina abscisová (pH upravené na 6)	0,5	ABA	Destilovaná voda, pH3 (D3) T 8 d; EH 6,5; VSD 6,6; RT 0,093	12	150	7,5	127,5	4,6	0,093	Kardinal	5/08
4.6	Chitosan⁰	8	Ch 8	Destilovaná voda pH 3 (D3) T 6 d; EH 5,5; VSD 7,9; RT 0,060	7	116,5	6,8	116,5	7,5	0,068	Kard.	6/08
	Chitosan⁰ a chitosan ¹ (postrek, pH upr. 7)	8 2000	Ch 8 + postrek		7	116,5	7,8	123,5	7,9	0,047		
4.1	Chitosan ⁰	10	Ch 10	Destilovaná voda (D) T 7 d; EH 5,3; VSD 19,9; RT 0,015	7	100	5,5	101	17,0	0,019	Riverd.	9/06

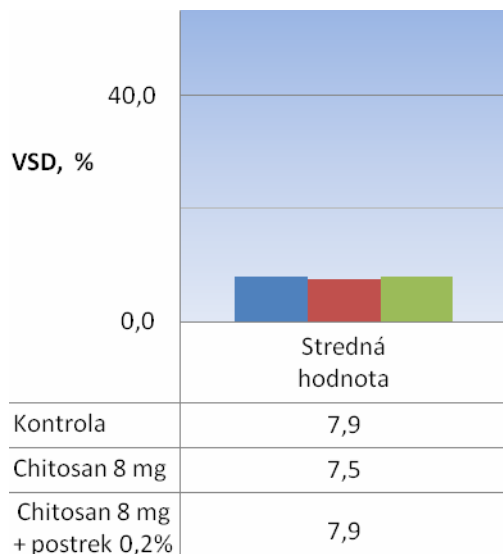


Graf 1 Vodný sýtosťný deficit (medián), chitosan uvádzame na 1 liter destilovanej vody.

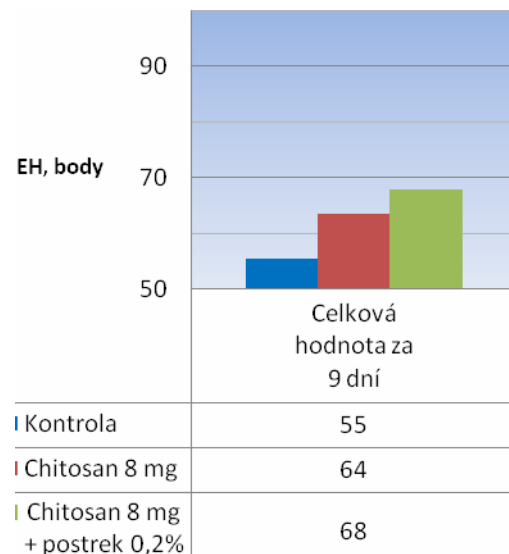
Graf 2 poukazuje preukazne na mierne intenzívnejšiu transpiráciu ruží kv. Kardinal pri variante s 8 mg Ch (Ch 8) ako pri kontrole (destilovaná voda, pH 3); a na menej intenzívnu transpiráciu pri variante s 8 mg Ch, ruží navyše postriekanej pred opätovným odrezaním stonky suspenziou Ch rozpusteného v kyseline citrónovej v koncentrácii 2 g.l^{-1} , pH upravené na 7 (Ch 8 + postrek), pri porovnateľných mediánoch VSD (Graf3).



Graf 2 Intenzita transpirácie za celé obdobie pokusu



Graf 3 VSD (medián 8 dní)

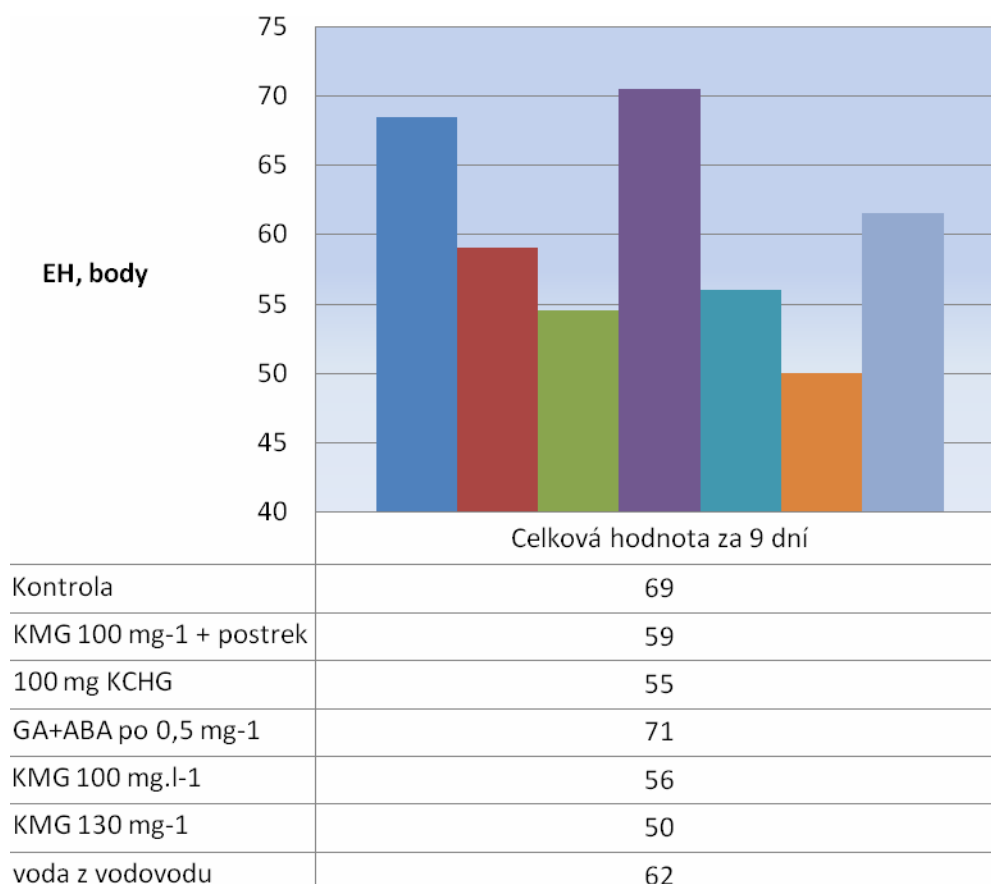


Graf 4 Estetické hodnotenie

Pri estetickom hodnotení ruží boli medzi jednotlivými variantmi najväčšie rozdiely na 5. deň, keď ruže pri kontrole dosiahli 5,5 bodu (medián), variant Ch 8 6,8 bodu, variant Ch 8 + postrek 7,8 bodu. EH si ruže udržali (výrazné ohnutie krku – 5 bodov) pri kontrole 6 dní a začali vysychať na 8. deň, spolu dosiahli 55 bodov za 9 dní a medián 6 bodov (Graf 4). Ruže vo variante Chitosan 8 si estetickú hodnotu udržali 7 dní (116,5 %), začali vysychať na 9. deň, ohodnotili sme ich spolu 64 bodmi (116,5 %), medián 8 bodov. Ruže vo variante Ch 8 + postrek si estetickú hodnotu udržali 7 dní (116,5 %) a vysychať začali na 9. deň, ohodnotili sme ich spolu 68 bodmi (123,5 %), medián 9 bodov. Botrytída sa objavila na 5. deň takmer na všetkých ružiach pri kontrole aj ostatných 2 variantoch a výrazne sa podpísala na skrátaní ich životnosti, keď lupienky vyschli za 1 - 2 dni po rozšírení botrytídy aj na vnútorné lupienky, hoci listy neboli ešte ochabnuté (nizky VSD). Pri kontrole a pri variante Ch 8 sa na lupienkoch objavila aj múčnatka, nie však pri variante Ch 8 + postrek.

Pri ďalšom pokuse ruže kv. Kardinal pri kontrole a variante GA+ABA 0,5 stratili estetickú hodnotu po 8 dňoch. Variant KMG 100 + postrek po 7 dňoch (87,5 %), variant KMG 100 bez postreku a KMG 130 a voda z vodovodu po 6 dňoch (75 %) a variant KCHG 100 už po 4 dňoch (50%). Ruže pri kontrole sme z estetického hľadiska hodnotili za 9 dní spolu 69 bodmi, medián 9,5 bodu; pri variante GA + ABA 0,5 dosiahli celkovú hodnotu spolu 71 bodov (102,5 %), medián 9,5 b; pri variante KMG 100 + postrek 59 bodov (85,5 %), medián 6 b; pri variante KMG 100 spolu 56 bodov (81 %), medián 5 b, pri variante KMG 130 spolu 50 bodov (72,5 %), medián 5 bodov, pri vode z vodovodu 62 bodov (90 %), medián 7,5 b a ruže pri variante KCHG 100 sme ohodnotili spolu 55 bodmi (80%), medián 4b (Graf 5). Najzreteľnejší rozdiel medzi jednotlivými variantmi v EH bol na 4.-5. deň pokusu, keď mali kontrola a variant GA+ABA 0,5 ešte EH 9 bodov, kým variant voda z vodovodu mala 7 bodov, variant KMG

100 + postrek 6 bodov, variant KMG 100 bez postreku a variant KMG s vyššou koncentráciou 130 mg.l-1 mal 5 bodov a variant KCHG 100 mal už len 4 body. Ruže pri variante KMG 130 zvädli o deň skôr ako pri variante KMG 100.



Graf 5 Celková estetická hodnota jednotlivých variantov za celé obdobie.

Zistili sme závislosť medzi nasledovnými ukazovateľmi (Tab. 5). S klesajúcou RT klesá aj EH. S klesajúcou RT stúpa VSD. So stúpajúcim VSD klesá EH. Príkladom je pri ďalšom pokuse výraznejší pokles RT ruží kv. Kardinal už na 4. deň pri kontrole (destilovaná voda pH 3) na rozdiel od variantu ABA, pri ktorom výraznejší pokles RT nastal až po 6 dňoch, spolu s poklesom EH. V tomto pokuse kontrola (spolu s variantom ABA postrek) na 10. deň dosiahla subletálny VSD na 8. deň a stratila EH 5 bodov, zatiaľ čo variant ABA 0,5 mg.l⁻¹ mal aj na 10 deň VSD ešte veľmi nízky a EH 5 bodov si udržal 12 dní (150 %) a získal spolu 84 bodov (127,5 % oproti kontrole). Pri negatívnych výsledkoch pri vysokých koncentráciách Ch a KMG sa preukázalo, že od začiatku bola nízka RT v dôsledku upchávania stonky, aj pri stabilnom pH. To potvrdzuje dôležitosť stanovenia VSD na hodnotenie RT.

V tabuľke 3 sú uvedené hodnoty štatistiky ako stupne voľnosti, sumy štvorcov, priemerné štvorce, F - hodnoty testovacej štatistiky a hladiny významnosti pre dané varianty (číslo pri skratke udáva množstvo použitej chemickej látky v mg na liter) v jednotlivých skúmaných dňoch pokusov.

Tab. 3 Štatistické vyhodnotenie ANOVA (Analysis of Variance - analýza rozptylu)

K, Ch10, Ch 50, Ch	Stupne voľnosti	ANOVA Suma štvorcov	Priemerný štvorec	F hodnota	Hladina významnosti Pr > F
1. deň	3	374.0978601	124.6992867	409.79	<.0001
2. deň	3	187.9019802	62.6339934	570.97	<.0001
3. deň	3	159.5986246	53.1995415	122.87	<.0001
4. deň	3	115.4161482	38.4720494	439.30	<.0001
5. deň	3	507.5589885	169.1863295	4692.45	<.0001
6. deň	3	308.0276925	102.6758975	2410.54	<.0001
7. deň	3	1089.535181	363.178394	9917.98	<.0001
8. deň	3	1054.235630	351.411877	15355.4	<.0001
K, KMG 10, KMG 50, KMG 100,	Stupne voľnosti	ANOVA Suma štvorcov	Priemerný štvorec	F hodnota	Hladina významnosti Pr > F
1. deň	3	64.85259900	21.61753300	37.87	<.0001
2. deň	3	629.8088123	209.9362708	1979.08	<.0001
3. deň	3	567.3953263	189.1317754	3437.90	<.0001
4. deň	3	393.7638728	131.2546243	2502.64	<.0001
K, KMG 100 + postrek, KCHG	Stupne voľnosti	ANOVA Suma štvorcov	Priemerný štvorec	F hodnota	Hladina významnosti Pr > F
2. deň	3	455.4745277	151.8248426	1369.63	<.0001
4. deň	3	959.2313930	319.7437977	4110.05	<.0001
6. deň	3	317.8527104	105.9509035	5325.36	<.0001
K, ABA, ABA postrek, Ch nostrek	Stupne voľnosti	ANOVA Suma štvorcov	Priemerný štvorec	F hodnota	Hladina významnosti Pr > F
2. deň	3	485,2399	161,7466	1702,96	<.0001
4. deň	3	131,1031	43,70104	708	<.0001
6. deň	3	72,46017	24,15339	595,47	<.0001
8. deň	3	360,0077	120,0026	6416,54	<.0001
10. deň	3	92,82822	30,94274	3937,15	<.0001
K, Ch 8, Ch 8 + postrek	Stupne voľnosti	ANOVA Suma štvorcov	Priemerný štvorec	F hodnota	Hladina významnosti Pr > F
2. deň	2	14.73430747	7.36715373	415.39	<.0001
5. deň	2	46.45876382	23.22938191	1496.00	<.0001
7. deň	2	28.63109309	14.31554655	1923.68	<.0001

Tab. 4 Výsledky testov mnohonásobného porovania.*** preukazný rozdiel na hladine významnosti $\alpha=0,05$;

x resp. xx - nebol zistený preukazný rozdiel

	Kontrola - dest. voda	Chitosan 10 mg	Chitosan 50 mg	Chitosan 100 mg
1. deň	***	***	***	***
2. deň	x	***	x	***
3. deň	x	x	xx	xx
4. deň	***	***	***	***
5. deň	***	***	***	***
6. deň	***	***	***	***
7. deň	***	***	***	***
8. deň	***	***	***	***
	Kontrola - dest. voda	KMG 10 mg.l⁻¹	KMG 50 mg.l⁻¹	KMG 100 mg.l⁻¹
1. deň	***	x	x	***
2. deň	***	***	***	***
3. deň	***	***	***	***
4. deň	x	x	***	***
	Kontrola - dest. voda	KMG 100 mg.l⁻¹ + postrek	KCHG 100 mg	GA 0,5 mg.l⁻¹ + ABA 0,5 mg.l⁻¹
2. deň	***	***	***	***
4. deň	***	***	***	***
6. deň	***	***	***	***
	Kontrola - destilovaná voda pH 3	ABA 0,5 mg.l⁻¹ pH 6	ABA 0,5 mg.l⁻¹ postrek pH 6	Chitosan postrek 2 g.l⁻¹ pH 6
2. deň	***	***	***	***
4. deň	***	***	x	x
6. deň	***	***	***	***
8. deň	***	***	***	***
10. deň	***	***	***	***

Na základe hodnôt F testovacej štatistiky a významnosti testu sme zistili preukázny rozdiel v úbytku hmotností ruží v priebehu času medzi jednotlivými variantmi chemických látok na úrovni $\alpha=0,05$ pri 95 % intervale spoľahlivosti, na základe ANOVA (Analysis of variance – analýza rozptylu) a Tukey's Studentized Range HSD testu (Tab. 4).

Tab. 5 Závislosť medzi jednotlivými ukazovateľmi podľa grafov závislosti.

<p>RT a VSD <u>Negatívna korelácia:</u> Kontrola - destilovaná voda ($y = -13,4\ln(x) - 27,83$; $R^2 = 0,675$), Chitosan 10 mg ($y = -17,8\ln(x) - 45,61$; $R^2 = 0,609$); Kontrola - destilovaná voda pH 3 ($y = -14,5\ln(x) - 46,60$; $R^2 = 0,706$) <u>Pomerne vysoko negatívna korelácia:</u> Chitosan postrek 2g.l^{-1} pH 6 ($y = -27,3\ln(x) - 102,1$; $R^2 = \mathbf{0,845}$).</p>
<p>RT a EH <u>Vysoko pozitívna korelácia:</u> Kontrola - destilovaná voda $y = 2,150\ln(x) + 13,87$; $R^2 = \mathbf{0,957}$) <u>Pomerne vysoko pozitívnu korelácia:</u> Chitosan 10 mg ($y = 2,167\ln(x) + 13,7$; $R^2 = \mathbf{0,870}$); <u>Pozitívna korelácia:</u> Chitosan 100 mg ($y = 1,092\ln(x) + 8,865$; $R^2 = 0,591$); <u>Pomerne vysoko pozitívna korelácia:</u> Kontrola - destilovaná voda pH 3 ($y = 4,008\ln(x) + 23,20$; $R^2 = \mathbf{0,895}$), ABA pH 6 ($y = 3,269\ln(x) + 21,17$; $R^2 = \mathbf{0,852}$), ABA postrek pH 6 ($y = 5,631\ln(x) + 30,41$; $R^2 = \mathbf{0,895}$), <u>Vysoko pozitívna korelácia:</u> Chitosan postrek ($y = 5,937\ln(x) + 32,70$; $R^2 = \mathbf{0,981}$).</p>
<p>VSD a EH <u>Negatívna korelácia:</u> Kontrola - destilovaná voda ($y = -2,28\ln(x) + 12,74$; $R^2 = 0,611$), Chitosan 10 mg ($y = -1,81\ln(x) + 10,78$; $R^2 = 0,791$), Chitosan 50 mg ($y = -1,74\ln(x) + 10,26$; $R^2 = 0,803$), Chitosan 100 mg ($y = 1,092\ln(x) + 8,865$; $R^2 = 0,591$) <u>Pomerne vysoko negatívna korelácia:</u> Kontrola - destilovaná voda pH 3 ($y = -3,03\ln(x) + 13,54$; $R^2 = \mathbf{0,910}$), <u>Negatívna korelácia:</u> Chitosan postrek 2 g.l^{-1} ($y = -2,82\ln(x) + 14,35$; $R^2 = 0,798$).</p>

5 Záver

Na základe výsledkov pokusov na trvanlivosť rezaných ruží odrôd 'Riverdale' a 'Kardinal' realizovaných v laboratóriu KBPKÚ, FZKI, SPU v Nitre v období rokov 2006 - 2008 sme dosiahli nasledovné závery:

- ABA v koncentrácii $0,5\text{ mg.l}^{-1}$ roztoku vo váze (pH 6) predĺžila trvanlivosť ruží vo váze o 60% znížením VSD a intenzity transpirácie
- 8 mg nerozpustného chitosanu na 1l vody vo váze (pH 3) predĺžilo trvanlivosť ruží o takmer 17%. Chitosan aj v tomto množstve mierne zvýšil intenzitu transpirácie
- Postrek suspenziou chitosanu (200 mg na 1 liter) navyše, pred opätovným odrezaním, predĺžil trvanlivosť ruží o ďalších takmer 17%. Postrek chitosanom znížil intenzitu transpirácie. Postrek chitosanom zamedzil rozšíreniu múčnatky na korunných lupienkoch

Odporúčania pre kvetinárov a zákazníkov na predĺženie trvanlivosti ruží vo váze:

- Použiť čo najčistejšiu vodu, lepšie destilovanú ako vodu z vodovodu (cena 12 SKK za liter).
- Vodu okysliť kryštalickou kyselinou citrónovou 100 - 150 mg.l⁻¹ na pH 3-3,5 (cena 0,15 SKK za 150 mg)
- Pridať 8 mg nerozpustného kryštalického chitosanu na liter takto okyslenej destilovanej vody vo váze (cena približne 0,60 - 0,70 SKK za 8 mg). Cena za 1l okyslenej destilovanej vody s prídavkom 8 mg chitosanu je v súčasnosti približne 13 SKK.
- Pestovateľovi odporúčame rezať ruže ráno a dodržiavať hygienické podmienky pri zaobchádzaní s rezanými kvetmi.
- Cena 1 litra 0,2 % roztoku chitosanu vyrobeného z pancierov krabov, ktorý sme použili v našich pokusoch, je v súčasnosti 180 SKK. Z praktického hľadiska by bola pre pestovateľa jednoduchšia príprava roztoku vo vode rozpustného karboxymetylglukánu ako vo vode veľmi slabo rozpustného kryštalického chitosanu.
- Postrek resp. ponorenie do roztoku je potrebné však vykonať pred odrezaním resp. opätovným zrezaním stonky, keďže pri vyšších koncentráciách týchto látok v roztoku vo váze dochádza k upchávaniu stonky.

Odporúčania pre vedeckú prax:

- Pri kultivaroch ruží s trvanlivosťou vo váze 10 a viac dní použiť viac ako 10 ruží na jeden variant pri stanovovaní RT a VSD.
- Každý druhý deň a na toto stanovenie vyberať kvet strednej estetickej hodnoty.
- Pri aplikácii chitosanu resp. jeho derivátov na listy a kvety ruží je potrebné zníženie VSD pri zníženej RT ešte preukázať.
- Vypracovať vhodnejší spôsob prípravy a najoptimálnejšiu koncentráciu, aby sme využili schopnosť chitosanu vytvárať polopriepustné povlaky na zníženie RT a strát VSD aj pri rezaných kvetoch a dokázali tak efektívne predĺžiť ich uchovateľnosť a trvanlivosť prírodnými prostriedkami.
- Výsledky tejto dizertačnej práce môžu byť využité vo vyučovacom predmete Viazáčstvo a aranžovanie kvetín.

6 Použitá literatúra

- BAUTISTA-BAÑOS, S. A. N. et al.** 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. In *Crop Protection* [online]. 2006, vol. 25, Issue 2 [cit. 2007-10-21] p. 108-118. Dostupné na internete: <<http://www.aseanbiotechnology.info/Abstract/21024015.pdf>>.
- BERAN, M. et al.** 2004. Isolation and some applications of fungal chitin – glucan complex and chitosan, Postery 2004, Praha: Výskumný ústav potravinářsky Praha. [cit. 2005-10-12] Dostupné na internete: <www.vupp.cz/czvupp/publik/04poster/04Chitosan2004.pdf>.
- BIOPOLYMERS.SK.** Institute of Chemistry. Slovak Academy of Science. [cit. 2008-01-12] Dostupné na internete: <<http://www.polymer.sav.sk/publ2007.pdf>>.
- DA SILVA, J.A.T.** 2003. The cut Flower: Postharvest Considerations. In *OnLine Journal of Biological Sciences* [online]. 2003, 3 (4): p. 406-442. ISSN 1608-4217.
- DURKIN, D. J. et al.** 2001. The influence of vase water pretreatment on the accumulation of microparticles, microcompounds and bacterial cells on the cut surface xylem of Rosa cv. ‘Kardinal’ observed by SEM Gartenbauwissenschaft. [online]. 2001, 66 (2). [cit. 2005-10-15] p. 93–101, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart Dostupné na internete: <http://www.ulmer.de/Artikel.dll/2_01_s93-101>. ISSN 0016–478X.
- GLVÁČ, F.** 1998. Kráľovna kvetín od minulosti k dnešku. Bratislava: SOU polygrafické, 1998, p.108. ISBN 80-967598-2-5.
- HADWIGER, L. A. - PULLMAN, W. A.** 1992. Method for treating cereal crop seed with chitosan to enhance yield root growth, and stem strength. In *United States Patent* [online]. 1992, 5, 104 [cit. 2005-10-20] p. 437 Dostupné na internete: <<http://www.freepatentsonline.com/5104437.html>>.
- ICHIMURA, K. et al.** 2002. Variation with the cultivar in the vase life of cut rose flowers. In *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.* [online]. 2002, 2: [cit. 2005-10-20] p. 9 - 20, Dostupné na internete: <<http://www.jircas.affrc.go.jp>>.
- ICHIMURA, K. et al.** 2006. Extension of the Vase Life in Cut Roses by Treatment with Glucose, Isothiazolinonic Germicide, Citric Acid and Aluminum Sulphate Solution JARQ 40 (3): 263 – 269, 2006 Dostupné na internete: <<http://www.jircas.affrc.go.jp>>.
- JOYCE, D. C.** 2004. Effects of vase solution pH and abscisic acid on the longevity of cut ‘Baccara’ roses In *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, vol. 79, 2004, no. 5, p. 828–832.
- KADLUBIAKOVÁ, M.** 2007. Faktory ovplyvňujúce trvanlivosť rezaných kvetov ruže. In DP, Nitra: SPU, 2007.
- REID, M. S.** 1998. Postharvest care of cut roses. In *Growing Points, Faculty Publications, Fall* [online]. 1998, vol. 1. 2, no. 4 [cit. 2005-10-20] p. 4-5.

Dostupné na internete: <<http://groups.ucar.org/ehric/documents/Growing-Points4502.pdf>>.

REID, M. S. et al. 1997. Keeping cut flowers cool In *Perishables Handling Quarterly Issue* [online]. 1997, no. 92, [cit. 2005-10-20] p. 12,29. Dostupné na internete: <<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/148cutflowers.pdf>>.

SEREK, M. a REID, M. S. 1997. Use of growth regulators for improving the postharvest quality of ornamentals In: *Perishables Handling Quarterly Issue* 1997 no. 92 p. 7.

THUMULA, P. 2006. Studies on Storage Behaviour of Tomatoes Coated with Chitosan-Lysozyme Films. Montreal: Department of Bioresource Engineering, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences McGill University, 2006.

WEILI, Z.-JUMPENG, Y. 2005. Study on fresh flower betony (*Stachys floridana* Schuttl. ex Benth) with carboxymethylchitosan rating. In *Agricultural Tribune*, 2005.

WISNIEWSKI, M. et al. 2001. Non chemical approaches to postharvest disease kontrol. In *Acta Horticulturae 553: Jerusalem: IV International Conference on Postharvest Science, 2001*, ISHS 2001: 407-412.

WOJDYŁA, A. T. et al. 2001. Chitosan in the Control of Rose Diseases - 6-year trials. Biological Sciences. In *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*, vol. 3, 2001.

ZIMA, M. 1990. Návodý na cvičenia z fyziológie rastlín. Bratislava: Príroda, 1990: 170, ISBN: 80-07-00344-4.

ZIESLIN, N. 1989. Postharvest control of vase life and senescence of rose flowers In *Acta Horticulturae*, 1989, 261, p. 257-264.

www.olijrozen.nl

7 Zoznam publikovaných prác autorky súvisiacich s riešenou problematikou

ONDUSKOVÁ, K. 2006. Transpirácia rezaných ruží. In *Věda mladých 2006* [CD-ROM]. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-7157-974-2.

ŠOVCOVÁ, K. 2005. Faktory ovplyňujúce životnosť a trvanlivosť rezaných kvetov (*Freesia hybr.*, *Gerbera jamesonii* L.). In: *Věda mladých 2005* [CD-ROM]. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005. s. 275-280. ISBN 80-8069-585-7.

ONDUSKOVÁ, K. 2006. Transpirácia rezaných ruží. In *Věda mladých 2006* [CD-ROM]. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-7157-974-2.

ŠOVCOVÁ, K. 2005. Faktory ovplyňujúce životnosť a trvanlivosť rezaných kvetov (*Freesia hybr.*, *Gerbera jamesonii* L.). In: *Rastlina - interiér - tvorba* [CD-ROM]. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2006. ISBN 80-8069-724-8.