

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, 107 str., 21 tab., 45 sl., 5 graf., 26 vir.

IJ SL

JI sl

AI Raziskoval sem čili, začimbo iz tropskih in subtropskih predelov, ter njegovo rastočo priljubljenost v Sloveniji. Osvetlil sem botanične vidike, aktivne spojine, kulturno vlogo ter zdravstvene koristi čilija. Ugotovil sem, da avtomatizacija procesa pridelave čilija izboljšuje kakovost in trajnost pridelave.

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, 107 p., 45 fig., 21 tab., 5 graf., 26 ref.

LA SL

AL sl / en

AB I researched chili, a spice from tropical and subtropical regions, and its growing popularity in Slovenia. I explored its botanical aspects, active compounds, cultural role, and health benefits. I found that automating the chili cultivation process improves quality and sustainability.

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	ČILI V KULINARIKI	13
2.6	RAST IN GOJENJE ČILJA	16
2.7	PREGLED OBSTOJEČIH REŠITEV ZA GOJENJE RASTLIN	19
2.8	POVZETEK POGLAVJA	23
3	METODE DELA	24
3.1	VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA NA RAST IN RAZVOJ ČILJA	24
3.2	RAZVOJ IN IMPLEMENTACIJA AVTOMATIZIRANEGA SISTEMA ZA VZGOJO SADIK ČILJA	26
3.3	RAZVOJ AVTOMATIZIRANE POSODE ZA VZGOJO ČILJA	34
4	REZULTATI	43
4.1	VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA NA RAST IN RAZVOJ ČILJA	43
4.2	AVTOMATIZIRAN SISTEM ZA VZGOJO SADIK ČILJA	45
4.3	VZGOJA ČILJA V AVTOMATIZIRANI IN NAVADNI POSODI	51
5	DISKUSIJA	59
5.1	POTRDITEV HIPOTEZ	60
6	ZAKLJUČEK	62
7	POVZETEK	64
8	A SUMMARY	65
9	LITERATURA IN VIRI	66

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO TABEL

TABELA 1: VRSTE IN SORTE ČILIJEV CAPSICUM (CBI, 2020, POVZETO PO: RATAJC, 2020).....	10
TABELA 2: POGOJI ZA GOJENJE ČILIIJA.	18
TABELA 3: PRIMERJAVA OBSTOJEČIH IZDELKOV NA TRGU.	22
TABELA 4: IZBOR KOMPONENT ZA AVTOMATIZIRANEGA SISTEMA ZA VZGOJO SADIK ČILIIJA (FOTO: K. MUHA).	30
TABELA 5: POSTOPEK IZDELAVE AVTOMATIZIRANEGA SISTEMA ZA VZGOJO SADIK ČILIIJA (FOTO: K. MUHA).	33
TABELA 6: IZDELAVA DNA POSODE (FOTO: K. MUHA).	34
TABELA 7: POSTOPEK IZDELAVE VREČKE ZA SAJENJE (FOTO: K. MUHA).	35
TABELA 8: PRESAJANJE IN POSTAVITEV POSODE (FOTO: K. MUHA)	37
TABELA 9: SEZNAM KOMPONENT.	39
TABELA 10: NAMESTITEV SENZORJEV IN LUČI (FOTO: K. MUHA).	41
TABELA 11: OPAZOVANJE IN REZULTATI: VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA (FOTO: K. MUHA).	43
TABELA 12: OPAZOVANJE IN REZULTATI: AVTOMATIZIRAN SISTEM ZA VZGOJO SADIK ČILIIJA.	45
TABELA 13: PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE.	48
TABELA 14: OPAZOVANJE IN REZULTATI: AVTOMATIZIRANA POSODA EASYGROW.	52
TABELA 15: OPAZOVANJE IN REZULTATI: NAVADNA POSODA.	52
TABELA 16: VELIKOSTI LISTOV SADIK ČILIIJA (EASYGROW).....	55
TABELA 17: VELIKOSTI LISTOV SADIK ČILIIJA (POSODA).	56
TABELA 18: OPREMA ZA IZDELAVO: VZGOJA SADIK (FOTO: K. MUHA).....	71
TABELA 19: TABELA 20: OPREMA ZA IZDELAVO: AVTOMATIZIRANA POSODA (FOTO: K. MUHA).....	73
TABELA 21: SEMENA ČILIIJA (MERCATOR, 2024).....	75

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: GLAVNE BIOAKTIVNOSTI, POVEZANE Z RAZLIČNIMI SORTAMI ČILIIJA (ALONSO-VILLEGAS S SOAVTORJI, 2023).	8
SLIKA 4: PREDSTAVITEV KLJUČNIH VIROV KAPSAICINA Z NJIHOVO STOPNJO PIKANTNOSTI NA LESTVICI SHU (SCIENCEDIRECT, 2023)....	9
SLIKA 5: PET GLAVNIH UDOMAČENIH VRST CAPSICUM (YLLANO, 2023).....	9
SLIKA 6: CAPSICUM ANNUUM ((CAPSICUM ANNUUM, 2023).	11
SLIKA 7: CAPSICUM BACCATUM (CAPSICUM BACCATUM, 2023).	12
SLIKA 8: HABANERO FRUITS (CAPSICUM CHINENSE, 2023).....	12
SLIKA 9: CAPSICUM FRUTESCENS (CAPSICUM FRUTESCENS, 2023).....	13
SLIKA 10: CAPSICUM PUBESCENS (CAPSICUM PUBESCENS, 2023).	13
SLIKA 11: AUK STARTER KIT (AUK, 2023).	19
SLIKA 12: CLICK AND GROW (CLICK & GROW, 2023).....	20
SLIKA 13: HARVEST (POVZETO PO AEROGARDEN, 2023).	21
SLIKA 14: IZBRANA SEMENA: MINI JALAPEÑO (MERCATOR, 2024).....	25

SLIKA 15: POSAJENA SEMENA ČILJA (FOTO: K. MUHA)	25
SLIKA 16: IZBRANA SEMENA: MINI JALAPEÑO, ANAHEIM, BHUT JOLOKIA (ANGL.: GHOST PEPPER) TER HABANERO RED (MERCATOR, 2024).....	26
SLIKA 17: JALAPEÑO (CANVA PRO, 2023).....	27
SLIKA 18: BHUT JOLOKIA (ANGL.: GHOST PEPPER) (CHELLA P, 2023).....	28
SLIKA 19: HABANERO (FOTO: K. MUHA).....	29
SLIKA 20: 3D MODEL NOSILCA ZA OLED (POSNETEK ZASLONA: K. MUHA).....	39
SLIKA 21: NATISNEN 3D MODEL (FOTO: K. MUHA).....	40
SLIKA 22: SPAJKANJE NA RAZŠIRITVENO PLOŠČO (FOTO: K. MUHA).....	40
SLIKA 23: PRIPRAVLJENA RAZŠIRITVENA PLOŠČA (FOTO: K. MUHA).....	40
SLIKA 24: TEKOČE GNOJILO BIO PLANTELA (FOTO: K. MUHA).....	42
SLIKA 25: MERILEC PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE Z VTIČNICO (FOTO: K. MUHA).....	47
SLIKA 26: MERJENJE VIŠINE SADIKE ČILJA (FOTO: K. MUHA).....	51
SLIKA 27: MERJENJE VELIKOSTI LISTOV (FOTO: K. MUHA).....	54
SLIKA 28: PRIMERJAVA VELIKOSTI LISTOV V POSODI(LEVO) IN V EASYGROW (DESNO) (22. 2. 2024) (FOTO: K. MUHA).....	55
SLIKA 29: POSODA ZA GOJENJE S POKROVOM (FOTO: K. MUHA).....	76
SLIKA 30: STC-3028 - DVOJNI DIGITALNI TERMOSTAT – TEHNIČNI PODATKI (STC-3028, 2023).....	77
SLIKA 31: STC-3028 - DVOJNI DIGITALNI TERMOSTAT (FOTO: K. MUHA).....	77
SLIKA 32: MIKRO POTOPNA ČRPALKA ZA VODO (FOTO: K. MUHA).....	79
SLIKA 33: ŠKROPILNIK ZA NAMAKANJE (FOTO: K. MUHA).....	80
SLIKA 34: CEV ZA ZALIVALNI SISTEM (FOTO: K. MUHA).....	81
SLIKA 35: ARDUINO UNO (FOTO: K. MUHA).....	82
SLIKA 36: SPLETNA STRAN HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/	84
SLIKA 37: PROGRAMSKA OPREMA ZA ARDUINO.....	84
SLIKA 38: ARDUINO IDE.....	85
SLIKA 39: IZBIRA PLOŠČE ARDUINO UNO TER VRAT.....	85
SLIKA 40: RAZŠIRITVENA PLOŠČA ZA ARDUINO (FOTO: K. MUHA).....	86
SLIKA 41: PRIKAZOVALNIK SSD1306 OLED (AGNIHOTRI, 2023).....	87
SLIKA 42: KNJIŽNICA ADAFRUIT.....	89
SLIKA 43: SENZOR TEMPERATURE IN VLAGE DHT11 (FOTO: K. MUHA).....	91
SLIKA 44: SENZOR MERJENJA VLAGE ZEMLJE (FOTO: K. MUHA).....	94
SLIKA 45: HYDROPONIČNA LED RASTLINSKA SVETILKA (FOTO: K. MUHA).....	98

KAZALO GRAFOV

GRAF 1: KALITEV SEMEN ČILJA.....	46
GRAF 2: PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	48
GRAF 3: PRIMERJAVA RASTI SADIK ČILJA (POVPREČJE).....	53
GRAF 4: RAST SADIK ČILJA OD PRESADITVE (V %).....	53
GRAF 5: PRIMERJAVA VELIKOSTI LISTOV.....	56

KAZALO VEZALNIH SHEM

VEZALNA SHEMA 1: PRIKLJUČITEV OLED NA ARDUINO (AGNIHOTRI, 2023).....	88
VEZALNA SHEMA 2: PRIKLJUČITEV SENZORJA DHT11 (CAMPBELL, 2024).....	91
VEZALNA SHEMA 3: SENZOR VLAGE ZEMLJE – DIGITALNI VHOD (NAWAZI, 2024).....	94
VEZALNA SHEMA 4: SENZOR VLAGE ZEMLJE – ANALOGNI VHOD (NAWAZI, 2024).....	95

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: OPREMA ZA IZDELAVO

PRILOGA B: KOMPONENTE ZA VZGOJO ČILIJ

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 paleto 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:

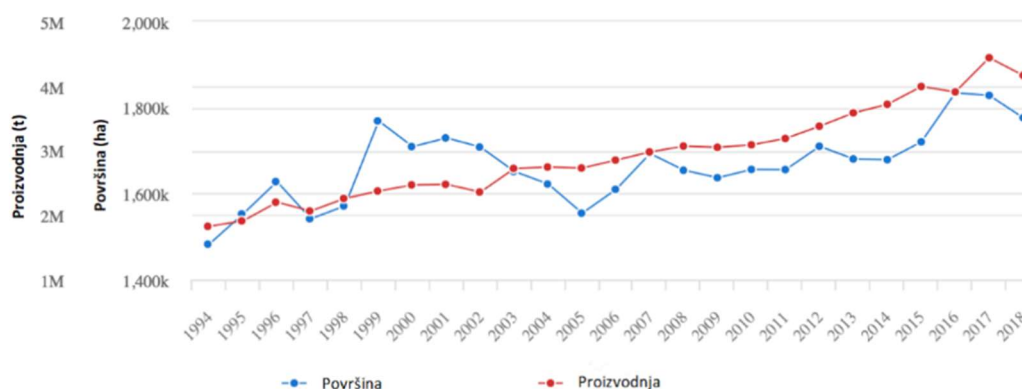
- Avtomatizirano zalivanje čilijev z uporabo avtomatskega sistema je povezano z večjo rastjo v primerjavi z ročnim zalivanjem.
- Vključitev senzorjev za spremljanje mikroklimatskih pogojev na okenski polici je povezano z izboljšano rastjo čilijev.
- Uporaba umetne svetlobe na okenski polici, ki je integrirana 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; Morgan, 2021, povzeto po Jelenčič, 2023).

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 % (Tridge, 2020, povzeto po: 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 ČILIIJA

Čili je skupno ime za pekoče sorte paprike (**Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**), 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 (Encyclopædia Britannica, 2019, povzeto po: Ratajc, 2020).

Botanično je plod čilija jagoda, na rastlini izrašča povešeno ali pokončno, s številnimi semeni. Pri vrsti *C. annum* so poganjki dihotomno 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, povzeto po Zamljen, 2019).

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 antocianinov. 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 placento, manj pekoči čiliji pa imajo debelejšo, bolj mesnate stene. Plodovi čilijev so dolgi od 1 cm do 30 cm in široki med 1 cm in 15 cm (Welbaum, 2015, povzeto po Zamljen, 2019). 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, povzeto po Zamljen, 2019).

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 mimooidočih, 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.

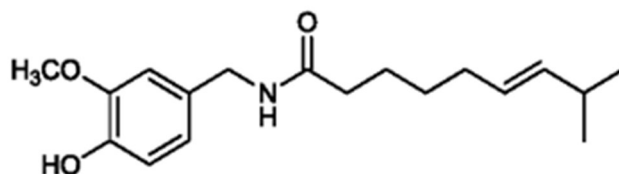
Razširitev čilija po svetu je prispevala k bogastvu okusov v različnih kulturah in k raznolikosti receptov. Poleg svoje vloge v kulinariki je čili postal tudi pomemben del nekaterih tradicionalnih medicinskih praks, kjer mu pripisujejo različne zdravilne učinke.

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 $C_{18}H_{27}NO_3$ (Slika 2), 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 (PubChem, 2019, povzeto po 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, povzeto po Zamljen, 2019).

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 (Othman in sod., 2011, povzeto po 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) (Naves in sod.,2019, povzeto po: Ratajc, 2020).

2. 4 VRSTE ČILJIJA

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).

Bioactivity	Bioactive Compounds	Capsicum Varieties	Concentration Studied	Models/Cell Lines	Reference
Antimicrobial activity	Capsaicinoids and carotenoids	Algerian chili pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Capsaicinoids (pericarp) 68.3 $\mu\text{g g}^{-1}$; (placenta) 784.4 $\mu\text{g g}^{-1}$; carotenoids (fruit) 1620 $\mu\text{g 100 g}^{-1}$	<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Listeria monocytogenes</i> ; <i>Enterococcus faecalis</i>	[61]
	Phenols, capsaicinoids, and chrysoeriol	Various Malaguetta chili peppers (<i>Capsicum frutescens</i>)	Capsaicinoids 109.8 mg g^{-1} ; dihydrocapsaicinoids 42.0 mg g^{-1} ; chrysoeriol 5.50 mg g^{-1}	Gram-positive bacteria (25 $\mu\text{g mL}^{-1}$); Gram-negative bacteria (10 $\mu\text{g mL}^{-1}$); Yeast (25 $\mu\text{g mL}^{-1}$)	[13]
	Chlorophyll and carotenoids	Various tissues (callus, leaves, shoots, fruits, and seeds) of <i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Chlorophyll 0.105 mg g^{-1} and Carotenoids 4.10 mg g^{-1}	Minimal inhibitory concentration (MIC) 5-21 μmM inhibitory effect	[62]
Anti-inflammatory activity	Capsaicin	Red chili pepper (<i>Capsicum baccatum</i>)	Red pepper juice 0.25-2.0 g kg^{-1}	Carrageenan-induced pleurisy in mice model; Carrageenan-induced peritonitis in mice model	[63]
	Capsaicin and quercetin	Red chili pepper (<i>Capsicum baccatum</i>)	Butanol extract from fruit pepper (200 mg kg^{-1} p.o.)	Carrageenan-induced pleurisy model in mice	[15]
	Flavones and flavonols	Pepper extracts (<i>Capsicum annuum</i>)	Pepper extracts on IL-6 and TNF- α production in LPS-induced RAW 264.7 cells	Pepper leaves and pepper fruit in vitro assays	[64]
	Phenolic compounds (flavonoids) and capsaicin	Red pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Total extract (IC50): 287 $\mu\text{g mL}^{-1}$ mature; lipophilic fraction (IC50): 655 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (mature)	Mature and immature fruit peppers	[17]
	Phenolic compounds and carotenoids	Hot peppers of Arbol, Chipotle, Guajillo, and Morita (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Arbol pepper 82.3 $\mu\text{mol g}^{-1}$ dry matter (phenolics) and 106.6 mg 100 g^{-1} dry pepper (carotenoids); Chipotle pepper 44.4 $\mu\text{mol g}^{-1}$ dry matter (phenolics) chipotle pepper	In vitro enzyme digestion (bioaccessibility)	[8]
Phenolic compounds (flavonoids)	Peppers: Arbol, Ancho, Yellow, Japanese, Red, Paprika, and Rocoto (<i>Capsicum annuum</i> , <i>baccatum</i> , <i>chinense</i> , and <i>pubescens</i>).	Chile de arbol (14.0 mg g^{-1} dry weight); chile ancho and Japanese chili (14.5 mg g^{-1} dry weight); paprika pepper (15.0 mg g^{-1} dry weight); yellow pepper (13.0 mg g^{-1} dry weight); red pepper (20.0 mg g^{-1} dry weight); rocoto (12.5 mg g^{-1} dry weight)	In vitro enzyme analysis	[65]	
Phenolic compounds (flavonoids)	Various red chili peppers (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Arian (mature 8.60% and ripe 21.50% inhibition); Marona (mature 14.80% and ripe 19.60% inhibition); Zerro (mature 9.80% and ripe 14.80% inhibition)	Harvest times based on maturity stage on phenolic compounds of five different colored <i>Capsicum</i> genotypes	[66]	

Slika 3: Glavne bioaktivnosti, povezane z različnimi sortami čilija (Alonso-Villegas s soavtorji, 2023).

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

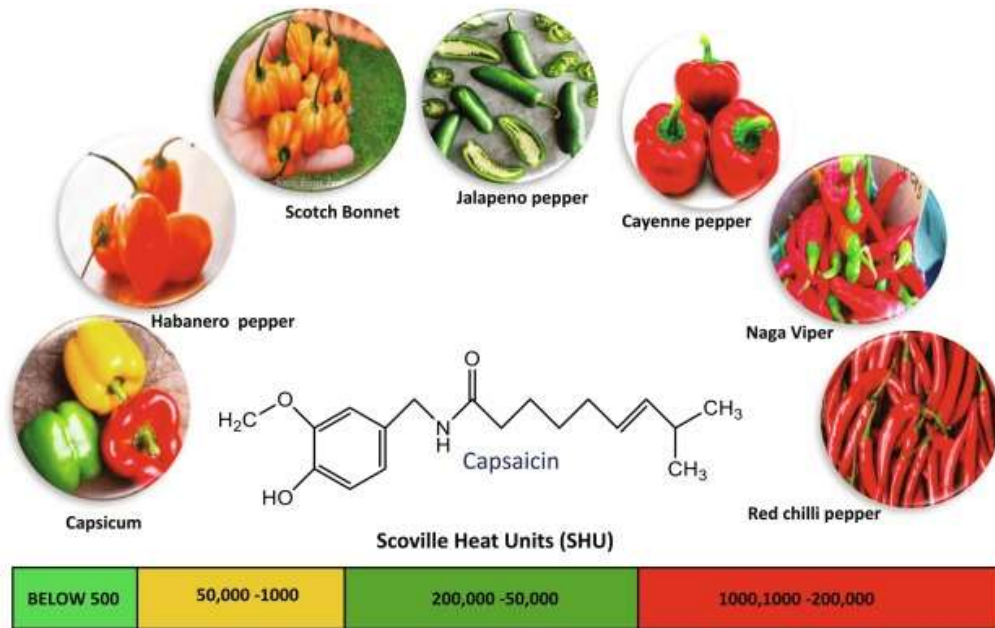
Družina (Family): Rod *Capsicum* spada v družino Solanaceae (razhudnikovke), ki vključuje tudi paradižnik, krompir in jajčevce.

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.

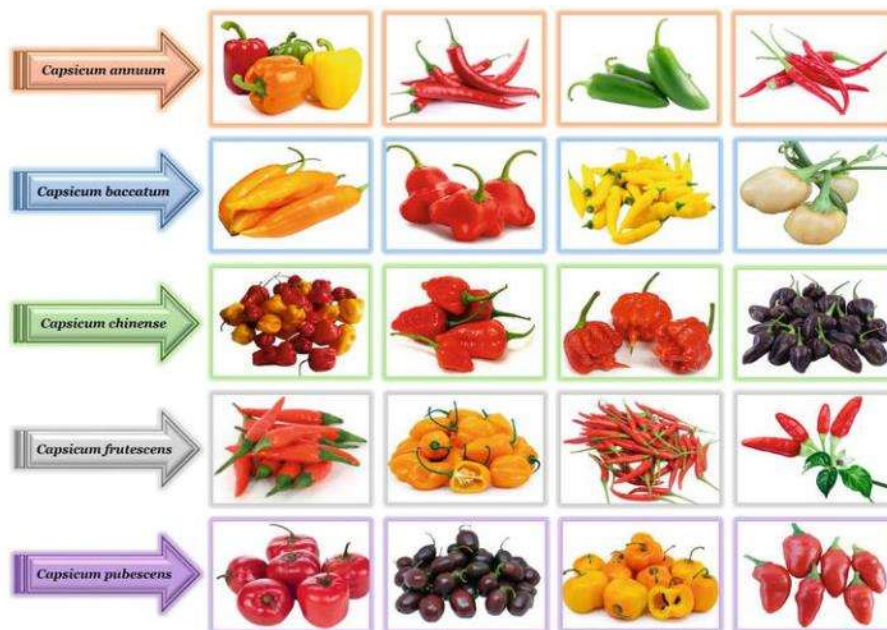
Podplemena (Subtribe): V plemenu Capsiceae so čiliji v podplemenu Capsicinae.

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 4: 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.



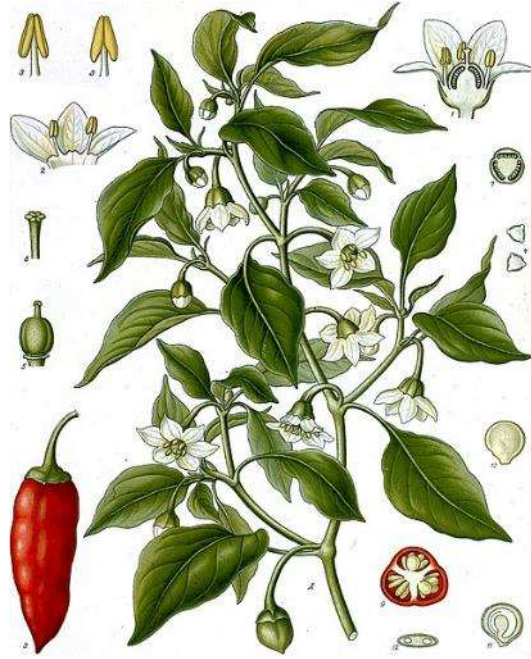
Slika 5: Pet glavnih udomačenih vrst Capsicum (Yllano, 2023).

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

Tabela 1: Vrste in sorte čilijev *Capsicum* (CBI, 2020, povzeto po: Ratajč, 2020).

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 6: *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 dosegaajo 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 7: *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 8: 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 9: 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 10: Capsicum pubescens (Capsicum pubescens, 2023).

2. 5 ČILI V KULINARIKI

Čili se uporablja pri kuhanju že od prazgodovine. Dokaze o njegovi uporabi so našli okrog ognjišč, starih štiri tisoč let. Sodobni človek torej nima monopola nad ljubeče-sovražnim

odnosom ob uživanju pekočega čilija. Preden se je začelo izbrano gojenje, so pri kuhanju uporabljali divji čili ali gojenega iz semen divjega. Prednik sodobnega čilija je nedvomno majhen, pekoč, rdeč čili. Ko so se ljudje ustalili in prenehali živeti nomadsko ter se začeli preživljati s poljedelstvom, se je začel proces pridobivanja najboljših in najokusnejših rastlin. Tako se je tudi čili počasi razvijal iz divjega prednika v nekaj bolj sorodnega mnogim vrstam tega, kar uživamo v današnjem svetu. Vse to se je dogajalo v Južni in Srednji Ameriki. Trgovanje s čilijem se je začelo šele, ko so Portugalci in Španci osvajali nove dežele, in ga začeli izvažati v svoje kolonije drugod po svetu. Končno je čili prispel v skoraj vsak topel ali tropski kotiček na svetu. Danes ne le da poznamo mnogo različnih vrst čilija, temveč je ta tudi geografsko zelo razširjen, bolj kot pšenica, krompir, riž in skoraj vse drugo, česar se domislite (Nickels, 2015).

Čili (*Capsicum annuum*) je sorodnik paprike in paradižnika, razlika je v pekočem okusu. Obstaja veliko različnih vrst čilijev, kot so kajenski, jalapeño, habanero, tajski čili, njihova največja razlika je le stopnja pekočnosti. Čili paprika vsebuje posebno snov, imenovano kapsaicin, znana kot kapsaicinoidi, ki daje čiliju pekočino, ko ga zaužijemo. Kapsaicinoidi so tudi glavna sestavina, katere intenzivnost in toploto lahko okusijo le sesalci.

Čili ima v kulinariki pomembno vlogo zaradi več razlogov:

- Doda okus in kompleksnost: Čili ima zmožnost izboljšati okus jedi. Njegova pikantnost lahko poudari druge okuse in jedem dodaja globino.
- Kulturna identiteta: V različnih kuhinjah po svetu je čili ključen sestavni del identitete jedi. Uporablja se v tradicionalnih jedeh in prispeva k edinstvenim okusom različnih kulinarčnih tradicij.
- Spodbuja apetit: Pekoč okus čilija lahko spodbudi apetit in ustvari občutek zadovoljstva pri uživanju hrane.
- Zdravstvene koristi: Poleg okusa ima čili tudi nekatere potencialne zdravstvene koristi. Kapsaicin, glavna aktivna spojina v čiliju, je povezan z nekaterimi pozitivnimi učinki na zdravje, kot so izboljšanje presnove in zmanjšanje vnetja.
- Kreativnost v kuhinji: Čili je v kuhinji pogosto uporabljen za ustvarjanje in eksperimentiranje z različnimi okusi. Kuharji lahko s pravilno uporabo čilija izrazijo svojo kreativnost in inovativnost pri pripravi jedi.

Skupaj z zgornjimi razlogi lahko rečemo, da je čili v kulinariki več kot le začimba; je ključni sestavni del mnogih jedi, ki prispeva k bogastvu okusov in raznolikosti svetovne kulinarike.

2. 6 RAST IN GOJENJE ČILIJA

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 in sod., 2005, povzeto po Zamljen, 2019).

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, povzeto po Zamljen, 2019).

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 (Estrada in sod., 1999, povzeto po 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 bolezni koreninskega sistema (Welbaum, 2015, povzeto po Zamljen, 2019).

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 (Ledieu in sod., 1986, povzeto po 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, povzeto po Zamljen, 2019).

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 vzkljijejo, 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.
Zračenje	Prostor mora biti zračen.

Pogoj	Opis
	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.

Tabela 2: Pogoji za gojenje čilija.

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 11: 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 12: 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 13: Harvest (povzeto po Aerogarden, 2023).

Primerjava obstoječih izdelkov




	Auk starter kit	Click and Grow	Harvest (Aerogarden)
			
Spletna stran	https://www.auk.ec/o/	https://eu.clickandgrow.com/	https://aerogarden.com/ho/me/
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)

Tabela 3: Primerjava obstoječih izdelkov na trgu.

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.

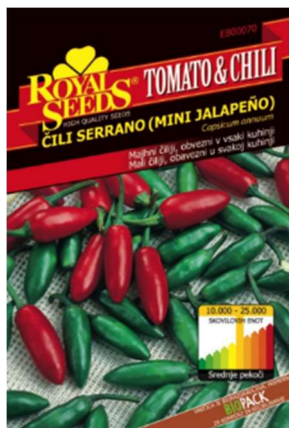
Nadzor in dokumentiranje: Medtem ko sestra ni bila aktivno vključena v raziskavo, sem sam redno opazoval in dokumentiral razvoj rastlin. To je vključevalo opazovanje kalitve semen, spremljanje rasti rastlin, ocenjevanje stanja in morebitnih težav ter dokumentiranje teh opažanj.

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,



Slika 14: Izbrana semena: Mini jalapeño (Mercator, 2024).



Slika 15: Posajena semena čilija (Foto: K. Muha).

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

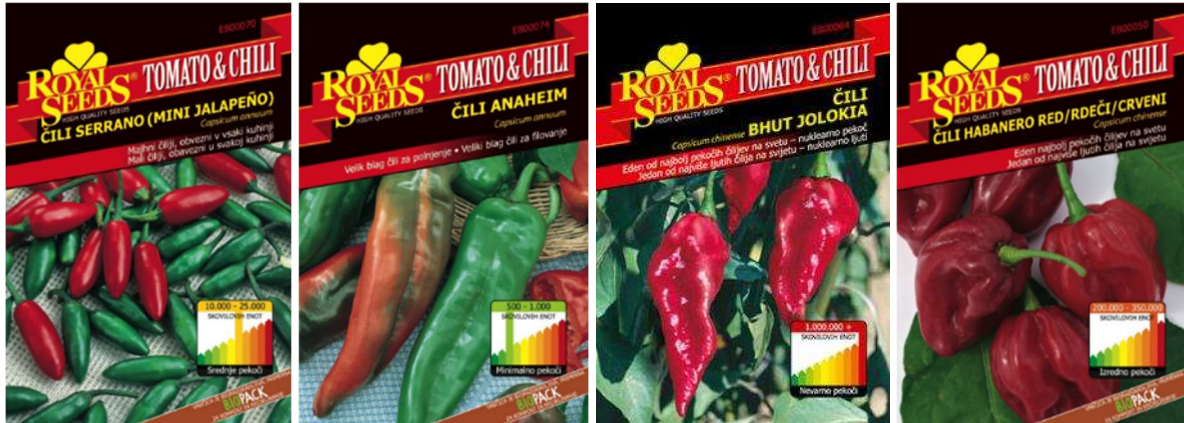
Po uspešnem zaključku prve faze raziskave, kjer sem preučeval vpliv nevtralnega skrbnika na rast in razvoj čilija, sem nadaljeval z drugo fazo, ki je zajemala razvoj in implementacijo avtomatiziranega sistema za gojenje čilija. S poudarkom na nadzoru vlažnosti, temperature in osvetljevanja.

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.



Slika 16: 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 17: 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 18: 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 19: Habanero (Foto: K. Muha).

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


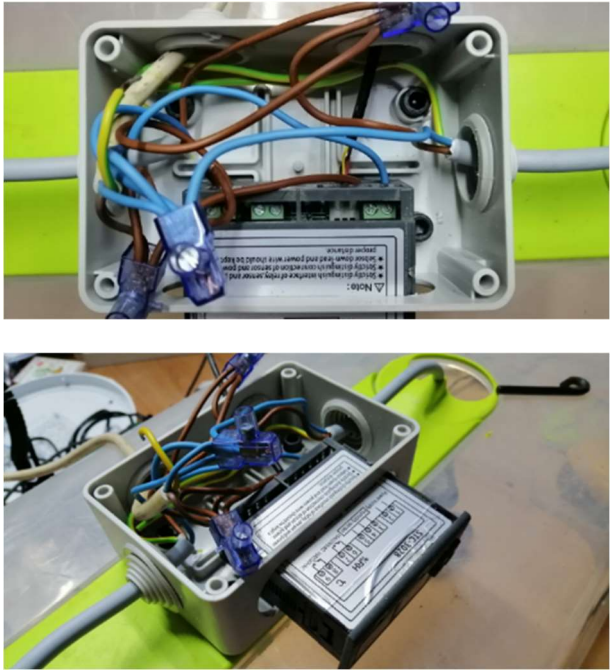
Komponenta	Opis	Slika
Posoda	Posoda za gojenje s pokrovom na nogah za notranje gojenje rastlin (71 x 33 x 61 cm)	
STC-3028	Dvojni digitalni termostat, regulator temperature, vlažnosti, termometer, higrometer, krmilnik inkubatorja	





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

Tabela 4: Izbor komponent za avtomatiziranega sistema za vzgojo sadik čilija (Foto: K. Muha).

Tehnična izvedba poskusa

Najprej sem si pripravil potrebne komponente, orodje in material. V spodnji tabeli so opisani potrebni postopki za izdelavo avtomatiziranega sistema.

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

3. 3 RAZVOJ AVTOMATIZIRANE POSODE ZA VZGOJO ČILIJA

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 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.

Izdelava dna v posodi

Opravilo	Opis	Slika
Montaža pripravljenih komponent		
Izdelano dno	Izdelano dno, na katerem je pritrjena črpalka za vodo in cevi, ki omogočajo zalivanje štirih sadik.	

Tabela 6: Izdelava dna posode (Foto: K. Muha).

Presajanje sadik čilija

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.

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	
Izdelki	Izdelane vrečke	

Tabela 7: Postopek izdelave vrečke za sajenje (Foto: K. Muha).

Presajanje

Presajanje sadik v končno posodo je ključen korak pri vzgoji rastlin. Omogoča njihovo nadaljnjo rast in razvoj v optimalnih pogojih. Pri tem postopku sem mlade sadike premaknil iz začetne posode v večje posode. Pripravljena posoda je dovolj velika, da bo rastline rastla do polne velikosti.

Glavni cilji presajanja sadik v končno posodo so:

- Večji prostor za koreninski sistem: Mlade rastline bi kmalu postale prevelike za okolje, kjer so bile vzgojene, zato jim presajanje v večje posode omogoča, da razvijejo močnejši in bolj razvit koreninski sistem.
- Boljša dostopnost hranil in vode: Večje posode omogočajo boljšo razporeditev hranil in vlage po substratu, kar prispeva k boljšim ravnim pogojem za rastline.
- Preprečevanje prenatrpanosti: Presajanje omogoča tudi preprečevanje prenatrpanosti rastlin, kar bi lahko negativno vplivalo na njihovo zdravje in razvoj.

Postopek presajanja vključuje:

- pripravo končnih posod s primernim substratom ali zemljo,
- prenos mladih rastlin iz njihovih prvotnih posod,
- namestitev rastlin v končne posode in dodajanje substrata ali zemlje, da se rastline stabilizirajo,
- zalivanje presajenih sadik, da se zagotovi ustrezna vlaga in spodbudi njihova nadaljnja rast.

Substrat in zemlja sta dva izraza, ki se pogosto uporabljata v kontekstu vrtnarjenja in gojenja rastlin, vendar imata nekoliko različne pomene.

- Substrat se nanaša na material, ki se uporablja za gojenje rastlin in služi kot podlaga, v kateri se razvija koreninski sistem rastline.
- Zemlja se nanaša na naravni material, ki tvori zgornjo plast zemeljske površine in je sestavljen iz različnih plasti, kot so humus, ilovica, pesek, glina in organska snov.

Pravilno presajene sadike imajo boljše možnosti za zdravo rast in obilo pridelka, zato je ta postopek ključen del vzgoje rastlin.




Opravilo	Opis	Slika
Priprava posod in zemlje	Pripravil sem izdelane vrečke in kupljeno zemljo.	
Sadike	Za vsako posodo sem izbral štiri enako velike sadike, da bom lahko kasneje primerjal rast.	
Rezultat	Pripravljeno za nadaljnjo rast in opazovanje.	




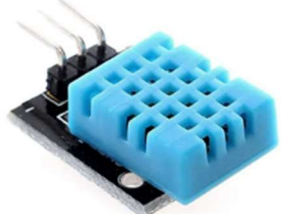
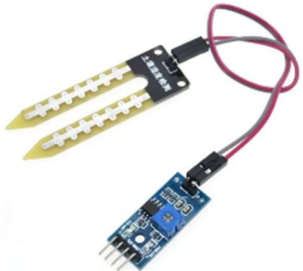
Tabela 8: Presajanje in postavitve posode (Foto: K. Muha) .

Tehnična izvedba poskusa

Izbor komponent

V nadaljevanju sem v tabeli na kratko predstavil komponente, ki sem jih uporabil. Podrobni opis vseh komponent je v prilogi.

Komponenta	Opis	Slika
Posoda	Srednje velika posoda	

Komponenta	Opis	Slika
Arduino UNO	Odprikodna platforma, ki omogoča razvoj in programiranje elektronskih naprav in interaktivnih sistemov.	 A blue printed circuit board (PCB) with a microcontroller, USB Type-B port, DC power jack, and various pins.
Razširitvena plošča za Arduino	Dodatna plošča, ki se namesti na Arduino ploščo in razširi njene funkcionalnosti.	 A blue PCB with a white breadboard on top, used to expand the functionality of an Arduino board.
SSD1306 OLED	Zaslon z nizko porabo energije.	 A small, square OLED display with a black screen showing a bar chart and some text. It has a blue PCB with pins and a header.
Senzor vlage in temperature DHT11	Za nadzor mikroklimatskih pogojev okolja, kjer raste čili	 A small blue plastic sensor module with a black PCB and three pins.
Senzor vlage v zemlji	Senzor vlage za natančno merjenje vlažnosti zemlje	 A sensor module with two long, thin probes and a blue PCB with pins.

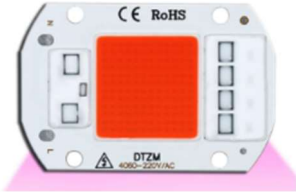
Komponenta	Opis	Slika
LED svetilka	Svetilka za osvetljevanje rastlin	

Tabela 9: Seznam komponent.

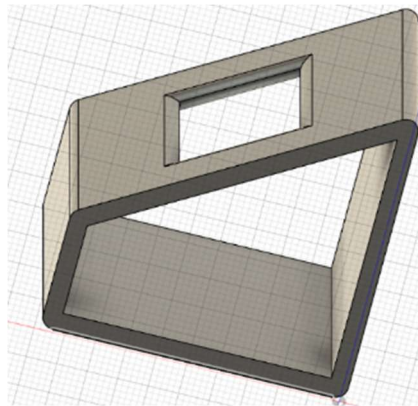
Izdelava komponent

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

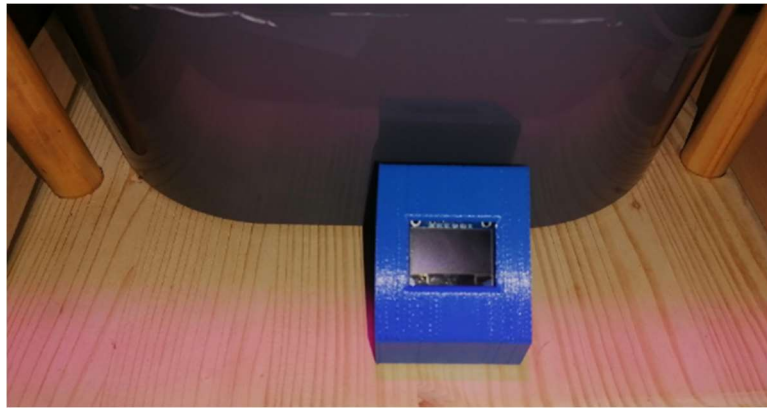
Nosilec za OLED

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 (Posnetek zaslona: K. Muha).



Slika 21: Natisnjen 3D model (foto: K. Muha).

Priključitev komponent

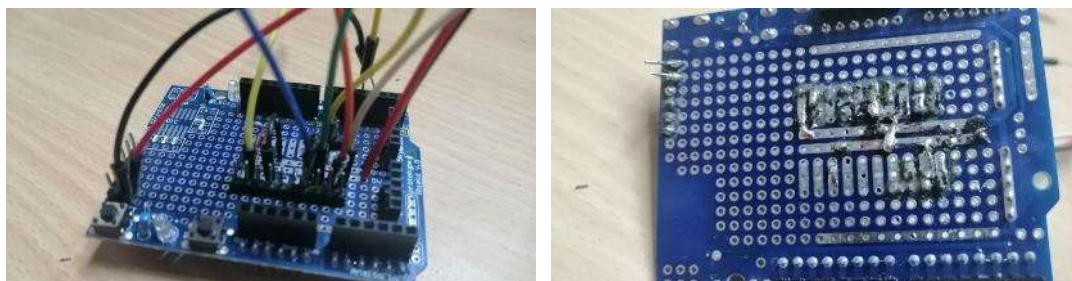
Priključitev potrebnih komponent na Arduino

Spajkanje konektorjev

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



Slika 22: Spajkanje na razširitevno ploščo (foto: K. Muha).



Slika 23: Pripravljena razširitevna plošča (foto: K. Muha).

Namestitev senzorjev in luči




Komponenta	Opis	Slika
Namestitev luči	Na leseno konstrukcijo sem namestil LED luč.	
Namestitev senzorja vlage v zemlji	Poleg sadike sem namestil senzor vlage.	
Nastavitev senzorja temperature in vlage	Ob rob posode sem namestil še senzor temperature in vlage.	

Tabela 10: Namestitev senzorjev in luči (Foto: K. Muha).

Zagotavljanje optimalnih pogojev

Gnojenje

Za gnojenje sem izbral tekoče gnojilo BIO Plantela – Organsko za paradižnike.



Slika 24: Tekoče gnojilo BIO Plantella (Foto: K. Muha).

Plantella BIO organsko tekoče gnojilo za paradižnike je izdelek, ki je namenjen spodbujanju zdrave rasti in obilnega plodovanja paradižnikov. Ta gnojila so pridelana na organski način, kar pomeni, da so sestavljena iz naravnih sestavin, ki so prijazne okolju. Glavne sestavine tekočega organskega gnojila BIO Plantella za paradižnike so organska snov, minerali in mikroelementi, ki so potrebni za optimalen razvoj rastlin. Ta gnojila zagotavljajo pomembne hranilne snovi, ki spodbujajo zdravje rastlin, krepcjajo njihov imunski sistem ter spodbujajo cvetenje in tvorbo plodov. Poleg tega je manj verjetno, da organska gnojila povzročijo izpiranje hranil iz tal in onesnaževanje okolja, kar prispeva k trajnostnemu pristopu k vrtnarjenju.

Za zalivanje sem pripravil mešanico v plastenki in ga uporabljal po navodilih.

4 REZULTATI

4.1 VPLIV NEVTRALNEGA SKRBNIKA NA RAST IN RAZVOJ ČILIJ

Opazovanje in rezultati



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.	

Tabela 11: Opazovanje in rezultati: Vpliv nevtralnega skrbnika (Foto: K. Muha).

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

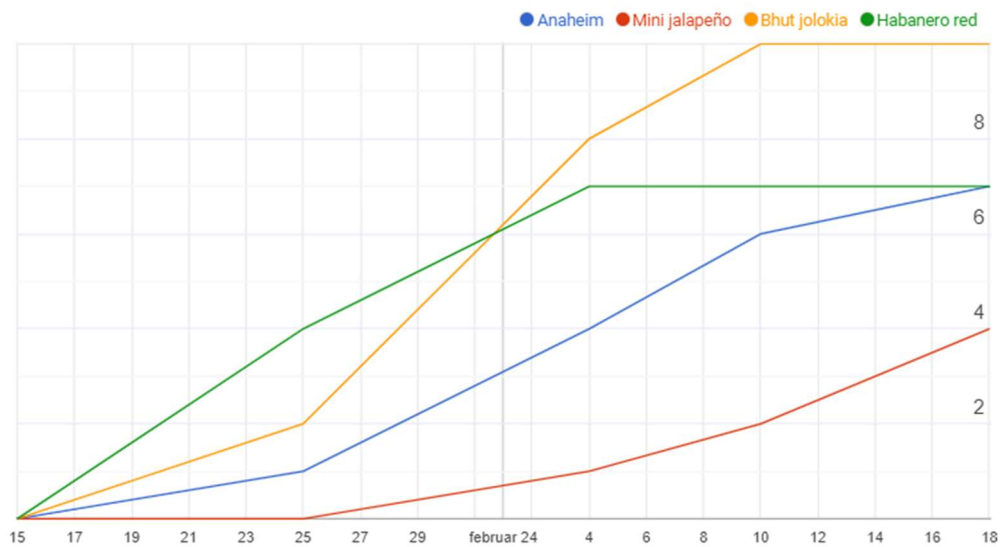
Ko sem posadil semena, sem se lotil opazovanja. Podrobno sem dokumentiral kaljenje in rast semen štirih različnih vrst čilija: Mini jalapeño, Anaheim, Bhut jolokia (Ghost pepper) in Habanero red. Opazovanje sem začel takoj po setvi semen in beležil napredek.

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.

	Opravilo	Vzkalita semena			
Datum		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

Tabela 12: Opazovanje in rezultati: Avtomatiziran sistem za vzgojo sadik čilija.



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

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.



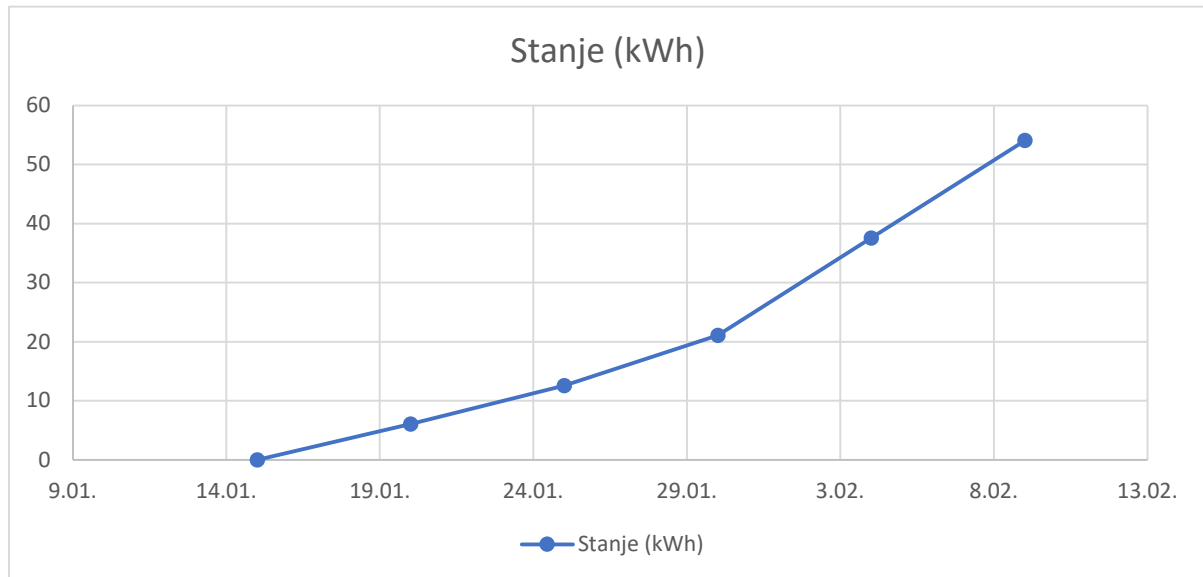
Slika 25: Merilec porabe električne energije z vtičnico (Foto: K. Muha).

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.

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

Datum	Stanje (kWh)	Dnevna poraba	število dni
9. 02. 2024	54,05	2,16	25

Tabela 13: Poraba električne energije.



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

Opazovanje in rezultati

Pri opazovanju sem se osredotočil na spremljanje višine in razvitosti listov štirih 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 pritrtil, 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 26: 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.

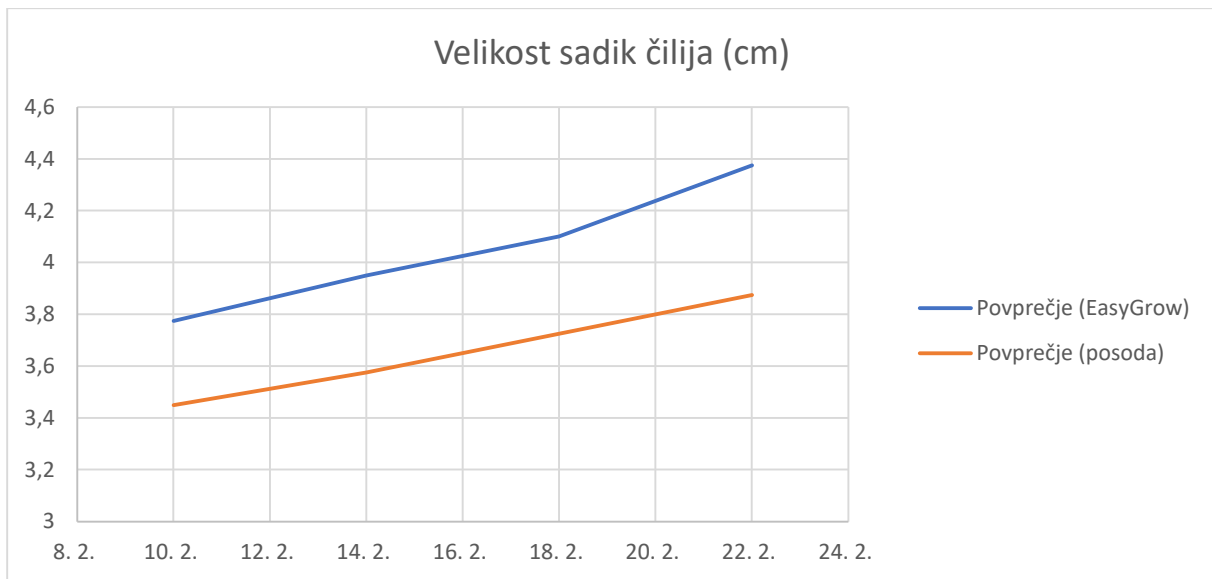
Rezultati so v tabeli.

Datum	Bhut	Bhut	Habanero	Habanero	Povprečje	Rast	Rast od začetka
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

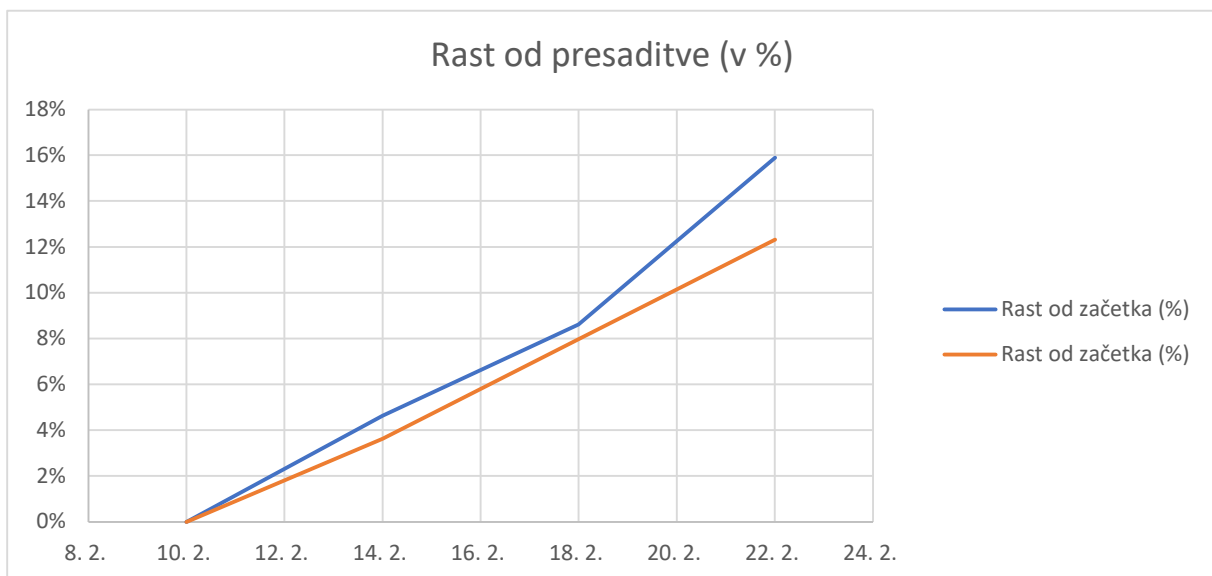
Tabela 14: Opazovanje in rezultati: Avtomatizirana posoda EasyGrow.

Datum	Bhut	Bhut	Habanero	Habanero	Povprečje	Rast	Rast od začetka
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

Tabela 15: Opazovanje in rezultati: Navadna posoda.



Graf 3: Primerjava rasti sadik čilija (povprečje).



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

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 27: 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.



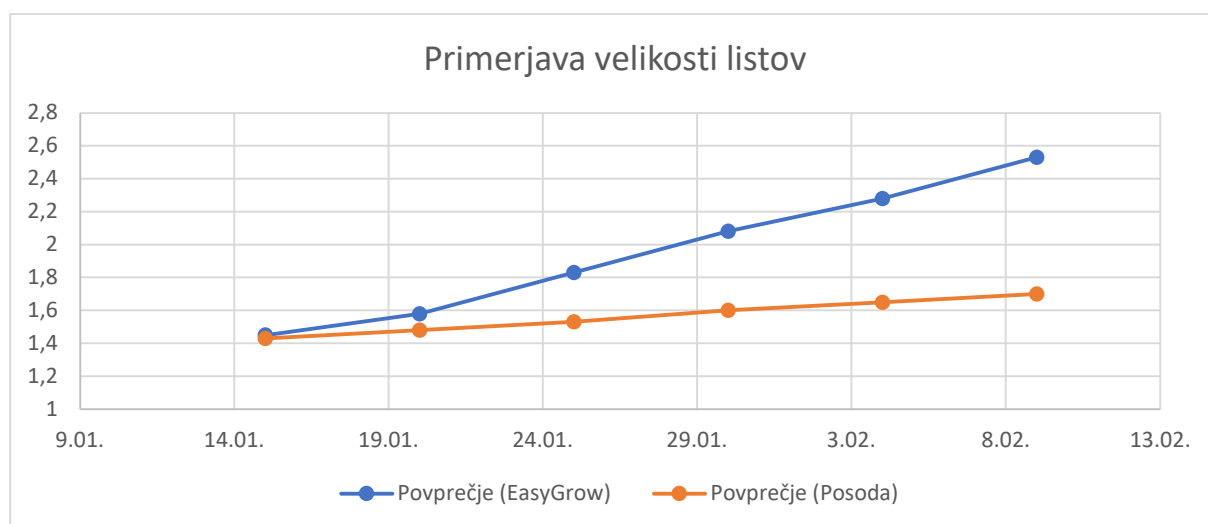
Slika 28: Primerjava velikosti listov v posodi(levo) in v EasyGrow (desno) (22. 2. 2024) (Foto: K. Muha).

Datum	Bhut (cm)	Bhut (cm)	Habanero (cm)	Habanero (cm)	Povprečje (cm)	Rast (cm)	Rast od začetka (cm)	Rast od začetka (%)
15. 01.	1,3	1,5	1,6	1,4	1,45		0,00	0 %
20. 01.	1,4	1,6	1,7	1,6	1,58	0,13	0,13	9 %
25. 01.	1,6	1,8	1,8	2,1	1,83	0,25	0,38	26 %
30. 01.	1,9	2	2,2	2,2	2,08	0,25	0,63	43 %
4. 02.	2	2,1	2,5	2,5	2,28	0,2	0,83	57 %
9. 02.	2,1	2,3	3,1	2,6	2,53	0,25	1,08	74 %

Tabela 16: Velikosti listov sadik čilija (EasyGrow).

Datum	Bhut (cm)	Bhut (cm)	Habanero (cm)	Habanero (cm)	Povprečje (Posoda) (cm)	Rast (cm)	Rast od začetka (cm)	Rast od začetka (%)
15. 01.	1,6	1,6	1,3	1,2	1,43		0,00	0 %
20. 01.	1,7	1,7	1,3	1,2	1,48	0,05	0,05	3 %
25. 01.	1,7	1,9	1,3	1,2	1,53	0,05	0,10	7 %
30. 01.	1,8	2,1	1,3	1,2	1,6	0,07	0,17	12 %
4. 02.	1,9	2,1	1,4	1,2	1,65	0,05	0,22	15 %
9. 02.	1,9	2,2	1,4	1,3	1,7	0,05	0,27	19 %

Tabela 17: Velikosti listov sadik čilija (Posoda).



Graf 5: Primerjava velikosti listov

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 boljša 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 mikrokrmilniku 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.

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=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6Ii9kaXJlY3QiLCJwYXVWdlIjoicHVibGljYXRpb24ifX0
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. Jelenčil Marcel: 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, 2023, pridobljeno iz: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=174914&lang=slv>

15. Mercator – spletna trgovina,
<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.: Kuhajmo s čilijem, eBesede d. o. o., Ljubljana, 2015
19. Novak K., Rautar A.: Pridobivanje ekstraktov čilija in blaženje pekočega občutka,
Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer, raziskovalna naloga, Ljutomer, 2020,
pridobljeno iz:
https://zbirke.zotks.si/resources/Srebrno_SS_Druga_podrocja_584998.pdf
20. Novak, K, Rautar, A.: Pridobivanje ekstraktov čilija in blaženje pekočega občutka,
Ljutomer, 2020
(https://zbirke.zotks.si/resources/Srebrno_SS_Druga_podrocja_584998.pdf)
21. O'Holic, M. Neem, Ekološka vzgoja čilija, <https://www.ekopridelava.si/post/vzgoja-%C4%8Dilija>, 20. 11. 2023
22. Ratajc, T.: Ekstrakcija in karakterizacija nepolarnih komponent iz Capsicum chinense,
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, diplomsko delo,
Ljubljana, 2020, pridobljeno iz: <https://repositorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=134670&lang=slv>
23. Sciencedirect: Capsicum Baccatum <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/capsicum-baccatum>), 15. 11. 2023
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

<https://www.researchgate.net/publication/365322880000630393>, 12. 12. 2023

25. Yllano, B. O.: Capsicum - Current Trends and Perspectives, <https://www.intechopen.com/chapters/81674>, 15. 11. 2023
26. VrtObilja: Čili, <https://vrtobilja.si/portfolio/cili-vzgoja>, 15. 11. 2023
27. Zamljen T.: Vpliv namakanja na pridelek in vsebnost primarnih ter sekundarnih metabolitov pri vrstah čilija *Capsicum annum* L. in *Capsicum chinense* Jacq., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, magistrsko delo, Ljubljana, 2019, 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

Slika	Komponenta	Količina	Cena	Znesek
	Posoda	1		0
	STC-3028	1	4,58 €	4,58 €
	Klasična žarnica	2	0,50 €	1,00 €
	Črpalka za vodo	1	1,39 €	1,39 €
	Posoda za vodo	1	0,40 €	0,40 €

Slika	Komponenta	Količina	Cena	Znesek
	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 €

Tabela 18: Oprema za izdelavo: Vzgoja sadik (Foto: K. Muha)

Avtomatizirana posoda za vzgojo čilija

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






Slika	Komponenta	Količina	Cena	Znesek
	Senzor vlage v zemlji	1	1,41€	1,41 €
	LED svetilka	1	0,47 €	0,47 €
	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 €

Tabela 19: Tabela 20: Oprema za izdelavo: Avtomatizirana posoda (Foto: K. Muha).

Druge vrste semen čilija

	<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 dozoriijo 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</p>	<p>https://mtehnika.mercator.si/izdelek/16929093/sem</p>

		<p>časa ko je plod na rastlini, bolj pekoč je.</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 Jalapeno</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>

Tabela 21: Semena čilija (Mercator, 2024).

KOMPONENTE ZA VZGOJO ČILIJ

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 29: 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 30: STC-3028 - Dvojni digitalni termostat – tehnični podatki (STC-3028, 2023).



Slika 31: 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 32: 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 33: 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 34: 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 35: 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 €

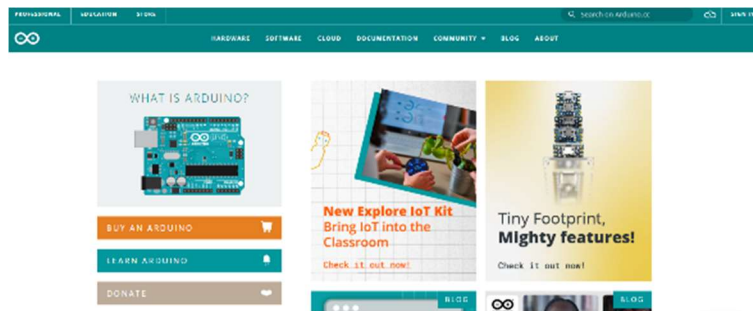
Nakup Arduina

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 36: 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.

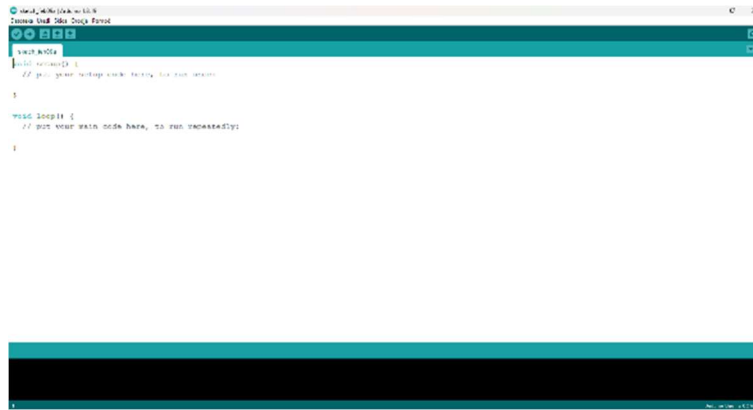


Slika 37: Programska oprema za Arduino.

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.

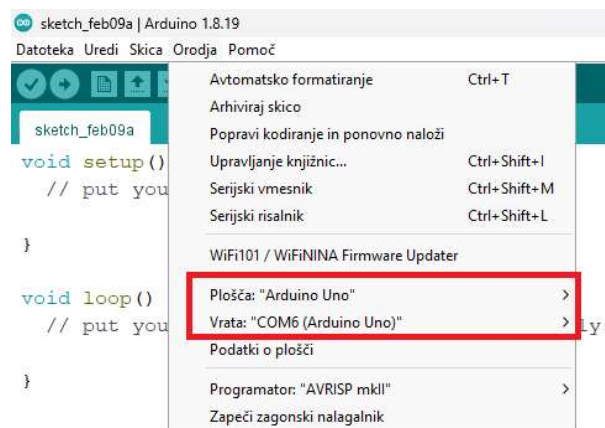
Ko je bil Arduino priključen na računalnik, je operacijski sistem prepoznal napravo.

Odprl sem Arduino IDE na računalniku.



Slika 38: Arduino IDE.

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



Slika 39: Izbira plošče Arduino UNO ter vrat.

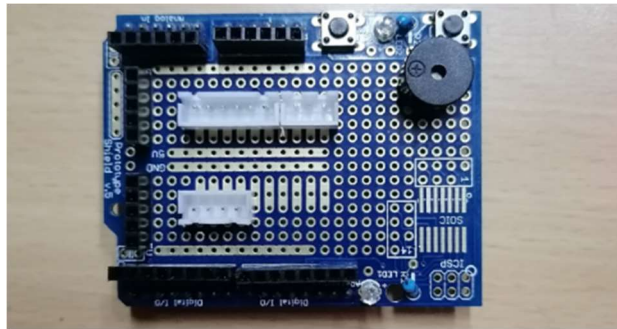
Ko sem izbral pravilno ploščo in vrata, je bilo pripravljeno za pisanje, nalaganje in izvajanje kode na Arduino mikrokrmilniku.

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 40: Razširitvena plošča za Arduino (Foto: K. Muha).

Nakup in cena

Prodajalec Aliexpress.com

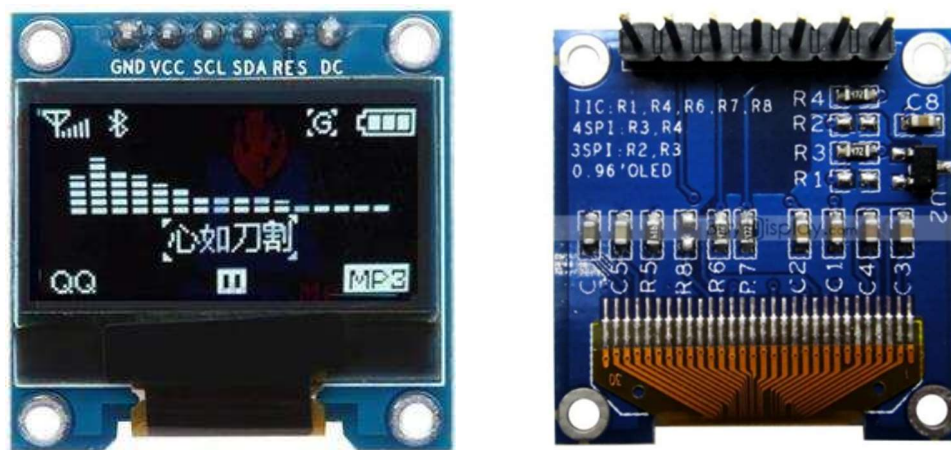
Spletni naslov https://vi.aliexpress.com/item/1005005989177049.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.68.4c331802iIXHjY&gatewayAdapt=glo2vnm

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).

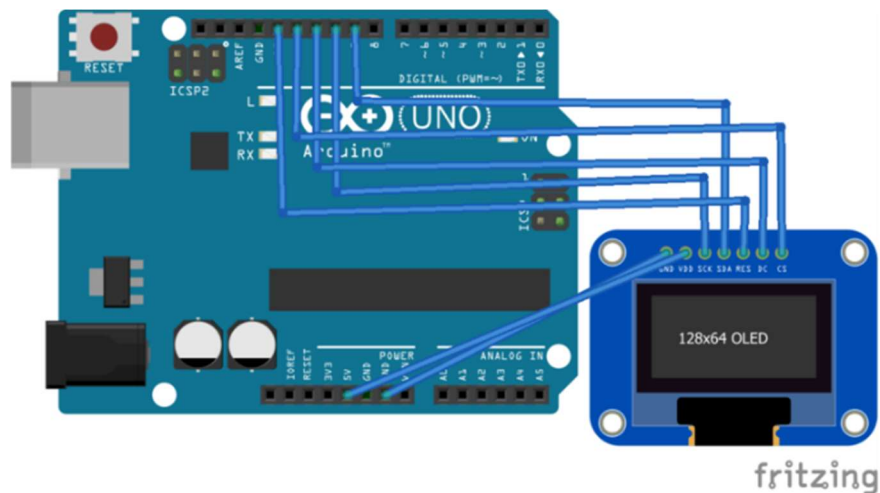


Slika 41: Prikazovalnik SSD1306 OLED (Agnihotri, 2023).

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 enokolutnim 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).

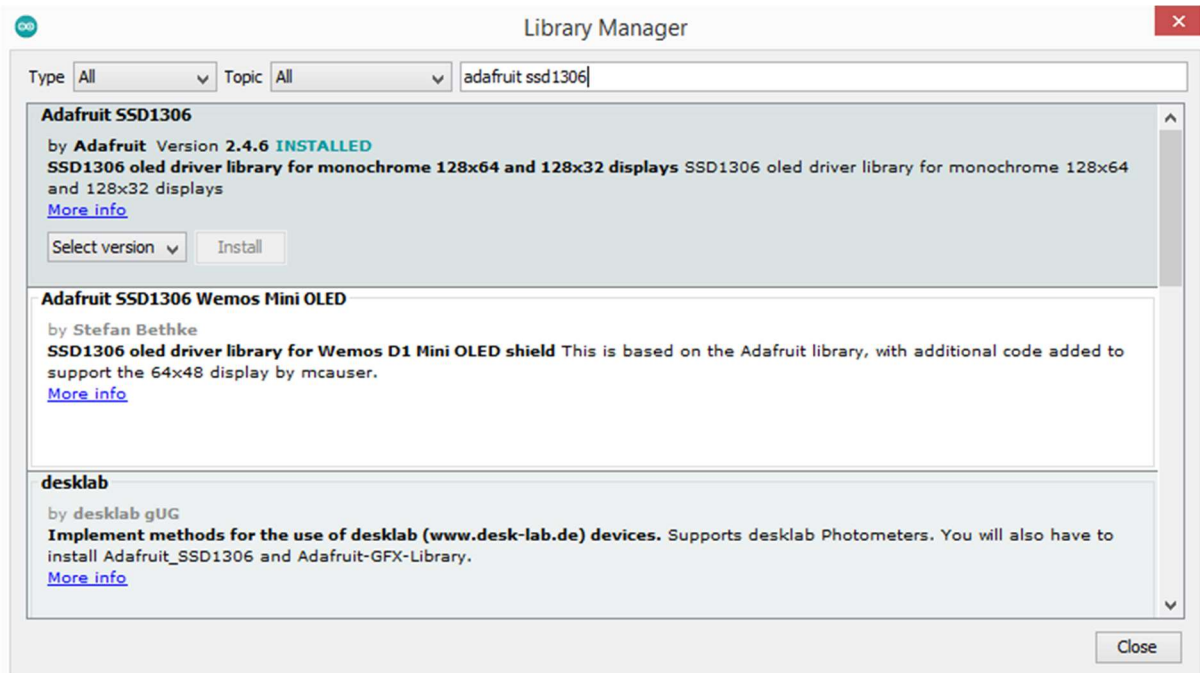
Vežalna shema



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

Knjižnica

Izbrali smo knjižnico podjetja Adafruit.



Slika 42: 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).

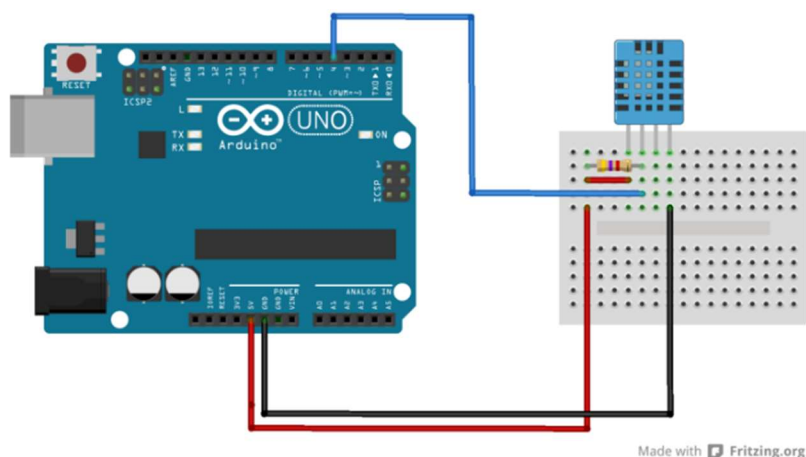
Ta modul vsebuje senzor DHT11. Ta senzor je digitalni, tako da beremo vrednosti direktno v digitalni obliki. Senzor uporablja svoj lasten protokol (ki je sicer precej podoben onewire), za katerega pa ni treba skrbeti, saj lahko uporabimo knjižnico dht. Ta nam definira header DHT.h, preko njega definiramo 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 43: 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 €

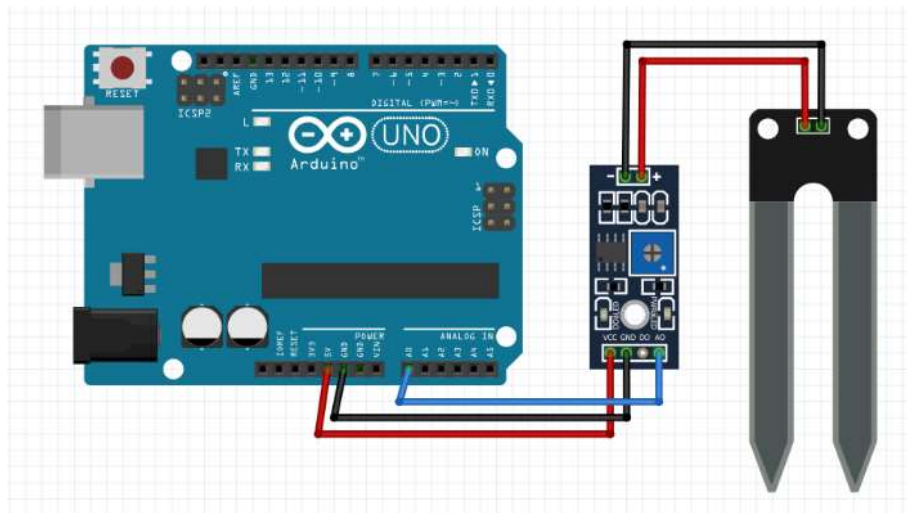
Senzor merjenja vlage zemlje

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).

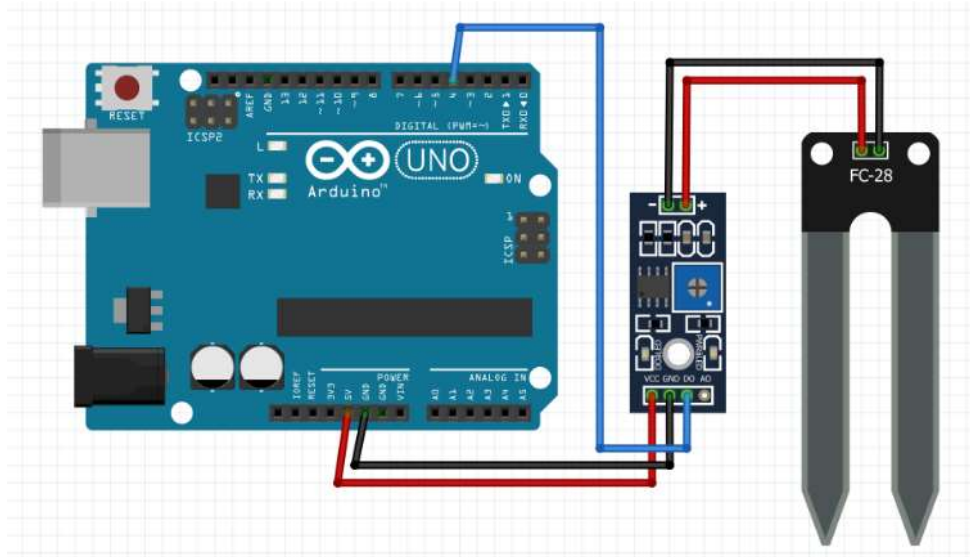


Slika 44: Senzor merjenja vlage zemlje (Foto: K. Muha).

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.

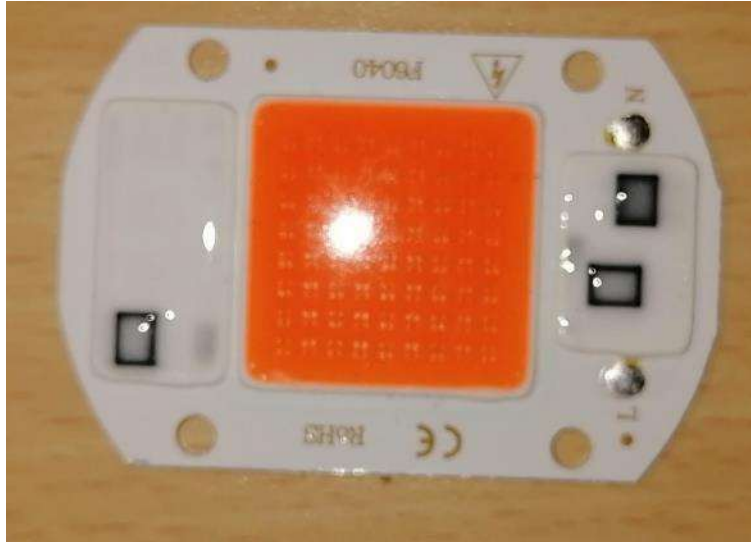
Uporaba:

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 45: 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 €