

**56. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije**

**VPLIV HIDROGELA NA RAST IN PRIDELEK  
PAPRIKE (*Capsicum annuum* L.)**

**Raziskovalno področje: Drugo – Kmetijstvo**

**Raziskovalna naloga**

**Avtorja: Mihael Biro, Matjaž Onišak**

**Mentorja: dr. Primož Titan,  
mag. Alenka Mujdrica Rožman**

**Šola: Biotehniška šola Rakičan,  
Lendavska ulica 3,  
Rakičan, Murska Sobota**

**Rakičan, april 2022**

## KAZALO VSEBINE

	<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>3</b>
	<b>KAZALO GRAFOV .....</b>	<b>3</b>
	<b>POVZETEK .....</b>	<b>4</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
	<b>ZAHVALA .....</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1</b>	<b>Raziskovalno vprašanje in hipoteze .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>TEORETSKE OSNOVE .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>PAPRIKA (<i>Capsicum annuum</i> L.).....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>HIDROGEL .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL IN METODE .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Metoda zbiranja podatkov .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Metoda obdelave podatkov .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>REZULTATI .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>SKLEPI .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>DRUŽBENA ODGOVORNOST .....</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>32</b>

## KAZALO SLIK

- Slika 1: Paprika ( <i>Capsicum annuum</i> L.).....	9
- Slika 2: Hidrogel .....	13
- Slika 3: Eksperimentalno polje .....	14
- Slika 4: Sprememba dinamike zalivanja zaradi večje porabe vode..	15
- Slika 5: Merjenje višine rastlin paprike .....	16
- Slika 6: Merjenje vsebnosti klorofila v listih paprike .....	16
- Slika 7: Tehnološko zreli plodovi paprike .....	17
- Slika 8: Tehtanje in merjenje premera plodov paprike .....	17

## KAZALO GRAFOV

- Graf 1: Višina in število plodov rastline paprike – Alpina, merjeno v treh različnih obdobjih rasti, v odvisnosti od dodane količine hidrogela .....	20
- Graf 2: Višina in število plodov rastline paprike – Soroksari, merjeno v treh različnih obdobjih rasti, v odvisnosti od dodane količine hidrogela .....	22
- Graf 3: Vsebnost klorofila in število plodov rastline paprike – Alpina, merjeno v treh različnih obdobjih rasti, v odvisnosti od dodane količine hidrogela .....	24
- Graf 4: Vsebnost klorofila in število plodov rastline paprike – Soroksari, merjeno v treh različnih obdobjih rasti, v odvisnosti od dodane količine hidrogela .....	26
- Graf 5: Pridelek paprike – Alpina v odvisnosti od dodane količine hidrogela .....	27
- Graf 6: Pridelek paprike – Soroksari v odvisnosti od dodane količine hidrogela .....	28

## **POVZETEK**

Danes velja upravljanje z vodo za enega večjih izzivov za vse države. Do leta 2030 bo svetovno povpraševanje po vodi verjetno 50 % večje kot danes, kar bo povzročilo pomanjkanje vode. Kmetijski sektor porabi več kot 70 % sladke vode v večini regij sveta.

Uporaba materialov, kot so hidrogelni polimeri – hidrogeli, ki izboljšujejo učinkovitost uporabe vode in hranil, postaja zelo pomembna, zlasti v regijah z omejeno razpoložljivostjo vode. Hidrogel lahko zadrži vodo in rastlinska hranila ter jih sprosti rastlinam, ko se okoliška tla v bližini koreninskega območja rastlin začnejo sušiti.

V raziskovalni nalogi smo želeli ugotoviti vpliv različnih dodanih količin hidrogela na rast in pridelek paprike (*Capsicum annuum* L.).

Merili smo rast višine rastline paprike, vsebnost klorofila v listih paprike in pridelek paprike (število, masa in premer plodov).

Rezultati so pokazali, da ima uporaba hidrogela pozitiven učinek na rast in razvoj paprike. Zviševanje količine dodanega hidrogela je imelo pozitiven vpliv na samo rast in razvoj paprike (višina rastline, vsebnost klorofila, število plodov) kakor tudi na končni pridelek paprike (pri obeh sortah). Pri obeh sortah paprike se je namreč izkazalo, da je bil pri najvišjem dodanem odmerku hidrogela (30 g) v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem pridelek paprike tudi za več kot 200 g večji. Predvidevamo, da je vzrok za takšno razliko v zelo slabi začetni rasti kontrolnih rastlin, ki je posledica sušnega stresa. Po drugi strani je dodajanje hidrogela bistveno pripomoglo k omilitvi posledic sušnega stresa, kar se je na koncu pozitivno odrazilo na rasti in razvoju paprike.

**Ključne besede:** hidrogel, paprika, pridelek, voda

## **ABSTRACT**

Water management is considered to be one of the major challenges of all countries. It is assumed that by 2030 global water demand is likely to be 50 % higher in comparison to the current demands; consequently, this could lead to water shortages. Generally, the agricultural sector consumes more than 70 % of fresh water in most regions of the world.

Materials such as hydrogel polymers – hydrogels improve water and nutrient use efficiency. Therefore, the use is becoming crucially important, especially in regions with limited water availability. The hydrogel can retain water and plant nutrients or release them to plants when the surrounding soil near the root system begins to dry out.

The main aim of our research was to determine the effect of various hydrogel amounts on pepper yield and plant growth (*Capsicum annuum L.*).

Other measurements included growth and height of pepper plant, chlorophyll content in pepper leaves, and pepper yield (number, weight, fruit diameter).

The results have shown the positive effect of hydrogel on the growth and development of pepper plants. An increase in the amount of hydrogel contributed to a positive effect on growth and pepper development (plant height, chlorophyll content, fruit number) and additionally to the final pepper yield in both varieties. Compared to the control treatment, the analysis indicated that at the highest added amount of hydrogel (30 g) the pepper yield was more than 200 g higher in both varieties. Hypothetically, the reason could be deprived initial growth of control plants due to drought stress. On the other hand, adding hydrogel significantly contributed to mitigating the effects of drought stress. As a result, the addition had a positive effect on pepper growth and general pepper development.

**Keywords:** hydrogel, pepper, yield, water

## **ZAHVALA**

Zahvaljujeva se dr. Primožu Titanu in mag. Alenki Mujdrica Rožman za strokovno pomoč pri postavitvi poskusa na eksperimentalnem polju in pri oblikovanju zapisov raziskovalnega dela.

Hvala tudi Kseniji Kous za sadike paprike, Ani Sobočan za prevod povzetka v angleščino in Marjanci Ferko Omahen za jezikovni pregled.

# 1 UVOD

Ključni problemi globalnega kmetijstva so neenakomerna porazdelitev pridelave hrane, kemizacija kmetijstva, širjenje puščav, erozija prsti, velika poraba vode, pozidave kmetijskih zemljišč in naraščanje svetovnega prebivalstva, kar spodbuja kmetijski sektor v stalno težnjo po višanju globalnih pridelkov (Plut, 2012).

Po zadnjih podatkih Statističnega urada RS je v Sloveniji 203 hektarjev površin zasajenih s papriko, pridelek paprike pa znaša 4.428 ton.

Tržna pridelava paprike je v slovenskem pridelovalnem prostoru omejena predvsem na zavarovan prostor, saj je za kakovosten pridelek pomembna dovolj visoka temperatura zraka v času razvoja plodov kot tudi dovolj visoka relativna zračna vlaga v času cvetenja (Vidic, 1999).

Papriko gojimo zaradi sočnih plodov, ki so bogati z vitamini, še posebej z vitaminom C. Paprika se uporablja kot začimba, hrana in pomaga pri težavah, kot je visok krvni tlak, holesterol, pri težavah s kožo, bolečinah v sklepih.

Voda v tleh je bistvenega pomena za različne vrste rastlin in njihovo vegetacijo. Uporaba hidrogela v kmetijskem sektorju pridobiva na vse večjem pomenu, saj hidrogel lahko zagotovi rešitve pomanjkanja sladke vode v kmetijstvu in posledično poveča produktivnost prsti in vode brez uničenja okolja. Hidrogel vpliva tudi na prepustnost tal, gostoto, strukturo, teksturo ter hitrost izhlapevanja in infiltracije vode skozi tla (Ekebafé in sod., 2011).

Hidrogel sprošča vodo in hranila v rastline, ko se substrat okoli koreninskega območja rastlin posuši. Tako hidrogel izboljša kalitev semen, poveča vsebnost vode in vsebnost klorofila v listih, v pogojih sušnega območja (Khadem in sod., 2010). Hidrogel vpliva tudi na izboljšanje razvoja korenin, rast rastlin, zmanjšanje izgube hranil z izpiranjem in zmanjša učinek vodnega stresa po presaditvi rastlin (El-Asmar, 2017; Abobatta, 2018).

## **1.1 Raziskovalno vprašanje in hipoteze**

V raziskavi smo želeli ugotoviti vpliv različnih količin hidrogela na rast in pridelek paprike.

Naše hipoteze so:

**Hipoteza 1: Z zviševanjem dodane količine hidrogela pozitivno vplivamo na končni pridelek paprike.**

**Hipoteza 2: Z zviševanjem dodane količine hidrogela pozitivno vplivamo na višino rastline paprike.**

**Hipoteza 3: Z zviševanjem dodane količine hidrogela pozitivno vplivamo na intenziteto tvorbe klorofila.**



## 2 TEORETSKE OSNOVE

### 2.1 Paprika (*Capsicum annuum L.*)

Paprika (*Capsicum annuum L.*) (Slika 1) spada v skupino plodovk in v družino razhudnikovk (*Solanaceae*) (Černe, 1988; Heywood, 1995).

Paprika izvira iz Južne Amerike. Znanstveno ime *Capsicum* izvira iz latinske besede *capsa* in pomeni škatlica. Semena paprik so odkrili pri izkopavanjih človeških domovanj, njihovo starost ocenjujejo od 8.000 do 9.000 let.

V Evropo je prišla s portugalskimi pomorščaki sredi 15. stol., nato pa se je hitro razširila v severno Afriko, Indijo, južno Azijo in na Kitajsko. Njeno pridelovanje je priljubljeno tako po svetu kot tudi pri nas. Na Balkan so jo prinesli Turki. Prvi v Evropi so jo gojili Slovani že leta 1585. Razlog za hitro širitev je popolna odsotnost strupenih snovi v papriki. Rastline iz iste družine, ki so sočasno prispele na naše ozemlje (paradižnik, krompir in tobak), so v plodovih in listih vsebovale toksične alkaloidne, ki jih je bilo treba odpraviti s selekcijo (Vidic, 1999).



**Slika 1: Paprika (*Capsicum annuum L.*)**

(Vir: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Capsicum\\_annuum\\_-\\_K%C3%B6hler%E2%80%93Medizinal-Pflanzen-027.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Capsicum_annuum_-_K%C3%B6hler%E2%80%93Medizinal-Pflanzen-027.jpg); 25. 1. 2022)

V Evropi je paprika zelnata enoletnica. Gojimo jo predvsem zaradi plodov, ki se pobirajo v tehnološki ali fiziološki zrelosti, odvisno od nadaljnjega namena uporabe.

Na začetku se bolj razvija glavna korenina, ki zraste do globine 80 cm. Kasneje se razvijajo tudi stranske korenine, ki segajo do globine 30 cm. Na splošno je koreninski sistem pri papriki slabše razvit, zato slabše sprejema hranila iz zemlje in posledično potrebuje strukturna in vlažna tla ter je bolj dovzetna za suše. Razrast koreninskega sistema pospešimo s pravilnim gnojenjem (Černe, 1988).

Na začetku rasti je steblo paprike zelnato, ki s staranjem oleseneva. Pri odrasli papriki steblo popolnoma oleseni. V prerezu je steblo okroglo ali oglato. Steblo je gladko ali poraščeno z dlačicami, zeleno ali obarvano vijolično (Černe, 1988).

Listi so jajčaste ali suličaste oblike in proti vrhu ostro zoženi ter na dolgih pecljih. Rastline z majhnimi listi razvijejo majhne plodove ter obratno rastline z velikimi listi razvijejo velike plodove. Če ima rastlina rumenozelene liste, so plodovi v tehnološki zrelosti mlečno beli, rumeni ali rumenozeleni. Pri temnozelenih listih so tudi plodovi takšne barve (Leskovec, 1969).

Cvetovi paprike so zvezdasti, beli ter so v pazduhah listov in še to samo en (redko več). Cvet sestavlja 5–6 venčnih listov in prav toliko je tudi prašnikov. Velikost cveta je v odvisnosti z velikostjo lista in plodu. Povprečno so veliki 1–3 cm. Paprika cveti od 8 do 12 dni. Zgradba cvetu je primerna za samooprašitev, vendar se večina oprashi s tujim cvetnim prahom (Pavlek, 1979). Do 50 % cvetov paprike oprashijo žuželke (Černe, 1998).

Plodovi paprike so lahko v različnih oblikah in vsebujejo veliko semena. Plod imenujemo tudi jagoda, ki je votla ter se ne odpira in se razvije iz treh zraslih plodnih listov. Sestavljajo ga perikarp, placenta in semena. Barva tehnološko zrelih plodov je zelena, rumena, vijolično-zelena. Barva fiziološko zrelih plodov pa rdeča, rumeno-

oranžna ali rumeno-rdeča. Plod lahko raste pokončno, delno pokončno ali pa visi, kar je odvisno od sorte. Oblika plodu je od sorte do sorte različna, a se lahko tudi v neugodnih razmerah spremeni (Žnidarič, 2001). Tudi okus se razlikuje glede na sorte in je odvisen od stopnje zrelosti. Nekatere sorte imajo plodove z ostrim oz. pekočim okusom.

Seme je ledvičaste oblike, sploščeno in rahlo rumene barve. Dolgo je približno 3–4 mm, široko 2–3 mm in 0,5–1 mm debelo. Masa 1000-ih zrn je 6 g. Seme je pritrjeno na placento in se nahaja v notranjosti votle jagode. Seme vsebuje obilen endosperm. Kalček je rahljo zakrivljen (Heywood, 1995).

Paprika je toplotno zahtevna vrtnina. Odrasle rastline optimalno uspevajo pri temperaturi 20 do 25 °C (čez dan) in 16 do 21 °C (ponoči). Za uspešno rast rastline je potrebna svetloba (12–14 ur na dan). Paprika potrebuje veliko količino vode v času rasti in razvoja. Za 1 kg tehnološko zrelih plodov je potrebnih od 58 do 77 litrov vode (Osvald, Osvald – Kogoj, 2005).

## 2.2 Hidrogel

Raziskovalno področje sodobne znanosti, ki ga strokovnjaki (kemiki, fiziki in tudi ostali) v sodobnem času intenzivno preučujejo, so geli. To so trodimenzionalne zamrežene polimerne strukture, ki absorbirajo topilo in brez raztapljanja nabreknejo do določene stopnje (Kurečič, 2011).

Ena izmed vrst gelov je želatina, ki jo pridobivajo s kuhanjem živalskih tkiv, katera vsebujejo kolagen. Želatina z vodo tvori koloidni gel (Pavlin, 2015). Njena uporaba sega v kulinariko in prehrabeno industrijo, farmacijo in celo v fotografsko stroko, saj so fotografski filmi premazani z emulzijo iz kolagena (Mariod in Fadol, 2013).

Hidrogeli (Slika 2) so posebna vrsta gelov. Sestavljeni so iz trodimenzionalno razporejenih in zamreženih polimernih verig in vode, ki zapolni vmesni prostor (Kurečič, 2011; Pavlin, 2015). V določenih vrstah hidrogelov lahko absorbirana voda predstavlja 500-kratnik mase suhega hidrogela (Pavlin, 2015), ob postopku absorbiranja vode pa se ne spremenita oblika in mehanska trdnost hidrogela (Kurečič, 2011).

Hidrogeli imajo lastnosti tako trdnih snovi kot tekočin. Posamezen hidrogel se ne pretaka, kar je lastnost trdnih snovi, po drugi strani pa voda in druge snovi (dovolj majhni gradniki), raztopljene v vodi, prehajajo v hidrogel in iz njega, kar je lastnost snovi v tekočem agregatnem stanju (Paleos, 2012).

Lastnosti hidrogelov, da absorbirajo velike količine vode in da se njihove značilnosti spreminjajo glede na spremembe v okolju (pametni materiali), so razlog za širok nabor uporabe tega materiala na najrazličnejših področjih: so pomemben sestavni del otroških plenice, kozmetičnih izdelkov za nego kože in las, osveževalcev zraka in odstranjevalcev neprijetnih vonjav, intenzivno jih razvijajo za uporabo na področju medicine in farmacije, pomagajo pri ohranjanju svežine hrane v zaprtih embalažah, kmetom pomagajo pri zadrževanju vode s hranili v prsti (Caló in Khutoryanskiy, 2014).

Hidrogeli, ki se jih uporablja v kmetijstvu in domačih vrtovih (agrogeli), omogočijo, da prst zadrži vodo, ko je le-te v okolici dovolj. Ko se prst suši, hidrogeli sproščajo vodo in tako podaljšajo obdobje med zalivanji vode (Wong, 2007) in s tem zagotavljajo optimalnejše pogoje za rast rastlin.

Pri ponovnem pogozdovanju so dosegli večjo učinkovitost uspevanja borovih sadik, če so pri le-teh prst obogatili s hidrogeli (Sarvaš in sod., 2007). V sklopu iste raziskave so ugotovili, da prevelika količina hidrogela lahko tudi zmanjša uspevanje rastline. Razlog za to je v tem, da hidrogeli v tem primeru vpijejo preveč vode in se napihnejo do te mere, da sadiko izruvajo iz prsti.

Dobljeni rezultati (Marques in Bastos, 2011) uporabe hidrogela pri razvoju in rasti paprike so pokazali povečanje poganjkov, povečanje števila listov ter boljšo kakovost same sadike, zaradi večjega izkoristka vode.



**Slika 2: Hidrogel**

(Vir: <https://www.bolha.com/image-bigger/kmetijstvo-gozdarstvo-ostalo/hidrogel-suhi-dez-agrogel-vodni-kristali-proti-susi-zemljo-rastline-slika-19734738.jpg>; 25. 1. 2022)

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 Metoda zbiranja podatkov

V šolskem plastenjaku Biotehniške šole Rakičan smo zastavili eksperimentalno polje.

Plastične posode, premera 25 cm in globine 25 cm, smo napolnili z zemljo ter dodali 0, 10, 20 ali 30 g hidrogela, ki smo ga vmešali v zemljo do globine 10 cm ter vanje 4. 5. 2021 posadili po dve rastlini iste sorte paprike, višine 10 cm.

Priporočen odmerek proizvajalca za izbran volumen zemlje v plastični posodi je 20 g hidrogela. Ob upoštevanju, da je potrebno izvesti statistično obdelavo podatkov, smo navedeni odmerek zmanjšali oz. povečali za 50 %.

Nastavili smo kontrolni poskus (KA – kontrola, sorta paprike Alpina, in KŠ – kontrola, sorta paprike Soroksari) ter poskuse z različnimi količinami hidrogela (A10 – 10 g hidrogela, A20 – 20 g hidrogela, A30 – 30 g hidrogela, Š10 – 10 g hidrogela, Š20 – 20 g hidrogela in Š30 – 30 g hidrogela), s petimi ponovitvami (Slika 3).



**Slika 3: Eksperimentalno polje** (Vir: lasten)

Za sorto A – paprika Alpina je značilno, da zahteva sončno mesto ter humozno, pognojeno zemljo. Prizmatični plodovi so rumeni, sladki in okusni. Obilno rodi. Sorta Alpina je odlična za solate, vlaganje in polnjenje.

Za sorto Š – paprika Soroksari je značilno, da je udomačena ali tradicionalna sorta paprike, značilna za slovenski vrt. Cenjena je po velikih pridelkih, rumenih, sladkih in okusnih paprik. V zorenju prehaja iz rumene v rdečo barvo. Sorta Soroksari je odlična za pripravo polnjenih paprik.

Posode s papriko smo zalili do zasičenosti, potem pa zalivali 3-krat tedensko z 0,4 l vode.

24. 5. 2021 smo vse sadike dognajili s KAN-om, ki je imel 27 % N (dušika) ter dodan 4,1 % MgO (magnezijev oksid).

7. 6. 2021 so se na rastlinah paprike začeli nastavljeni plodovi, zato smo zaradi povečane porabe vode (Slika 4) papriko zalivali z 0,6 l vode, 3-krat tedensko.



**Slika 4: Sprememba dinamike zalivanja zaradi večje porabe vode**

(Vir: lasten)

Meritve višine rastline paprike smo opravili 24. 6. 2021, 22. 7. 2021 in 18. 8. 2021. Ravnalo smo prislonili k stebelu rastline ter ga položili do zemlje. Višino smo odčitali tam, kjer se je nahajal vrh najvišjega lista (Slika 5).



**Slika 5: Merjenje višine rastlin paprike (Vir: lasten)**

Vsebnost klorofila v listih rastline paprike smo prav tako merili 24. 6. 2021, 22. 7. 2021 in 18. 8. 2021. Meritve smo opravili z digitalnim klorofil metrom (Hydro N-tester) po navodilih proizvajalca (Slika 6) na izbranih, najlepše razvitih listih srednje velikosti. Na listih ene rastline smo opravili 30 meritev in zabeležili povprečno vrednost rezultatov.



**Slika 6: Merjenje vsebnosti klorofila v listih paprike (Vir: lasten)**



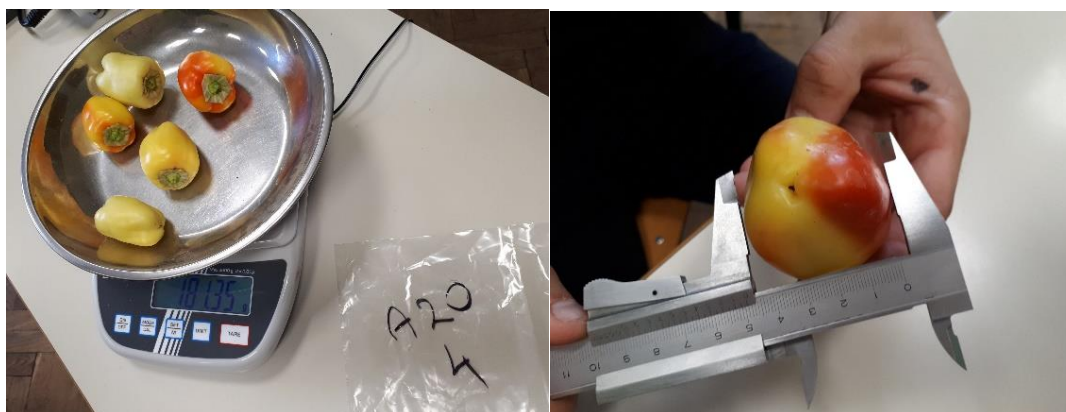
Merjenje klorofila s klorofilmertom je nedestruktivna metoda, površina, ki jo potrebujemo za izvedbo meritve, je lahko zelo majhna (2x3 mm), zato lahko meritve izvajamo tudi na manjših listih. Je zelo hitra in enostavna merilna metoda. Naprava vsebuje dva vira svetlobe (650 in 940 nm) in detektor, ki meri prepustnost svetlobe skozi list. Ključno je, koliko svetlobe krajše valovne dolžine v listu absorbira klorofil. Izmerjene vrednosti so ocena vsebnosti klorofila.

18. 8. 2021 smo opravili štetje, obiranje, tehtanje in merjenje plodov. Z vsake rastline paprike smo vzeli pet najlepših, tehnološko dozorelih plodov (Slika 7).



**Slika 7: Tehnološko zreli plodovi paprike** (Vir: lasten)

Plodove paprike smo tehtali (skupna masa petih plodov paprik z ene rastline in masa enega plodu) ter določili premer plodov s pomočjo kljunastega merila (Slika 8).



**Slika 8: Tehtanje in merjenje premera plodov paprike** (Vir: lasten)

Pridelek paprike na rastlino smo izračunali kot produkt povprečnega števila plodov in povprečne mase plodov.

Temperatura v rastlinjaku je bila skozi celotno rastno dobo paprike vzdrževana na nivoju od 21 do 28 °C (čez dan) in od 16 do 20 °C (ponoči). Spremljali smo tudi relativno zračno vlago, ki nikoli ni smela pasti pod 50 %.

### **3.2 Metoda obdelave podatkov**

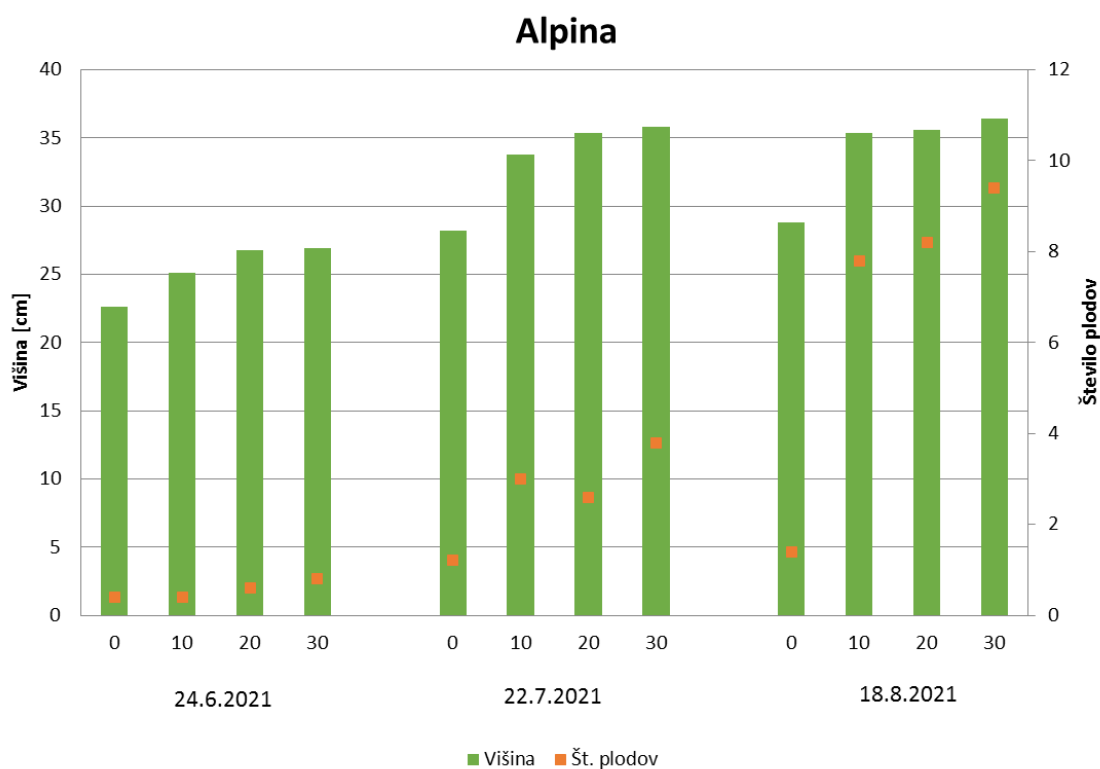
Opravljena je bila statistična obdelava podatkov s statističnimi analizami, tabelarnimi in grafičnimi prikazi rezultatov, ki so nastali z uporabo programa Excel.

Rezultate povprečne vrednosti višin rastlin paprike, števila, mase in premerov plodov ter vrednosti klorofila v listih rastlin smo prikazali kot srednjo vrednost.

## 4 REZULTATI

Rezultati eksperimentalnega dela so pokazali, da različna dodana količina hidrogela vpliva na merjene parametre pri papriki.

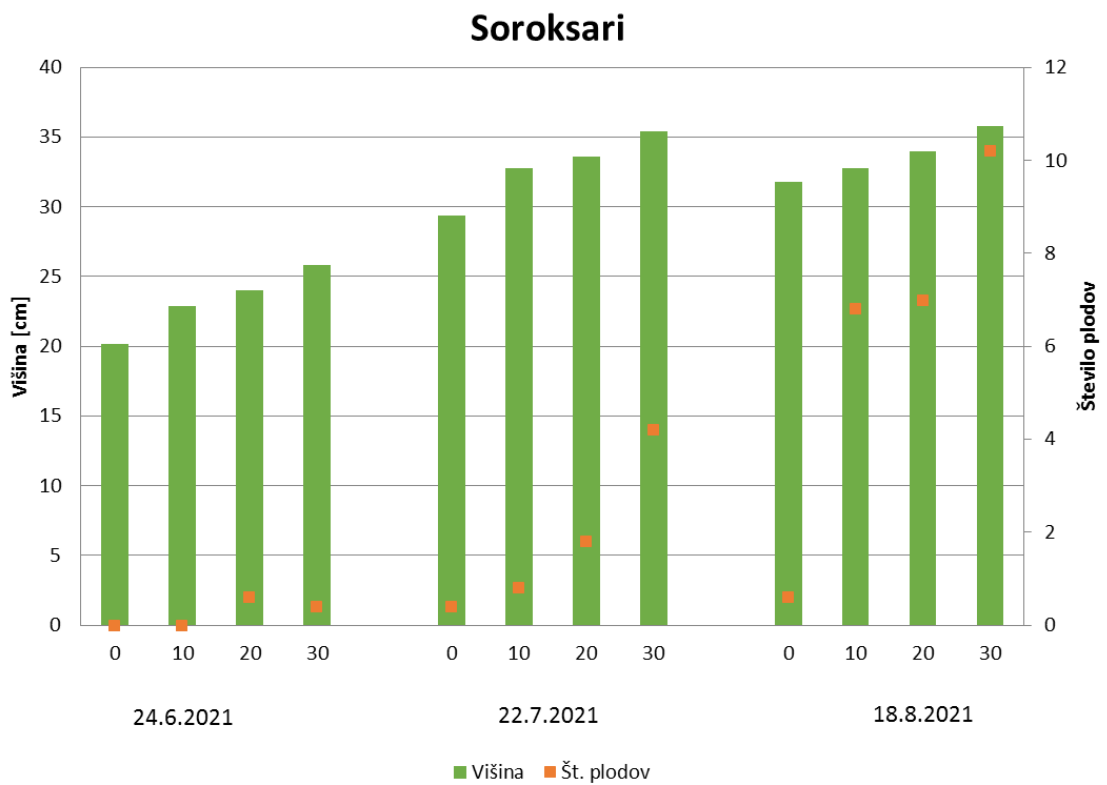
Iz Grafa 1 je razvidno, da dodana količina hidrogela vpliva na višino paprike sorte Alpina in na njeno število plodov. Pri prvem merjenju je razvidno, da sta dodana količina hidrogela in višina rastline premosorazmerni količini (s povečanjem količine hidrogela se poveča višina rastline paprike). Enako velja za število plodov, z večanjem dodane količine hidrogela se zvišuje tudi število plodov paprike. Višina rastline paprike je najnižja pri kontrolnem poskusu (22,6 cm) in najvišja pri največji dodani količini hidrogela – 30 g (26,9 cm). Število plodov je med 0,4 (kontrolni poskus) in 0,8 (največja dodana količina hidrogela) na rastlino. Pri drugem merjenju je višina rastline paprike pri kontrolnem poskusu 28,2 cm, pri največji dodani količini hidrogela – 30 g pa 35,8 cm ali 26,9 % višja kot pri kontrolnem poskusu. Število plodov je med 1,2 (kontrolni poskus) in 3,8 (največja dodana količina hidrogela) na rastlino. Izjema so rastline z 20 g dodanega hidrogela, ki imajo v tej fazi rasti manjše število plodov, kot rastline z 10 g dodanega hidrogela. Pri tretjem merjenju višine rastline paprike ugotovimo, da ni izrazitih sprememb v primerjavi z drugim merjenjem. Razberemo pa, da večja količina dodanega hidrogela vpliva na večje končno število plodov (med 7,8 (10 g dodanega hidrogela) in 9,4 (30 g dodanega hidrogela) plodov na rastlino). V kontrolnem poskusu ostaja število plodov najnižje (1,4 na rastlino).



**Graf 1: Višina in število plodov rastline paprike – Alpina, merjeno v treh različnih obdobjih rasti, v odvisnosti od dodane količine hidrogela**

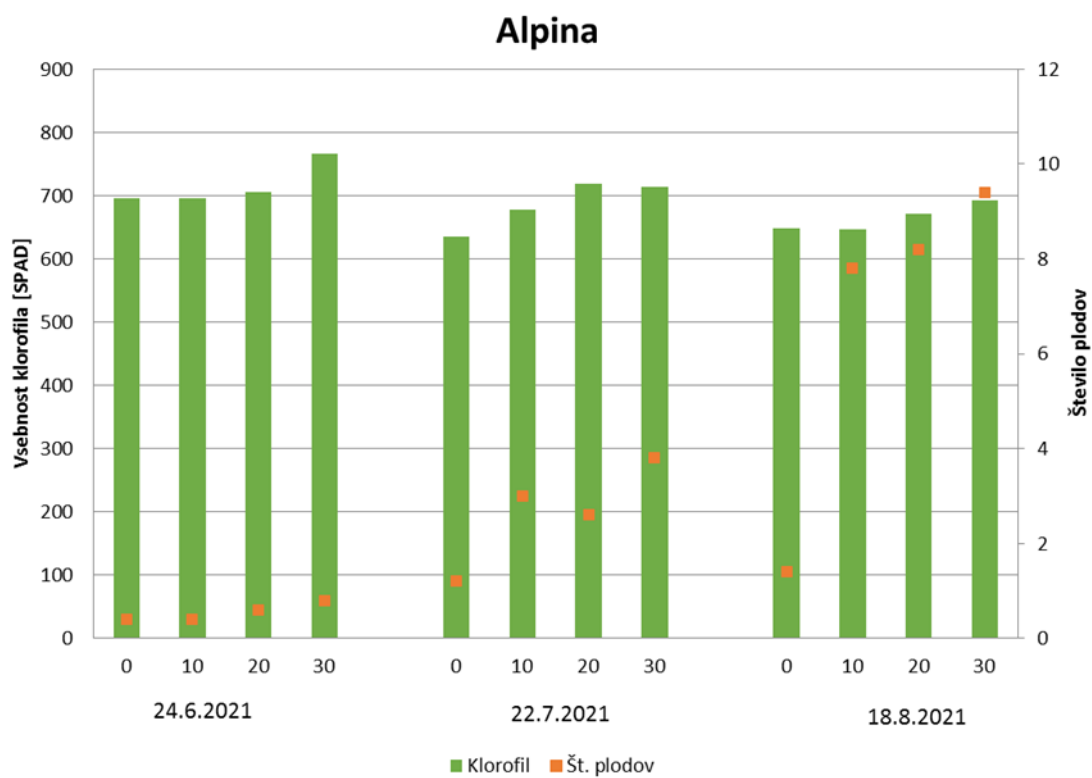
Iz Grafa 2 je razvidno, da dodana količina hidrogela vpliva na višino paprike sorte Soroksari in na njeno število plodov. Pri prvem merjenju je razvidno, da sta dodana količina hidrogela in višina rastline premosorazmerni količini (s povečanjem količine hidrogela se poveča višina rastline paprike). Enako velja za število plodov, z večanjem dodane količine hidrogela se zvišuje tudi število plodov paprike. Višina rastline paprike je najnižja pri kontrolnem poskusu (20,2 cm) in najvišja pri največji dodani količini hidrogela – 30 g (25,8 cm). Število plodov je med 0,0 (kontrolni poskus) in 0,6 (20 g dodanega hidrogela) na rastlino. Pri drugem merjenju je višina rastline paprike pri kontrolnem poskusu 29,4 cm, pri največji dodani količini hidrogela – 30 g pa 35,4 cm ali 20,4 % višja kot pri kontrolnem poskusu. Število plodov je med 0,4 (kontrolni poskus) in 4,2 (30 g dodanega hidrogela) na rastlino. Pri tretjem merjenju višine rastline paprike ugotovimo, da ni izrazitih sprememb v primerjavi z drugim merjenjem. Razberemo pa, da večja količina dodanega hidrogela vpliva na večje končno število plodov (med 6,8 in 10,2 plodov na rastlino). V kontrolnem poskusu ostaja število plodov najnižje (0,6 na rastlino).

Število plodov je sortno odvisno. Končno število plodov je pri sorti Soroksari za 13,3 % večje, pri največji dodani količini hidrogela (30 g), kot pri sorti Alpina.



**Graf 2: Višina in število plodov rastline paprike – Soroksari, merjeno v treh različnih obdobjih rasti, v odvisnosti od dodane količine hidrogele**

Graf 3 prikazuje, kako dodana količina hidrogela vpliva na vsebnost klorofila v listih rastline paprike ter povezavo med vsebnostjo klorofila in številom plodov pri papriki sorte Alpina. Pri prvem merjenju razberemo, da je vsebnost klorofila pri vseh dodanih količinah hidrogela približno enaka (med 696,2 in 706), le pri 30 g dodanega hidrogela je vsebnost klorofila nekoliko višja (766,2). Pri prvem merjenju ne moremo govoriti o povezavi med vsebnostjo klorofila v listih rastline paprike in številom plodov. Pri drugem merjenju vsebnost klorofila narašča z dodajanjem količine hidrogela. Rastline z 20 g in 30 g dodanega hidrogela imajo približno enako vrednost klorofila (714 in 718,4). Opazimo povezavo med najnižjo vsebnostjo klorofila (635) pri kontrolnem poskusu in najnižjo vrednostjo števila plodov (1,2) na rastlino. Vsebnost klorofila pri vseh dodanih količinah hidrogela je nad vrednostmi 677 in število plodov je med 2,6 in 3,8 na rastlino. Pri tretjem merjenju opazimo, da se vsebnost klorofila v listih rastlin paprik še vedno viša z večanjem dodane količine hidrogela, le da razlike niso tako velike. Opaziti je nižje vrednosti klorofila v listih rastline paprike kot pri drugem merjenju. S staranjem rastlin se vsebnost klorofila v listih zmanjšuje. Opazimo, da so količina hidrogela, vsebnost klorofila in število plodov premosorazmerne spremenljivke. Večja je količina dodanega hidrogela, večja je vsebnost klorofila in več plodov ima rastlina.

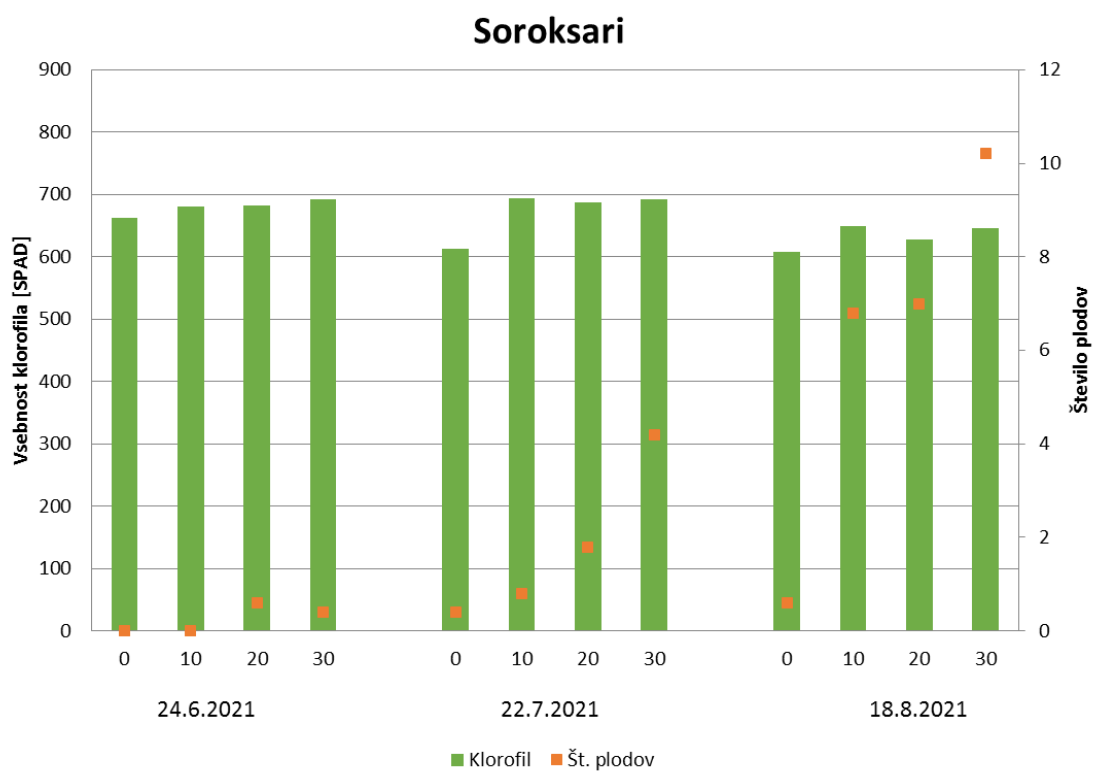


**Graf 3: Vsebnost klorofila in število plodov rastline paprike – Alpina, merjeno v treh različnih obdobjih rasti, v odvisnosti od dodane količine hidrogela**



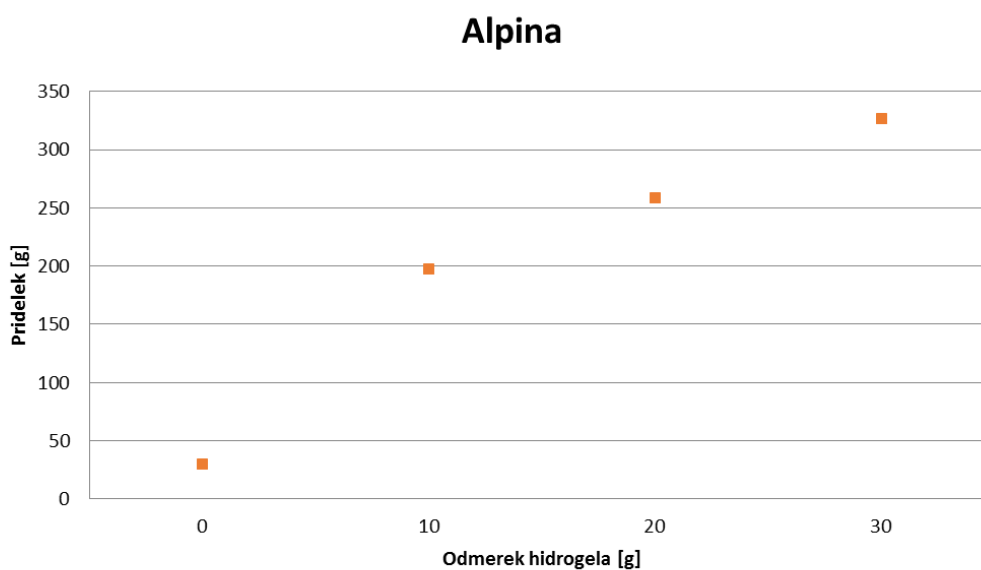
Graf 4 prikazuje, kako dodana količina hidrogela vpliva na vsebnost klorofila v listih rastline paprike ter povezavo med vsebnostjo klorofila in številom plodov pri papriki sorte Soroksari. Pri prvem merjenju razberemo, da je vsebnost klorofila pri vseh dodanih količinah hidrogela približno enaka (med 681,4 in 692,2). Pri prvem merjenju ne moremo govoriti o povezavi med vsebnostjo klorofila v listih rastline paprike in številom plodov. Pri drugem merjenju je vsebnost klorofila višja pri dodanih količinah hidrogela v primerjavi s kontrolnim poskusom. Rastline z dodanim hidrogelom imajo približno enako vrednost klorofila (med 686,6 in 693). Opazimo povezavo med najnižjo vsebnostjo klorofila (612,4) pri kontrolnem poskusu in najnižjo vrednostjo števila plodov (0,4) na rastlino. Vsebnost klorofila pri vseh dodanih količinah hidrogela je nad vrednostmi 686,6 in število plodov je med 0,8 in 4,2 na rastlino. Pri tretjem merjenju opazimo, da je vsebnost klorofila v listih rastlin paprik še vedno višja kot pri kontrolnem poskusu. Opaziti je nižje vrednosti klorofila v listih rastline paprike kot pri drugem merjenju. S staranjem rastlin se vsebnost klorofila v listih zmanjšuje. Opazimo, da so količina hidrogela, vsebnost klorofila in število plodov premosorazmerne spremenljivke. Večja je količina dodanega hidrogela, večja je vsebnost klorofila in več plodov ima rastlina.

Vrednost klorofila je sortno odvisna. Višje vrednosti klorofila v listih rastline paprike so bile pri sorti Alpina.



**Graf 4: Vsebnost klorofila in število plodov rastline paprike – Soroksari, merjeno v treh različnih obdobjih rasti, v odvisnosti od dodane količine hidrogela**

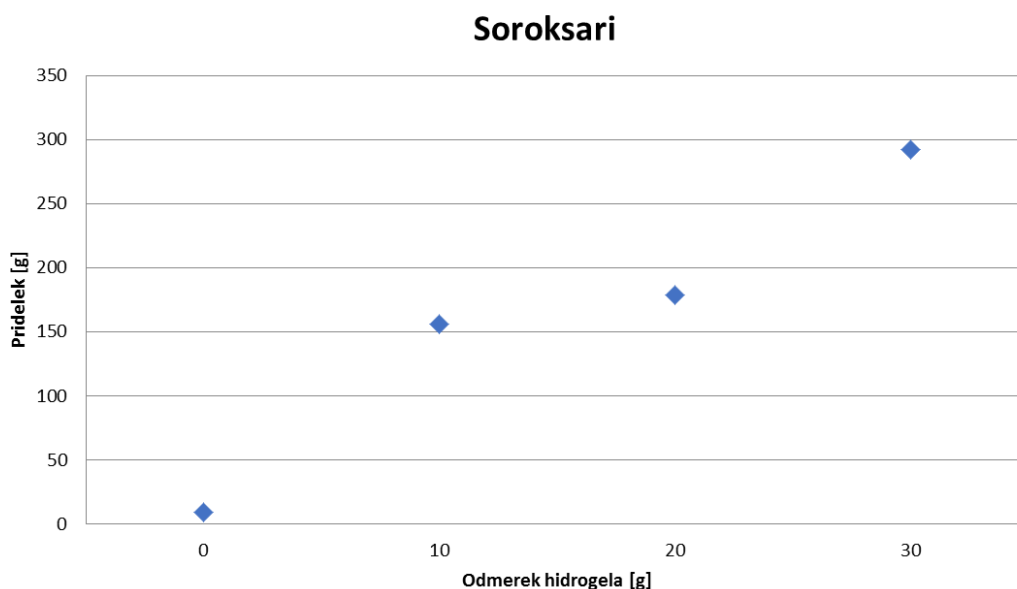
Graf 5 prikazuje pridelok paprike Alpina v gramih v odvisnosti od dodane količine hidrogela. Iz grafa lahko razberemo, da sta odmerek hidrogela in pridelok premosorazmerni količini, saj se s povečanjem dodane količine hidrogela poveča tudi končni pridelok paprike. Masa pridelka paprike Alpina je pri največji dodani količini hidrogela (30 g) imela največji pridelok, 326,72 g, masa pridelka pri kontrolnem poskusu pa je bila 29,58 g.



**Graf 5: Pridelok paprike – Alpina v odvisnosti od dodane količine hidrogela**

Graf 6 prikazuje pridelok paprike Soroksari v gramih v odvisnosti od dodane količine hidrogela. Iz grafa lahko razberemo, da sta odmerek hidrogela in pridelok premosorazmerni količini, saj se s povečanjem količine hidrogela poveča tudi pridelok paprike. Masa pridelka paprike Soroksari je pri največji dodani količini hidrogela (30 g) imela največji pridelok, 292,01 g, masa pridelka pri kontrolnem poskusu pa je bila 8,83 g.

Pridelok paprike je sortno odvisen. Paprika sorte Alpina je imela večjo maso končnega pridelka kot paprika sorte Soroksari, za 11,88 %, pri največji dodani količini hidrogela (30 g).



**Graf 6: Pridelok paprike – Soroksari v odvisnosti od dodane količine hidrogela**

## 5 SKLEPI

V raziskovalni nalogi smo ugotavljali vpliv različnih količin hidrogela na višino rastline, vsebnost klorofila v listih, število plodov ter povprečen pridelek pri dveh sortah paprike.

Vse naše zastavljene hipoteze lahko potrdimo.

**Hipoteza 1: Z zviševanjem dodane količine hidrogela pozitivno vplivamo na končni pridelek paprike. – POTRJENA**

**Hipoteza 2: Z zviševanjem dodane količine hidrogela pozitivno vplivamo na višino rastline paprike. – POTRJENA**

**Hipoteza 3: Z zviševanjem dodane količine hidrogela pozitivno vplivamo na intenziteto tvorbe klorofila. – POTRJENA**

Primerjava med kontrolnim obravnavanjem in obravnavanjem z najvišjo dodano količino hidrogela pokaže pozitiven vpliv hidrogela na rast in razvoj paprike.

Rezultati so pokazali, da je imela sorta Alpina večjo maso končnega pridelka v primerjavi s sorto Soroksari. Izraženo v odstotkih to pomeni, da je bil pri največji dodani količini hidrogela (30 g) pridelek sorte Alpina za 11,88 % višji od sorte Soroksari.

Pri parametru višina rastline znaša razlika med kontrolo (0 g) in najvišjim dodanim odmerkom (30 g) hidrogela pri vseh treh meritvah vsaj 20 % višjo doseženo rast rastline, ne glede na sorto.

Intenziteta tvorbe klorofila je v neposredni povezavi s fiziološkim stanjem rastline (biotski, abiotski stres). Rezultati jasno pokažejo, da uporaba hidrogela značilno pripomore k znižanju posledic sušnega stresa. Tako je razvidno, da je bila pri najvišjem

odmerku hidrogela (30 g) intenziteta tvorbe klorofila višja od 5,5 % do 8,5 % v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem. Poleg tega se je še izkazalo, da je intenziteta tvorbe klorofila sortno značilna lastnost. Pri papriki sorte Alpina so bile izmerjene vrednosti nekoliko višje v primerjavi s sorto Soroksari. Povprečje meritev intenzitete tvorbe klorofila so pokazale, da ima sorta Alpina za 7,7 % intenzivnejšo tvorbo klorofila v primerjavi s sorto Soroksari. Dejansko se je izkazalo tudi, da ima sorta Alpina intenzivnejšo (bolj temno zeleno) obarvanost listja v primerjavi s sorto Soroksari. Predvidevamo tudi, da je intenzivnejša tvorba klorofila pri sorti Alpina vodila do višjih končnih pridelkov plodov paprike.

## **6 DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Dobljeni rezultati so uporabni pri pridelavi zelenjave na prostem, ki pogosto poteka brez urejenega namakanja, saj pridelovalec lahko tudi v sušnih obdobjih doseže odlične pridelke s pomočjo hidrogela. Podatki so pomembni za načrtovanje samooskrbe z zelednjadnicami na manjših vrtovih, saj se s pomočjo dobljenih rezultatov lažje odločijo za način pridelave in uporabe hidrogela.

V tujini so bile izvedene raziskave z uporabo hidrogelov tudi na poljščinah in v trajnih nasadih. Pri tem se je izkazala uporaba hidrogela kot smiselna, zato je predvidena tudi nadgradnja predstavljenega raziskovalnega dela še na drugih gospodarsko pomembnih rastlinah tudi v naši regiji.

## 7 LITERATURA

- Abobatta E. 2018. Impact of hydrogel polymer in agricultural sector. Horticulture Research Institute, Agriculture Research Center, Egypt.
- Caló, E., Khutoryanskiy, V. V. 2014. Biomedical Applications of Hydrogels: A Review of Patents and Commercial Products. V: *European Polymer Journal*, 65, 252–267. Pridobljeno s: [http://ac.els-cdn.com/S0014305714004091/1-s2.0-S0014305714004091-main.pdf?\\_tid=87fb5abe-83bb-11e6-a7e6-00000aacb362&acdnat=1474875394\\_06c61ecf63f1643cbc35543fbc0a2c5b](http://ac.els-cdn.com/S0014305714004091/1-s2.0-S0014305714004091-main.pdf?_tid=87fb5abe-83bb-11e6-a7e6-00000aacb362&acdnat=1474875394_06c61ecf63f1643cbc35543fbc0a2c5b).
- Černe M. 1988. Plodovke. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 126 str.
- Černe M. 1998. Zelenjadarstvo 1: Učbenik. Železniki, Pami: 172 str.
- Ekebafé L.O., Ogbeifun D.E., Okieimen F.E. 2011. Polymer applications in agriculture. *Biokemistri*. 23(2):81–89.
- El-Asmar J., Jaafar H., Bashour I., et al. 2017. Hydrogel banding improves plant growth, survival, and water use efficiency in two calcareous soils. *CLEAN Soil Air Water*.47(7):1700251.
- Heywood V. H. 1995. Cvetnice: kritosemenke sveta. Ljubljana, DZS: 325 str.
- Khadem S.A., Galavi M., Ramrodi M., et al. 2010. Effect of animal manure and super absorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. *Australian J of Crop Sci*. 4(8):642–647.
- Kurečič, M. 2011. Sinteza nanokompozitnih hidrogelov v porah PP membrane (doktorska disertacija). Univerza v Mariboru – Fakulteta za strojništvo, Maribor.
- Leskovec E. 1969. Morfološke značilnosti važnejših zelenjadnic. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 53 str.
- Mariod A. A., Fadol H. A. 2013. Review: Gelatin, Source, Extraction and Industrial Applications. V: *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 12(2), 135–147.
- Marques P. A. A, Bastos R. O. 2011. Use of different doses of Hidrogel for sweet pepper seedling production. *Applied Research & Agrotechnology*, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 53-64, sep. 2011. ISSN 1984-7548.



- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005. Vrtnarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 591 str.
- Paleos, G. A. (2012). What are Hydrogels? Pridobljeno s: <http://pittsburghplastics.com/assets/files/What%20Are%20Hydrogels.pdf>.
- Pavlek P. 1979. Specialno povrčarstvo. Zagreb, Zavod za povrčarstvo: 227 str.
- Pavlin, J. 2015. Vključevanje sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk naravoslovnih predmetov – Predstave o hidrogelih. V: M. Orel (ur.), International Conference EDUvision 2015, Modern Approaches to Teaching Coming Generation (415–423). Polhov Gradec: Eduvision. Pridobljeno s: <http://eduvision.si/Content/Docs/Zbornik%20prispevkov%20EDUvision%202015.pdf>.
- Plut D. 2012. Prehranska varnost sveta in Slovenije. Dela. Ljubljana, filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 38: 5–23. Pridobljeno s: <http://www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e00.htm> (28. 2. 2022).
- Sarvaš, M., Pavlenda, P., Takáčová, E. 2007. Effect of Hydrogel Application on Survival and Growth of Pine Seedlings in Reclamations. V: Journal of Forrest Science, 53 (5), 204–209. Pridobljeno s: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/00192.pdf>.
- Statistični urad RS - Paprika: <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/sl/Data/-/1502403S.px/table/tableViewLayout2/>; Pridobljeno: 15. 2. 2022.
- Vidic I. 1999. Pridelovanje paprike. Sodobno kmetijstvo, 32, 5: 232-234.
- Wong, V. 2007. Hydrogels – Water-absorbing Polymers. V: D. Sang, V. Wong in G. Skinner, Catalyst: Secondary Science review 2007, 18(1), 18–21. London: Gatsby Science Enhancement Programme. Pridobljeno s: <https://www.stem.org.uk/system/files/elibraryresources/2016/02/catalyst18.1.pdf>
- Žnidarčič D. 2001. Paprika: gojenje. Herbika, 2, 2: 30–33.
- Slika: Paprika  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Capsicum\\_annuum\\_-\\_K%C3%B6hler%E2%80%93s\\_Medizinal-Pflanzen-027.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Capsicum_annuum_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-027.jpg); Pridobljeno: 25. 1. 2022.
- Slika: Hidrogel  
<https://www.bolha.com/image-bigger/kmetijstvo-gozdarstvo-ostalo/hidrogel->

suhi-dez-agrogel-vodni-kristali-proti-susi-zemljo-rastline-slika-19734738.jpg;  
Pridobljeno: 25. 1. 2022.