

OŠ GUSTAVA ŠILIHA VELENJE
VODNIKOVA 3, 3320 VELENJE
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

OGNJENI EKSPERIMENT NA OKENSKI POLICI

Tematsko področje: INTERDISCIPLINARNO (BIOLOGIJA, TEHNIKA)

Avtor:

Kristian Muha, 8. razred

Mentorja:

Suzana Pustinek, prof. biol.

mag. Simon Muha, univ. dipl. inž.

Velenje, 2024

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentorja: Suzana Pustinek prof. biol.
mag. Simon Muha, univ. dipl. inž.

Datum predstavitve: marec 2024

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD OŠ Gustava Šiliha, 2023/2024
- KG čili / začimba / rastline / gojenje / aktivne spojine / avtomatizacija / trajnostnost / regulacija / Arduino / tehnologija / pametno kmetijstvo
- AV MUHA, Kristian
- SA PUSTINEK, Suzana / MUHA, Simon
- KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3
- ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje
- LI 2024
- IN OGNJENI EKSPERIMENT NA OKENSKI POLICI
- TD Raziskovalna naloga
- OP VIII, 95 str., 17 tab., 47 sl., 5 graf., 28 vir.
- IJ SL
- Jl sl
- AI V raziskavi sem temeljito preučil čili, začimbo iz tropskih in subtropskih predelov, ter njen vpliv in rastočo priljubljenost v Sloveniji. Poleg botaničnih vidikov in aktivnih spojin čilija sem osvetlil tudi njegovo kulturno vlogo ter številne zdravstvene koristi. Glavni fokus raziskave je bil na ugotavljanju vpliva avtomatizacije procesa pridelave čilija na kakovost in trajnost pridelave. Rezultati kažejo, da avtomatizacija omogoča boljši nadzor nad ravnimi pogoji in viri, kar vodi k izboljšanju kakovosti pridelka ter hkrati prispeva k trajnostni kmetijski praksi.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Gustava Šiliha, 2023/2024

CX chili / spice / plants / cultivation / active compounds / automation / sustainability / regulation / Arduino / technology / smart farming

AU MUHA, Kristian

AA PUSTINEK, Suzana / MUHA, Simon

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2024

TI FIERY EXPERIMENT ON THE WINDOWSILL

DT RESEARCH WORK

NO VIII, 95 p., 47 fig., 17 tab., 5 graf., 28 ref.

LA SL

AL sl / en

AB In the study, I thoroughly examined chili, a spice originating from tropical and subtropical regions, and its growing popularity in Slovenia. Alongside exploring the botanical aspects and active compounds of chili, I shed light on its cultural significance and various health benefits. The main focus of the research was to assess the impact of automating the chili cultivation process on the quality and sustainability of production. The findings indicate that automation enables better control over growing conditions and resources, leading to improved crop quality while also contributing to sustainable agricultural practices.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	DEFINICIJA ČILJA	4
2.2	KULTURNA ZGODOVINA ČILJA	5
2.3	AKTIVNE SPOJINE V ČILIJU	6
2.4	VRSTE ČILJA	8
2.5	SORTE ČILJEV	13
2.6	RAST IN GOJENJE ČILJA	17
2.7	PREGLED OBSTOJEČIH REŠITEV ZA GOJENJE RASTLIN	20
2.8	POVZETEK POGlavJA	24
3	METODE DELA	25
3.1	VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA NA RAST IN RAZVOJ ČILJA	25
3.2	RAZVOJ IN IMPLEMENTACIJA AVTOMATIZIRANEGA SISTEMA ZA VZGOJO SADIK ČILJA	27
3.3	RAZVOJ AVTOMATIZIRANE POSODE ZA VZGOJO ČILJA	30
4	REZULTATI	36
4.1	VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA NA RAST IN RAZVOJ ČILJA	36
4.2	AVTOMATIZIRAN SISTEM ZA VZGOJO SADIK ČILJA	38
4.3	VZGOJA ČILJA V AVTOMATIZIRANI IN NAVADNI POSODI	43
5	DISKUSIJA	49
5.1	POTRDITEV HIPOTEZ	50
6	ZAKLJUČEK	52
7	POVZETEK	54
8	A SUMMARY	55
9	LITERATURA IN VIRI	56
	ZAHVALA	59
	PRILOGE	60

TABELA 1: VRSTE IN SORTE ČILIJEV CAPSICUM (RATAJC, 2020).....	9
TABELA 2: POGOJI ZA GOJENJE ČILIIJA.	18
TABELA 3: PRIMERJAVA OBSTOJEČIH IZDELKOV NA TRGU.	23
TABELA 4: OPAZOVANJE IN REZULTATI: VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA (FOTO: K. MUHA).	36
TABELA 5: OPAZOVANJE IN REZULTATI: AVTOMATIZIRAN SISTEM ZA VZGOJO SADIK ČILIIJA.	38
TABELA 6: PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE.	39
TABELA 7: OPAZOVANJE IN REZULTATI: AVTOMATIZIRANA POSODA EASYGROW.	43
TABELA 8: OPAZOVANJE IN REZULTATI: NAVADNA POSODA.	43
TABELA 9: VELIKOSTI LISTOV SADIK ČILIIJA (EASYGROW).....	45
TABELA 10: VELIKOSTI LISTOV SADIK ČILIIJA (POSODA).	46
TABELA 11: IZBOR KOMPONENT ZA AVTOMATIZIRANEGA SISTEMA ZA VZGOJO SADIK ČILIIJA (FOTO: K. MUHA).....	60
TABELA 12: POSTOPEK IZDELAVE AVTOMATIZIRANEGA SISTEMA ZA VZGOJO SADIK ČILIIJA (FOTO: K. MUHA).	61
TABELA 13: OPREMA ZA IZDELAVO: VZGOJA SADIK (FOTO: K. MUHA).....	63
TABELA 14: POSTOPEK IZDELAVE VREČKE ZA SAJENJE (FOTO: K. MUHA).	65
TABELA 15: SEZNAM KOMPONENT.	66
TABELA 16: OPREMA ZA IZDELAVO: AVTOMATIZIRANA POSODA (FOTO: K. MUHA).	67
TABELA 17: SEMENA ČILIIJA (MERCATOR, 2024).....	69

KAZALO SLIK

SLIKA 1: RAST SVETOVNIH POVRŠIN ZASEJANIH S ČILIIJI IN PAPIKO TER RAST SVETOVNE PROIZVODNJE ČILIJEV IN PAPIK (FAOSTAT, 2020, POVZETO PO: RATAJC, 2020).....	3
SLIKA 2: KAPSAICIN (PUBCHEM, 2019, POVZETO PO ZAMLIJEN, 2019).	6
SLIKA 3: PREDSTAVITEV KLJUČNIH VIROV KAPSAICINA Z NJIHOVO STOPNJO PIKANTNOSTI NA LESTVICI SHU (SCIENCEDIRECT, 2023)....	9
SLIKA 4: PET GLAVNIH UDOMAČENIH VRST CAPSICUM (YLLANO, 2023).....	9
SLIKA 5: CAPSICUM ANNUUM ((CAPSICUM ANNUUM, 2023).	10
SLIKA 6: CAPSICUM BACCATUM (CAPSICUM BACCATUM, 2023).	11
SLIKA 7: HABANERO FRUITS (CAPSICUM CHINENSE, 2023).....	11
SLIKA 8: CAPSICUM FRUTESCENS (CAPSICUM FRUTESCENS, 2023).....	12
SLIKA 9: CAPSICUM PUBESCENS (CAPSICUM PUBESCENS, 2023).	13
SLIKA 10: IZBRANA SEMENA: MINI JALAPEÑO, ANAHEIM, BHUT JOLOKIA (ANGL.: GHOST PEPPER) TER HABANERO RED (MERCATOR, 2024).....	13
SLIKA 11: JALAPEÑO (CANVA PRO, 2023).	14
SLIKA 12: BHUT JOLOKIA (ANGL.: GHOST PEPPER) (CHELLA P, 2023).....	15
SLIKA 13: HABANERO (FOTO: K. MUHA).....	16
SLIKA 14: AUK STARTER KIT (AUK, 2023).	20
SLIKA 15: CLICK AND GROW (CLICK & GROW, 2023).....	21
SLIKA 16: HARVEST (POVZETO PO AEROGARDEN, 2023).	22
SLIKA 17: POSAJENA SEMENA ČILIIJA (FOTO: K. MUHA).	26
SLIKA 18: IZDELANA POSODA ZA VZGOJO SADIK ČILIIJA (FOTO: K. MUHA)	28
SLIKA 19: MERILEC PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE Z VTIČNICO (FOTO: K. MUHA).	29

SLIKA 20: 3D MODEL NOSILCA ZA OLED IN NOSILEC (POSNETEK ZASLONA: K. MUHA, FOTO: K. MUHA).....	31
SLIKA 21: DNO POSODE (FOTO: K. MUHA).....	31
SLIKA 22: SAMOSTOJNO IZDELANA POSODA ZA ČILJE (FOTO: K. MUHA).....	32
SLIKA 23: PRESAJENE SADIKE ČILJA (FOTO: K. MUHA).....	32
SLIKA 24: PRIPRAVLJENA RAZŠIRITVENA PLOŠČA (FOTO: K. MUHA).....	32
SLIKA 25: NAMESTITEV SENZORJA VLAGE IN TEMPERATURE (FOTO: K. MUHA).....	33
SLIKA 26: NAMESTITEV LUČI NA LESENO KONSTRUKCIJO (FOTO: K. MUHA).....	33
SLIKA 27: MERJENJE VIŠINE SADIKE ČILJA (FOTO: K. MUHA).....	34
SLIKA 28: MERJENJE VELIKOSTI LISTOV (FOTO: K. MUHA).....	35
SLIKA 29: PRIMERJAVA VELIKOSTI LISTOV V POSODI(LEVO) IN V EASYGROW (DESNO) (22. 2. 2024) (FOTO: K. MUHA).....	35
SLIKA 30: VZGOJENE SADIKE ČILJA (FOTO: K. MUHA).....	53
SLIKA 31: POSODA ZA GOJENJE S POKROVOM (FOTO: K. MUHA).....	72
SLIKA 32: STC-3028 - DVOJNI DIGITALNI TERMOSTAT – TEHNIČNI PODATKI (STC-3028, 2023).....	73
SLIKA 33: STC-3028 - DVOJNI DIGITALNI TERMOSTAT (FOTO: K. MUHA).....	73
SLIKA 34: MIKRO POTOPNA ČRPALKA ZA VODO (FOTO: K. MUHA).....	75
SLIKA 35: ŠKROPILNIK ZA NAMAKANJE (FOTO: K. MUHA).....	76
SLIKA 36: CEV ZA ZALIVALNI SISTEM (FOTO: K. MUHA).....	77
SLIKA 37: ARDUINO UNO (FOTO: K. MUHA).....	78
SLIKA 38: SPLETNA STRAN HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/	80
SLIKA 39: PROGRAMSKA OPREMA ZA ARDUINO.....	80
SLIKA 40: ARDUINO IDE.....	81
SLIKA 41: IZBIRA PLOŠČE ARDUINO UNO TER VRAT.....	81
SLIKA 42: RAZŠIRITVENA PLOŠČA ZA ARDUINO (FOTO: K. MUHA).....	82
SLIKA 43: PRIKAZOVALNIK SSD1306 OLED (AGNIHOTRI, 2023).....	83
SLIKA 44: KNJIŽNICA ADAFRUIT.....	85
SLIKA 45: SENZOR TEMPERATURE IN VLAGE DHT11 (FOTO: K. MUHA).....	87
SLIKA 46: SENZOR MERJENJA VLAGE ZEMLJE (FOTO: K. MUHA).....	90
SLIKA 47: HYDROPONIČNA LED RASTLINSKA SVETILKA (FOTO: K. MUHA).....	95

KAZALO GRAFOV

GRAF 1: KALITEV SEMEN ČILJA.....	39
GRAF 2: PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	40
GRAF 3: PRIMERJAVA RASTI SADIK ČILJA (POVPREČJE) (V CM).....	44
GRAF 4: RAST SADIK ČILJA OD PRESADITVE (V %).....	45
GRAF 5: PRIMERJAVA VELIKOSTI LISTOV (V CM).....	47

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: OPREMA ZA IZDELAVO

PRILOGA B: KOMPONENTE ZA VZGOJO ČILJA

SEZNAM OKRAJŠAV

OŠ	Osnovna šola
s sod.	s sodelavci
npr.	na primer
oz.	oziroma
ml	mililiter
g	gram
mm	milimeter
UV	ultravijolična svetloba
IDE	Integrirano razvojno okolje (Integrated Development Environment)
C	Capsicum
št	število

1 UVOD

Čili s svojo izrazito pikantnostjo in raznolikostjo že stoletja navdušuje in bogati kulinarične izkušnje ljudi po vsem svetu. Korenine te začimbe izvirajo iz tropskih in subtropskih območij, a danes se njen vpliv širi preko geografskih meja, postal je nepogrešljiva sestavina v kuhinjah različnih kultur. Raziskovalna naloga se predstavlja kot vpogled v fascinantni svet čilija, preučuje njegovo biologijo, kulturno povezanost ter vpliv na sodobne gastronomske in zdravstvene vidike.

V današnjem času smo priča izjemnemu porastu pridelave čilijev in paprik tudi v Sloveniji, kar odraža globalno priljubljenost te začimbe. Mednarodno gledano Kitajska še vedno ostaja vodilna svetovna proizvajalka čilijev, kar nas vodi do razmišljanja o tem, kako je čili, nekoč zasajen v oddaljenih predelih, danes našel pot do najrazličnejših kuhinj in kulinaričnih tradicij po svetu.

Botanični vidiki čilija razkrivajo fascinantno raznolikost plodov, ki se razlikujejo glede na barvo, obliko in velikost. Ta raznolikost ne le z okusom obogati paletu jedi, ampak predstavlja tudi pomemben kulturni element, še posebej povezan s Srednjo in Južno Ameriko. Kapsaicin, aktivna spojina, ki je odgovorna za pekoč okus čilija, predstavlja ključno področje raziskovanja, saj sproža različne občutke v telesu.

Čili ni zgolj začimba; s seboj nosi tudi kulturno identiteto. Uporablja se za poudarjanje okusov, spodbujanje apetita in izražanje kreativnosti v kuhinji. Raziskovalna naloga raziskuje tudi potencialne zdravstvene koristi čilija, ki so povezane z zmernim uživanjem kapsaicina.

V naslednjih odstavkih se bomo podrobneje posvetili metodologiji raziskave, kjer smo se osredotočili na analizo vpliva nevtralnega skrbnika na rast čilija in razvoj avtomatiziranega sistema za vzgojo čilijev. Razviti sistem je bil oblikovan z namenom avtomatizacije ključnih dejavnikov, kot so temperatura, vlaga in osvetljevanje, kar je omogočilo uspešno vzgojo raznolikih vrst čilija. V nadaljevanju bomo razkrili inovativnost pristopa, ki vključuje prilagoditve domačih komponent, ter poudarili ključne vidike, kot so vzklitje semen, vzgoja sadik in ustvarjanje optimalnih pogojev za rast. S tem se odpira poglavje raziskovanja potenciala avtomatizacije procesov pri gojenju čilijev na okenski polici ter ocene učinkovitosti tehnoloških rešitev.

Namen raziskovalne naloge

Namen raziskovalne naloge je raziskati možnosti in učinkovitost avtomatizacije procesov pri gojenju čilijev na okenski polici. Glavni cilj je ugotoviti, ali uporaba tehnoloških rešitev, kot so avtomatizirano zalivanje, senzorji za nadzor rasti rastlin in pravilno osvetljevanje, lahko ustvari optimalne pogoje za uspešno gojenje čilijev v zaprtih prostorih.

Hipoteze:

- Avtomatizirano zalivanje čilijev z uporabo avtomatskega sistema je povezano z večjo rastjo v primerjavi z ročnim zalivanjem.

Vključitev senzorjev za spremljanje mikroklimatskih pogojev na okenski polici je povezano z izboljšano rastjo čilijev.

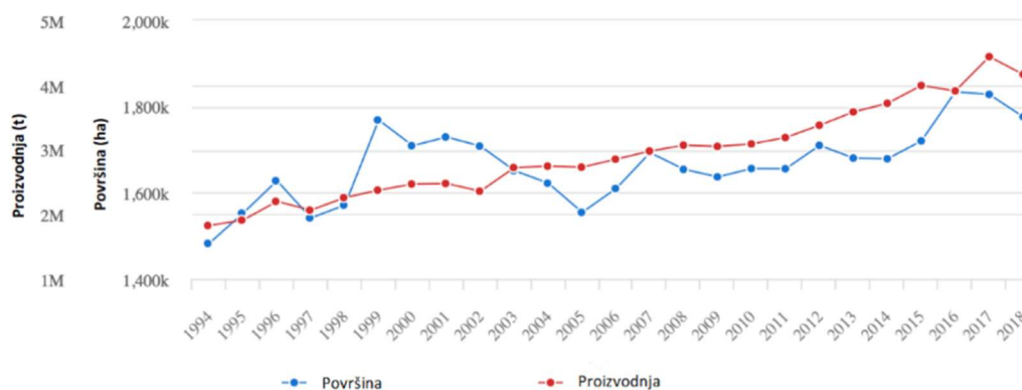
- Uporaba umetne svetlobe na okenski polici, ki je integrirana v avtomatizirani sistem, je povezana z večjo rastjo čilijev v primerjavi z naravno svetlobo.
- Avtomatizirano gojenje čilijev na okenski polici je povezano z višjimi stroški, vendar hkrati ponuja trajnostne prednosti v primerjavi z ročnim gojenjem, kar se kaže v večji rasti čilija.
- Avtomatizirano posodo za gojenje lahko načrtujem in izdelam samostojno.

2 PREGLED OBJAV

Čilije uvrščamo med toplotno občutljivejše rastline, saj izvirajo iz tropskih in subtropskih krajev. Gojimo jih v rastlinjakih, kjer lahko dosežemo konstantne, ustrezne razmere, predvsem dovolj visoke temperature zgodaj spomladi in pozno jeseni. V Sloveniji se je pridelava čilijev in paprik povečala s 117 ha v letu 2010 na 161 ha v letu 2018. Pridelki so se povečali s 3375 ton v letu 2010 na 3894 ton v letu 2018. Čiliji postajajo zaradi zadnjih spoznanj o njihovem pozitivnem učinku na zdravje in kakovostne hranilne vrednosti vse bolj priljubljeni (Zamljen, 2019).

Čiliji so toploljubne rastline, saj lahko prenizke temperature upočasnijo rast in razvoj in tudi poslabšajo kakovost plodov. Za kalitev so optimalne temperature tal od 24 do 30°C. Optimalne temperature zraka so čez dan od 21 °C do 24 °C, medtem ko naj ponoči ne bi bile nižje kot 10 °C (Welbaum, 2015).

Samo v Evropski uniji je uvoz narasel iz povprečno 30–35 tisoč ton med leti 2013–2015 na 40–45 tisoč ton v letih 2016 in 2017 (Slika 1). Največji izvoznici za EU sta Turčija in Maroko (CBI, 2020). V svetovnem merilu je največja proizvajalka čilijev Kitajska s 46,2 % svetovnim deležem v letu 2016, sledita ji Mehika s 7,3 % in Turčija s 6,4 % (Ratajc, 2020).



Slika 1: Rast svetovnih površin zasejanih s čiliji in papriko ter rast svetovne proizvodnje čilijev in paprik (FAOSTAT, 2020, povzeto po: Ratajc, 2020).

2. 1 DEFINICIJA ČILIJA

Čili je skupno ime za pekoče sorte paprike, ki jih uvrščamo v rod *Capsicum*, družino razhudnikovk (*Solanaceae*). Njihova pridelava je pomembna zaradi plodov, ki se med seboj razlikujejo predvsem po različni stopnji pekočnosti (Ratajč, 2020).

Botanično je plod čilija jagoda, na rastlini izrašča povešeno ali pokončno, s številnimi semeni. Pri vrsti *C. annuum* so poganjki dihodomno razvejani. Na vsakem razvejanju se razvije en cvet oziroma en plod ter dva do trije plodovi na razvejanjih pri ostalih vrstah. Perikarp ploda raste hitreje kot placenta, zato so čiliji votli. Stene karpelov so združene s placento na bazi ploda. Z dozorevanjem postane zunanji perikarp ploda svetleč in gladek, kožica se vrstno specifično obarva, notranji del ploda ostane grob in je sestavljen iz velikih celic (Welbaum, 2015).

Za čilije je značilna velika barvna raznolikost plodov. Poznamo zelene, rumene, oranžne rdeče, vijolične, rjave in bele barve plodov. Zelena barva je posledica visoke vsebnosti klorofila, rdeča, oranžna ter rumena so posledica karotenoidov in vijolična antocijaninov. Same oblike plodov variirajo od stožčastih, koničastih, kockastih, okroglih, ovalnih pa vse do različnih kombinacij oblik. Plodovi se razlikujejo v debelini stene. Bolj pekoče sorte imajo običajno tanjše stene, z več placente, manj pekoči čiliji pa imajo debelejše, bolj mesnate stene. Plodovi čilijev so dolgi od 1 cm do 30 cm in široki med 1 cm in 15 cm (Welbaum, 2015). Sama sistematika čilijev je zahtevna, saj lahko glede na morfološke značilnosti večina sort in vrst spada v več skupin. Sklepanje, kako pekoč je nek čili glede na obliko in velikost ploda, ni zanesljivo, saj pekočina čilijev ni povezana z velikostjo plodov, obliko, starostjo ali drugimi parametri ploda (Welbaum, 2015).

Čili je skupno ime za različne vrste rastlin iz rodu *Capsicum*, ki proizvajajo pekoče plodove. Glavna sestavina, odgovorna za pekoč okus čilija, je kapsaicin, ki se nahaja v semenih in belih membranah znotraj ploda. Čili je raznolika rastlina in obstaja več vrst, ki se razlikujejo po obliki, barvi, okusu in stopnji pekočnosti.

Ta začimba se uporablja po vsem svetu v kulinariki in je znana po svoji sposobnosti, da jedem dodaja okus, globino in pikantnost. Poleg kulinarike ima čili tudi pomembno vlogo v nekaterih tradicionalnih medicinskih praksah, saj mu pripisujejo določene zdravstvene koristi. Pekoča narava čilija povzroča sproščanje endorfinov, kar lahko privede do občutka euforije ali "čilija".

2. 2 KULTURNA ZGODOVINA ČILIJ

Izvor čilija

Čili izvira iz srednje in južne Amerike, v Mehiki so ga gojili že 6000 let p.n.š., ter je ponosen član družine razhudnikovk (Solanaceae), kamor uvrščamo tudi paradižnik, papriko, jajčevac in krompir.

Iz Mehike je sadike in semena čilija v Evropo prinesel Krištof Kolumb, Portugalci pa so čili razširili v Azijo, predvsem v Indijo preko mesta Goa.

Ker je izbor oblik, barv in okusov izredno širok, lahko prav vsakdo najde svojo rastlino, ki bo v času cvetenja in zorenja, pritegovala občudovanje mimoidočih, zato jo lahko posadiš tudi kot okrasno rastlino (O'Holic, 2023).

Razširitev čilija po svetu

Evropa: španski osvajalci so v 15. in 16. stoletju čili prinesli v Evropo. Hitro je postal del mediteranske kuhinje, kjer se je pričel uporabljati v različnih jedeh, kot so španske omake.

Azija: čili se je v Aziji hitro uveljavil, zlasti v državah, kot so Indija, Tajska, Kitajska in Indonezija. V indijski kuhinji ima čili ključno vlogo, saj se uporablja v številnih začimbah in curryjih.

Afrika: čili so prinesli v Afriko preko portugalskih trgovskih poti. Hitro je postal pomemben del afriške kulinarike, zlasti v državah z ostrejšimi jedmi, kot so Etiopija, Nigerija in Kenija.

Severna Amerika: čili je postal osnovna sestavina v mehiški in južnoameriški kuhinji. V Združenih državah Amerike je postal ključen del tex-mex kulinarike in je postal priljubljen tudi v drugih delih Severne Amerike.

Avstralija: čili se je razširil tudi v Avstralijo in postal del tamkajšnje kulinarike.

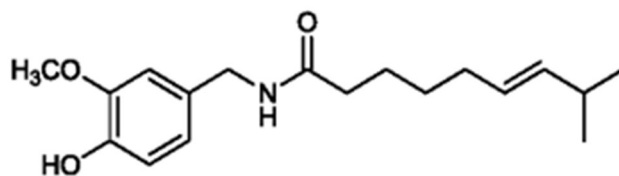
Razširitev čilija po svetu je prispevala k bogastvu okusov v različnih kulturah in k raznolikosti receptov. Poleg svoje vloge v kulinariki je čili postal tudi pomemben del nekaterih tradicionalnih medicinskih praks, kjer mu pripisujejo različne zdravilne učinke.

2. 3 AKTIVNE SPOJINE V ČILIJU

Aktivne spojine v čiliju, ki so odgovorne za njegov pekoč okus, so predvsem povezane z vsebnostjo kapsaicina. Kapsaicin je alkaloid, ki se nahaja v semenih in belih membranah znotraj plodov čilija. Poleg kapsaicina pa čili vsebuje tudi druge aktivne spojine, ki lahko prispevajo k njegovim značilnostim.

Kapsaicin

Kapsaicin (8-metil-N-vanilil-trans-6-nonenamid) je olju podobna snov, ki je brez vonja, barve in okusa. Posledica zaužitja kapsaicina je pekoč občutek v ustih. Čisti kapsaicin ima obliko brezbarvnih kristalov. Molekula kapsaicina ima strukturno formulo $C_{18}H_{27}NO_3$, ki je podobna strukturni formuli piperina s strukturno formulo $C_{17}H_{19}NO_3$, ki je glavna komponenta v popru in mu daje pekoč okus (Zamljen, 2019).



Slika 2: Kapsaicin (PubChem, 2019, povzeto po Zamljen, 2019).

Največje vsebnosti kapsaicina najdemo v žlezah, ki se nahajajo v placenti (tkivo, na katerem so pritrjena semena). Rezanje ali žvečenje poškoduje žleze, zato imamo občutek, da celoten plod peče. Če plod prepolovimo z lomljenjem ali trganjem in odstranimo placento, potem čili izgubi večino pekočine (Welbaum, 2015).

Kapsaicin stimulira kemične receptorje na živčnih končičih kože ali sluznice. Človeške brbončice lahko zaznajo že samo 10 ppm oziroma 10 mg/l kapsaicina. Ko ugriznemo v pekoč čili, kapsaicin stimulira naše živčne končiče v ustih, ti pošljejo signal za bolečino do možganov, kar se kot odziv telesa odrazi v znojenju, izločanju sline, kolcanju, kašljanju ..., v primeru zaužitja zelo pekočih čilijev pa lahko tudi v obliki bruhanja. Kapsaicin ima številne pozitivne učinke na zdravje ljudi, če ga uživamo zmerno. V prevelikih količinah je lahko toksičen. Srednja letalna doza (LD50) pri miših je 47 mg/kg (Zamljen, 2019).

Scovillova lestvica

Pekočino čilijev pogosto izražamo v Scovillovi lestvici, ki jo sestavljajo Scovillove enote SHU – Scoville heat units). Lestvico je določil farmacevt Wilbur Scoville, ko se je ukvarjal z mazili

za kožo, ki so vsebovali sok čilija. Pri določevanju je sodelovalo pet preizkuševalcev. Sok, pridobljen iz čilijev, je redčil s sladko vodo toliko časa, da se ni okusilo pekočine. Glede na število redčitev, dobimo vrednost SHU. V primeru da zaužijemo eno skodelico čilijevega soka, ki ima 10.000 SHU, potem potrebujemo 10.000 skodelic sladke vode, da pekočina povsem izgine (Zamljen, 2019).

Lestvica se še vedno uporablja, ne glede na to, da je nezanesljiva in nenatančna zaradi adaptacije senzoričnih preizkuševalcev na pekoč občutek. Danes je senzorično testiranje popolnoma nadomestila tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (HPLC) (Ratajc, 2020).

2. 4 VRSTE ČILIJ

Sorte razdelimo po lestvici pekočnosti (Scovillova lestvica) ali pa po vrsti oz. sorti (razdelitev po genski zasnovi). Najbolj poznane sorte čilija so jalapeno (*Capsicum annuum*), habanero (*Capsicum chinense*), tabasco in bird's eye (*Capsicum frutescens*), aji (*Capsicum baccatum*) in rocoto čiliji (*Capsicum pubescens*) (Vrtobilja, 2023).

Rod (Genus): Čiliji spadajo v rod *Capsicum*. To pomeni, da so vsi čiliji del istega rodu.

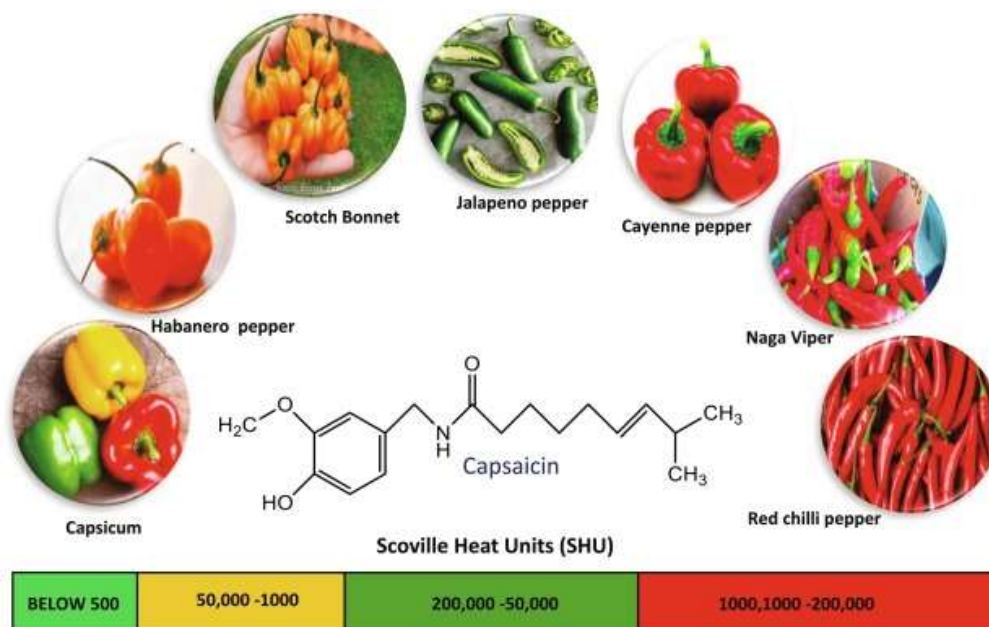
Družina (Family): Rod *Capsicum* spada v družino Solanaceae (razhudnikovke), ki vključuje tudi paradižnik, krompir in jajčevac.

Poddružina (Subfamily): V družini Solanaceae je rod *Capsicum* v poddružini Solanoideae.

Plemena (Tribe): Poddružina Solanoideae vključuje več plemen, vendar se čiliji nahajajo v plemenu Capsiceae.

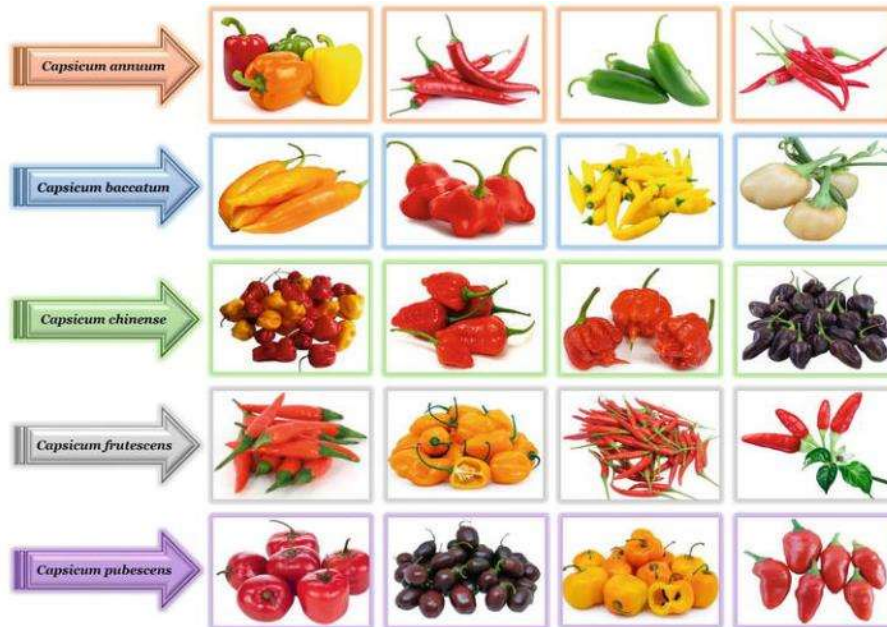
Podplemena (Subtribe): V plemenu Capsiceae so čiliji v podplemenu Capsicinae.

Rod *Capsicum* z različnimi vrstami (sortami), kot na primer: *Capsicum annuum* (paprika), *Capsicum frutescens* (tabasko), *Capsicum chinense* (habanero), *Capsicum baccatum* (aji) in *Capsicum pubescens* (rocoto).



Slika 3: Predstavitev ključnih virov kapsaicina z njihovo stopnjo pikantnosti na lestvici SHU (Sciencedirect, 2023).

V različnih kulturah se čili uporablja na različne načine in številne kulinarčne tradicije imajo svoje posebne vrste čilija, ki so značilne za njihove jedi.



Slika 4: Pet glavnih udomačenih vrst Capsicum (Yllano, 2023).

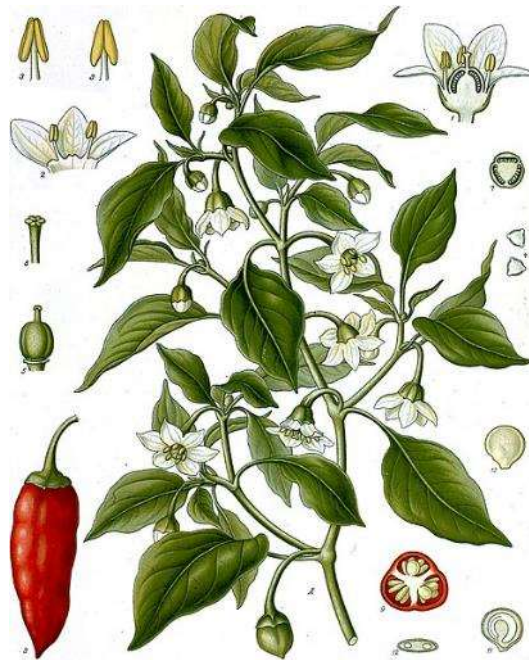
Tabela 1: Vrste in sorte čilijev Capsicum (Ratajc, 2020).

Vrsta	Sorta
Capsicum annuum	'Belladona', 'Ayenne', 'Jalapeño'
Capsicum baccatum	Južnoameriške sorte 'Aji'
Capsicum chinense	'Naga', 'Habanero', 'Datil' in 'Scotch bonnet'
Capsicum frutescens	'Malagueta', 'Tabasco', 'Kambuzi'
Capsicum pubescens	Južnoameriške sorte 'Rocoto'

Capsicum annuum

Capsicum annuum je cvetoča rastlina iz družine Solanaceae (razhudnikovke), znotraj rodu *Capsicum*, ki izvira iz severnega dela Južne Amerike in jugozahodne Severne Amerike. Rastlina proizvaja plodove v različnih barvah, vključno z rdečo, zeleno in rumeno, pogosto s

pikantnim okusom. Ima tudi številne sorte in pogosta imena, med drugim paprika, čilijeva paprika, jalapeño, kajenski poper, paprika in še mnogo več, s preko 200 različicami znotraj vrste. Gre za eno najstarejših kulturnih rastlin, saj sega domača pridelava približno 6.000 let nazaj v regije Mehike. Rod *Capsicum* obsega več kot 30 vrst, vendar je *Capsicum annuum* glavna vrsta v svojem rodu, saj je bila široko gojena za uporabo že dolgo časa in se je razširila po vsem svetu (*Capsicum annuum*, 2023).



Slika 5: *Capsicum annuum* ((*Capsicum annuum*, 2023).

Capsicum baccatum

Capsicum baccatum, imenovan tudi ají (špansko), je član rodu *Capsicum* in eden od petih vrst čilija. Plodovi te vrste so pogosto zelo pikantni in dosegajo od 30.000 do 50.000 na lestvici Scoville za merjenje pekočnosti. Ají se uvršča med zmerno pekoče vrste čilija, kar pomeni, da lahko ponudi občuten pekoč občutek, vendar morda ni tako intenziven kot nekatere bolj pekoče vrste (*Capsicum baccatum*, 2023).



Slika 6: *Capsicum baccatum* (*Capsicum baccatum*, 2023).

Capsicum chinense

Capsicum chinense, pogosto znana kot "vrsta habanera", je vrsta čilija, ki izvira iz Amerike. Vrste *C. chinense* so znane po svojih edinstvenih okusih, mnoge pa izstopajo po izjemni vročini. Najbolj vroči popri na svetu so člani te vrste, s rezultatom enote za merjenje vročine Scoville v višini 2,69 milijona, izmerjenim v kultivarju *C. chinense*, Pepper X, leta 2023 (*Capsicum chinense*, 2023).



Slika 7: Habanero fruits (*Capsicum chinense*, 2023).

Capsicum frutescens

Capsicum frutescens je divji čili s genetsko sorodnostjo s kulturnim čilijem *Capsicum chinense*, ki izvira iz Srednje in Južne Amerike. Kultivarji *C. frutescens* lahko rastejo kot letne ali

kratkožive trajnice. Cvetovi so beli z zelenkasto belo ali zelenkasto rumeno krono in so oprášeni s pomočjo insektov ali samoopraševanja. Plodovi rastline običajno rastejo pokonci. Običajno so zelo majhni in pikantni, dolgi 10–20 milimetrov in premera 3–7 milimetrov. Plodovi običajno zorijo iz svetlo rumene v svetlo rdečo barvo, vendar so lahko tudi druge barve. *C. frutescens* ima manjšo raznolikost oblik v primerjavi z drugimi vrstami *Capsicum*. Zaradi velike količine pokončnih plodov, ki zorijo v barvitih vzorcih, je *C. frutescens* priljubljena tudi za vzrejo okrasnih sort (*Capsicum frutescens*, 2023).



Slika 8: *Capsicum frutescens* (*Capsicum frutescens*, 2023).

Capsicum pubescens

Capsicum pubescens ta vrsta je predvsem prisotna v Srednji in Južni Ameriki ter je znana le v kultivaciji. Uživa se sveža, v obliki paste, posušena ali mleta. V Peruju in Ekvadorju ji pravijo rocoto (quechua, rukutu, ruqutu'), v Boliviji in Argentini locoto (ajmara, luqutu), v Mehiki pa manzano (špansko za "jablano") čili zaradi ploda, ki spominja na jabolko. Med vsemi udomačenimi vrstami v družini *Capsicum* je najmanj razširjen in najbolj genetsko raznolik (*Capsicum pubescens*, 2023).



Slika 9: Capsicum pubescens (Capsicum pubescens, 2023).

2. 5 SORTE ČILIJEV

V poskusu sem uporabil naslednje sorte čilijev:

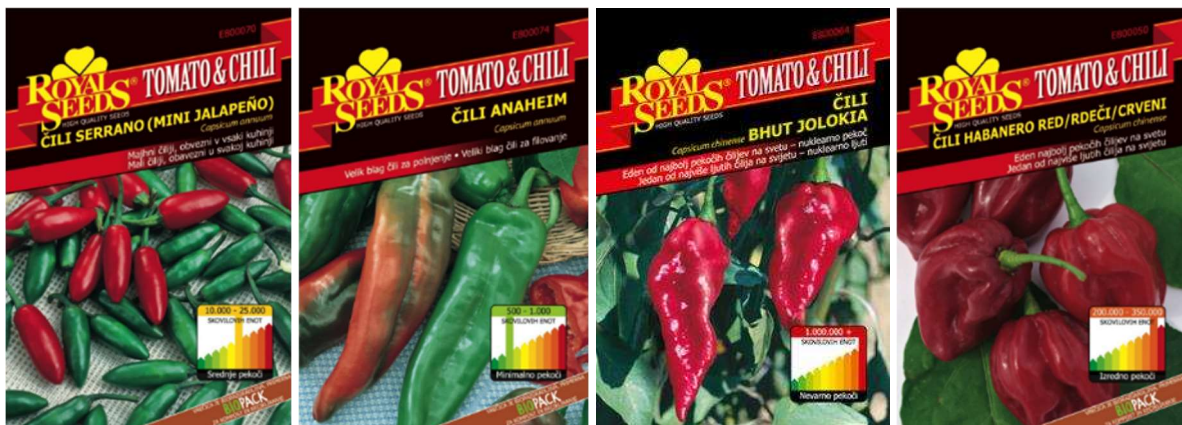
Mini jalapeño,

Anaheim,

Bhut jolokia (angl.: Ghost pepper),

Habanero red.

Izbral sem sorte čilijev, ki so bile dostopne in od enega proizvajalca semen.



Slika 10: Izbrana semena: Mini jalapeño, Anaheim, Bhut jolokia (angl.: Ghost pepper) ter Habanero red (Mercator, 2024).

Mini jalapeño

Mini jalapeño je klasična sorta čilija iz Mehike. So srednje pekoči. Rastline so robustne in zrastejo zelo visoko ter dajejo velike pridelke. Hrustljavi svetleči plodovi so dolgi 2,5–5 cm (1 cm v primeru), so temno zeleni in rdeči. Odličen je za pripravo sals in sušenje.



Slika 11: Jalapeño (Canva Pro, 2023).

Seme posejemo v različne posode, ločene (22–30 stopinj C). Sadike vzgajamo v svetlem prostoru (20 stopinj C) in jih redno zalivamo/pršimo. Ko sta razvita prva dva lista, presadimo v večje lončke. Ko ni več zmrzali, sadike sadimo na sončno in toplo mesto v gredi ali v velike posode. Čilije lahko v posodi gojimo več let.

Anaheim



Slika : Anaheim (Canva Pro, 2023).

Blag in velik čili velikosti 15–18 x 5cm. V fazi zrelosti se obarva iz zelene v rdečo. Dozori v 70–90 dnevih po presajanju. Uživamo zelene in rdeče salsah in tex-mex jedeh. Plodove pustimo

dlje časa na rastlinah, da postanejo usnjeni. Nato jih posušimo na soncu in zmeljemo kot čili kolorado. Seme posejemo v posodice, lončke (22–30 stopinj C). Sadike damo v svetel prostor (22–30 stopinj C) in jih redno zalivamo/pršimo. Ko sta razvita prva dva prava lista, prepikamo v večje lončke. Ko ni več zmrzali, sadike sadimo na sončno in toplo mesto v gredi ali v velike posode. Čilije v posodi gojimo več let.

Bhut jolokia (angl.: Ghost pepper)

Ti čiliji so ekstremno pekoči! Uporaba je na vašo lastno odgovornost! Dozorijo v 120 dnevih po presajanju. Čiliji so 6–9 cm dolgi in okoli 2,5 cm široki, rahlo grobe teksture, rdeče in oranžne barve. Rastlina lahko zraste do višine 1 m. Večletne rodne rastline nam bodo dajale plodove od pomladi do jeseni, zato jih gojimo v lončkih na sončnih terasah.



Slika 12: Bhut jolokia (angl.: Ghost pepper) (Chella p, 2023).

Seme posejemo v različne posodice, lončke (22–30 °C). Sadike vzgajamo v svetlem prostoru (20 °C) in jih redno zalivamo/pršimo. Ko sta razvita prva dva lista, prepikamo v večje lončke. Ko ni več zmrzali, sadike sadimo na sončno in toplo mesto v zelenjavnem vrtu ali v velike posode.

Habanero red

Čili Habanero Red, rdeči: seme posejemo v različne posodice, lončke (22–30 °C). Sadike vzgajamo v svetlem prostoru (20 °C) in jih redno zalivamo/pršimo. Ko sta razvita prva dva prava lista, prepikiramo v večje lončke. Ko ni več zmrzali, sadike sadimo na sončno in toplo mesto v gredi ali v velike posode. Čilije lahko v posodah gojimo več let. Svetleči rdeči plodovi so veliki 3,5–5x3–3,5 cm, rastlina pa je lahko visoka od 50 do 120 cm. Zaradi tropsko sadnega

okusa so plodovi obvezni v vseh salsah. Predvsem je namenjen za večletno vzgojo v loncih. Dlje časa kot je plod na rastlini, bolj pekoč je.



Slika 13: Habanero (Foto: K. Muha).

2. 6 RAST IN GOJENJE ČILIIJA

Kaljenje čilija in vzgoja sadik

Semena čilijev so ploščata, gladka, rahlo rumene barve, robovi so valoviti in dolgi med 2 in 5 mm. Absolutna masa semen je 6,46 g oziroma 150–160 semen na gram. Semena čilijev kalijo počasi v primerjavi s semeni paradižnika. Seme kali 6 do 10 dni pri temperaturah med 15,6 in 29 °C. Večja kot je temperatura, hitreje seme kali; če je temperatura pod 15 °C, lahko seme kali tudi več kot 20 dni. Z uporabo različnih tehnologij priprave semena, kot so uporaba piliranega semena, obdelava semena z giberelinsko kislino, lahko dosežemo enakomeren in hitrejši vznik (Sung, 2005).

Vzgoja sadik je standardna metoda gojenja čilijev v krajih, kjer je sezona gojenja kratka in tam, kjer se seje hibridne sorte, katerih seme je dražje. Čiliji so pri presajanju sadik nekoliko bolj občutljivi kot npr. paradižnik ali zelje – rastlini, ki dobro prenašata proces presajanja. Za vzgojo sadik se uporablja setvene plošče in lončke iz različnih materialov. Vzgoja sadik omogoča gojenje poznih sort (npr. 'Habanero', 'Naga Morich', 'Bhut Jolokia',...) tudi v krajih s kratko rastno dobo (Welbaum, 2015).

Pogoji za gojenje čilija

Temperatura zraka

Temperature nižje od 10 °C vplivajo na slabšo rast rastlin ter povzročajo poškodbe na rastlinah. Vplivajo tudi na plodove, ki so slabšega okusa in slabo obarvani. S sajenjem vedno počakamo, da so temperature višje (nad 20 °C), v Sloveniji je priporočljivo sajenje od sredine do konca maja. Čiliji lažje prenašajo visoke temperature kot paradižniki. Pekoči čiliji imajo boljši cvetni nastavek in tvorbo plodov ob visokih nočnih temperaturah kot nepekoči (Zamljen, 2019).

Zemlja

Čilije lahko gojimo na večini tipov tal, od peščenih do glinenih tal, s pH med 6,5 in 7,0. Občutljivi so na zastajanje vode, zato je pomembno, da so tla odcedna in korenine niso v stiku z nasičenim območjem. V primeru prevelike vlažnosti lahko pride do odpadanja listov in povečanega pojava boleznih koreninskega sistema (Welbaum, 2015).

Gnojenje

Čiliji niso tako veliki porabniki hranil kot paradižnik. Ob upoštevanju celotne rastline in plodov je poraba hranil na hektar 134 kg N, 13,4 kg P, 134 kg K, kar se lahko razlikuje od posamezne vrste in sorte (Zamljen, 2019).

Prvi obrok dušika se doda ob presajanju sadik na končno mesto, drugega ob prvem cvetenju. Z dušikom ne gnojimo pretirano, ker se čiliji odzovejo z bujno rastjo, kar zakasni cvetenje in tvorbo plodov. V rastlinjakih je pogosta tehnologija dodajanja hranil ob sočasnem namakanju – fertirigacija. Ob sajenju sadik se doda hranilno raztopino z obilico fosforja, da se spodbudi zgodnja rast rastlin, na primer NPK 8-24-8 ali 10-52-17. Kasneje se količina fosforja zmanjša in poveča količina kalija (Welbaum, 2015).

Tabela 2: Pogoji za gojenje čilija.

Pogoj	Opis
Svetloba	Čiliji potrebujejo veliko svetlobe. Rastlina mora biti postavljena na mesto, kjer bo rastlina dobila vsaj 6–8 ur neposredne sončne svetlobe na dan. Če naravne svetlobe ni dovolj, lahko uporabimo dodatno umetno razsvetljavo s pomočjo fluorescenčnih ali LED svetilk.
Temperatura zraka	Optimalna temperatura za kalitev čilijevih semen je med 27 in 32 stopinj Celzija. Ko sadike vzklijajo, jih prestavite na mesto s temperaturo med 21 in 24 stopinj Celzija.
Zemlja	Čili potrebuje kakovostno zemljo za lončnice z dobrim drenažnim sistemom. Mešanica šote, perlita in kokosovega substrata je primerna.
Lonec in drenaža	Lonec mora biti velik z luknjami na dnu za dobro drenažo. Preprečiti je potrebno zastajanje vode, saj čiliji ne marajo prekomerne vlage.
Gnojenje	Gnoji se s kakovostnim gnojilom za zelenjavo. Priporočljivo je, da se uporablja gnojilo z višjo vsebnostjo fosforja med cvetenjem.
Voda	Zemlja se ne sme popolnoma posušiti. Redno je potrebno zalivanje, vendar zemlja ne sme biti preveč mokra. Uporabljati je potrebno toplo vodo, da se izognemo stresu rastlin zaradi nenadnih temperaturnih sprememb.

Pogoj	Opis
Zračenje	Prostor mora biti zračen. Občasno lahko uporabimo nežen ventilator za posnemanje naravnega vetra, kar spodbuja močnejšo rast rastline.
Skrb za rastlino	Odstraniti je potrebno nepotrebne poganjke in cvetove, da spodbudimo večjo rast plodov. Večje rastline je potrebno povezovati, da preprečimo, da bi se zlomile pod težo plodov.

2. 7 PREGLED OBSTOJEČIH REŠITEV ZA GOJENJE RASTLIN

Na spletu sem pregledal nekaj rešitev, ki omogočajo domače gojenje rastlin.

Auk Starter Kit

Spletna stran: <https://www.auk.eco/>

Auk Starter Kit je vse, kar potrebuje posameznik za začetek gojenja čilija. Komplet vključuje komplet Auk, 3 vrečke semen, kokosovo zemljo, NFC čip (informira Auka o potrebnih pogojih (svetloba, voda in hranila) za uspešno rast rastlin)) in hranila. Vsebuje tudi kokosovo zemljo, narejeno iz mlete kokosove lupine, ki zagotavlja zračno in stabilno okolje s primernim pH za izjemno rast rastlin. Starter Kit vsebuje dovolj sestavin za 6 lončkov, pri čemer trajanje pridelka običajno znaša od 4 do 10 mesecev, odvisno od vrste rastline. Za dodatno pridelavo so na voljo refill komplet z novim kokosovim substratom in hranili. Poleg tega so v kompletu tudi semena različnih rastlin, kot so peteršilj in rukola. Auk vam omogoča enostavno gojenje brez dela – samo posejete semena, opazujte rast in uživajte v doma pridelanih pridelkih. Auk je pameten notranji vrt, ki omogoča pridelavo okusnih in hranljivih rastlin neposredno na vašem kuhinjskem pultu vse leto (Auk, 2023).



Slika 14: Auk Starter Kit (Auk, 2023).

Click and Grow

Spletna stran: <https://eu.clickandgrow.com/>

Click & Grow EU predstavlja inovativni sistem za gojenje rastlin, ki omogoča enostavno in avtomatizirano gojenje zelišč, cvetja, sadja in zelenjave kar na vašem pultu. Sistem deluje v treh preprostih korakih: dodajte rastlinske podloge, dodajte vodo in priključite napravo. Pametni vrt Click & Grow bo nato poskrbel za vse ostalo. Ponuja več različnih modelov Smart Gardens, kot so Smart Garden 3, Smart Garden 9 in Smart Garden 27, ki so idealni za gojenje rastlin vse leto. Vsak model je opremljen s čistim pametnim substratom, imenovanim Smart Soil, brez škodljivih snovi. Ta tehnologija omogoča pridobivanje svežih in hranljivih pridelkov brez škodljivih snovi, kar pomeni, da rastline gojene v Click & Grow, ne izgubljajo svojih hranljivih vrednosti. Poleg tega Click & Grow ponuja tudi različne sete semen, kot so "Vibrant Flower" kompleti, ki vključujejo enoletne zaloge semen za čudovito cvetje skupaj s Smart Garden napravo (Click & Grow, 2023).



Slika 15: Click and Grow (Click & Grow, 2023).

Harvest

Spletna stran: <https://aerogarden.com/home/>




AeroGarden predstavlja inovativne vrtnarske rešitve, ki omogočajo enostavno in uspešno gojenje rastlin kar doma. Njihov sistem omogoča gojenje rastlin v treh preprostih korakih: dodajte rastlinske podloge, dodajte vodo in priključite napravo. Tako boste lahko uživali v svežih pridelkih z minimalnim trudom. Med njihovimi izdelki so AeroGarden Trio Grow Light, Bounty Basic, Bounty Elite, Harvest Elite in Harvest Slim, ki ponujajo različne kapacitete za gojenje rastlin glede na potrebe. Poleg tega imajo tudi zanimive opcije za dodatno opremo in darilne sete semen, ki so popolna izbira za vse ljubitelje domačega pridelovanja. AeroGarden poudarja tudi svoj koncept "AeroTopia", kjer poudarjajo individualno doživetje uspešnega gojenja rastlin doma. Poleg tega ponujajo nasvete za začetnike, opis delovanja svojih izdelkov ter izdelke za popestritev notranjega prostora (povzeto po Aerogarden, 2023).



Slika 16: Harvest (povzeto po Aerogarden, 2023).

Primerjava obstoječih izdelkov

Tabela 3: Primerjava obstoječih izdelkov na trgu.

	Auk starter kit	Click and Grow	Harvest (Aerogarden)
			
APP	NE	NE	NE
Prodanih izdelkov	23.000	10.000 +	1291 Reviews
Ocena kupcev	4,6 (1098 ocen)	4,5 (529 ocen)	4,4 (1291 ocen)
Cena	431 € (20. 11. 2023)	Od 99,95 € do 949,80 € (20. 11. 2023)	89,95 €
Vir	(Auk, 2023)	(Click & Grow, 2023)	(Aerogarden, 2023)

2. 8 POVZETEK POGLAVJA

V poglavju sem temeljito raziskal to pikantno začimbo, ki ima korenine v tropskih in subtropskih krajih, a je danes prisotna po vsem svetu. Opazil sem naraščajočo priljubljenost pridelave čilijev in paprik v Sloveniji. Mednarodno gledano Kitajska ostaja vodilna svetovna proizvajalka čilijev.

Poglobil sem se v botanične vidike čilija, opisal raznolikost plodov glede na barvo, obliko in velikost. Kulturno je čili tesno povezan s srednjo in južno Ameriko, njegova vloga pa se je s širjenjem po svetu razširila in zdaj igra ključno vlogo v mnogih kuhinjah po svetu.

Aktivne spojine v čiliju, zlasti kapsaicin, so prav tako postale predmet moje raziskave. Kapsaicin sproža različne občutke v telesu in je odgovoren za pekoč okus. Scovillova lestvica še vedno meri stopnjo pekočnosti čilijev, čeprav so danes na voljo natančnejše metode.

Kulinarično gledano čili ni le začimba, ampak nosi tudi kulturno identiteto. Uporablja se za poudarjanje okusov, spodbujanje apetita in izražanje kreativnosti v kuhinji. Poleg tega ima čili tudi potencialne zdravstvene koristi, povezane z zmernim uživanjem kapsaicina.

Zaključil sem s poudarkom na rasti in gojenju čilija, kjer sem osvetlil ključne vidike, kot so kaljenje semen, vzgoja sadik in pogoji za uspešno gojenje. Celotna raziskava mi je omogočila boljše razumevanje sveta čilijev, od njihove biologije do vpliva na kulinarično in kulturno področje.

3 METODE DELA

3.1 VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA NA RAST IN RAZVOJ ČILIJ

Z raziskavo sem želel preučiti, kako uspešno bo nevtralna oseba (brez predhodnih izkušenj z gojenjem rastlin) spremljala rast in razvoj čilija. Seme čilija sem posadil 26. novembra 2023, nato pa sem za skrbnika izbral svojo sestro, ki ni pokazala posebnega zanimanja ali predznanja za gojenje rastlin. Cilj raziskave je bil ugotoviti, ali čili pod skrbjo nevtralne osebe doseže uspešno rast in razvoj.

Metodo sem izvedel v naslednjih korakih:

Priprava poskusa: Najprej je bilo potrebno pripraviti poskusni set. Semena čilija sem posadil v primeren substrat. Uporabil sem standardni substrat, ki omogoča dobro drenažo in vlažnost za kalitev semen.

- Izbira skrbnika: Za skrbnika rastline sem izbral svojo sestro, ki nima izkušenj ali znanja o gojenju rastlin. Izbral sem osebo, ki je predstavljala nevtralno stališče, da bi raziskal, ali oseba brez predhodnih izkušenj lahko uspešno goji rastline.

Nadzor in dokumentiranje: Medtem ko sestra ni bila aktivno vključena v raziskavo, sem sam redno opazoval in dokumentiral razvoj rastlin. To je vključevalo opazovanje kalitve semen, spremljanje rasti rastlin, ocenjevanje stanja in morebitnih težav ter dokumentiranje teh opažanj.

Rezultati: Po obdobju opazovanja je bil dokumentiran končni rezultat, vključno s podatki o rasti rastli, ter morebitnih težavah, ki so se pojavile med poskusom. To je vključevalo opazovanje in beleženje datuma pojava prvih kalčkov, rasti rastlin, morebitnih znakov bolezni ali pomanjkljivosti ter končnega stanja rastlin.

- Analiza rezultatov: Na podlagi dokumentiranih rezultatov je bila izvedena analiza, ki je ocenila uspešnost rasti in razvoja rastlin pod skrbjo nevtralnega skrbnika.
- Sklep: Na koncu je bil izdelan sklep, ki je povzel ugotovitve poskusa in podal morebitne zaključke o vplivu nevtralnega skrbnika na rast in razvoj čilija.

Vrste čilija v poskusu

V poskusu sem uporabil čili vrste Mini jalapeño,

Pripravil sem posodo s posajenimi semeni za poskus.



Slika 17: Posajena semena čilija (Foto: K. Muha).

3. 2 RAZVOJ IN IMPLEMENTACIJA AVTOMATIZIRANEGA SISTEMA ZA VZGOJO SADIK ČILIJ

Po uspešnem zaključku prve faze raziskave, kjer sem preučeval vpliv nevtralnega skrbnika na rast in razvoj čilija, sem nadaljeval z drugo fazo, ki je zajemala razvoj in implementacijo avtomatiziranega sistema za gojenje čilija. S poudarkom na nadzoru vlažnosti, temperature in osvetljevanja.

Ker nekaterih naročenih elementov še nisem prejel sem se odločil, da naredim najprej poskusim z "začasno" vzgojo sadik čilijev, po prejemu komponent pa bom izdelal načrtovani sistem za vzgojo čilija.

Vrste čilija v poskusu

V poskusu sem uporabil naslednje štiri vrste čilijev:

Mini jalapeño,

Anaheim,

Bhut jolokia (angl.: Ghost pepper),

Habanero red.

Tehnična izvedba poskusa

Najprej sem načrtoval, da bi sistem naredil s pomočjo sistema Arduino. Naročil sem potrebne komponente iz spletne trgovine Aliexpress, vendar jih še nisem prejel. Ker čili potrebuje kar nekaj časa od saditve do končne velikosti, sem se odločil, da uporabim komponente, ki jih imam na voljo doma.

Sama rešitev ne spreminja funkcionalnosti in namena raziskave, je pa tehnično drugače zasnovana.

Izbor komponent

Za potrebe izdelave sem potreboval naslednje komponente:

- posoda,
- STC-3028,
- klasična 100 W žarnica,
- črpalka za vodo,
- posoda za vodo,

- zalivalni sistem ter
- drobni električni material.

Tehnična izvedba poskusa

Najprej sem si pripravil potrebne komponente, orodje in material. Postopek izdelave:

- priprava ohišja za povezave komponent,
- vezava komponent,
- montaža komponent na posodo,
- namestitev zalivalnega sistema ter
- vklop in preizkus.



Slika 18: Izdelana posoda za vzgojo sadik čilija (Foto: K. Muha)

Poraba električne energije

Za merjenje porabe električne energije sem uporabil merilec porabe električne energije z vtičnico.

Merilec porabe električne energije z vtičnico je naprava, ki se uporablja za merjenje porabe električne energije pri električnih napravah. Gre za napravo, ki se enostavno vstavi med električno vtičnico in napravo, ki jo merimo. Merilec nato zazna električni tok, ki teče skozi napravo, in izračuna porabo električne energije v določenem časovnem obdobju.



Slika 19: Merilec porabe električne energije z vtičnico (Foto: K. Muha).

Metoda merjenja porabe električne energije s tem merilcem je preprosta. Najprej se merilec vstavi v električno vtičnico, nato pa se vtič naprave, katere porabo merimo, vstavi v merilec. Ko je naprava vklopljena, merilec beleži porabo električne energije v realnem času. Podatki o porabi se lahko spremljajo na zaslonu merilca ali pa se shranijo za kasnejšo analizo. Na koncu merjenega obdobja se izračuna skupna poraba električne energije, ki jo je naprava porabila. Ta metoda omogoča natančno in enostavno spremljanje porabe električne energije.

3. 3 RAZVOJ AVTOMATIZIRANE POSODE ZA VZGOJO ČILIIJA

Po uspešno zaključeni avtomatizirani vzgoji sadik čilija sem prestopil v zadnjo fazo moje raziskave, kjer bom samostojno razvil in implementiral avtomatiziran sistem za vzgojo čilija v posodi. Tako bom oblikoval avtomatski sistem in bo temeljil na Arduino mikrokrmilniku.

V tej fazi se bom osredotočil na izgradnjo posode in sistema, ki bo samodejno meril temperaturo, vlago in svetlost v okolju. Na podlagi pridobljenih podatkov bo sistem natančno in prilagodljivo vzdrževal pogoje v posodi, kar bo omogočilo optimalno okolje za rast in razvoj čilijevih sadik.

Tehnična izvedba poskusa

Izbor komponent

Potrebne komponente za izdelavo posode:

- posoda,
- Arduino UNO,
- razširitvena plošča za Arduino,
- SSD1306 OLED in nosilec,
 - senzor vlage in temperature DHT11,
 - senzor vlage v zemlji ter
 - LED svetilka.

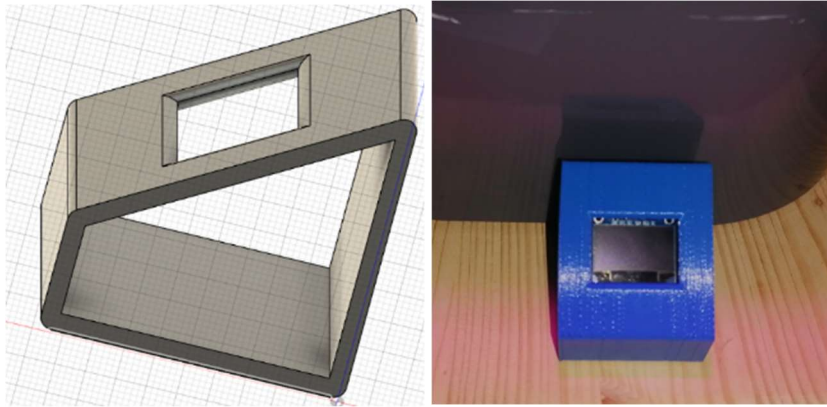
Izdelava potrebnih komponent

Z izbiro komponent sem dobil posamezne komponente, ki sem jih moral tudi pritrditi. Za nekatere komponente sem moral izdelati tudi nosilce.

Nosilec za OLED

OLED prikazovalnik sem namestil spodaj pred posodo. Prikazovalnik sem dobil brez ohišja, zato sem moral ohišje narediti.

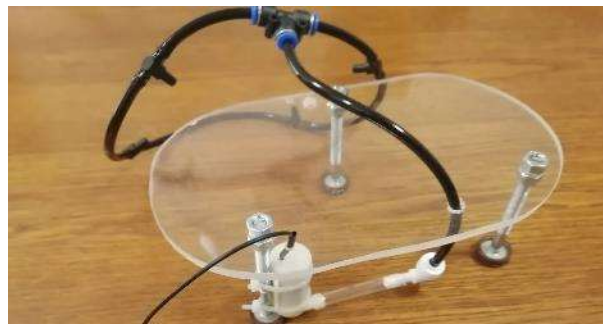
S pomočjo programa Fusion 360 podjetja Autodesk sem izdelal 3D model in ga na 3D tiskalniku Anycubic tudi natisnil.



Slika 20: 3D model nosilca za OLED in nosilec (Posnetek zaslona: K. Muha, foto: K. Muha).

Dno posode

Dno v posodi sem izdelal iz pleksi stekla, na katerega sem namestil potrebne komponente in cevi za zalivanje.



Slika 21: Dno posode (Foto: K. Muha)

Vrečka za zemljo

Posoda, ki sem jo izbral, je ovalne oblike. Za tako posodo nisem našel ustrezne notranje posode, kamor bi lahko presadil sadike. Odločil sem se, da sam naredim vrečko iz filca, v katero bom presadil sadike.



Slika 22: Samostojno izdelana posoda za čilije (Foto: K. Muha)

Priprava posode in sadik za poskus

S pripravljenimi elementi sem sestavil posodo. Izbral sem osem enakih sadik in v vsako vrečko za zemljo presadil po štiri sadike. Tako sem pripravil enake pogoje za poskus.



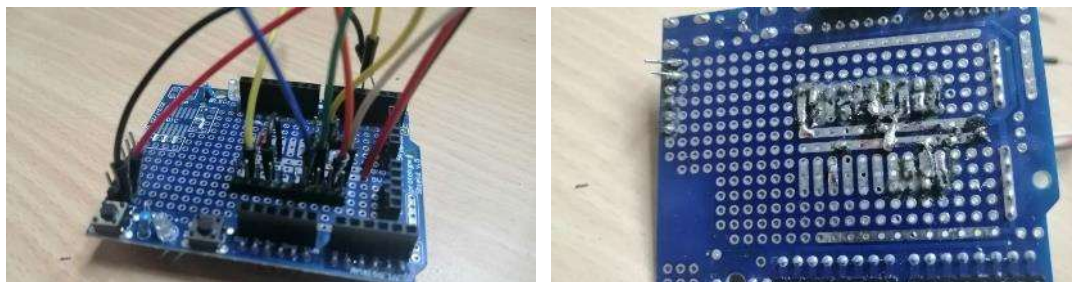
Slika 23: Presajene sadike čilija (Foto: K. Muha)

Priključitev potrebnih komponent na Arduino

Ko so bile sadike pripravljene sem moral narediti še elektronski del pri avtomatizirani posodi.

Priprava razširitvene plošče

Najprej sem za vsako komponento poiskal osnovne podatke in vezalno shemo (zaradi obširnosti sem opise dal v priložo). Na razširitveno ploščo sem prispajkal sponke, na katere bom priključil elemente.



Slika 24: Pripravljena razširitvena plošča (foto: K. Muha).

Namestitev senzorjev temperature in vlage

V zemljo poleg sadike sem namestil senzor vlage in temperature.



Slika 25: Namestitev senzorja vlage in temperature (foto: K. Muha).

Namestitev luči

Za namestitev luči sem izdelal enostavno leseno konstrukcijo, na katero sem zmontiral luč.



Slika 26: Namestitev luči na leseno konstrukcijo (foto: K. Muha).

Opazovanje

Pri opazovanju sem se osredotočil na spremljanje višine in razvitosti listov sadik čilija, ki so posajene v navadni posodi ter v avtomatizirani posodi z lučjo. Cilj je opazovati in primerjati rast rastlin v obeh okoljih ter ugotoviti morebitne razlike v njihovi rasti in razvoju. Za vsako posodo so bile posajene po štiri enake sadike čilija, kar omogoča analizo in primerjavo med različnimi pogoji gojenja.

Ta primerjalna analiza bo omogočila boljše razumevanje vpliva avtomatizacije okoljskih pogojev na rast čilija v primerjavi z običajnimi gojitvenimi metodami.

Opazovanje višine sadike čilija

Za merjenje višine sadik čilija sem uporabil standardni merilni trak. Postavil sem ga ob stran rastline in ga nežno pritrdil, da sem zagotovil, da je bil trak v navpičnem položaju. Nato sem natančno prebral višino rastline na mestu, kjer je bilo to najbolj primerno, običajno od tal do vrha najvišjega dela rastline.

Med merjenjem sem bil pazljiv, da sem upošteval vsako majhno odstopanje v višini in poskušal doseči čim večjo natančnost. Meritve sem ponovil večkrat, da sem zagotovil doslednost in natančnost rezultatov. Poleg tega sem zabeležil tudi datum vsake meritve, da sem lahko spremljal rast rastlin skozi čas in analiziral morebitne spremembe v hitrosti rasti.



Slika 27: Merjenje višine sadike čilija (Foto: K. Muha).

Celoten postopek merjenja sem izvajal previdno in sistematično, da sem zagotovil zanesljive podatke o višini sadik čilija. Te podatke sem nato uporabil za spremljanje in analizo rasti rastlin ter za sprejemanje morebitnih odločitev glede nadaljnjih ukrepov oskrbe rastlin.

Opazovanje velikosti listov

Pri opazovanju velikosti listov sadik čilija sem uporabil standardno metodo vizualnega pregleda. Redno sem preverjal vsako rastlino in natančno opazoval velikost njenih listov. Pri tem sem upošteval več dejavnikov, vključno s številom listov na rastlini, njihovo barvo, teksturo in splošno obliko.

Za opazovanje velikosti listov sem uporabil tudi primerjalne metode, kot je primerjava velikosti listov med različnimi rastlinami iste vrste ali med listi iste rastline v različnih časovnih obdobjih. Pri tem sem uporabil tudi standardna orodja, kot je ravnilo, da sem natančno določil dimenzije posameznih listov.



Slika 28: Merjenje velikosti listov (Foto: K. Muha).

Vsako opazovanje sem natančno zabeležil, vključno s podatki o datumu, opazovanih lastnostih listov in morebitnih opaznih spremembah v njihovi velikosti ali stanju.





Slika 29: Primerjava velikosti listov v posodi(levo) in v EasyGrow (desno) (22. 2. 2024) (Foto: K. Muha).

4 REZULTATI

4.1 VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA NA RAST IN RAZVOJ ČILIJ

Opazovanje in rezultati

Tabela 4: Opazovanje in rezultati: Vpliv nevtralnega skrbnika (Foto: K. Muha).

Datum	Opravilo	
12. 11. 2023	Posadil sem semena čilija v zemljo.	
26. 11. 2023	Opazil sem prve znake kalitve, rastlina je vzklila.	
9. 1. 2024	Rastlina se ni razvila do faze cvetenja, namesto tega se je posušila. Ni razvila ne popkov ne cvetov.	

Ugotovitve

Kljub prvotnim obetom rasti ob vzklitju se je rastlina čilija na žalost do 9. januarja 2024 posušila brez razvoja popkov ali cvetov. Težko je natančno določiti vzrok za neuspeh, vendar je ta

rezultat pomemben, saj kaže, da nevtralna oseba brez izkušenj z gojenjem rastlin ni zagotovila ustreznih pogojev za uspešno rast čilija na okenski polici.

Sklep

Raziskava poudarja pomembnost skrbnega pristopa k gojenju rastlin. Kljub odsotnosti specializiranega znanja sestre za čili je bila ugotovljena neuspešna rast, kar nakazuje, da lahko rastline bolje uspevajo pod skrbjo posameznikov s podrobnejšim razumevanjem njihovih potreb.

4. 2 AVTOMATIZIRAN SISTEM ZA VZGOJO SADIK ČILIJA

Opazovanje in rezultati

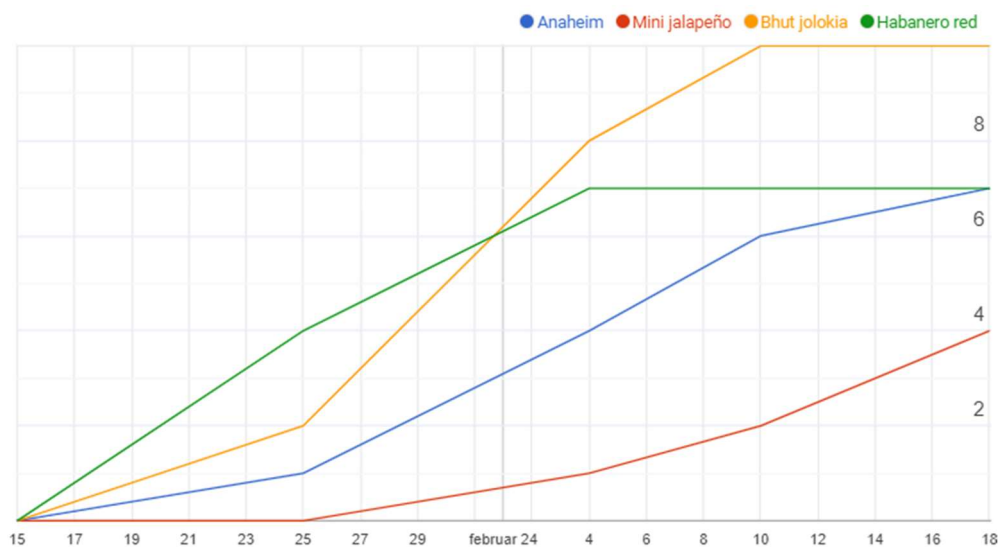
Ko sem posadil semena, sem se lotil opazovanja. Podrobno sem dokumentiral kaljenje in rast semen štirih različnih vrst čilija: Mini jalapeño, Anaheim, Bhut jolokia (Ghost pepper) in Habanero red. Opazovanje sem začel takoj po setvi semen in beležil napredek.

Uporabil sem preproste metode opazovanja, kot so vizualni pregledi rasti in fotografiranje razvoja rastlin. Med opazovanjem sem beležil stopnjo kaljenja, čas do pojava prvih poganjkov, hitrost rasti ter morebitne razlike v razvoju med različnimi vrstami čilija.

Rezultati opazovanja so v nadaljevanju predstavljeni v obliki tabele, ki so ponazorili napredek rasti vsake vrste čilija skozi čas.

Tabela 5: Opazovanje in rezultati: Avtomatiziran sistem za vzgojo sadik čilija.

Datum	Opravilo	Vzkalita semena			
		Anaheim	Mini jalapeño	Bhut jolokia	Habanero red
15. januar 2024	Priprava zemlje in sajenje. Posajeno je bilo 10 semen vsake sorte.	0	0	0	0
25. januar 2024	Skupno št. vzklitih semen	1	0	2	4
4. februar 2024	Skupno št. vzklitih semen	4	1	8	7
10. februar 2024	Skupno št. vzklitih semen	6	2	10	7
18. februar 2024	Skupno št. vzklitih semen	7	4	10	7



Graf 1: Kalitev semen čilija.

Na podlagi podanih podatkov lahko sklepamo, da so semena različnih sort čilija v različnih časovnih obdobjih kalila različno hitro:

Anaheim: Semena Anaheima so se kalila postopoma, s 1 kaljenim semenom do 25. januarja, kar je nato naraslo na 7 kaljenih semen do 18. februarja.

Mini jalapeño: Kaljenje semen Mini jalapeño se je začelo nekoliko pozneje, saj so se prva semena pojavila 4. februarja, nato pa je število kaljenih semen naraslo na 4 do 18. februarja.

Bhut jolokia: Semena Bhut jolokia so se kalila hitreje kot prejšnja dva tipa čilija, saj so se prva semena pojavila že 25. januarja, nato pa je število kaljenih semen naraslo na 10 do 10. februarja in ostalo enako do 18. februarja.

Habanero red: Semena Habanero red so se kalila najhitreje, saj so se prva semena pojavila že 25. januarja, nato pa je število kaljenih semen naraslo na 7 do 4. februarja in ostalo enako do 18. februarja.

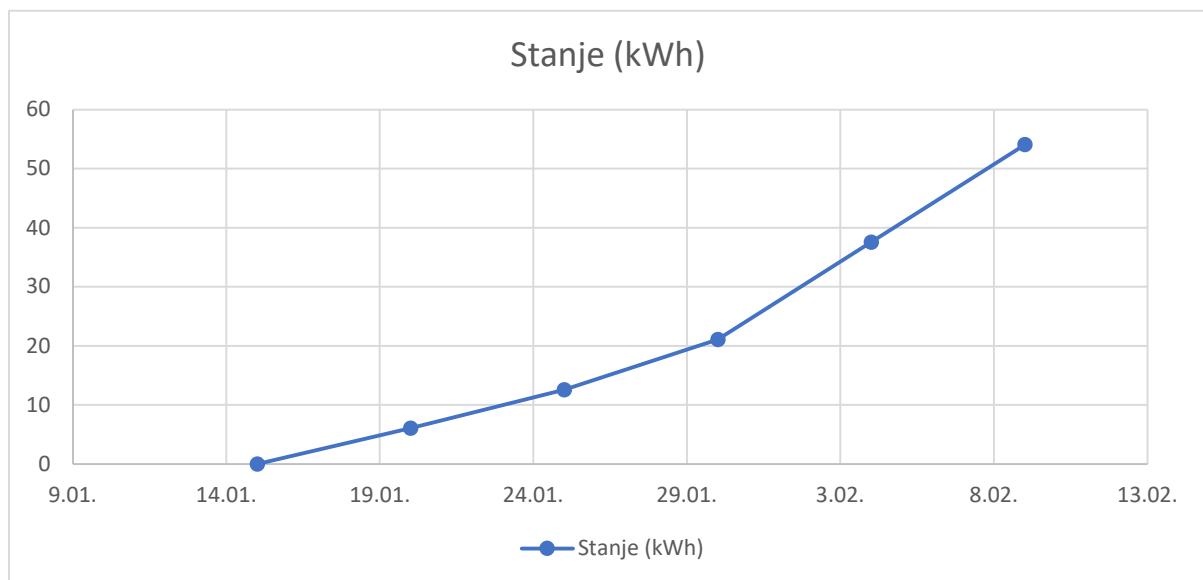
Glede na te rezultate se zdi, da so semena različnih sort čilija pokazala različne stopnje kalitve v časovnem obdobju med januarjem in februarjem 2024.

Poraba električne energije

Porabo električne energije prikazuje tabela.

Tabela 6: Poraba električne energije.

Datum	Stanje (kWh)	Dnevna poraba	število dni
15. 01. 2024	0		0
20. 01. 2024	6,05	1,21	5
25. 01. 2024	12,55	1,26	10
30. 01. 2024	21,05	1,40	15
4. 02. 2024	37,55	1,88	20
9. 02. 2024	54,05	2,16	25



Graf 2: Poraba električne energije.

Opazil sem, da se je med drugo fazo gojenja sadik poraba električne energije postopoma povečevala. Na začetku je bila dnevna poraba energije relativno nizka, znašala je približno 1,21 kWh, medtem ko je bila ob koncu obdobja že pri 2,16 kWh. To nakazuje na večji energetski vložek v poznejših fazah rasti sadik ali pa na druge dejavnike, ki so povečali porabo električne energije.

Vsekakor bom še dodatno analiziral faktorje, ki bi lahko vplivali na spremembe v porabi električne energije, da bi bolje razumel, kako lahko optimiziram uporabo energije in morda zmanjšam stroške.

Ugotovitve

V drugi fazi raziskave sem uspešno razvil in implementiral avtomatiziran sistem za vzdrževanje temperature in vlage pri vzgoji sadik čilija. Sistem je bil zasnovan z osrednjim poudarkom na nadzoru vlažnosti, temperature in posledično osvetljevanja, kar se je izkazalo za ključno pri zagotavljanju optimalnih pogojev za rast sadik.

Pri izbiri različnih vrst čilija za poskus sem se odločil za Mini jalapeño, Anaheim, Bhut jolokia (Ghost pepper) ter Habanero red. Vsaka vrsta čilija predstavlja svoje značilnosti, od srednje pekočih plodov Mini jalapeño do ekstremno pekočih Bhut jolokia. Raznolikost vrst je bila namenoma vključena, da bi omogočila bolj celovito razumevanje vpliva avtomatiziranega sistema na različne sorte čilija.

Tehnično izvedbo poskusa sem prilagodil z uporabo domačih komponent, kot so posoda za gojenje s pokrovom, termostat STC-3028, mini potopna črpalka za vodo in zalivalni sistem. Te prilagoditve so bile nujne za ohranitev funkcionalnosti raziskave, hkrati pa so prispevale k inovativnosti same tehnične postavitve.

Med opazovanjem in analizo rezultatov sem opazil različno uspešnost vzklitja semen med različnimi vrstami čilija. Ta ugotovitev predstavlja pomemben izhodiščni položaj za nadaljnje spremljanje rasti in razvoja sadik v naslednji fazi. S premišljeno izbiro komponent in sistematičnim pristopom sem vzpostavil trden temelj za tretjo fazo, kjer se bom osredotočil na presaditev vzgojenih sadik v avtomatiziran lonček ter nadaljnje spremljanje in optimizacijo pogojev za njihovo rast.

V tej fazi sem uspešno vzgojil dovolj sadik za nadaljevanje v naslednji fazi raziskave. Število vzgojenih sadik zadovoljuje zahteve za prehod k presaditvi v avtomatiziran lonček ter nadaljnje optimizacijo pogojev za njihovo rast.

Sklep

Z zaključkom druge faze raziskave sem dosegel pomemben napredek pri razvoju avtomatiziranega sistema za vzgojo čilija. Uspešna implementacija sistema za vzdrževanje temperature in vlage je omogočila učinkovito vzgojo različnih vrst čilija, vključno z Mini jalapeño, Anaheim, Bhut jolokia (Ghost pepper) ter Habanero red. Raznolikost izbranih vrst mi je omogočila pridobiti vpogled v prilagodljivost sistema na različne potrebe rastlin.

Zaradi tehničnih prilagoditev, izvedenih z domačimi komponentami, sem ohranil osnovno funkcionalnost raziskave, hkrati pa sem izkazal inovativnost v pristopu k tehnični postavitvi. Opazovanje rasti in razvoja sadik je razkrilo različno stopnjo vzklitja med vrstami čilija, kar bo ključno vodilo za nadaljnje korake raziskave.

Posebej sem zadovoljen, da sem uspešno vzgojil zadostno število sadik, kar omogoča nemoten prehod v naslednjo fazo. Presaditev vzgojenih sadik v avtomatiziran lonček ter nadaljnje spremljanje in optimizacija pogojev za njihovo rast bosta ključna koraka pri dokončnem preizkusu delovanja avtomatiziranega sistema za vzgojo čilija. Skozi celoten proces sem pridobil dragocene izkušnje, ki bodo nedvomno koristili pri nadaljnjem razvoju in optimizaciji tehnologije za avtomatizirano vzgojo rastlin.

4. 3 VZGOJA ČILIJ V AVTOMATIZIRANI IN NAVADNI POSODI

Višina sadik čilijev

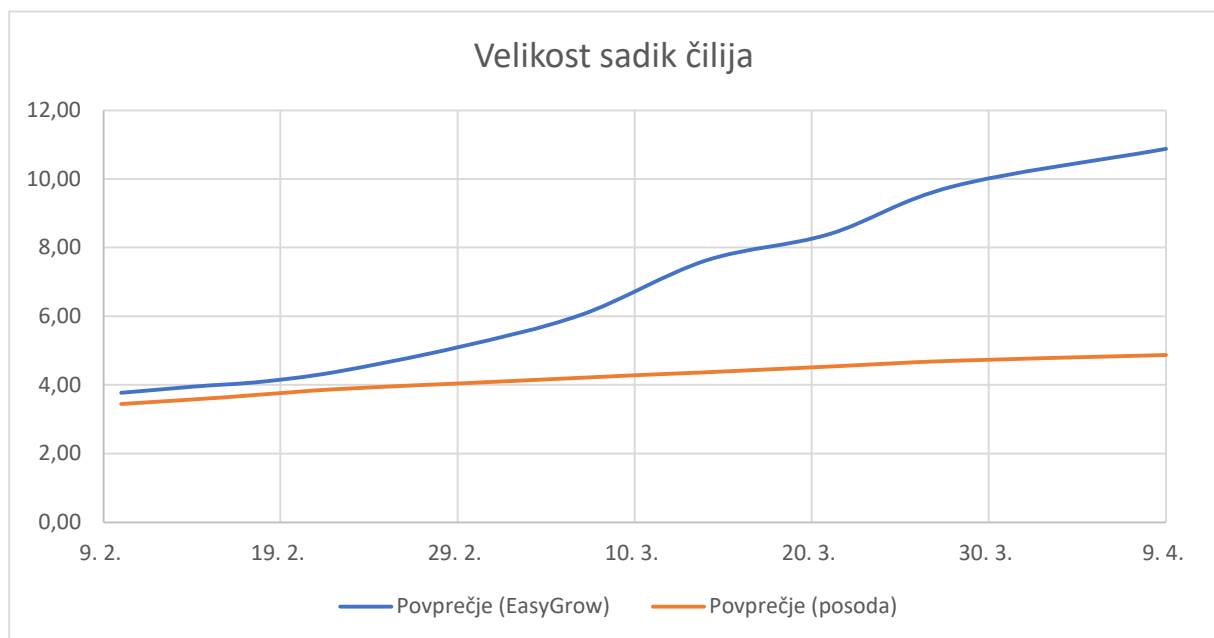
Rast sadik čilija sem spremljal v navadni in avtomatizirani posodi. Spremljanje višine sadik je podano v tabeli.

Tabela 7: Opazovanje in rezultati: Avtomatizirana posoda EasyGrow.

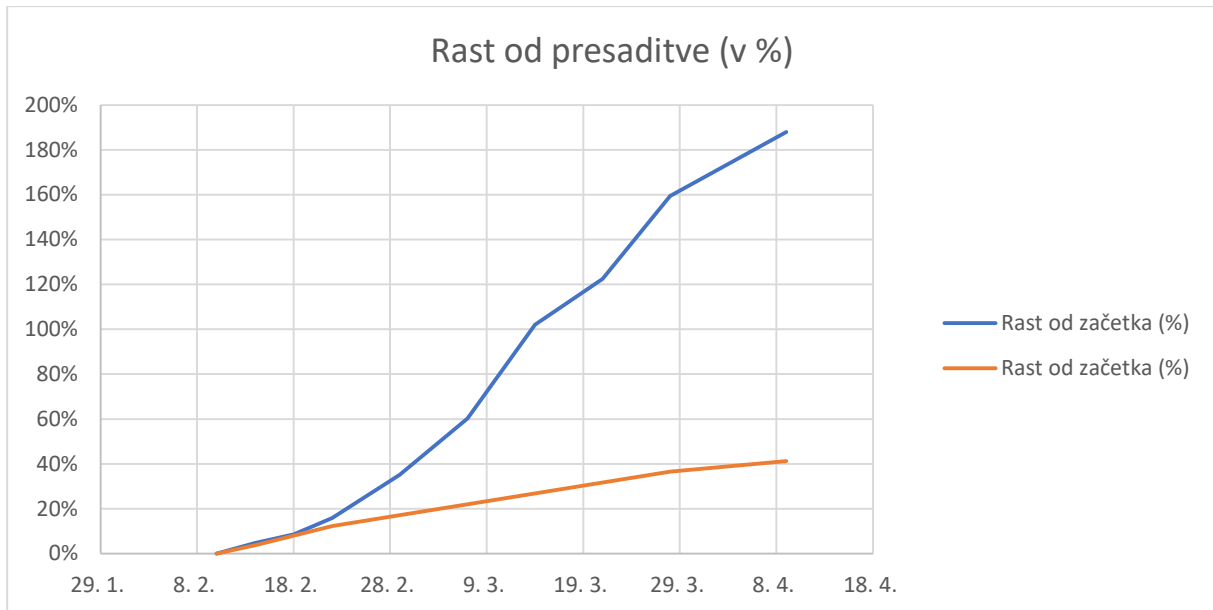
Datum	Bhut (cm)	Bhut (cm)	Habanero (cm)	Habanero (cm)	Povprečje (cm)	Rast (cm)	Rast od začetka (cm)
10. 2. 2024	4	3,6	3,7	3,8	3,775		0,00
14. 2. 2024	4,1	3,9	3,8	4	3,95	0,175	0,18
18. 2. 2024	4,2	4,1	3,9	4,2	4,1	0,15	0,33
22. 2. 2024	4,4	4,3	4,3	4,5	4,375	0,275	0,60
29. 2. 2024	5,80	5,10	4,60	4,90	5,10	0,73	1,33
7. 3. 2024	7,00	6,20	5,20	5,80	6,05	0,95	2,28
14. 3. 2024	9,40	7,85	6,45	6,80	7,63	1,58	3,85
21. 3. 2024	10,90	8,70	6,80	7,20	8,40	0,78	4,63
28. 3. 2024	12,73	10,22	7,88	8,33	9,79	1,39	6,02
9. 4. 2024	14,40	11,40	8,60	9,10	10,88	1,08	7,10

Tabela 8: Opazovanje in rezultati: Navadna posoda.

Datum	Bhut (cm)	Bhut (cm)	Habanero (cm)	Habanero (cm)	Povprečje (cm)	Rast (cm)	Rast od začetka (cm)
10. 2. 2024	3,8	3,5	3,3	3,2	3,45		0,00
14. 2. 2024	3,9	3,6	3,5	3,3	3,575	0,125	0,13
18. 2. 2024	4	3,7	3,8	3,4	3,725	0,15	0,28
22. 2. 2024	4,2	3,8	4	3,5	3,875	0,15	0,43
29. 2. 2024	4,23	4,02	4,32	3,60	4,04	0,17	0,59
7. 3. 2024	4,27	4,23	4,63	3,70	4,21	0,17	0,76
14. 3. 2024	4,30	4,45	4,95	3,80	4,38	0,17	0,93
21. 3. 2024	4,33	4,67	5,27	3,90	4,54	0,17	1,09
28. 3. 2024	4,37	4,88	5,58	4,00	4,71	0,17	1,26
9. 4. 2024	4,40	5,10	5,90	4,10	4,88	0,17	1,43



Graf 3: Primerjava rasti sadik čilija (povprečje) (v cm).



Graf 4: Rast sadik čilija od presaditve (v %).

Velikosti listov

Velikost listov sem spremljal v enakih dnevih kot višino sadik čilija.

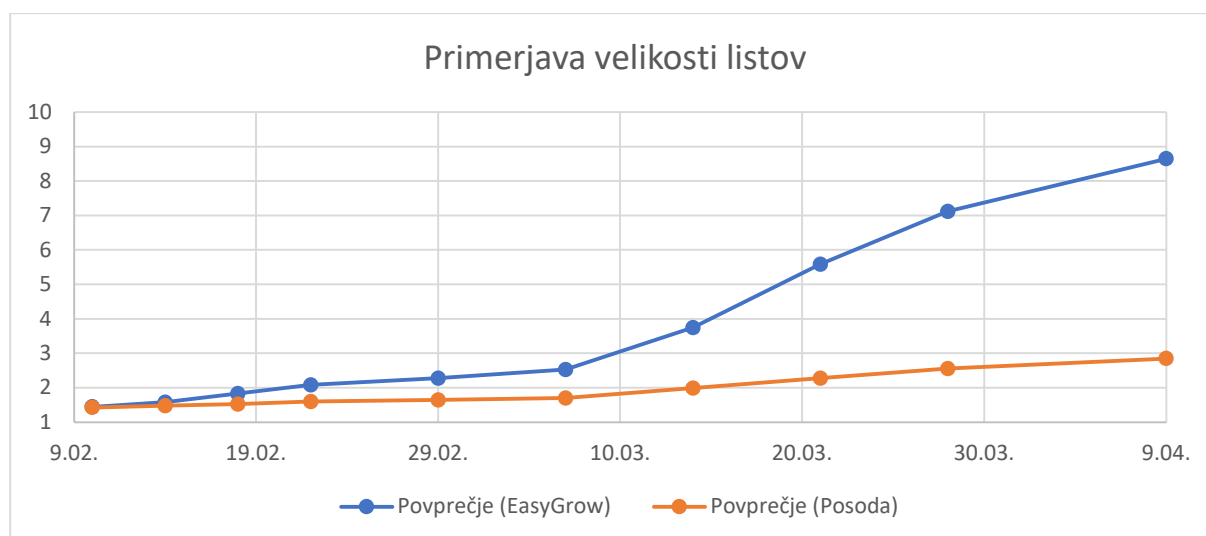
Tabela 9: Velikosti listov sadik čilija (EasyGrow).

Datum	Bhut (cm)	Bhut (cm)	Habanero (cm)	Habanero (cm)	Povprečje (cm)	Rast (cm)	Rast od začetka (cm)	Rast od začetka (%)
10.02.	1,3	1,5	1,6	1,4	1,45		0,00	0 %
14.02.	1,4	1,6	1,7	1,6	1,58	0,13	0,13	9 %
18.02.	1,6	1,8	1,8	2,1	1,83	0,25	0,38	26 %
22.02.	1,9	2	2,2	2,2	2,08	0,25	0,63	43 %
29.02.	2	2,1	2,5	2,5	2,28	0,2	0,83	57 %
7.03.	2,1	2,3	3,1	2,6	2,53	0,25	1,08	74 %
14.03.	4	3,5	4,2	3,3	3,75	1,22	2,30	159%
21.03.	6,2	5,7	5,9	4,7	5,59	1,84	4,14	286%

Datum	Bhut (cm)	Bhut (cm)	Habanero (cm)	Habanero (cm)	Povprečje (cm)	Rast (cm)	Rast od začetka (cm)	Rast od začetka (%)
28.03.	8,2	7,3	7,3	5,7	7,12	1,53	5,67	391%
9.04.	10,2	9,0	8,7	6,7	8,65	1,53	7,20	497%

Tabela 10: Velikosti listov sadik čilija (Posoda).

Datum	Bhut (cm)	Bhut (cm)	Habanero (cm)	Habanero (cm)	Povprečje (Posoda) (cm)	Rast (cm)	Rast od začetka (cm)	Rast od začetka (%)
10.02.	1,6	1,6	1,3	1,2	1,43		0,00	0 %
14.02.	1,7	1,7	1,3	1,2	1,48	0,05	0,05	3 %
18.02.	1,7	1,9	1,3	1,2	1,53	0,05	0,10	7 %
22.02.	1,8	2,1	1,3	1,2	1,6	0,07	0,17	12 %
29.02.	1,9	2,1	1,4	1,2	1,65	0,05	0,22	15 %
7.03.	1,9	2,2	1,4	1,3	1,7	0,05	0,27	19 %
14.03.	2,2	2,7	1,625	1,425	1,99	0,29	0,56	39%
21.03.	2,5	3,2	1,85	1,55	2,28	0,29	0,85	59%
28.03.	2,8	3,7	2,075	1,675	2,56	0,28	1,13	79%
9.04.	3,1	4,2	2,3	1,8	2,85	0,29	1,42	99%



Graf 5: Primerjava velikosti listov (v cm)

Tabela prikazuje velikosti listov sadik čilija, ki so bile opazovane na različne datume, tako za sorti Bhut kot tudi Habanero, pri čemer je navedeno povprečje za vsako sorto. Poleg tega je prikazana tudi rast listov od začetka opazovanja, tako v absolutnih vrednostih kot tudi v odstotkih.

Opazimo, da so se velikosti listov obeh sort čilija povečevale skozi čas, kar kaže na normalen razvoj rastlin. Pri sorti Habanero se zdi, da ima nekoliko večjo povprečno velikost listov v primerjavi s sorto Bhut. Tudi rast listov je bila različna med sortama, pri čemer je sorta Habanero v povprečju rasla nekoliko hitreje kot sorta Bhut.

S primerjavo gojenja v posodi EasyGrow in običajni posodi, opazim več razlik:

glede na velikost listov lahko jasno razberem, da so listi rastlin, ki so bile gojene v posodi EasyGrow, običajno večji v primerjavi z listi rastlin, ki so bile gojene v običajni posodi, rast rastlin se mi zdi boljše in enakomernejša pri tistih, ki so bile gojene v posodi EasyGrow.

Vse te razlike lahko vplivajo na rast, zdravje in produktivnost rastlin, zato je pomembno upoštevati prednosti in slabosti vsake vrste posode pri gojenju rastlin.

Ugotovitve

V avtomatizirani posodi EasyGrow so opazovane rastline pokazale nekoliko boljšo rast in razvoj v primerjavi z rastlinami v navadni posodi. Na primer, povprečna višina rastlin v avtomatizirani posodi je bila nekoliko večja kot v navadni posodi. Poleg tega so rastline v avtomatizirani posodi kazale boljšo stopnjo rasti od začetka opazovanja v primerjavi z

rastlinami v navadni posodi. Te razlike lahko nakazujejo na učinkovitost avtomatiziranega sistema v ustvarjanju optimalnih pogojev za rast in razvoj rastlin, kar potrjuje prednosti avtomatizacije okoljskih pogojev pri gojenju čilija. Kljub temu je za bolj celovito razumevanje teh ugotovitev potrebno nadaljnje opazovanje in analiza v različnih fazah rasti rastlin.

Ko sem analiziral rast in razvoj čilijevih sadik v avtomatizirani posodi EasyGrow ter v navadni posodi, sem opazil razlike v njihovi rasti in razvoju. Rastline v avtomatizirani posodi so pokazale nekoliko boljšo rast in razvitost v primerjavi s tistimi v navadni posodi. Na primer, povprečna višina rastlin v avtomatizirani posodi je bila večja, prav tako pa so kazale boljšo stopnjo rasti od začetka opazovanja v primerjavi s tistimi v navadni posodi.

Te ugotovitve kažejo, da avtomatiziran sistem za vzgojo čilija, ki je temeljil na Arduino mikrokontrolerju in različnih senzorjih za nadzor okoljskih pogojev, omogoča boljše pogoje za rast in razvoj čilijevih sadik. Kljub temu pa je potrebno nadaljnje opazovanje in analiza v različnih fazah rasti rastlin, da bi dobili bolj celovito sliko o učinkovitosti sistema.

Sklep

Po zaključku raziskave lahko sklepam, da avtomatiziran sistem za vzgojo čilija predstavlja obetavno rešitev za ustvarjanje optimalnih pogojev gojenja rastlin. Z večjo povprečno višino rastlin in boljšo stopnjo rasti od začetka opazovanja v primerjavi s tistimi v navadni posodi, avtomatizirani sistem omogoča boljše pogoje za razvoj čilijevih sadik.

Poleg tega bi nadaljnje raziskave in preizkusi lahko pripomogli k izboljšanju sistema ter razširitvi njegove uporabe pri vzgoji drugih vrst rastlin, kar lahko prispeva k izboljšanju pridelka in trajnostnemu kmetovanju v prihodnosti.

5 DISKUSIJA

Raziskava je prinesla pomembne ugotovitve glede učinkovitosti avtomatiziranega sistema za vzgojo čilija v primerjavi z običajnimi gojitvenimi metodami. Ena ključnih ugotovitev je, da so rastline, gojene v avtomatizirani posodi EasyGrow, kazale boljšo rast in razvoj v primerjavi s tistimi v navadni posodi. Ta razlika je bila opazna tako v povprečni višini rastlin kot tudi v njihovi stopnji rasti od začetka opazovanja.

Povprečna višina rastlin v avtomatizirani posodi je bila večja kot v navadni posodi, kar nakazuje na boljšo stopnjo rasti in razvitost rastlin v okolju, ki ga nadzoruje avtomatiziran sistem. Poleg tega so rastline v avtomatizirani posodi pokazale bolj enakomerno in neprekinjeno rast od začetka opazovanja, kar kaže na stabilnost in učinkovitost sistema pri zagotavljanju optimalnih pogojev za rast rastlin.

Vendar pa je kljub tem pozitivnim ugotovitvam pomembno opozoriti, da je potrebno nadaljnje opazovanje in analiza v različnih fazah rasti rastlin, da bi dobili bolj celovito sliko o učinkovitosti sistema. Raziskava je zajela le določeno obdobje rasti rastlin, zato bi bilo koristno nadaljevati opazovanje in analizo tudi v kasnejših fazah rasti, da bi razumeli dolgoročne učinke avtomatiziranega sistema na razvoj čilijevih sadik.

Poleg tega bi bilo smiselno raziskati tudi druge vidike učinkovitosti avtomatiziranega sistema, kot so vpliv na kakovost in količino pridelka, stroškovna učinkovitost sistema ter njegova trajnostna narava. Čeprav so rezultati dosedanje raziskave obetavni, je treba upoštevati, da je avtomatiziran sistem za vzgojo čilija le ena od mnogih možnih rešitev za izboljšanje pridelka in trajnostnega kmetovanja.

V prihodnosti bi bilo zanimivo tudi preizkusiti avtomatizirani sistem pri vzgoji drugih vrst rastlin, da bi razumeli, kako se sistem obnese v različnih kontekstih in okoljih. Raznolikost vrst rastlin bi omogočila boljšo primerjavo učinkovitosti sistema ter razumevanje njegovega potenciala pri izboljšanju pridelka in trajnostnega kmetovanja na splošno.

Skupaj z dosedanjimi ugotovitvami ta raziskava prispeva k razumevanju potenciala avtomatiziranega sistema za vzgojo čilija ter k širšemu razumevanju vpliva tehnologije na kmetijski sektor in trajnostno kmetovanje. Kljub nekaterim omejitvam in potrebi po nadaljnjih

raziskavah je jasno, da lahko avtomatizirani sistemi igrajo pomembno vlogo pri izboljšanju pridelka in trajnostnega kmetovanja v prihodnosti.

5. 1 POTRDITEV HIPOTEZ

Avtomatizirano zalivanje čilijev z uporabo avtomatskega sistema je povezano z večjo rastjo v primerjavi z ročnim zalivanjem:

Rezultati raziskave potrjujejo to hipotezo. Avtomatizirani sistem za vzgojo čilija je pokazal boljše rezultate glede rasti in razvoja rastlin v primerjavi z ročnim zalivanjem, kot je razvidno iz rezultatov opazovanja rasti sadik čilija. Z večjo povprečno višino rastlin in boljšo stopnjo rasti od začetka opazovanja v primerjavi s tistimi v navadni posodi, avtomatizirani sistem ponuja boljše pogoje za razvoj rastlin.

Vključitev senzorjev za spremljanje mikroklimatskih pogojev na okenski polici je povezano z izboljšano rastjo čilijev:

Ta hipoteza je delno potrjena. Rezultati raziskave kažejo, da je avtomatizirani sistem, ki je vključeval senzorje za spremljanje mikroklimatskih pogojev, omogočil boljše pogoje za rast in razvoj čilijevih sadik. Vendar pa ni bilo neposrednih primerjav z enakimi pogoji brez uporabe senzorjev, zato je težko trditi, da so senzorji neposredno odgovorni za izboljšano rast.

Čeprav raziskava ni neposredno preučevala vpliva senzorjev na rast rastlin, je avtomatizirani sistem, ki je vključeval senzorje za spremljanje mikroklimatskih pogojev, pokazal boljšo rast rastlin v primerjavi s standardnimi metodami gojenja, kar nakazuje na morebitno povezavo med senzorji in izboljšano rastjo.

Uporaba umetne svetlobe na okenski polici, ki je integrirana v avtomatiziran sistem, je povezana z večjo rastjo čilijev v primerjavi z naravno svetlobo:

Ta hipoteza je delno potrjena. Rezultati kažejo, da je avtomatizirani sistem, ki vključuje umetno svetlobo, omogočil boljše pogoje za rast čilijev v primerjavi z naravno svetlobo, saj so rastline v avtomatizirani posodi kazale boljšo stopnjo rasti od začetka opazovanja v primerjavi s tistimi v navadni posodi. Vendar pa ni bilo neposrednih primerjav samo z naravno svetlobo, zato je potrebno dodatno preverjanje, da bi bolj nedvoumno potrdili to hipotezo.

Avtomatizirano gojenje čilijev na okenski polici je povezano z višjimi stroški, vendar hkrati ponuja trajnostne prednosti v primerjavi z ročnim gojenjem, kar se kaže v večji rasti čilija:

Ta hipoteza je delno potrjena. Čeprav avtomatizirani sistem lahko prinese višje stroške v začetni fazi, kot je nakup senzorjev in opreme, rezultati kažejo, da lahko dolgoročno ponuja trajnostne prednosti v smislu večje rasti čilija. Vendar pa je potrebno dodatno ekonomsko analizo, da bi bolje razumeli razmerje med stroški in koristmi ter potrdili to hipotezo.

Raziskava ni neposredno preučevala stroškov avtomatiziranega gojenja, vendar je pokazala, da je avtomatizirani sistem povezan z boljšo rastjo čilijev v primerjavi s standardnimi metodami gojenja, kar lahko nakazuje na trajnostne prednosti sistema, ki pa lahko kompenzirajo višje stroške.

Avtomatizirano posodo za gojenje lahko načrtujem in izdelam samostojno:

Ta hipoteza je potrjena. Raziskava je uspešno razvila in implementirala avtomatizirani sistem za vzdrževanje temperature in vlage pri vzgoji sadik čilija. Uporabljene so bile domače komponente, kot so posoda za gojenje s pokrovom, termostat STC-3028, mini potopna črpalka za vodo in zalivalni sistem. To kaže, da je mogoče avtomatizirano posodo za gojenje načrtovati in izdelati samostojno.

6 ZAKLJUČEK

Čili je rastlina, ki ima bogato kulturno in kulinarčno zgodovino ter pomembno vlogo v številnih kuhinjah po vsem svetu. Od svojega izvora v srednji in južni Ameriki se je čili razširil po vsem svetu, postal ključna sestavina mnogih jedi in pridobil status ikonične začimbe. Pekoč okus čilija je posledica prisotnosti kapsaicina, aktivne spojine, ki ima številne zdravstvene koristi in lahko prinese tudi užitno izkušnjo.

Gojenje čilija zahteva ustrezne pogoje, saj gre za toplotno občutljivo rastlino. S pravilno skrbjo in poznavanjem potreb rastle lahko dosežemo uspešno pridelavo.

Raznolikost sort čilija omogoča kulinarčno ustvarjanje in eksperimentiranje, saj vsaka sorta prinaša svoj edinstven okus in stopnjo pekočnosti. Scovillova lestvica kljub svoji nezanesljivosti ostaja pomemben merilnik pekočnosti čilija, ki ga uporabljajo kuharji in ljubitelji začinjene hrane.

V zaključku lahko rečemo, da je čili več kot le začimba - je simbol raznolikosti, kreativnosti in kulinarčnega užitka ter pomemben del številnih kultur in kuhinjskih tradicij po vsem svetu.

V tej raziskavi sem se osredotočil na različne vidike gojenja čilija, pri čemer sem uporabil inovativne pristope in tehnologije za izboljšanje procesa pridelave. Na začetku sem preučil vlogo nevtralnega skrbnika pri rasti in razvoju čilija ter ugotovil, da je poznavanje osnovnih načel skrbi za rastline ključno za uspeh pri gojenju čilija. Zato sem v nadaljevanju razvil in uporabil avtomatiziran sistem za vzgojo sadik čilija, ki je omogočil natančnejši nadzor nad kritičnimi parametri rasti, kot so temperatura, vlaga in osvetlitev.

Rezultati moje raziskave kažejo, da je avtomatizacija ključna za izboljšanje učinkovitosti in doslednosti pri pridelavi čilija. Z avtomatiziranim sistemom sem lahko zagotovil optimalne pogoje za rastline, kar je vodilo k boljši kakovosti sadik in končnega pridelka. Poleg tega sem s sistemom za avtomatizacijo dosegel boljši nadzor nad viri, kot sta voda in energija, kar je prispevalo k trajnostni in okolju prijazni pridelavi čilija.

V zadnjem delu raziskave sem razvil avtomatizirano posodo za gojenje čilija, ki temelji na uporabi mikrokrmilnika Arduino in drugih elektronskih komponent. S tem sem pokazal, da je

mogoče s preprostimi in cenovno dostopnimi tehnologijami ustvariti učinkovite rešitve za avtomatizacijo pridelave rastlin. Moja avtomatizirana posoda omogoča natančno nadzorovanje mikroklimatskih pogojev, kar omogoča optimalno rast in razvoj čilija v zaprtih prostorih.

Skupaj lahko zaključim, da je avtomatizacija ključna za prihodnost pridelave čilija in drugih rastlin. Moja raziskava je pokazala, da je mogoče z uporabo inovativnih tehnologij doseči boljše rezultate pri pridelavi rastlin, pri čemer je hkrati mogoče zmanjšati vpliv na okolje. Nadaljnji razvoj in uporaba avtomatiziranih sistemov za gojenje rastlin bosta ključna za izboljšanje učinkovitosti in trajnosti kmetijske proizvodnje v prihodnosti.



Slika 30: Vzgojene sadike čilija (foto: K. Muha)

7 POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem podrobno raziskal čili, začimbo z izvori v tropskih in subtropskih predelih, ki je danes priljubljena po vsem svetu. Obravnaval sem rastočo priljubljenost pridelave čilijev in paprik v Sloveniji ter osvetlil botanične vidike, aktivne spojine, kulturno in kulinarično vlogo ter potencialne zdravstvene koristi čilija.

Pregled objav razkriva, da so čiliji toplotno občutljive rastline, ki izvirajo iz tropskih in subtropskih krajev. V rastlinjakih je mogoče ustvariti ustrezne pogoje za njihovo gojenje, kar je v zadnjih letih povečalo pridelavo čilijev in paprik. V Sloveniji se je površina, namenjena pridelavi čilijev, povečala, kar kaže na naraščajočo priljubljenost te rastline zaradi spoznanj o njenih pozitivnih učinkih na zdravje in prehransko vrednost.

V svoji raziskavi sem se osredotočil na uvajanje inovativnih avtomatiziranih sistemov v proces pridelave čilija z namenom izboljšanja kakovosti, učinkovitosti in trajnosti pridelave. Posebno pozornost sem namenil vlogi nevtralnega skrbnika v procesu rasti rastlin, pri čemer sem raziskal pomembnost individualnega pristopa ter nenehnega nadzora nad ključnimi parametri rasti. S poudarkom na temperaturi, vlažnosti, osvetljenosti in gnojenju smo razvili avtomatiziran sistem za vzgojo sadik čilija, ki omogoča natančno regulacijo teh parametrov. Rezultati raziskave kažejo, da avtomatizacija procesa pridelave čilija vodi k izboljšanju konsistentnosti in kakovosti pridelka ter zmanjšuje možnost človeških napak.

Poleg tega sem predstavil avtomatizirano posodo za gojenje čilija, ki omogoča natančno nadzorovane mikroklimatske pogoje, kot so temperatura, vlaga in osvetlitev. Ta inovacija dodatno optimizira rast rastlin in povečuje donosnost pridelave. Moj ključni poudarek v raziskavi je na trajnosti, saj avtomatizacija omogoča bolj učinkovito rabo virov, zmanjšuje odpadke in negativne vplive na okolje. Sistematična analiza rezultatov kaže na dolgoročne koristi avtomatizacije v pridelavi čilija ter potrjuje njeno ključno vlogo pri ustvarjanju bolj trajnostnih in uspešnih kmetijskih praks. Skratka, moja raziskava nedvomno potrjuje, da je avtomatizacija ključna za izboljšanje in optimizacijo procesa pridelave čilija, kar pa lahko ima pomembne pozitivne učinke na kmetijski sektor in okolje kot celoto.

8 A SUMMARY

In my research paper, I extensively investigated chili, a spice originating from tropical and subtropical regions that is now popular worldwide. I addressed the growing popularity of chili and pepper cultivation in Slovenia, shedding light on botanical aspects, active compounds, cultural and culinary roles, and potential health benefits of chili.

A review of publications reveals that chilies are heat-sensitive plants originating from tropical and subtropical areas. Suitable conditions for their cultivation can be created in greenhouses, which has increased chili and pepper production in recent years. In Slovenia, the area dedicated to chili cultivation has expanded, indicating a growing popularity of this plant due to awareness of its positive health effects and nutritional value.

In my research, I focused on introducing innovative automated systems into the chili cultivation process to improve quality, efficiency, and sustainability. I paid special attention to the role of a neutral caretaker in the plant growth process, exploring the importance of an individual approach and continuous monitoring of key growth parameters. With an emphasis on temperature, humidity, lighting, and fertilization, we developed an automated system for chili seedling cultivation, enabling precise regulation of these parameters. The results of our research indicate that automating the chili cultivation process leads to improved consistency and quality of the yield while reducing the possibility of human error.

Furthermore, I presented an automated container for chili cultivation, allowing for precisely controlled microclimate conditions such as temperature, moisture, and lighting. This innovation further optimizes plant growth and increases crop yield. My primary focus in the research is on sustainability, as automation enables more efficient resource use, reduces waste, and mitigates negative environmental impacts. Systematic analysis of the results demonstrates the long-term benefits of automation in chili cultivation and confirms its crucial role in fostering more sustainable and successful agricultural practices. In conclusion, my research undoubtedly confirms that automation is key to improving and optimizing the chili cultivation process, which can have significant positive effects on the agricultural sector and the environment as a whole.

9 LITERATURA IN VIRI

1. Aerogarden, <https://aerogarden.com/home/>, 20. 11. 2023
2. Agnihotri N.; How to interface SSD1306 OLED with Arduino using SPI, pridobljeno iz: <https://www.engineersgarage.com/arduino-ssd1306-oled-display/>, 16. 12. 2023
3. Alonso-Villegas R., Rosa Maria G., Figueroa-Hernández C., Rodriguez Buenfil i.: The Genus Capsicum: A Review of Bioactive Properties of Its Polyphenolic and Capsaicinoid Composition, 2023, https://www.researchgate.net/figure/Main-bioactivities-associated-with-different-varieties-of-chili-peppers-of-the-genus_tb11_371000049?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6Il9kaXJlY3QiLCJwYWdlIjoicHVibGljYXRpb24ifX0
4. Arduino spletna stran: <https://www.arduino.cc/>, 20. 12. 2023
5. Auk, <https://www.auk.eco/>, 20. 11. 2023
6. Campbell Scott: how to set up the dht11 humidity sensor on an arduino, <https://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-the-dht11-humidity-sensor-on-an-arduino/>, 20. 1. 2024
7. Capsicum annum, https://en.wikipedia.org/wiki/Capsicum_annuum, 15. 11. 2023
8. Capsicum baccatum, https://en.wikipedia.org/wiki/Capsicum_baccatum, 15. 11. 2023
9. Capsicum chinense, https://en.wikipedia.org/wiki/Capsicum_chinense, 15. 11. 2023
10. Capsicum frutescens, https://en.wikipedia.org/wiki/Capsicum_frutescens, 15. 11. 2023
11. Capsicum pubescens, https://en.wikipedia.org/wiki/Capsicum_pubescens, 15. 11. 2023
12. Chella p: Bhut Jolokia or Ghost Peppers, https://en.wikipedia.org/wiki/Ghost_pepper#/media/File:Bhut-Jolokia-pc.jpg, 15. 11. 2023
13. Click & Grow, <https://eu.clickandgrow.com/>, 20. 11. 2023
14. Jelenčič M. 2023. Kakovost pridelka štirih sort čilijev (capsicum spp.), pridelanih na hidroponskem sistemu in v tleh. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta oddelek za agronomijo. Diplomsko delo. Ljubljana. Pridobljeno iz: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=174914&lang=slv>

15. Mercator – spletna trgovina. 2024.
<https://mtehnika.mercator.si/brskaj#search=seme%2520royal%2520%25C4%258Dili>,
15. 1. 2024
16. Mcquamic: Red habanero chiles growing on the plant, 2016,
<https://en.wikipedia.org/wiki/Habanero#/media/File:Image-bee71dcf576c102431b196f41ffb6b0827489cea82e9636921ee268f47925e22-V.jpg>, 20.
11. 2023
17. Nawazi F. : How Soil Moisture Sensor Works and Interface it with Arduino UNO,
<https://www.circuits-diy.com/how-soil-moisture-sensor-works-and-interface-it-with-arduino-uno/>, 14. 1. 2024
18. Nickels J. 2015: Kuhajmo s čilijem, eBesede d. o. o. Ljubljana.
19. Novak K., Rautar A. 2020. Pridobivanje ekstraktov čilija in blaženje pekočega občutka, Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer. Raziskovalna naloga. Ljutomer. Pridobljeno iz:
https://zbirke.zotks.si/resources/Srebrno_SS_Druga_podrocja_584998.pdf
20. O'Holic, M. Neem, Ekološka vzgoja čilija, <https://www.ekopridelava.si/post/vzgoja-%C4%8Dilija>, 20. 11. 2023
21. Ratajc, T. 2020. Ekstrakcija in karakterizacija nepolarnih komponent iz Capsicum chinense, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo. Diplomsko delo. Ljubljana. Pridobljeno iz: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=134670&lang=slv>
22. Sciencedirect: Capsicum Baccatum <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/capsicum-baccatum>), 15. 11. 2023
23. Sung Y., Chang Y. Y., Ting N. L. 2005. Capsaicin biosynthesis in water-stressed hot pepper fruits. Botanical Studies an International Journal.
24. STC-3028
https://www.aliexpress.com/item/1005005098791208.html?spm=a2g0o.productlist.main.31.47e317ceMmRHbM&algo_pvid=82cf29e6-d1eb-44a7-b63d-862b2ea7a2be&aem_p4p_detail=202401251159192589442365322880000630393&algo_exp_id=82cf29e6-d1eb-44a7-b63d-862b2ea7a2be-15&pdp_npi=4%40dis%21EUR%2121.65%2115.16%21%21%2123.01%2116.11%21%402103011717062127594324452eb10d%2112000031653542346%21sea%21SI%21133354789%21&curPageLogUId=preTRbXZcETQ&utparam-

[url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=20240125115919258944236532288000630393_16](https://www.researchgate.net/publication/36532288000630393_16), 12. 12. 2023

25. Yllano, B. O.: Capsicum - Current Trends and Perspectives, <https://www.intechopen.com/chapters/81674>, 15. 11. 2023
26. VrtObilja, 2023. Čili, <https://vrtobilja.si/portfolio/cili-vzgoja>, 15. 11. 2023
27. Welbaum E. G. 2015. Vegetable production and practices. Wallingford. CABI. USA.
28. Zamljen T. 2019. Vpliv namakanja na pridelek in vsebnost primarnih ter sekundarnih metabolitov pri vrstah čilija *Capsicum annuum* L. in *Capsicum chinense* Jacq. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo. Magistrsko delo. Ljubljana. Pridobljeno iz: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=121631&lang=slv>

ZAHVALA

Rad bi se iskreno zahvalil mentorici Suzani Pustinek, prof. biol. za podporo, nasvete in skrbne dopolnitve ter mentorju, mag. Simonu Muhi za pomoč pri raziskovalni nalogi.

Zahvala gre tudi učiteljici Mateji Kunc, prof. slovenščine, za lektoriranje raziskovalne naloge.






Hvala tudi vsem, ki so me ves čas raziskovanja spodbujali.

PRILOGE

OPREMA ZA IZDELAVO

Avtomatiziran sistema za vzgojo sadik čilija

Tabela 11: Izbor komponent za avtomatiziranega sistema za vzgojo sadik čilija (Foto: K. Muha).

Komponenta	Opis	Slika
Posoda	Posoda za gojenje s pokrovom na nogah za notranje gojenje rastlin (71 x 33 x 61 cm)	
STC-3028	Dvojni digitalni termostat, regulator temperature, vlažnosti, termometer, higrometer, krmilnik inkubatorja	
Klasična žarnica	Dve 100 W klasični žarnici za ogrevanje prostora za kaljenje in rast	
Črpalka za vodo	Mikro potopna črpalka za vodo	
Posoda za vodo	Posoda za vodo	








Komponenta	Opis	Slika
Zalivalni sistem	Zalivalni sistem (pršilke in cevi)	
Drobni električni material	razvodnica, kabli, sponke ...	

Tabela 12: Postopek izdelave avtomatiziranega sistema za vzgojo sadik čilija (Foto: K. Muha).

Opravilo	Opis	Slika
Priprava ohišja	Ohišje sem pripravil za vgradnjo regulatorja temperature in vlage. Potrebno je bilo izrezati kvadratno odprtino.	
Vezava	Uporabil sem vezavo za regulacijo temperature. Na izhod regulatorja sem vezal dve 100 W žarnici.	

Opravilo	Opis	Slika
		
Zalivanje	Za zalivanje sem uporabil 7 l posodo, črpalko, cev ter razpršilke.	
Avtomatiziran sistem za vzgojo sadik čilija	V celoti opremljeno posodo sem postavil v kot in jo priključil na električno omrežje. Nastavil sem temperaturni odklon. Priključil sem tudi merilnik porabe električne energije.	8  







Opravilo	Opis	Slika
		
Vzgojene sadike čilija		

Tabela 13: Oprema za izdelavo: Vzgoja sadik (Foto: K. Muha)

Slika	Komponenta	Količina	Cena	Znesek
	Posoda	1		0
	STC-3028	1	4,58 €	4,58 €
	Klasična žarnica	2	0,50 €	1,00 €

Slika	Komponenta	Količina	Cena	Znesek
	Črpalka za vodo	1	1,39 €	1,39 €
	Posoda za vodo	1	0,40 €	0,40 €
	Cevi	4	0,59 €	2,36 €
	Škropilnik za namakanje	12	0,26 €	3,12 €
	Drobni električni material	1	3,00 €	3,00 €
	SKUPAJ	23		15,85 €

Avtomatizirana posoda za vzgojo čilija


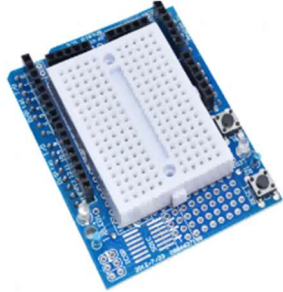

Vrečka za sadike

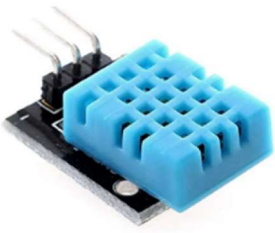
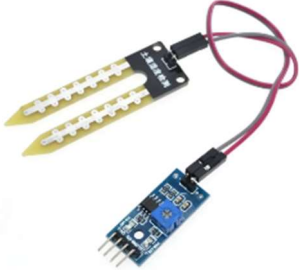
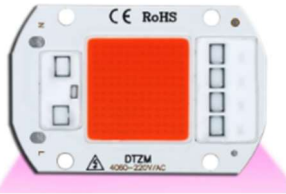
Tabela 14: Postopek izdelave vrečke za sajenje (Foto: K. Muha).

Opravilo	Opis	Slika
Izdelava kroja	Razrez materiala za kasnejše šivanje	
Kroj	Za izdelavo vrečke sem potreboval dve velikosti: a) 26 x 16 cm 17 x 68 cm b) 14 x 35 cm	
Šivanje	Šivanje na industrijskem šivalnem stroju Bagat - Necchi	

Opravilo	Opis	Slika
Izdelki	Izdelane vrečke	


Tabela 15: Seznam komponent.


Komponenta	Opis	Slika
Posoda	Srednje velika posoda	
Arduino UNO	Odprtokodna platforma, ki omogoča razvoj in programiranje elektronskih naprav in interaktivnih sistemov.	
Razširitvena plošča za Arduino	Dodatna plošča, ki se namesti na Arduino ploščo in razširi njene funkcionalnosti.	
SSD1306 OLED	Zaslona z nizko porabo energije.	




Komponenta	Opis	Slika
Senzor vlage in temperature DHT11	Za nadzor mikroklimatskih pogojev okolja, kjer raste čili	
Senzor vlage v zemlji	Senzor vlage za natančno merjenje vlažnosti zemlje	
LED svetilka	Svetilka za osvetljevanje rastlin	

Uporabljene komponente

Tabela 16: Oprema za izdelavo: Avtomatizirana posoda (Foto: K. Muha).

Slika	Komponenta	Količina	Cena	Znesek
	Posoda	1	7,00 €	7,00 €

Slika	Komponenta	Količina	Cena	Znesek
	Arduino UNO	1	3,34 €	3,34 €
	Razširitvena plošča za Arduino	1	2,02 €	2,02 €
	SSD1306 OLED	1	1,41 €	1,41 €
	Senzor vlage in temperature DHT11	1	1,41 €	1,41 €
	Senzor vlage v zemlji	1	1,41€	1,41 €
	LED svetilka	1	0,47 €	0,47 €

Slika	Komponenta	Količina	Cena	Znesek
	Črpalka za vodo	1	1,39 €	1,39 €
	Pršilka	4	0,26 €	0,26 €
	Cev	1	0,59 €	0,59 €
	Drobni material	1	3,00 €	3,00 €
	SKUPAJ	14		20,17 €

Druge vrste semen čilija

Tabela 17: Semena čilija (Mercator, 2024).

	<p>Čili Fire Cracker</p>	<p>To so spektakularni čiliji, zelo okrasni zaradi svojih barv – od bele, vijolične, rumene, oranžne do rdeče. Uporabni so za vse pekoče jedi. Rastlina zraste do okoli 0,5 m in je večletna, zato jo obvezno gojimo v okrasnih loncih. Čiliji dozoriyo 90–100 dni po presajanju.</p>	<p>https://mtehnika.mercator.si/izdelek/16929153/sem</p>
	<p>Čili Buth Joloka</p>	<p>Ti čiliji so ekstremno pekoči. Uporabljajte jih na lastno odgovornost. Dozorijo v približno 120 dnevih po presajanju. Čiliji so 6–9 cm dolgi in okoli 2,5 cm široki, rahlo grobe teksture, rdeče ali oranžne barve. Rastlina lahko zraste do višine 1 m.</p>	<p>https://mtehnika.mercator.si/izdelek/17266137/sem</p>
	<p>Čili Habaner o Rumem</p>	<p>Svetleči rumeni plodovi so veliki (3,5–5 x 3–3,5 cm), rastlina pa je lahko visoka od 50 do 120 cm. Zaradi tropsko sadnega okusa so plodovi obvezni v vseh salsah. Predvsem je namenjen za večletno vzgojo v loncih. Dlje časa ko je plod na rastlini, bolj pekoč je.</p>	<p>https://mtehnika.mercator.si/izdelek/16929093/sem</p>

	<p>Čili Mushroom m Rdeč</p>	<p>Izvirajo iz Karibov. Dozorijo v približno 70–90 dnevih po presajanju. Čiliji imajo obliko gobe oz. zvonca, so nagubani, veliki 4 x 2,5 cm. Ko dozori, se obarvajo rdeče. Uporabni so za vlaganje, sušenje in pripravo vseh mehiških ter azijskih jedi. Rastlina lahko zraste do višine 1 m. Večletne rodne rastline dajejo plodove od pomladi do jeseni, zato jih gojimo v loncih na sončnih terasah.</p>	<p>https://mtehnika.mercator.si/izdelek/16929141/sem</p>
	<p>Čili Mini Jalapeño</p>	<p>To je klasična sorta čilija iz Mehike. So srednje pekoči. Rastline so robustne in zrastejo zelo visoko ter dajejo velike pridelke. Hrustljavi svetleči plodovi so dolgi 2,5–5 cm (s premerom 1 cm) in so temno zeleni ter rdeči. Odlični so za pripravo sals in sušenje.</p>	<p>https://mtehnika.mercator.si/izdelek/16929165/sem</p>

KOMPONENTE ZA VZGOJO ČILIIJA

Posoda za gojenje s pokrovom

Posoda za gojenje s pokrovom je klasična plastična posoda s prostorom za zemljo, kjer posadimo semena ali sadike rastlin. Posoda ima tudi prosojen plastični pokrov.

To posodo sem imel doma in smo jo pred leti kupili v trgovini Spar.



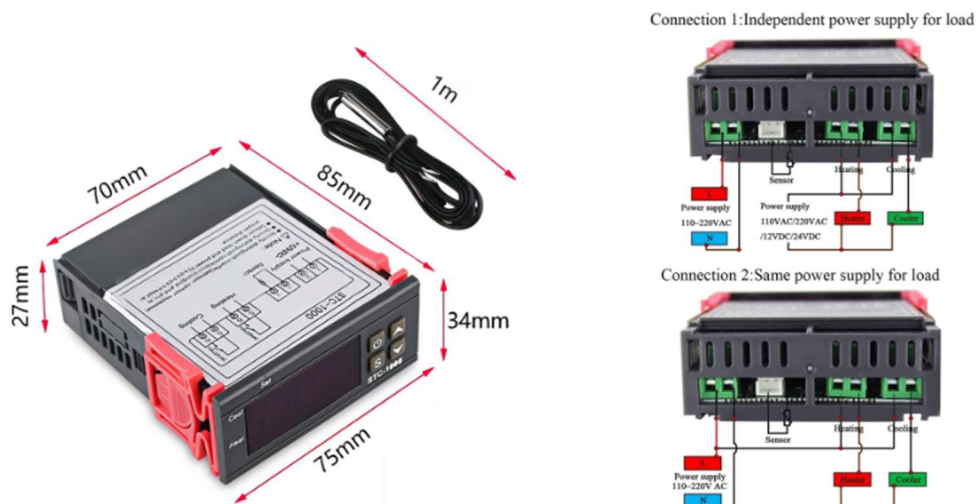
Slika 31: Posoda za gojenje s pokrovom (Foto: K. Muha).

Nakup in cena

Prodajalec	Spar
Cena	Okoli 50 €

STC-3028 - Dvojni digitalni termostat

Temperaturno-vlažnostni regulator STC-3028 je naprava, ki omogoča nadzor in avtomatizacijo okoljskih pogojev glede na temperaturo in vlažnost. Tu je opis tehničnih podatkov in načina delovanja (STC-3028, 2023):



Slika 32: STC-3028 - Dvojni digitalni termostat – tehnični podatki (STC-3028, 2023).



Slika 33: STC-3028 - Dvojni digitalni termostat (foto: K. Muha).

Tehnični podatki:

Model: STC-3028

Material ohišja: PC+ABS protipožarni

Dolžina senzorja: 1 m

Vhodna napetost: AC110~220V/DC24V/DC12V

Območje merjenja temperature: -50° do +110°

Območje merjenja vlažnosti: 00%RH do +100%RH

Natančnost: ±1°, 0.1%RH

Kapaciteta stika za izhod releja: 10A/240VAC

Funkcije in način delovanja: n

astavitev začetne temperature (vlage), p

ritisk na gumb "up" za prikaz začetne temperature (vlage).

Dolg pritisk na gumb "up" približno 3 sekunde omogoča nastavitev začetne temperature (vlage) s pomočjo gumbov "up" in "down".

Nastavitev končne temperature (vlage):

Pritisk na gumb "down" za prikaz končne temperature (vlage).

Dolg pritisk na gumb "down" približno 3 sekunde povzroči utripanje številke končne temperature (vlage). Nastavitev je mogoča s pomočjo gumbov "up" in "down".

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://vi.aliexpress.com/item/1005006026674518.html?spm=a2g0o.productlist.main.7.7a456295RYkSu3&algo_pvid=bf65e686-6271-408f-a152-04d52f39648c&algo_exp_id=bf65e686-6271-408f-a152-04d52f39648c-3&pdp_npi=4%40dis%21EUR%2111.77%213.64%21%21%2189.29%2127.58%21%402101e5f717083855212355008eaf35%2112000035402518417%21sea%21SI%210%21AB&curPageLogUid=Irwi2VpkJclT&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Cena 4,58 €

Mikro potopna črpalka za vodo

Doma sem imel na voljo mini potopno črpalko za akvarije napajalne napetosti DC 3V - 5V.



Slika 34: Mikro potopna črpalka za vodo (Foto: K. Muha).

Tehnični podatki:

- Mini vodna črpalka
- Priključna napetost: DC 3V - 5V
- Priključek: USB
- Teža: 20 g
- Slog: vodoraven

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://vi.aliexpress.com/item/1005005965742117.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.402.4c331802KWOKLC&gatewayAdapt=glo2vnm

Cena 1,39 €

Zalivalni sistem (pršilke in cevi)

Škropilnik za namakanje

Omogoča enostavno namestitev in učinkovito varčevanje z vodo, pri čemer se voda običajno uporablja pri nizkem tlaku.



Slika 35: Škropilnik za namakanje (Foto: K. Muha).

Tehnični podatki:

deluje pri tlaku od 1,5 do 3,0 bara,

pretok od 8–10 L/h,

razpršilni radij med 0,7–0,9 metra,

velikost priključka znaša 4 mm.

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://vi.aliexpress.com/item/32846189151.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.8.fe6af19c0YpuXK&gatewayAdapt=glo2vnm

Cena 0,26 €

Cevi

Uporablja se za avtomizacijske šobe in mikro povezave. Ima čvrsto in gladko notranjo steno. Cev omogoča enostavna namestitvev ter vzdržljivost. Material je odporen na mraz in sončno svetlobo, primeren za temperature od minus 15 stopinj Celzija do 60 stopinj Celzija.



Slika 36: Cev za zalivalni sistem (Foto: K. Muha).

Tehnični podatki:

zunANJI premer približno 7 mm,

notranji premer približno 4 mm.

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://vi.aliexpress.com/item/32841609355.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.10.fe6af19c0YpuXK&gatewayAdapt=glo2vnm

Cena 0,59 € / m

Arduino

Arduino je odprtokodna platforma za izdelavo prototipov elektronskih naprav. To je enostavna in prilagodljiva platforma, ki jo lahko uporabljajo tudi začetniki, hkrati pa ponuja napredne funkcionalnosti za izkušene ustvarjalce. Arduino platforma vključuje tako strojno opremo kot tudi programsko opremo (Arduino, 2023).



Slika 37: Arduino UNO (Foto: K. Muha).

Strojna Oprema Arduino:

Mikrokontroler: Arduino uporablja mikrokontroler (najpogosteje iz družine Atmel AVR ali ARM) kot osrednjo procesorsko enoto. Ta mikrokontroler je tisto, kar omogoča izvajanje programov in upravljanje perifernih naprav.

Digitalni in analogni Vhodi/izhodi: Arduino ima različne digitalne in analogne vhode/izhode (I/O), ki omogočajo povezavo z različnimi senzorji, aktuatorji in drugo zunanjo opremo.

Vmesniki za povezovanje: Arduino ima vgrajene vmesnike, kot so USB, UART, SPI in I2C, kar omogoča enostavno povezovanje z drugimi napravami, kot so računalniki, senzorji in zasloni.

Napajanje: lahko ga napajamo preko USB priključka ali zunanje napajalne enote. Prav tako je mogoče napravo napajati preko baterije.

Programski zagon: Arduino ima vgrajen bootloader, ki omogoča enostavno nalaganje programske kode preko USB povezave, brez potrebe po posebnem programatorju.

Programska oprema Arduino:

Arduino IDE (Integrated Development Environment): Gre za razvojno okolje, ki omogoča pisanje, nalaganje in izvajanje programske kode na Arduino napravo. IDE je preprost za uporabo in vsebuje knjižnice za enostavno upravljanje strojne opreme.

Programski jezik: Arduino uporablja poenostavljeni programski jezik, ki temelji na jeziku C/C++. Vsebuje veliko knjižnic, kar poenostavi delo z različnimi senzorji in aktuatorji.

Knjižnice: obstaja širok nabor knjižnic, ki jih lahko vključite v svoje projekte, kar močno olajša delo z različnimi senzorji, zasloni in drugo opremo.

Skupnost in podpora: Arduino ima veliko aktivno skupnost ustvarjalcev, ki delijo svoje izkušnje, projektne ideje in rešitve na spletu.

Arduino platforma je zasnovana z mislijo na enostavno uporabo, kar jo naredi primerno tako za začetnike kot za izkušene ustvarjalce v svetu elektronike in programiranja.

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://vi.aliexpress.com/item/1005002011428924.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.80.4c331802iIXHjY&gatewayAdapt=glo2vnm

Cena 3,34 €

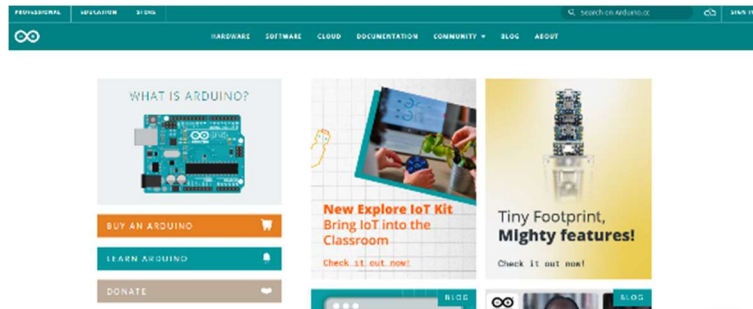
Nakup Arduina

Najprej sem si preko spleta naročil Arduino UNO. To je osnovna komponenta, ki sem jo potreboval za razvoj svojega projekta. Naročil sem ga preko spletne trgovine AliExpress.

Prejel sem ga po treh tednih od naročila.

Prenos in namestitev programske opreme Arduino IDE

Na spletni strani <https://www.arduino.cc/> se opravi registracijo.



Slika 38: Spletna stran <https://www.arduino.cc/>.

Nato sem prenesel Arduino Integrated Development Environment (IDE) s spletne strani Arduino in ga namestil na svoj računalnik. To je brezplačna programska oprema, ki mi omogoča pisanje in nalaganje programske kode na Arduino.

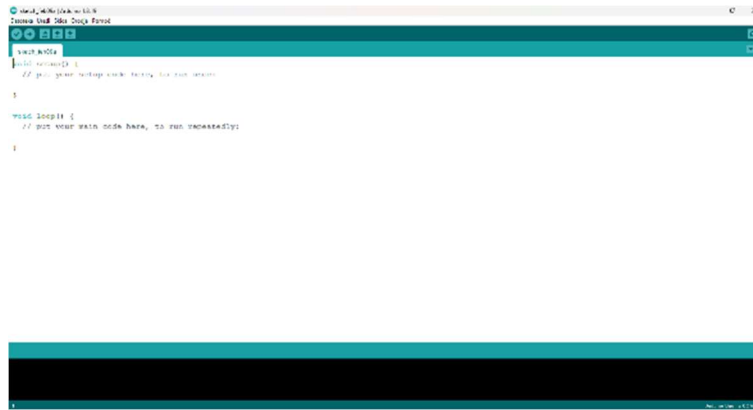


Slika 39: Programska oprema za Arduino.

Ko sem imel IDE nameščen, sem vzел priložen USB kabel in ga uporabil za povezavo Arduina z računalnikom. Na enem koncu kabla sem imel standardni USB priključek, ki sem ga vstavil v prost USB vhod na svojem računalniku. Na drugem koncu kabla sem imel USB tip-B priključek, ki sem ga vstavil v USB priključek na Arduino mikrokrmilniku.

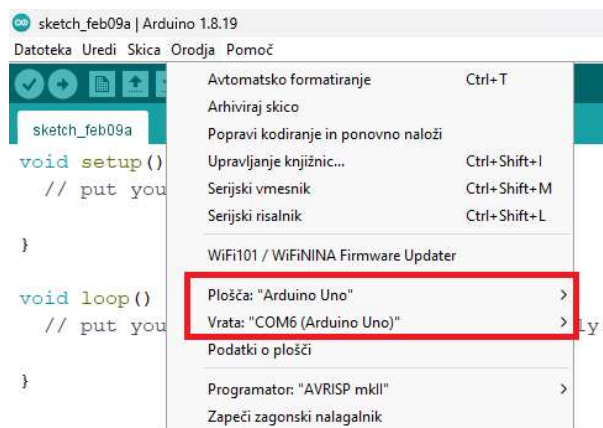
Ko je bil Arduino priključen na računalnik, je operacijski sistem prepoznal napravo.

Odprl sem Arduino IDE na računalniku.



Slika 40: Arduino IDE.

V meniju "Tools" sem izbral pravilno ploščo Arduino (Arduino Uno) in pravilno vrata (COM port), na katere je bil Arduino priključen.



Slika 41: Izbira plošče Arduino UNO ter vrat.

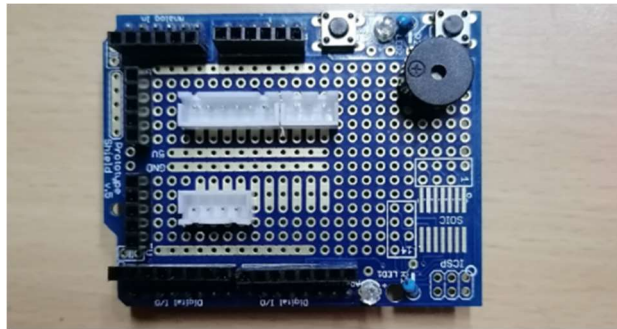
Ko sem izbral pravilno ploščo in vrata, je bilo pripravljeno za pisanje, nalaganje in izvajanje kode na Arduino mikrokrmilniku.

Testiranje Arduina

Najprej sem preizkusil nekaj programov, ki so že vgrajeni v programsko opremo.

Razširitvena plošča za Arduino

UNO Proto Shield je razširitvena plošča za Arduino Uno, ki omogoča enostavno ustvarjanje prototipov elektronskih projektov. Opremljena je s SYB-170 mini prototipno ploščo (mini breadboard), ki omogoča enostavno povezovanje komponent brez ali s spajkanjem. Ta plošča omogoča, da se Arduino namesti na prototipno ploščo, kar olajša testiranje in razvoj projektov. UNO Proto Shield je zasnovan tako, da omogoča enostaven dostop do vseh pinov in funkcij Arduino Uno, kar omogoča hitro prototipiranje in razširjanje funkcionalnosti.



Slika 42: Razširitvena plošča za Arduino (Foto: K. Muha).

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

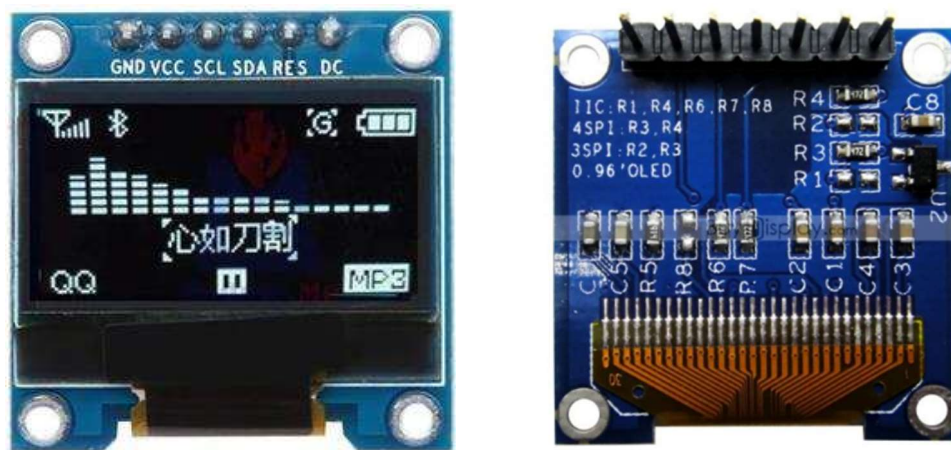
Spletni naslov https://vi.aliexpress.com/item/1005005989177049.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.68.4c331802iIXHjY&gatewayAdapt=glo2vnm

Cena 2,02 €

Prikazovalnik OLED

Za prikazovanje informacij sem se odločil za prikazovalnik OLED, SSD1306 je priljubljen gonilnik za OLED zaslon. Prenosne in nosljive naprave so nov trend. Majhni OLED zasloni so popolni za takšne kompaktne in prenosne naprave. SSD1306 je CMOS gonilnik OLED/PLED. Zmore upravljati grafični prikaz s 128×64 točkami. Namenjen je nadzoru OLED plošč s skupno katodo. Čip ima več vgrajenih funkcij, kot so 256-stopenjski nadzor svetlosti, pomnilnik za prikaz, oscilator in nadzor kontrasta. Te vgrajene funkcije zmanjšujejo potrebne zunanje komponente in omogočajo uporabo čipa s katerim koli OLED zaslonom združljive ločljivosti.) (Agnihotri, 2023).

OLED (angl. Organic Light Emitting Diode) označuje organsko svetleče diode. OLED zasloni so podobni LED zaslonom, ki se uporabljajo v televizijah in monitorjih, vendar so ti zasloni kompaktni in primerni za uporabo v nosljivih in prenosnih napravah. Obstaja več vrst OLED zaslonov, ki se lahko razvrstijo glede na velikost, barvo, število pinov in krmilnik IC (integrirano vezje). Običajni velikosti OLED zaslonov sta 0,91 palca z ločljivostjo 128×32 slikovnih točk ter 0,96 palca z ločljivostjo 128×64 slikovnih točk. Barve zaslona se lahko razlikujejo med monokromno modro, monokromno belo ali rumeno-modro (Agnihotri, 2023).

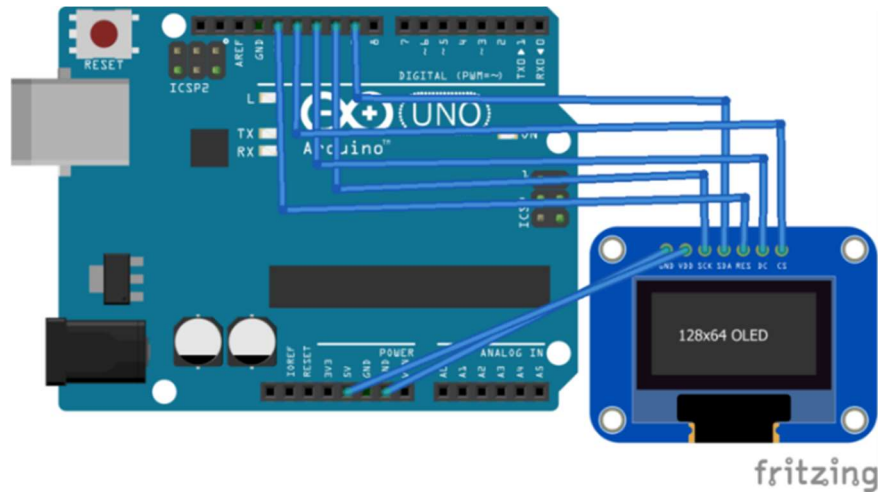


Slika 43: Prikazovalnik SSD1306 OLED (Agnihotri, 2023).

OLED zasloni lahko vsebujejo 3-pin/4-pin priključek samo za I2C vmesnik ali 7-pin priključek za 3-žilni SPI, 4-žilni SPI in I2C vmesnik. SSD1306 in SSD1331 sta najbolj priljubljena gonilniška čipa za OLED zaslone. Vsak OLED zaslon ima krmilni čip vgrajen v modul.

V tem projektu uporabljamo 0,96-palčni OLED zaslon z vgrajenim krmilnikom SSD1306. Modul ima rumeno-modro sliko z ločljivostjo 128×64 slikovnih točk. Uporabljeni modul ima 7-pin vmesnik, ki omogoča povezavo z vsakim mikrokrmilnikom ali enokolturnim računalnikom prek 3-žilnega SPI, 4-žilnega SPI in I2C vmesnika. 4-žilni SPI vmesnik je privzet način povezovanja v 7-pin modulu (Agnihotri, 2023).

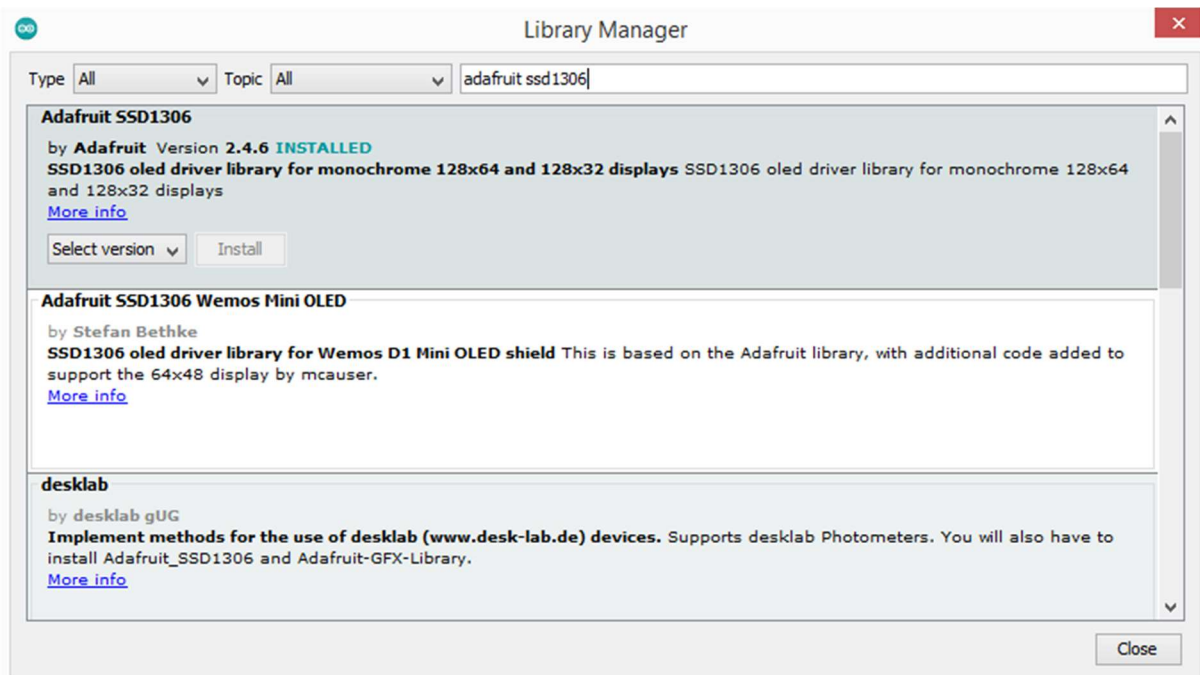
Vežalna shema



Vežalna shema 1: Priključitev OLED na Arduino (Agnihotri, 2023).

Knjižnica

Izbrali smo knjižnico podjetja Adafruit.



Slika 44: Knjižnica Adafruit.

Vključitev knjižnic:

```
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
```

Programska koda

```
Void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC);
    display.display();
}
```

```
void loop() {
    display.clearDisplay();
}
```

```
display.setTextSize(1.5);  
  
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);  
  
display.setCursor(0, 0);  
  
display.println("EEWORLDONLINE");  
  
display.setTextColor(SSD1306_BLACK, SSD1306_WHITE); // Draw 'inverse' text  
  
display.println("EngineersGarage.com!");  
  
display.setTextColor(SSD1306_WHITE, SSD1306_BLACK); // Draw 'inverse' text  
  
display.println("EngineersGarage.com!");  
  
display.display();  
  
delay(2000);  
  
}
```

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://www.aliexpress.com/item/1005006262908701.html?spm=a2g0o.productlist.main.13.435271a8TJ1kbg&algo_pvid=1602319f-413f-401d-8538-fb2ece9515e6&algo_exp_id=1602319f-413f-401d-8538-fb2ece9515e6-6&pdp_npi=4%40dis%21EUR%213.36%210.47%21%21%2125.51%213.61%21%402101f01817083806048797690e7172%2112000036518346432%21sea%21SI%210%21AB&curPageLogUId=L4C4OWkHpIIM&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Cena 1,41 €

Senzor vlage in temperature DHT11

Za merjenje temperature in vlage smo izbrali senzor DHT11. S tem senzorjem bomo merili temperaturo in vlago nad zemljo (Campbell, 2024).

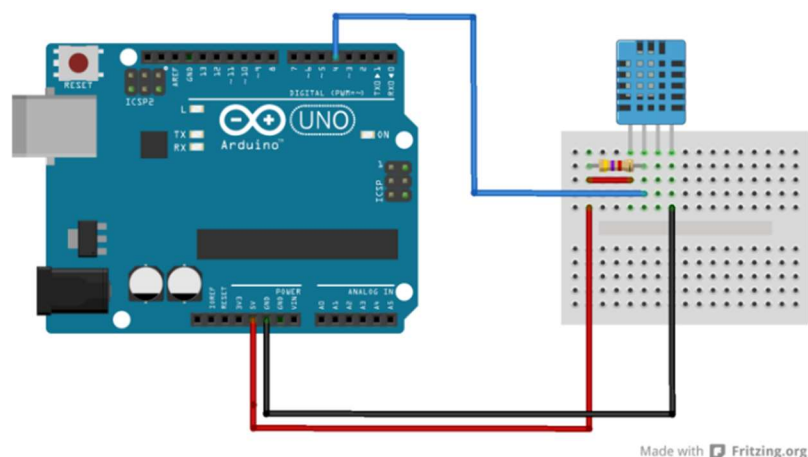
Ta modul vsebuje senzor DHT11. Ta senzor je digitalni, tako da beremo vrednosti direktno v digitalni obliki. Senzor uporablja svoj lasten protokol (ki je sicer precej podoben onewire), za katerega pa ni treba skrbeti, saj lahko uporabimo knjižnico dht. Ta nam definira header DHT.h, preko njega definiramo objekt razreda DHT. Objekt inicializiramo z metodo begin, temperaturo beremo z readTemperature (v stopinjah celzija), vlago pa z readHumidity (v odstotkih relativne vlažnosti). V primeru napake, funkciji vrneta Nan (not a number) (Campbell, 2024).



Slika 45: Senzor temperature in vlage DHT11 (foto: K. Muha).

Vežalna shema

Postopek merjenja temperature in vlage



Vežalna shema 2: Priključitev senzorja DHT11 (Campbell, 2024).

Knjižnica

```
#include <dht.h>

#include <LiquidCrystal.h>
```

Programska koda

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

dht DHT;

#define DHT11_PIN 7

void setup(){

  lcd.begin(16, 2);

}
```

```
void loop(){

  int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);

  lcd.setCursor(0,0);

  lcd.print("Temp: ");

  lcd.print(DHT.temperature);

  lcd.print((char)223);

  lcd.print("C");

  lcd.setCursor(0,1);

  lcd.print("Humidity: ");

  lcd.print(DHT.humidity);
```

```
lcd.print("");  
  
delay(1000);  
  
}
```

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://www.aliexpress.com/item/1005006005060102.html?spm=a2g0o.productlist.main.1.29b54d12IfT4EE&algo_pvid=c4b8b25a-cdad-443b-b45d-522ec39d0a48&algo_exp_id=c4b8b25a-cdad-443b-b45d-522ec39d0a48-0&pdp_npi=4%40dis%21EUR%212.53%210.47%21%21%2119.19%213.53%21%402101efec17083811795738262e6de6%2112000035367480096%21sea%21SI%210%21AB&curPageLogUid=wftMM75msUwc&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Cena 1,41 €

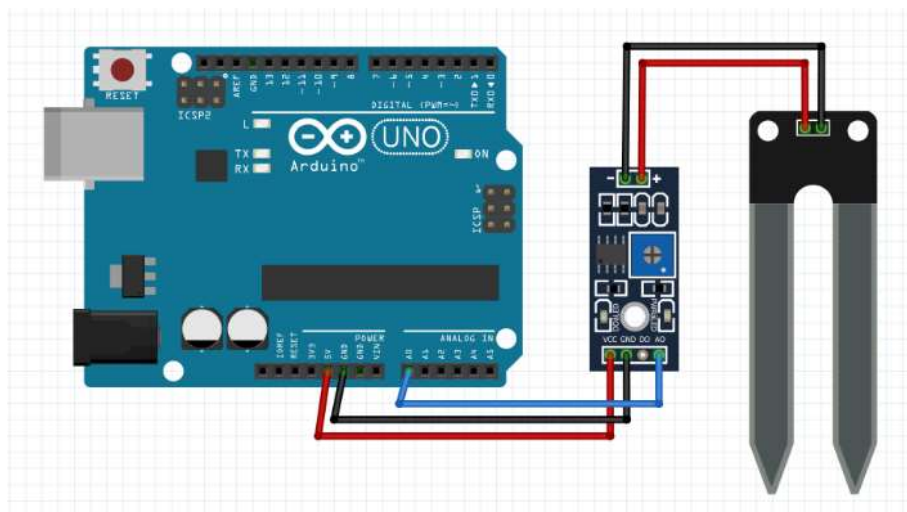
Senzor merjenja vlage zemlje

Senzor vlage v zemlji zazna vsebnost vlage v tleh in meri volumnsko raven vode. Sestavljen je iz senzorskih sondo in senzorskega modula. Sonde omogočajo pretok električnega toka skozi tla, pri čemer vrednosti upora kažejo vlažnost tal. Senzorski modul zbira podatke s sond, jih pretvori v digitalni ali analogni izhod (Nawazi, 2024).

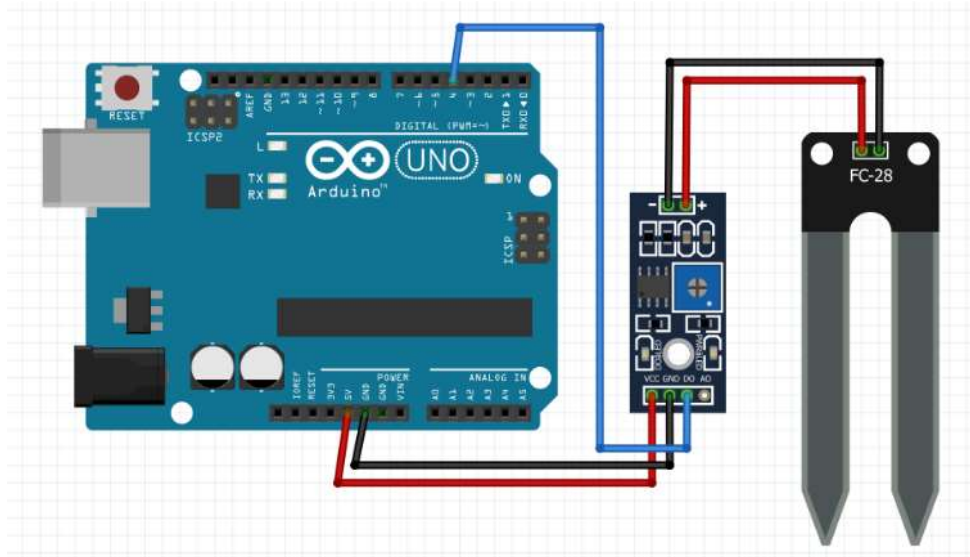


Slika 46: Senzor merjenja vlage zemlje (Foto: K. Muha).

Vežalna shema



Vežalna shema 3: Senzor vlage zemlje – digitalni vhod (Nawazi, 2024).



Vežalna shema 4: Senzor vlage zemlje – analogni vhod (Nawazi, 2024).

Programska koda

(Nawazi, 2024)

```
// Sensor pins
#define sensorPower 7
#define sensorPin A0

void setup() {
    pinMode(sensorPower, OUTPUT);
    // Initially keep the sensor OFF
    digitalWrite(sensorPower, LOW);
    Serial.begin(9600);
}
```

```
void loop() {
    //get the reading from the function below and print it
```

```
Serial.print("Analog output: ");  
  
Serial.println(readSensor());  
  
delay(1000);  
}  
  
// This function returns the analog soil moisture measurement  
int readSensor() {  
    digitalWrite(sensorPower, HIGH); // Turn the sensor ON  
  
    delay(10); // Allow power to settle  
  
    int val = analogRead(sensorPin); // Read the analog value form sensor  
  
    digitalWrite(sensorPower, LOW); // Turn the sensor OFF  
  
    return val; // Return analog moisture  
value  
}
```

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://www.aliexpress.com/item/1005005850226701.html?spm=a2g0o.productlist.main.13.368f1ccfDYiXzW&algo_pvid=5d78e3e7-551c-480c-b811-6bb8a0bb79cc&algo_exp_id=5d78e3e7-551c-480c-b811-6bb8a0bb79cc-6&pdp_npi=4%40dis%21EUR%212.46%210.47%21%21%2118.69%213.59%21%402103200617083816509673837e318c%2112000034629899743%21sea%21SI%210%21AB&curPageLogUId=NjCITJ3YbLqT&utm-param-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

Cena 1,41 €

Hydroponična LED rastlinska svetilka

Hydroponična rastlinska svetilka, opremljena s COB LED čipi (Chips on Board), zagotavlja celoten spekter svetlobe, ki je ključnega pomena za razvoj rastlin od kalitve do cvetenja. Ta svetilka omogoča gojenje rastlin v različnih fazah rasti v zaprtih prostorih brez potrebe po naravni sončni svetlobi.

Lastnosti:

COB LED čipi: s COB tehnologijo so več LED čipov združeni na enem nosilcu, kar omogoča močno svetlobo z visoko energetske učinkovitostjo.

Polni spekter: svetilka ponuja celoten spekter svetlobe od 380 do 840 nanometrov, kar ustreza potrebam rastlin v vseh fazah rasti, vključno s kalitvijo, vegetativno fazo in cvetenjem.

Moč in različne možnosti: na voljo so različne moči svetilke, kot so 10W, 20W, 30W in 50W, kar omogoča prilagodljivost glede na velikost gojenega prostora in potrebe rastlin.

Učinkovita uporaba energije: svetilka deluje na napetosti AC220V in ponuja visoko energetske učinkovitost, kar omogoča varčevanje z energijo.

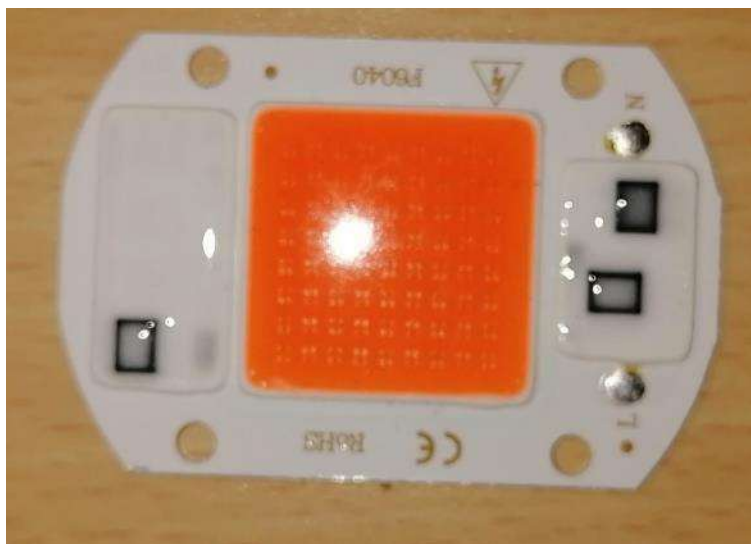
Uporaba:

Gojenje notranjih rastlin: ta svetilka je idealna za uporabo v rastlinjakih, sobah za gojenje ali drugih notranjih prostorih, kjer je naravna svetloba omejena.

Vzgoja semen in sadik: zaradi celotnega spektra svetlobe je primerna za kalitev semen in spodbujanje zdravega koreninskega sistema pri sadikah.

Spodbujanje cvetenja: v fazi cvetenja rastline potrebujejo posebno svetlobo, ki jo ta svetilka zagotavlja s svojim polnim spektrom, kar lahko pripomore k obilnejšemu cvetenju in večjemu donosu.

Hydroponična LED rastlinska svetilka s COB LED čipi in celotnim spektrom svetlobe je izjemno koristna za notranje gojenje rastlin. S svojo energetske učinkovitostjo, prilagodljivostjo in sposobnostjo zagotavljanja optimalne svetlobe za rastline v vseh fazah rasti je uporabna za gojenje rastlin v zaprtih prostorih.



Slika 47: Hydroponična LED rastlinska svetilka (Foto: K. Muha).

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

Spletni naslov https://vi.aliexpress.com/item/1005005335685066.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.48.4c331802Wn2MiC&gatewayAdapt=glo2vnm

Cena 0,47 €