

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Simon OGRAJŠEK

**VPLIV AGROTEHNIČNIH UKREPOV NA  
LASTNOSTI VRTNEGA MAKRA (*Papaver somniferum* L.)  
SORTE 'ZENO 2002'**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Simon OGRAJŠEK

**VPLIV AGROTEHNIČNIH UKREPOV NA LASTNOSTI VRTNEGA  
MAKA (*Papaver somniferum* L.) SORTE 'ZENO 2002'**

MAGISTRSKO DELO  
Magistrski študij - 2. stopnja

**IMPACT OF AGROTECHNICAL ACTIONS ON PROPERTIES OF  
GARDEN POPPY (*Papaver somniferum* L.) VARIETY 'ZENO 2002'**

M. SC. THESIS  
Master Study Programmes

Ljubljana, 2015

Magistrsko delo je zaključek Magistrskega študijskega programa 2. stopnje Agronomija. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, travništvo in pašništvo. Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poljski poskus z makom je bil izveden na kmetiji Ograjšek v Cerkljah ob Krki.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je odobrila naslov magistrskega dela: Vpliv agrotehničnih ukrepov na lastnosti vrtnega maka (*Papaver somniferum* L.) sorte 'Zeno 2002' in za mentorico imenovala doc. dr. Darjo KOCJAN AČKO.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Zlata LUTHAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Darja KOCJAN AČKO

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Rok MIHELICH

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisni izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Simon Ograjšek

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ŠD | Du2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| DK | UDK 633.75:631.8:631.559(043.2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| KG | mak/ <i>Papaver somniferum</i> /agrotehnične lastnosti/pridelek semen/rok setve/gnojenje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| AV | OGRAJŠEK, Simon, dipl. inž. agr. (UN)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| SA | KOCJAN AČKO, Darja (mentorica)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| KZ | SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ZA | Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| LI | 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| IN | VPLIV AGROTEHNIČNIH UKREPOV NA LASTNOSTI VRTNEGA MAKRA ( <i>Papaver somniferum</i> L.) SORTE 'ZENO 2002'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| TD | Magistrsko delo (Magistrski študij - 2. stopnja)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| OP | VII, 41, [8]str., 9 pregl., 16 sl., 10 pril., 40 vir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| IJ | sl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| JI | sl/en                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| AI | <p>Vrtni mak (<i>Papaver somniferum</i> L.) je ena najstarejših gojenih rastlin. V Sloveniji ima že dolgo tradicijo pridelave za uporabo semen, v drugi polovici 20. stoletja so ga kmetje opustili, v obdobju od 2007 do 2015 pa je z njim posejanih nekaj deset hektarjev njiv. V magistrski nalogi je predstavljen morfološki razvoj in vpliv rastnih razmer na pridelavo. Glavni namen naloge je bil preveriti razliko v pridelku semen in nekaterih agrotehničnih posebnostih med jesenskim in spomladanskim rokom setve sorte 'Zeno 2002', še posebej vpliv različnih mineralnih gnojil oz. dodanega dušika. Primerjana so bila tri različna mineralna gnojila: KAN (27 % N), NPK (15-15-15), ENTEC 26<sup>®</sup> (26 % N – 13 % S) s kontrolo brez uporabe mineralnih gnojil. V ta namen sta bila izvedena dva poljska poskusa z enako tehnologijo vendar različnima terminoma setve (jesenska in spomladanska) v Cerkljah ob Krki (Krško polje) v letih 2013/14. Povprečni pridelek makovih semen spomladanske setve (1,7 t/ha) je bil večji od jesenske setve (1,5 t/ha), vendar pa razlika ni bila statistično značilna (<math>p=0,05</math>). Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med obravnavanji ter tudi ne v primerjavi s kontrolo. Največji povprečni pridelek je bil pri uporabi mineralnega gnojila ENTEC 26<sup>®</sup>, tako v jesenskem (1,7 t/ha) kot spomladanskem (1,9 t/ha) roku setve, vendar razlika ni bila statistično značilna. Pri ostalih agrotehničnih lastnostih je izstopala višina rastlin ob spravilo, rastline jesenske (139,0 cm) setve so bile statistično značilno višje od tistih, ki so bile sejane spomladi (81,6 cm). Tudi povprečni premer glavic jesenske setve je bil statistično značilno večji. Ugotovljeno je bilo, da je za dane podnebne in talne razmere ustreznjša spomladanska setev, za večje pridelke semen priporočamo gnojenje z ustrežno količino fosforja in kalija ter dognojevanje z dušičnimi gnojili. Za natančnejše ugotovitve in smernice za gojenje in gnojenje maka, bi bili potrebni večletni poljski poskusi.</p> |

## KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du2

DC UDC 633.75:631.8:631.559(043.2)

CX poppy/*Papaver somniferum*/agrotechnical properties/seed yield/sowing date/fertilizing

AU OGRAJŠEK, Simon

AA KOCJAN AČKO, Darja (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

PY 2015

TY IMPACT OF AGROTECHNICAL ACTIONS ON PROPERTIES OF GARDEN POPPY (*Papaver somniferum* L.) VARIETY 'ZENO 2002'

DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)

NO VII, 41, [8]p., 9 tab., 16 fig., 10 ann., 40 ref.

LA sl

Al sl/en

AB Garden poppy (*Papaver somniferum* L.) is one of the oldest cultivated plants. In Slovenia, it has a long tradition of production for the utilization of its seeds. In the second half of the 20<sup>th</sup> century, the production was abandoned, but in the period from 2007 to 2015 a few tens of hectares of fields were sown. In this MA thesis, the morphological development and the impact of growth conditions on cultivation are presented. The main purpose of the thesis is to examine the difference in average seed yield and some agro-technical properties between autumn and spring sowing time of variety 'Zeno 2002', especially the influence of different mineral fertilizers and the added nitrogen respectively. We compared three mineral fertilizers: KAN (27 % N), NPK (15-15-15), ENTEC 26<sup>®</sup> (26 % N – 13 % S) with control without the use of fertilizers. For purposes of research, two field trials with same technology but different sowing times (autumn and spring) were performed in Cerklje ob Krki (Krško Plain) in growth season 2013/14. The average yield of poppy seeds in spring sowing (1.7 t/ha) was higher than in autumn (1.5 t/ha), but the difference wasn't statistically significant (p=0.05). There was no statistically significant difference neither during treatments nor in the control comparison. The averagely highest yield was achieved when using fertilizer ENTEC 26<sup>®</sup>, in autumn (1.7 t/ha) and spring (1.9 t/ha) sowing time, but the difference wasn't statistically significant. Among the other agro-technical properties, the main difference was the height of plants at harvesting time; the spring sown plants (81.6 cm) were significantly lower than autumn sown ones (139.0 cm). The diameter of capsules was also statistically significantly bigger with autumn sown plants. We concluded that in given climate and soil conditions, the spring sowing time is more suitable. For higher yields, we recommend use of appropriate amounts of phosphorus and potassium fertilizers and top dressing nitrogen fertilizers. For more accurate findings and guidelines for poppy growing and fertilizing, long-term field experiments would be needed.

## KAZALO VSEBINE

|                                                                             | Str.     |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|
| KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA                                         | II       |
| KEY WORDS DOCUMENTATION                                                     | III      |
| KAZALO VSEBINE                                                              | IV       |
| KAZALO PREGLEDNIC                                                           | VI       |
| KAZALO SLIK                                                                 | VII      |
| <b>1 UVOD</b>                                                               | <b>1</b> |
| 1.1 UVOD                                                                    | 1        |
| 1.2 POVOD IN NAMEN NALOGE                                                   | 2        |
| 1.3 DELOVNE HIPOTEZE                                                        | 2        |
| <b>2 PREGLED OBJAV</b>                                                      | <b>3</b> |
| 2.1 PRIDELOVANJE MAK NA OBMOČJU SLOVENIJE IN V BIVŠI JUGOSLAVIJI            | 3        |
| 2.2 POSEBNOSTI SISTEMATIKE IN TAKSONOMIJE MAK                               | 3        |
| 2.3 MORFOLOŠKE LASTNOSTI VRTNEGA MAK                                        | 4        |
| 2.3.1 <b>Korenina</b>                                                       | 4        |
| 2.3.2 <b>Steblo</b>                                                         | 4        |
| 2.3.3 <b>Listi</b>                                                          | 4        |
| 2.3.4 <b>Cvet</b>                                                           | 5        |
| 2.3.5 <b>Plod – glavica</b>                                                 | 5        |
| 2.4 RASTNE RAZMERE                                                          | 6        |
| 2.4.1 <b>Tla</b>                                                            | 6        |
| 2.4.2 <b>Temperatura</b>                                                    | 6        |
| 2.4.3 <b>Voda</b>                                                           | 7        |
| 2.4.4 <b>Svetloba</b>                                                       | 7        |
| 2.4.5 <b>Abiotški dejavniki pridelka v povezavi z agrotehniko pridelave</b> | 7        |
| 2.5 RASTNA DOBA IN FENOLOŠKI RAZVOJ                                         | 8        |
| 2.6 MINERALNA PREHRANA IN GNOJENJE MAK                                      | 9        |
| 2.7 AGROTEHNIKA                                                             | 10       |
| 2.7.1 <b>Kolobar</b>                                                        | 10       |
| 2.7.2 <b>Priprava zemljišča in setev</b>                                    | 10       |
| 2.7.3 <b>Nega posevka</b>                                                   | 11       |
| 2.7.4 <b>Bolezni in škodljivci mak</b>                                      | 12       |
| 2.7.5 <b>Spravilo mak</b>                                                   | 13       |
| 2.8 PREDNOSTI IN SLABOSTI JESENSKE IN SPOMLADANSKE SETVE                    | 14       |
| 2.9 SORTIMENT MAK V EU IN PRI NAS                                           | 14       |
| 2.9.1 <b>Sorta 'Zeno 2002'</b>                                              | 15       |
| 2.10 LASTNOSTI IN UPORABA SEMEN                                             | 15       |

|          |                                                                                  |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3</b> | <b>MATERIALI IN METODE</b>                                                       | <b>17</b> |
| 3.1      | NAČRT POLJSKEGA POSKUSA                                                          | 17        |
| 3.2      | OPIS UPORABLJENIH GNOJIL S Poudarkom NA OBLIKI DUŠIKA                            | 18        |
| 3.2.1    | <b>NPK 15-15-15 (15 % N)</b>                                                     | 18        |
| 3.2.2    | <b>KAN (27 % N)</b>                                                              | 18        |
| 3.2.3    | <b>ENTEC 26® ( 26 % N in 13 % S)</b>                                             | 18        |
| 3.3      | IZVEDBA POLJSKIH POSKUSOV                                                        | 18        |
| 3.4      | VREMENSKE RAZMERE V RASTNI DOBI                                                  | 19        |
| 3.5      | TALNE RAZMERE                                                                    | 21        |
| 3.6      | MERITVE IN OBDELAVA PODATKOV                                                     | 22        |
| 3.7      | STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV                                                    | 22        |
| <b>4</b> | <b>REZULTATI</b>                                                                 | <b>23</b> |
| 4.1      | PRIDELAVA MAKa ZA SEME IN OLJE V SVETU IN PRI NAS                                | 23        |
| 4.2      | PRIMERJAVA ROKOV SETVE PO FENOFAZAH                                              | 24        |
| 4.3      | PRIDELEK IN ZNAČILNOSTI DEJAVNIKOV PRIDELKA PO POSAMEZNIH POSKUSNIH PARCELICAH   | 25        |
| 4.3.1    | <b>Povprečen pridelek semen</b>                                                  | 25        |
| 4.3.2    | <b>Povprečen pridelek na rastlino</b>                                            | 27        |
| 4.3.3    | <b>Gostota posevka</b>                                                           | 28        |
| 4.4      | MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI RASTLIN PO POSAMEZNIH OBRAVNAVANJIH                       | 29        |
| 4.4.1    | <b>Povprečna višina rastlin</b>                                                  | 29        |
| 4.4.2    | <b>Povprečno število stranskih poganjkov</b>                                     | 29        |
| 4.4.3    | <b>Povprečen premer glavic</b>                                                   | 30        |
| 4.5      | ANALIZA POVEZANOSTI DOLOČENIH DEJAVNIKOV                                         | 31        |
| 4.5.1    | <b>Povezanost med pridelkom semen na glavico in premerom glavice</b>             | 31        |
| 4.5.2    | <b>Povezanost med povprečnim pridelkom semen in številom stranskih poganjkov</b> | 31        |
| 4.5.3    | <b>Povezanost med premerom glavice in številom stranskih poganjkov</b>           | 32        |
| 4.5.4    | <b>Povezanost med številom stranskih poganjkov in gostoto posevka</b>            | 32        |
| <b>5</b> | <b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>                                                        | <b>33</b> |
| 5.1      | RAZPRAVA                                                                         | 33        |
| 5.2      | SKLEPI                                                                           | 36        |
| <b>6</b> | <b>POVZETEK</b>                                                                  | <b>37</b> |
| <b>7</b> | <b>VIRI</b>                                                                      | <b>39</b> |
|          | <b>ZAHVALA</b>                                                                   |           |

## KAZALO PREGLEDNIC

|                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 1: Količine dodanih mineralnih gnojil za dodatek 60 kg dušika/ha.                                                                                                                                               | 17 |
| Preglednica 2: Glavni vremenski podatki z meteorološke postaje Cerklje ob Krki – letališče v obdobju izvajanja poskusa z makom ( <i>Papaver somniferum</i> L.) v letu 2013/14 (ARSO, 2015).                                 | 20 |
| Preglednica 3: Rezultati analize talnega vzorca v Cerkljah ob Krki na njivi z makom ( <i>Papaver somniferum</i> L.) pred setvijo.                                                                                           | 22 |
| Preglednica 4: Primerjava fenofaz pri jesenski (14. 9. 2013) in spomladanski setvi (22. 3. 2014) maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.), trajanje posameznih razvojnih faz, količina padavin ter vsota efektivnih temperatur. | 24 |
| Preglednica 5: Povprečna vlažnost semena ob spravilu in pridelek semen vrtnega maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) po obravnavanjih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                                    | 26 |
| Preglednica 6: Povprečna vlažnost semen ob spravilu in pridelki semen vrtnega maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) v jesenski in spomladanski setvi v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                     | 27 |
| Preglednica 7: Povprečno število rastlin maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) po posameznih obravnavanjih na površino ob spravilu pri poskusih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                          | 28 |
| Preglednica 8: Povprečna višina rastlin maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) ob spravilu po obravnavanjih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                                                               | 29 |
| Preglednica 9: Povprečen premer glavic maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) po obravnavanjih v Cerkljah ob Krki v letih 2014/15.                                                                                            | 30 |



## KAZALO SLIK

|           |                                                                                                                                                                                    |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1:  | Cvet vrtnega maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) sorte 'Zeno 2002' po oprašitvi (foto: S. Ograjšek).                                                                              | 5  |
| Slika 2:  | Pojav makove plesni ( <i>Peronospora arborescens</i> de Bary) na rastlinah posejanih v spomladanskem poskusu (foto: S. Ograjšek).                                                  | 12 |
| Slika 3:  | Načrt bločnega poskusa z makom ( <i>Papaver somniferum</i> L.) s štirimi obravnavanji (tri gnojila in kontrola brez gnojenja).                                                     | 17 |
| Slika 4:  | Njiva z makom ( <i>Papaver somniferum</i> L.) v Cerkljah ob Krki razdeljena na posamezne poskusne parcele, pri spomladanski setvi maka pred pobiranjem glavic (foto: S. Ograjšek). | 19 |
| Slika 5:  | Količina padavin in povprečne mesečne temperature v Cerkljah ob Krki v času izvajanja poskusa (ARSO, 2015).                                                                        | 20 |
| Slika 6:  | Izpis iz pedološke karte 1:20.000 za območje lokacije poskusa (Cerklje ob Krki) (vir: ICPVO, 2015)                                                                                 | 21 |
| Slika 7:  | Površine (ha) in pridelki (kg/ha) oljnega maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) v svetu v obdobju 1961 do 2013 (FAOSTAT, 2015).                                                     | 23 |
| Slika 8:  | Največje države pridelovalke oljnega maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) in njihovi povprečni hektarski pridelki v letu 2013 (FAOSTAT, 2015).                                     | 24 |
| Slika 9:  | Trajanja posameznih fenofaz pri jesenski in spomladanski setvi vrtnega maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) sorte 'Zeno 2002' v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                  | 25 |
| Slika 10: | Povprečni pridelek semen maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) na hektar pri 8-odstotni vlagi po obravnavanjih v letih 2013/14.                                                     | 27 |
| Slika 11: | Povprečni pridelek semen maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) na rastlino po obravnavanjih v poskusih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                          | 28 |
| Slika 12: | Število stranskih poganjkov na posamezni rastlini maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) po obravnavanjih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                        | 30 |
| Slika 13: | Povezanost med pridelkom semen maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) na posamezno glavico in premerom glavic v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                    | 31 |
| Slika 14: | Povezanost med povprečnim pridelkom semen maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) in številom stranskih poganjkov v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                 | 31 |
| Slika 15: | Povezanost med premerom glavic maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) in številom stranskih poganjkov v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                            | 32 |
| Slika 16: | Povezanost med številom stranskih poganjkov maka ( <i>Papaver somniferum</i> L.) in gostoto posevka v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.                                            | 32 |

## 1 UVOD

### 1.1 UVOD

Vrtni mak (*Papaver somniferum* L.) je enoletnica iz družine makovk (Papaveraceae), ki sicer obsega okoli 200 različnih vrst. Predstavnik te botanične družine srečamo po vsem svetu; po času in rasti so tako enoletnice, dvoletnice, trajnice, zimzelene rastline in celo mala drevesa (Mihalik, 1998). Pri nas sta najpogostejša vrtni mak (*Papaver somniferum* L.) ter poljski mak (*Papaver rhoeas* L.), ki je plevelna vrsta.

Glede izvora maka je precej neznank, vendar je najverjetneje njegova domovina Sredozemlje. Brez dvoma je mak ena izmed najstarejših gojenih rastlin, o tem pričajo fosilizirani rastlinski ostanki iz neolitika, ki so jih našli v evropskih državah, še posebej na različnih območjih v Španiji, južni Franciji, na Madžarskem in v koliščih na območju Alp; izvirajo iz obdobja med 5000 in 4000 let pred našim štetjem. O pridelavi in uporabi maka pa imamo tudi zapise v nekaterih klasičnih literarnih delih, kot sta Iliada in Odiseja (Bernáth, 1998a). Prvi so mak preučevali Stari Grki in Rimljani. Njihovi misleci so zbrali veliko znanja o botaniki, taksonomiji in uporabi maka. Rastlinski sok so večinoma uporabljali v medicinske namene, semena pa pri peki kruha in sladic ter za pridobivanje olja (Bernáth, 1998a). V kasnejših stoletjih se je pridelovanje maka razširilo predvsem v subtropska območja, za namen pridobivanja opija, to je mlečni sok, ki vsebuje številne alkaloidne. Iz opija se pridobivajo različni derivati alkaloidov, ki se uporabljajo kot prepovedane droge. Zaradi vse večje razširjenosti teh snovi je bila z Ženevsko konvencijo leta 1925 prepovedana pridelava opijskega maka, razen za medicinske namene (Đorđevski in Klimov, 1986).

Botanično gledano gre v obeh primerih pridelave maka, bodisi opijskega ali oljnega, za isto vrsto, vendar se zaradi različnih sort in okoljskih vplivov pojavljajo različne koncentracije alkaloidov v rastlinskih delih. V subtropskih in tropskih območjih Indije, Afganistana in Irana je zelo razširjena pridelava opijskega maka, ki je večinoma ilegalna, razen v Indiji. Pridelek surovega opija je pomembna surovina za farmacevtsko industrijo, ki uporablja mlečni sok (v novejšem času s sodobnimi tehnološkimi postopki tudi rastlinske ostanke) za pridobivanje morfina in ostalih alkaloidov uporabnih v zdravstvene namene. Na območjih z zmernim podnebjem pridelujemo vrtni mak za semena, ki se uporabljajo v pekarski in živilski industriji za prehrano ter za olje stisnjeno iz makovih semen (Bernáth, 1998a).

Vrtni mak (*Papaver somniferum* L.) je v Sloveniji redka in manj znana poljščina. V preteklosti je bil razširjen predvsem v višje ležečih krajih Pohorja in Koroške in v Prekmurju (Sadar, 1951).

Pridelava maka je na mednarodnem nivoju nadzorovana, enako tudi v Sloveniji. Pri nas je dovoljeno pridelovanje maka za seme in olje. Področje pridelave ureja Pravilnik o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka. Pridelovalec mora pristojnemu ministrstvu predložiti izpolnjen obrazec in zahtevana dokazila (Pravilnik o pogojih ... ,

2011). Na osnovi pridobljene odločbe lahko pridelovalec zaseje mak. Nadzor posevka opravijo nadzorniki med rastjo ter po spravi pridelkov, saj mora biti zagotovljena sledljivost pridelka (Kocjan Ačko, 2015).

## 1.2 POVOD IN NAMEN NALOGE

Mak so kot poljščino v preteklosti dobro poznali tako kmetje kot tudi kmetijski strokovnjaki (Sadar, 1951). Iz literature je razvidno, da mak v Sloveniji ni imel nikoli pomembne vloge v rastlinski pridelavi. V drugi polovici 20. stoletja, ko je praktično vsa pridelava zamrla, je domače potrebe po maku nadomestil uvoz semen iz Avstrije, Madžarske in Češke, ki mak pridelujejo v večjem obsegu (Kocjan Ačko, 2015). Iz dostopne literature je razvidno, da so naše rastne razmere za gojenje maka dovolj ugodne, da lahko pristopimo k ponovni setvi. Hektarski pridelki držav s podobnimi rastnimi razmerami kažejo, da ga je smiselno gojiti.

Menimo, da ima pridelava maka več pozitivnih vplivov na razvoj kmetijstva in živilstva. V manjšem obsegu lahko obogati na splošno precej ozek kolobar na slovenskih kmetijah. Vsekakor pa z naraščajočo usmeritvijo uživanja domače in lokalno pridelane hrane, spodbujamo pridelavo in uporabo makovega semena in olja, ki sta lahko vir dodatnega zaslužka na kmetijah.

V zadnjih letih se mak vrača na polja v Prekmurju, v manjšem obsegu pa tudi na druga območja Slovenije, zato ga je potrebno podrobneje preučiti. V nalogi bomo ovrednotili ozimno in spomladansko setev. Skušali bomo ugotoviti, kateri rok setve v Cerkljah ob Krki je za sorto 'Zeno 2002' ustrežnejši. Preučili bomo tudi vpliv dodajanja različnih količin makrohranil na velikost pridelka semen.

## 1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Na osnovi pregledane literature smo si ob zasnovi in izvedbi poljskih poskusov z makom postavili dve delovni hipotezi:

Predpostavljamo:

- da bo pridelek semena jesenske setve maka statistično značilno večji od pridelka spomladanske setve,
- da bo dognojevanje z mineralnimi gnojili pozitivno vplivalo na količino pridelka semen tako, da bodo ugotovljene statistično pomembne razlike med pridelki semen pri uporabi mineralnih gnojil (NPK, KAN, ENTEC) in kontrolo (brez gnojenja).

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 PRIDELOVANJE MAKNA NA OBMOČJU SLOVENIJE IN V BIVŠI JUGOSLAVIJI

Na ozemlju Slovenije, naj bi mak poznali že koliščarji na ljubljanskem barju in ga uporabljali pri pripravi hrane, podobno kot druga ljudstva tistega obdobja. Tudi pozneje se je mak na slovenskem pojavljal in uporabljal enako kot drugje po Evropi (Sadar, 1951). Seme vrtnega maka so na tem območju uporabljali večinoma za uspavanje in dodatek k sladkemu pecivu. V prehrani so se še posebej razširile makove sladice (makovi zavitki, potice, prekmurska gibanica). Do začetka 20. stoletja so mak sejali v višje ležečih območjih Koroške in Pohorja, predvsem so si tam svetili z njegovim oljem. Sadar (1951) v svoji knjigi Olnice, korenovke, predivnice in hmelj navaja, da je bilo v Sloveniji leta 1925 posejanih približno 10 hektarov njiv z makom. Po drugi svetovni vojni je pridelava maka v Sloveniji postopno prenehala. Večino makovih semen, ki smo jih uporabljali v prehranske namene smo uvozili iz srednje evropskih držav (Kocjan Ačko, 2015).

V zadnjem času je mak le na posameznih njivah na severozahodu Slovenije, zlasti v Prekmurju. Za gojenje maka se odločajo tudi posamezni kmetje v drugih območjih Slovenije.

V kraljevini Jugoslaviji je bil vrtni mak znana poljščina; po nekaterih virih naj bi leta 1925 na območju tedanje države rastlo 350 hektarov maka (Sadar, 1951). Na severnih območjih (Slavonija, Vojvodina) so gojili oljni mak, v Makedoniji pa je dolga tradicija gojenja opijskega maka (Sadar, 1951). Po drugi svetovni vojni je bilo na območju SFR Jugoslavije v obdobju od 1960 do 1985 posejanega od 400 do 3000 hektarjev maka letno (Đorđevski in Klimov, 1986).

### 2.2 POSEBNOSTI SISTEMATIKE IN TAKSONOMIJE MAKNA

Družina makovk je širše uvrščena v red makovcev (Papaverales). Ta delitev je nastala v zadnjih desetletjih, ko je bila prejšnja družina Papaveraceae povišana v rod, ki poleg že prej omenjene družine vključuje še družino Fumariaceae (Mihalik, 1998). Družini si sicer nista zelo podobni, družijo ju predvsem določene morfološke in anatomske značilnosti: večinoma so zeli z deljenimi, spiralno nameščenimi listi brez prilistov, imajo nadraslo plodnico in semena z dobro razvitim oljnim endospermom. Pogosto imajo členjene mlečne cevi in mleček bogat z izokinolinskimi alkaloidi (Jogan, 2001).

Rod makovcev se uvršča v razred dvokaličnic (Dicotyledonae) in podrazred Ranunculidae (Jogan, 2001).

Podrobnejše delitve družine makovk (Papaveraceae) so zelo obširne, prav tako pa jih je več, predvsem zaradi različnih pristopov in kriterijev. Različni avtorji delijo družino v tri do sedem poddružin. Najbolj uveljavljeno in najnovejšo delitev je leta 1993 objavil nemški botanik Kadereit. Vrste znotraj družine makovk je razdelil v štiri poddružine, ki obsegajo 23

rodov (Mihalik, 1998). Vrtni mak uvršča v poddružino Papaveroideae. Taksonomska delitev je izdelana predvsem na osnovi morfoloških, genetskih in biokemičnih značilnosti. Daleč najpomembnejši rod znotraj poddružine je Papaver, ki obsega okoli 100 različnih vrst, tudi naravne prednike gojenega – vrtnega maka. Rod Papaver obsega enajst oddelkov, ki so razdeljeni v štiri skupine, predvsem na osnovi morfoloških lastnosti glavic. Vrtni mak spada v oddelek Papaver. Predstavniki tega oddelka so enoletnice z bolj ali manj razvejenim cvetnim stebлом. V tem oddelku so štiri vrste, med njimi tudi vrtni mak (*Papaver somniferum* L.). Znotraj vrste je še podrobnejša delitev, ki je posledica morfoloških lastnosti glavice (ob zrelosti se glavica odpre - trosni ali pa ne odpre - mlatni mak) ter po barvi semen (bele, rumene, rožnate, sive ter svetlo in temno modre). Novejše sorte imajo načeloma zaprte glavice, v katerih so modra ali siva semena (Mihalik, 1998).

## 2.3 MORFOLOŠKE LASTNOSTI VRTNEGA MAKAA

Mak je enoletnica, ki v vseh zelenih delih rastline vsebuje mlečni sok, vsi zeleni deli imajo tudi močan modrosiv poprhl.

### 2.3.1 Korenina

Mak ima slabo razvit in plitev koreninski sistem. Glavna korenina je značilno vretenasta in sega do globine 1 m. Iz glavne korenine izraščajo maloštevilne bočne koreninice, ki se nahajajo blizu površja tal (Đorđevski in Klimov, 1986). Ker je korenina slabo razvita je tudi mak slabo vraščen v tla in močan veter ga lahko poleže in izruje (Sadar, 1951).

### 2.3.2 Steblo

Nekaj tednov po vzniku so internodiji stebela izrazito kratki, listi pa oblikujejo rozeto. Po pojavu cvetnih brstov se prične tudi podaljševanje internodijev. Rast stebela je hitrejša po oploditvi in se nadaljuje vse do zrelosti glavic (Petri in Mihalik, 1998). Steblo je pokončno, gladko, okroglo in precej krhko. V poznejših razvojnih fazah je velika nevarnost lomljenja in peganja posevka, zlasti ob večji masi glavic in ob močnejšem vetru. V normalnih rasti razmerah mak doseže višino do 160 cm, v sušnih razmerah višina rastlin redko preseže 70 cm. Na stebelu se že pri osnovi in okoli sredine začnejo pojavljati poganjki; teh je od 2 do 10, včasih tudi do 20. Stranska stebela pogosto po višini presegajo glavno steblo. Razvejanost rastline je predvsem odvisna od gostote posevka. Stebla in stranske veje se končajo s cvetnim brstom (Đorđevski in Klimov, 1986).

### 2.3.3 Listi

Listi vrtnega maka so veliki, tanki, gladki in neporaščeni. Listni rob je različno nazobčan, to je močno odvisno od podvrste in sorte maka. Listni vrh je koničast. Pecljatost je odvisna od položaja lista na stebelu. Spodnji listi so kratko pecljati, medtem ko so zgornji sedeči in steblo bolj ali manj objemajo. Listi so na steblo nameščeni spiralno (Petri in Mihalik, 1998). Nižje ležeči listi so večji, višje ležeči pa manjši (Đorđevski in Klimov, 1986).

### 2.3.4 Cvet

Cvetni peclji so dolgi, nekoliko zaviti, goli ali občasno rahlo porasli. Cvet je velik (v premeru ima tudi do 10 cm), dvojen in izrašča posamično na vsakem steblu oziroma razvejitvi. Cvetni brst se pojavi v listni pazduhi, obdajata ga dva velika zelena čašna lista. Čašna lista tik pred cvetenjem odpadeta, kar je posledica pritiska venčnih listov. Mak ima štiri venčne liste, ki so razporejeni v dva kroga. Po obliki so venčni listi okrogli ali narobe jajčasti, celorobi ali valoviti, bolj ali manj narezani. Na dnu imajo temno liso (Sadar, 1951). Barva venčnih listov je sortno pogojena, vendar so najpogostejši beli, vijolični ali rdečkasti. Cvet ima veliko število prašnikov (150 do 200), ki so razporejeni v pet krogov. Pelod dozori že v zaprtem cvetu in pada na brazdo pestiča v velikih količinah. Mak je pretežno samoprašna rastlina, saj je pestič zrel za oprashitev takoj po odprtju cveta. Plodnica je mnogokarpelna ter podrasla in ima zvezdasto oblikovano brazdo (Đorđevski in Klimov, 1986). Najprej zacvetijo cvetovi na glavnem steblu, nato pa se podaljšajo stranske veje nad odcvetele glavice. Odcveteli cvetovi stojijo vedno pod cvetočimi. Makov cvet potrebuje precej svetlobe in zraka. Kljub temu, da je pretežno samoprašen, pogosto pride do tuje oprashitve, zato se lahko različne sorte posejane v bližini skrižajo. Tujo oprashitev večinoma opravijo žuželke (čebele, čmrlji). Cvet sicer ne diši in ne izloča medicinske, ima pa obilo cvetnega prahu, ki poleg atraktivne barve venčnih listov privablja žuželke (Sadar, 1951).



Slika 1: Cvet vrtnega maka (*Papaver somniferum* L.) sorte 'Zeno 2002' po oprashitvi (foto: S. Ograjšek).

### 2.3.5 Plod – glavica

Plod je glavica, ki je znotraj razdeljena na več prekatov, ki pa ne segajo do sredine. Ti prekati so placente, na katere je pritrjeno seme, dokler ne dozori. Glavice so različnih oblik, ki so sortno določene. Razlikujemo okrogle, okroglo-ploščate, jajčaste, koničaste in valjaste glavice. Glavice delimo tudi glede na obliko pokrova, saj so sorte, pri katerih se ob zrelosti glavice na vrhu odprejo (odprti – trosni mak) ter druge, pri katerih ostane pokrov zaprt (zaprti - mlatni mak). Velikost glavic je zelo različna. Masa glavice skupaj s semenom je navadno med 6 in 12 grami (Đorđevski in Klimov, 1986).

Znotraj glavice je navado med šest in osemnajst tisoč drobnih semen. Dokler seme ne dozori se drži prekatov v glavici, ko pa dozori pade na dno glavice. Seme je zelo drobno; v

povprečju tehtajo vsa semena iz ene glavice od 3,5 do 8 gramov. Semena so različnih barv, kar je odvisno od ekotipa in sorte. Znana so semena makov belih, rumenih, sivih, modrih, rdečih in črnih barv (Đorđevski in Klimov, 1986). Barva semen, se spreminja tudi v odtenku znotraj posamezne glavice (Petri in Mihalik, 1998). Makovo seme je majhno, ledvičaste oblike in nekoliko sploščeno. V dolžino meri do 1,5 mm, v širino do 1,2 mm in je debelo do 0,9 mm. Površina semenske lupine je mrežasta. Absolutna masa semen znaša v povprečju okoli 0,45 g. Hektolitrska masa makovih semen pa je okoli 60 kg (Đorđevski in Klimov, 1986).

## 2.4 RASTNE RAZMERE

Vrtni mak je rastlina severne hemisfere in je najbolj razširjena med 11° in 60° severne geografske širine. V to območje spada večji del držav Azije in Evrope s celinskim in subtropskim podnebjem. Opijski mak je glede rastnih zahtev bolj zahteven, saj za dober izplen alkaloidov potrebuje visoke temperature in veliko osvetljenost, zato uspeva na ožjem območju, nekje do 45° severne geografske širine. Glede na podnebne razmere je mak lahko ozimna ali jara kultura. Na območjih z milejšimi zimami, kjer razmere omogočajo dobro prezimitev posevka, ga sejemo že v jeseni. Za mak je potrebno izbrati zemljišča, ki niso izpostavljena močnim vetrovom, saj je zaradi visokega in lahko lomljivega stebela močno podvržen poleganju (Đorđevski in Klimov, 1986).

### 2.4.1 Tla

Predpogoj za dobro uspevanje maka so nezapleveljena zemljišča z dobro strukturo, bogato založena s hranili, še posebej s kalcijem. Najboljša tla za gojenje maka so na aluvialnih nanosih in lahka peščeno-ilovnata tla z rahlo bazično reakcijo (pH 7,6). Načeloma so to zemljišča, na katerih dobro uspevata pšenica in ječmen. Mak ne uspeva na zelo zasoljenih zemljiščih in na zelo težkih tleh. Neprimerna so tudi zemljišča z visokim nivojem podtalne vode (Đorđevski in Klimov, 1986).

### 2.4.2 Temperatura

Minimalna temperatura za kalitev makovega semena je 2 do 3 °C, optimalna 7 do 10 °C. Pri temperaturah nad 20 °C pa je kalitev težja ali celo nemogoča. Komaj vznikle rastlinice so precej občutljive na nizke temperature. Pri temperaturi med 1 do 2 °C mlade rastlinice ne rastejo, pri temperaturah -7 °C pa rastlinice popolnoma propadejo. Po oblikovanju listne rozete se odpornost na zmrzal bistveno poveča; takšne rastline lahko za krajše obdobje preživijo tudi ekstremno nizke temperature (-20 °C), če so pokrite s snegom tudi več. Za mak posejan v jeseni predstavljajo največjo nevarnost zime brez snega in z velikimi temperaturnimi nihanji (Đorđevski in Klimov, 1986). Poskusi (Bernáth in Tétényi, 1986) so pokazali, da višje temperature v zgodnjih fazah pospešujejo razvoj rastline ter skrajšajo fazo rozete in povzročijo zgodnejše cvetenje, kar se pokaže z manjšim pridelkom suhe snovi in semen. Izkušnje na Madžarskem kažejo, da temperature višje od 26 °C pospešijo cvetenje za 10 do 15 dni to se neposredno pokaže v višini rastlin, ki so 10 do 15 cm nižje, še večji vpliv

pa imajo na maso glavic, v katerih je pridelek prepolovljen (Bernáth in Németh, 1998). Ozimni mak potrebuje v rastni dobi vsoto efektivnih temperatur med 2600 in 2700 °C, jari pa okoli 2050 do 2100 °C.

### **2.4.3 Voda**

Vsota vseh padavin za normalo rast in razvoj maka v rastni dobi je med 400 in 450 mm. Najbolj kritične faze glede potreb po vodi so v času od setve, vznika pa do začetka cvetenja. Največje potrebe po vodi so v času rasti stebela in razraščanja (oblikovanje stranskih stebel) ter brstenja. Rastlina v tem času intenzivno proizvaja velike količine biomase (podaljševanje stebela in olistanje, rast stranskih vej). Nekatere raziskave so pokazale, da ozimni mak potrebuje v času od oktobra do aprila okoli 350 mm padavin. Potrebe po vodi se v poznejših fazah razvoja zmanjšajo. V času po cvetenju so za visok pridelek zaželena zmerno vlažna tla. Večje količine padavin v obdobju zorenja glavic so lahko vzrok za razvoj bolezni, kalitev semen v glavicah in za njihovo propadanje (Đorđevski in Klimov, 1986).

### **2.4.4 Svetloba**

Glede fotoperiodizma je mak rastlina dolgega dne. Dokazano je, da dnevna osvetlitev okoli 15 do 16 ur sproži cvetenje. Kratka in šibka dnevna osvetlitev lahko bistveno podaljšata dobo od vznika do cvetenja maka (Bernáth in Németh, 1998). Na splošno mu ustreza dobra osvetlitev, še posebej pomembna je količina sončnega obsevanja v fazi oblikovanja glavic. Svetloba igra pomembnejšo vlogo pri pridelavi opijskega maka, saj veliko število sončnih dni v tem obdobju izrazito pozitivno vpliva na odlaganje alkaloidov v mlečni sok v glavicah in steblih (Đorđevski in Klimov, 1986).

### **2.4.5 Abiotski dejavniki pridelka v povezavi z agrotehniko pridelave**

V poskusih z začetka 80. let 20. stoletja se je za najpomembnejši agrotehnični dejavnik pokazala gostota setve. Vendar je težko določiti optimalno število rastlin na površino, saj je to močno odvisno od sorte, območja in leta pridelave. Vpliv gostote setve je tudi v močni korelaciji z drugimi abiotskimi dejavniki (dostopnostjo hranil, vode in vremenskimi razmerami). Vendar se je v več poskusih (Bernáth in Tétényi, 1982) izkazalo, da je pri prezimnih sortah večja razdalja med rastlinami pozitivno vplivala na velikost glavic in s tem na pridelek semen. Pri sortah posejanih spomladi ni bilo opaziti tako močnega vpliva (Bernáth in Németh, 1998).

Zelo pomemben dejavnik je tudi prisotnost plevelov v posevku. Pleveli lahko tako v posevkih ozimnega, kot spomladanskega maka pomembno vplivajo na pridelek. Tekmovalna sposobnost maka s pleveli je izredno slaba, zato je potrebna dobra tehnologija ali vložek ročnega dela, da posevek maka uide plevelom. Najbolje je izbrati njive, ki niso zapleveljene. V nasprotnem primeru je potrebno posevek poškopiti s herbicidi oziroma plevela mehansko odstranjevati. Če pleveli niso ustrezno zatrti, so razvojni stadiji maka bistveno krajši in rastline lahko začno cveteti že pri višini 10 do 12 cm, brez faze rozete, pri



tem pa nastanejo izredno majhne glavice (premer 3 do 10 mm). Temu ustrezno majhen je tudi pridelek (Bernáth in Németh, 1998).

## 2.5 RASTNA DOBA IN FENOLOŠKI RAZVOJ

Dolžina rastne dobe maka je odvisna od ekotipa, sortnih značilnosti, klimatskih razmer in časa setve. V bistvu ne razlikujemo sort za jesensko in spomladansko setev in se vsi ekotipi lahko sejejo v različnih rokih, saj so si po razvojnih fazah podobni, pomembna je uporaba primernih agrotehničnih ukrepov v pravilni fazi rasti. So pa nekatere sorte bolj odporne na nizke temperature in zato bolj primerne za jesensko setev. Rastna doba jarega maka je od 120 do 160 dni, medtem ko ozimnega od 250 do 270 dni. Morasz (1979) je rastno dobo razdelil v šest razvojnih faz.

Prva je faza embria oziroma faza dormance, kar pomeni, da so semena v predkalitveni fazi. Dolžina te faze je lahko več let, saj je znano da makovo seme, ki je pravilno shranjeno, ohranja kaljivost 4 do 6 let. To dobo se da podaljšati s shranjevanjem pri temperaturi 4 °C, na primer v genskih bankah.

Naslednja faza v razvoju rastline je kalitev, ki je epigeična. Ta faza traja od razpočenja semenske ovojnice do pojava prvih listov. V optimalnih razmerah je njena dolžina 15 do 20 dni. Ob primerni talni vlagi, ki spomladi načeloma ni problematična, se prvi klični listi na površini pojavijo po 10 do 14 dneh.

Po vzniku nastopi faza listne rozete, ki traja od pojava prvih pravih listov do pojava cvetnih poganjkov in oblikovanja generativnih organov. Ta faza je najdaljša in pri ozimnem maku traja od 180 do 220 dni, pri jarem pa 50 do 60 dni. Na dolžino te faze odločilno vplivajo podnebne razmere in dostopnost hranil. Pozne spomladanske setve (v aprilu) lahko bistveno skrajšajo to fazo, kar ima negativen vpliv na pridelek.

Fazi rozete sledi faza podaljševanja internodijev in razvejanja. Traja vse do začetka cvetenja, v povprečju traja 21 do 30 dni. V tej fazi so potrebe po hranilih in vodi največje, saj je takrat rast najbolj intenzivna.

Cvetenje in formiranje glavic in semen je naslednja faza, ki traja v povprečju 20 do 30 dni. Dolžina te faze je odvisna od razvejanosti rastlin in števila cvetnih brstov. Posamezen cvet je odprt 24 ur. Če med tem časom pride do oprašitve, cvetno odevalo odpade po dveh dneh. Nadaljnjih 10 do 14 dni je nato potrebnih za rast in oblikovanje glavic in semen v njih. Po tem obdobju je njihova rast zaključena, kljub temu, da je glavica še zelene barve. V obdobju cvetenja je najbolj optimalno suho in sončno vreme (18 do 20 °C), po cvetenju je zaželeno nekoliko bolj vlažno in toplo vreme.

Zadnja faza v rastni dobi maka je dozorevanje glavic in semen. Ta faza traja 15 do 25 dni, odvisno od podnebnih razmer. V tej fazi z rastlin odpadejo listi, glavice dobijo značilno barvo in semena se ločijo od prekatov. Primeren čas za spravilo je, ko ob stresanju glavic

zaslišimo značilen klopotajoč zvok. Optimalno vreme v tej fazi je suho in sončno ter toplo (temperature nad 20 °C). V mokrem vremenu lahko prihaja do glivičnih okužb in kalitve semen v glavicah. Pri pridelavi opijskega maka lahko pride tudi do izpiranja alkaloidov (Bernáth in Németh, 1998).

## 2.6 MINERALNA PREHRANA IN GNOJENJE MAKa

Mak zahteva redno in precej obilno gnojenje, kar je posledica slabo razvitega koreninskega sistema. Potrebna hranila dodajamo tako z organskimi kot mineralnimi gnojili (Đorđevski in Klimov, 1986). V preteklosti je bilo sicer izvedenih precej različnih, večinoma laboratorijskih, poskusov glede potreb maka po hranilih. Večina poskusov se je navezovala na uravnoteženje pridelave tako suhe snovi, semena in alkaloidov. Poskusi Naumove in Siberstova v 80. letih 20. stoletja so pokazali, da je optimalno razmerje za velik pridelek glavice in alkaloidov razmerje NPK 2:2:1. S hranili je lažje uravnati velikost pridelka kot pa koncentracijo alkaloidov (Bernáth in Németh, 1998).

Mineralna prehrana je zelo odvisna tudi od drugih dejavnikov, tako ob manjši osvetlitvi pride do slabega privzema hranil v rastlino, ne glede na njihovo dostopnost in zalogo v tleh (Tétényi, 1997).

Zahteve po količini hranil so predvsem odvisne od talnega tipa, klime in prejšnje poljščine. Zaradi relativno kratke rastne dobe maka (zlasti jarega) je zaželena uporaba hitro dostopnih mineralnih gnojil. Založno gnojenje je mogoče opraviti z 20 do 30 tonami hlevskega gnoja na hektar (Đorđevski in Klimov, 1986). Novejše raziskave kažejo, da se je organskim gnojilom smiselno izogniti zaradi tega, ker se lahko poslabša učinkovitost herbicidov in pospeši vznik in rast plevelov. Tako je hlevski gnoj bolje uporabiti že v prejšnji kulturi. Količine dodanih makroelementov se lahko precej spreminjajo glede na zgoraj našteje dejavnike, vendar je v povprečju za en hektar posevka maka potrebno 140 do 160 kg dušika, 70 do 110 kg fosforja ( $P_2O_5$ ) in 80 do 100 kg kalija ( $K_2O$ ). Enkratni odmerki dušika večji od 80 kg/ha imajo lahko negativen vpliv na rastlino (poleganje, manjša odpornost na napad bolezni in škodljivcev) (Ruminska, 1973, cit. po Németh, 1998). V poljskih poskusih (Földesi, 1992) je bilo posevku za pridelek 1200 kg semena dodanih 102,5 kg dušika, 192 kg fosforja ( $P_2O_5$ ) in 114 kg kalija ( $K_2O$ ). Poljski poskusi so pokazali pomemben vpliv fosforja na pridelek suhe snovi in alkaloidov. Ta vpliv je bil bistveno večji kot vpliv dušika in kalija, zato ponekod dodajajo granulirani superfosfat med setvijo ob seme, ter s tem pospešijo rast in razvoj rastlin. Vpliv kalija je slabo preučen, nekateri poskusi so celo pokazali, da je mogoče doseči dobre pridelke tudi brez dodajanja kalija. Dodatek fosforja pri pripravi setvišča, je prav tako učinkovit (Popov in sod., 1971, cit. po Németh, 1998).

Najpomembnejši mikroelement pri pridelavi maka je bor, njegova količina mora biti od 2,5 do 3 kg/ha, da je zagotovljen neoviran razvoj makovih rastlin. Po bolgarskih raziskavah izvedenih v 80. letih prejšnjega stoletja ima dodatek bora, cinka, mangana in bakra zelo pozitiven učinek in lahko pridelek poveča do 28 % (Popov in sod., 1971, cit. po Németh,

1998). Pred gnojenjem z mikroelementi, je potrebno narediti analizo tal, če je teh elementov v tleh dovolj, gnojenje z njimi ne bo imelo učinka.

Zaradi čim zgodnejše setve spomladanskega maka je priporočeno založno gnojenje opraviti že pred jesenskim oranjem, saj se tako hranila lepše vdélajo v tla in so bolj enakomerno na voljo rastlini. Na lažjih tleh je priporočljivo količine dodanega dušika razdeliti na polovico ali tretjino, da so izgube manjše (Bernáth in Németh, 1998). Največja potreba rastline po dušiku je v obdobju med fazo rozete in začetkom cvetenja, saj takrat mak izredno hitro raste in oblikuje veliko zelene mase. Odmerek dušika je priporočljivo dodati po redčenju, drugega pa pred okopavanjem. Priporoča se tudi dodajanje dušika v vrste ob rastline na globino 6 do 8 cm (Đorđevski in Klimov, 1986). Časovno je v posevku jarega maka potrebno eno tretjino količine hitro dostopnega (nitratnega) dušika dodati v marcu, dve tretjini pa v aprilu.

## 2.7 AGROTEHNIKA

### 2.7.1 Kolobar

Mak je potrebno obvezno vključiti v kolobar, v nasprotnem primeru je velika nevarnost, da bo pridelek slab zaradi pojava različnih bolezni (*Peronospora abrurescens* de Bary in *Pleospora calvescens* Tul.). Veliko škode lahko povzroči tudi škodljivec makovec (*Ceutorhynchus macula-alba* Hbst.). Da se izognemo tem težavam se mak na istem zemljišču ne sme sejati prej kot na tri do štiri leta. Dobre predhodnice maka so navadna grašica, krmni grah in krompir. Ob pravilnem gnojenju in primerni obdelavi tal, se mak lahko seje tudi za ječmenom in pšenico. Slabi predhodniki pa so pozne okopavine (koruza, sladkorna pesa), saj pozen čas spravila onemogoči kakovostno obdelavo zemljišča. Pri maku, ki ga sejemo spomladi teh težav ni. Mak pa je odličen predhodnik za ozimna žita, saj za sabo pušča dobro razpleveljeno in prerahljano njivo (Đorđevski in Klimov, 1986).

### 2.7.2 Priprava zemljišča in setev

Zaradi majhnosti makovih semen je potrebna izredno dobra predsetvena obdelava tal. Takoj po spravilu prejšnje poljščine je potrebno opraviti ukrepe za preprečevanje rasti plevela. Tako za jesensko kot spomladansko setev se priporoča globoko oranje (22 do 29 cm). Pozneje je potrebno pripraviti drobno strukturirano setvišče. V primeru jesenske setve je vsa opravila potrebno izvesti pred začetkom jeseni, za spomladansko setev lahko na grobo setvišče pripravimo že jeseni, spomladi pa ga le še površinsko obdelamo. Iz poskusov je razvidno, da pretirana obdelava spomladi ni zaželena, navadno tudi vremenske razmere tega ne dopuščajo (Németh, 1998).

Osnova za dober pridelek maka je optimalen čas setve. Setev jesenskega maka opravimo v drugi polovici septembra, rastline naj bi pred začetkom zime imele razvito rozeto s 6 do 8 listi. Če so rastline slabše razvite, je lahko večja nevarnost slabe prezimitve. Spomladansko setev je potrebno opraviti čim prej, in sicer v februarju ali marcu. Na splošno velja, da naj bi

bil mak posejan pred drugimi jarinami v regiji. Znano je tudi, da rastlinice maka niso občutljive na zmerno zmrzal (Németh, 1998).

Število posejanih semen se močno spreminja predvsem glede na kakovost pripravljenega zemljišča in tehnologijo pridelave. V povprečju je za dober razvoj in pridelek potrebnih 300.000 do 400.000 rastlin na hektar (Földesi, 1992). V slabših razmerah včasih število posejanih semen doseže dvakratnik zgornje številke. Glede na tehnologijo pridelave je različna tudi medvrstna razdalja; za optimalne so se izkazale razdalje med 25 in 40 cm. Pri tehnologijah brez uporabe herbicidov je ta razdalja nekoliko večja, takšna, ki omogoča poznejše mehansko uničevanje plevelov. Setev se večinoma opravlja s žitnimi sejalicami za strnjeno setev, količina semena pa je med 2 in 3,5 kg/ha. Ta količina pomeni veliko večje število semen, kot je potrebno, zato so potrebni nadaljnji ukrepi za redčenje posevka. To se lahko opravi mehanično. Pri setvi večjih površin so razvite tudi drugačne metode, kot so mešanica sterilnih semen, inertnih materialov (pšenični zdrob) ali drobnega peska. Uveljavlja se tudi pilirano seme, ki se ga nato seje s sejalicami za presledno setev. Po setvi je priporočljiv ukrep valjanje, s katerim bo zagotovljen bolj enakomeren vznik posevka (Németh, 1998). Valjanje ob uporabi novih sejalic z natančnim odlaganjem semena in ustreznim pritiskom na sejalne enote ni potrebno.

### 2.7.3 Nega posevka

Mak vznikne 10 do 14 dni po setvi. V primeru zaskorjenja površine je priporočeno rahljanje tal z uporabo česal. Če ni bilo uporabljenih zgoraj navedenih metod za doseganje ustrezne gostote posevka, je potrebno v fazi rozete, ko imajo rastline razvite 4 do 6 pravih listov izvesti redčenje. Posevek, kjer so rastline v vrsti druga od druge oddaljene 3 do 4 cm, ima v povprečju eno glavico na rastlino, pri posevku, kjer je razdalja med rastlinami 10 do 20 cm pride do večjega števila stranskih poganjkov in v povprečju od 3 do 4 glavice na rastlino. Postopki redčenja se večinoma opravljajo ročno, kar predstavlja velik strošek pri pridelavi maka. V preteklosti so bili sicer izvedeni poskusi z različnimi orodji, ki bi to opravilo olajšali, vendar se niso izkazali za učinkovite. V primeru strojnega spravila, tudi gostejši pridelek ne predstavlja težav, hkrati pa pri večji gostoti rastlin težje prihaja do pretirane zapleveljenosti.

Plevele v posevku maka, ki so lahko velik problem, uničujemo mehansko (puljenje, okopavanje in česanje), vendar to na večjih površinah ni mogoče oziroma je zelo drago. Za kemično zatiranje se uporabljajo različni herbicidi, vendar je treba omeniti, da je mak precej občutljiv na kemične pripravke. Najbolj učinkovita je uporaba talnih herbicidov pred vznikom. Pozneje je mogoče še škropljenje v mladostnih fazah razvoja posevka in plevelov. V tujini je bilo raziskanih kar nekaj aktivnih snovi, pri nas pa je registrirano le eno sredstvo z aktivno snovjo mezotrion. Sredstvo se uporablja po vzniku (FITO-INFO, 2015). Poskusi so pokazali da herbicidno tretiranje ne povzroča posledic glede količine pridelka. Sama fitotoksičnost se lahko dodatno zmanjša tudi z nekaterimi ukrepi glede tehnike nanosa FFS (zmanjšanje kapljic in povečana količina uporabljene vode). Zatiranje plevelov je ključnega

pomena pri doseganju dobrih pridelkov, saj ob nepravi tehnologiji lahko pleveli zelo zmanjšajo velikost pridelka ter tudi otežijo strojno spravilo (Németh, 1998).

#### 2.7.4 Bolezni in škodljivci maka

Nevarnost za okužbe s povzročitelji bolezni je večja v vlažnih letih. Tretiranje semen uspešno zmanjšuje verjetnost pojava bolezni, ki jih povzročajo glive iz rodov *Fusarium* spp., *Ervinia* spp., *Helminthosporium* spp.. Razkuženo seme zmanjša nevarnost za okužbo z najpogostejšo boleznijo maka, to je z makovo plesnijo (*Peronospora arborescens* de Bary) (Németh, 1998). Ta bolezen je prisotna na vseh območjih, kjer se pojavlja mak in lahko ob močnem napadu povzroči veliko gospodarsko škodo (popoln izpad pridelka semen in mlečnega soka). Bolezen poleg vrtnega maka okužuje tudi druge gojene vrste (*P. bracteatum*) in samonikel poljski mak (*Papaver rhoeas* L.). Rastline maka so za okužbe s to glivo dovzetne skozi vso rastno dobo. Če so okužene mlade rastlinice, se te povsem posušijo. Simptomi so kodranje, zvijanje, debeljenje in rumenenje listov. Tudi starejši okuženi listi se naprej ne razvijajo normalno. Na spodnji strani listov je mogoče opaziti belosivkasto prevleko, ki jo sestavljajo trosonosci in poletni trosi. Takoj po okužbi se na zgornji strani listov pojavijo rumene pege, ki so omejene z listnimi žilami, tkivo pod pegami kmalu odmre. Gliva se širi s poletnimi trosi, ki jih raznaša veter. Zimski trosi (oosopre) pa se oblikujejo znotraj okuženih listov, stebel in glavic. Iz oospor spomladi vzkali trosovnik, ki povzroča primarne okužbe. Pomemben vir okužb so tudi samonikle rastline, saj gliva prezimi na njih v obliki micelija. Osnovni način zatiranja je širok kolobar, tako da naj mak na isto njivo pride največ vsaka tri leta. Kemično varstvo temelji na uporabi fungicidov na podlagi bakra ali ditiokarbamatov (Maček, 1991). V Sloveniji je kot edini fungicid za uporabo v posevku maka registriran pripravek na osnovi bakterije *Bacillus subtilis* (FITO-INFO, 2015).



Slika 2: Pojav makove plesni (*Peronospora arborescens* de Bary) na rastlinah posejanih v spomladanskem poskusu (foto: S. Ograjšek).

Na maku se pojavlja še precej drugih bolezni, ki pri nas večinoma ne povzročajo pomembnejše gospodarske škode. Ena od teh je makova črna pegavost (*Pleospora papaveracea* (de Not.) Wint. = *Helminthosporium papaveris* Saw.), ki mak prav tako okužuje celotno rastno dobo, večjo škodo pa povzroča pri pridelavi opijskega maka. Mak sicer okužujejo tudi virusne bolezni, kot sta makov mozaik in makova kloroza. Ti virusni

bolezni pogosto prehajata iz drugih rastlinskih vrst (pesa, fižol, bob), zato se je priporočljivo tem posevkom izogibati (Maček, 1991).

Na maku se pojavljajo številni škodljivci, kot so strune, ogrci, kapusove sovke in različne uši. Gospodarsko najpomembnejša škodljivca maka pa sta makovec in makov koreninski rilčkar. Makovec (*Ceutorhynchus macula-alba* Hbst.) je hrošček rilčkar, dolg okoli 4 mm, ovalne oblike in poraščen s sivkasto belimi dlačicami. Ličinke pa so belkaste, brez nog navzdol upognjene v dolžino merijo 6 mm. Prezimijo odrasli osebki, ki se pojavijo med cvetenjem maka. Odlagajo jajčeca v notranjost makovih glavic. Samica z rilčkom zavrti luknjico v glavico, ki se kasneje zaraste, na tem mestu pa ostane črna pega. Iz jajčec se izležejo ličinke, ki žro razvijajoča se semena v glavicah. Po končanem stadiju ličinke zapustijo glavico in se zabubijo v zemljo, iz njih se ponovno razvijejo odrasli osebki. Škodljivec ima en rod letno. Pridelek se lahko zmanjša za 20 % in več. V času odpadanja venčnih listov (odcvetanja) je potrebno natančno pregledovati rastline, kritično število hroščkov je 2 osebka na kvadratni meter (Vrabl, 1992). Za zatiranje se uporabljajo insekticidi na podlagi različnih aktivnih snovi; pri nas je v maku registriran le pripravek Karate Zeon (FITO-INFO, 2015).

Drug pomembnejši škodljivec maka je makov koreninski rilčkar (*Stenocarus fuliginosus* Marsch), ki ga zaenkrat pri nas še nismo našli. Gre za 3 mm dolgega temnega hroščka. Hrošči se pojavijo spomladi in izjedajo liste gojenega in poljskega maka. Samice jajčeca odlagajo na spodnji strani listov, iz njih izlegle ličinke potujejo po stebelu navzdol in se pri koreninskem vratu zavrtajo vanj. Več ličink v eni rastlini lahko povzroči propad rastline. Škodljivec ima prav tako le en rod na sezono. Prag škodljivosti je presežen, če najdemo 3 do 4 hroščke na dolžinski meter. Zatiramo jih v času izleganja jajčec z zgoraj omenjenim pripravkom. Zelo pomemben je tudi ustrezen kolobar, dobra obdelava in zgodnja setev (Vrabl, 1992).

### 2.7.5 Spravilo maka

V popolni biološki zrelosti semena, ko so glavice suhe in seme v njih rožlja, se izvede žetev maka. To lahko na manjših površinah izvedemo ročno, na večjih pa strojno – z žitnim kombajnom. Žetev se opravlja v suhem in sončnem vremenu, po jutranji rosi, ko so glavice popolnoma suhe. Ročno žetev opravimo tako, da glavice odrežemo ali odlomimo na kolencu na vrhu stebela. Glavice nato zbiramo v gosto pletenih vrečah, da preprečimo izgube semen. Kasneje jih je potrebno še strojno ali ročno omlatiti (Đorđevski in Klimov, 1986).

Strojno žetev opravimo z žitnim kombajnom, ki ga je za ta namen potrebno primerno nastaviti. Najpomembnejša je menjava sit in zmanjšanje hitrosti vrtenja bobna na okoli 50 do 70 % običajne hitrosti pri žetvi žit. Kombajn odreže rastline na višini 15 do 20 cm pod glavico, jih nato omlati in seme delno očisti. Vlažnost semena ob spravilu s kombajnom ne sme presegati 18 % vlage. Prvi pogoj za kakovostno strojno spravilo je čim manjša poraščenost posevka maka s pleveli (Kocjan Ačko, 2015).

Makovo seme se ne sme skladiščiti pri vlagi večji od 10 %; če ta pri žetvi presega 13 % je seme potrebno takoj dosušiti. Seme shranjujemo v vrečah, in sicer največ 3 do 4 vrste druga nad drugo. Če se shranjuje v lesenih boksih višina nasutega semena ne sme presegati 80 cm. Seme je potrebno med skladiščenjem kontrolirati in ga po potrebi zračiti; zaželeno je tudi, da so skladiščni prostori blago prevetreni. V prostoru skladiščenja ne smejo biti prisotne snovi z močnim vonjem (nafta, bencin,...) (Đorđevski in Klimov, 1986).

## 2.8 PREDNOSTI IN SLABOSTI JESENSKE IN SPOMLADANSKE SETVE

Glavna razlika med jesensko in spomladansko setvijo je dolžina rastne dobe. Kot je bilo omenjeno med sortami za setev jeseni in spomladi ni bistvenih razlik. Raziskave so sicer pokazale, da določene sorte vzgojene v srednji in severni Evropi bolje prezimujejo, kot nekatere bolgarske in turške sorte, katerih možnosti za prezimitev so izredno nizke. Tudi madžarske, slovaške in nekatere britanske sorte so se izkazale za slabo prezimne (Bernáth in Németh, 1998). Zaradi različnih temperatur v določenih fenofazah pride do določenih morfoloških razlik posevkov, najbolj očitna je višina rastlin, ki je pri pomladanskem maku bistveno nižja. Podaljšana rastna doba, se je izkazala za pozitivno tako v luči večje produkcije suhe mase kot tudi v večjem pridelku. Čim daljša rastna doba tudi pri spomladanskem roku setve pozitivno vpliva na količino pridelka (Bernáth in Németh, 1998).

Odločitev za rok setve je odvisna predvsem od zimskih razmer na območju pridelave. V severnejših območjih gojenja maka mrzle zime ne omogočajo dobre prezimitve mladim rastlinicam, zato je najpogostejša spomladanska setev. Območje Slovenije je ravno nekje na meji, ki omogoča tako jesensko kot spomladansko setev, bistvena pri jesenskem roku je pravočasna setev, da dobro razvite rastline preidejo v prezimovanje. Sadar (1951) v svoji knjigi Oljnice, korenovke, predivnice in hmelj, navaja za mak izključno spomladansko setev, ki se opravi proti koncu marca, takoj, ko to omogočajo razmere.

## 2.9 SORTIMENT MAKA V EU IN PRI NAS

V evropski sortni listi je bilo februarja 2015 vpisanih 56 sort vrtnega maka (Skupni katalog ... , 2015), in sicer:

'Agat', 'Albin', 'Alfa', 'Ametiszt', 'Aplaus', 'Aristo', 'Bergam', 'Borowski Biały', 'Botond', 'Buddha', 'Csiki kék', 'Edel-Rot', 'Edel-Weiß', 'Eleonora', 'Evelin', 'Florian', 'Fortemo', 'Gerlach', 'Griffon', 'Josef', 'Kék Duna', 'Kék Gemoná', 'Korona', 'Kozmosz', 'KP Albakomp', 'Lazur', 'Leila', 'Lina', 'Major', 'Malsar', 'Maraton', 'Marianne', 'Mieszko', 'Minoán', 'Morfeusz', 'Morthea', 'Morvital', 'Morwin', 'Nigra', 'Opal', 'Orbis', 'Orel', 'Orfeus', 'Osprey', 'Postomi', 'Racek', 'Redy', 'Rosemarie', 'Rubin', 'Sokol', 'Tebona', 'Zeno Morphex', 'Zeno Plus', 'Zeno V56', 'Zeno '2002', 'Zeta'.

Na seznamu prevladujejo sorte iz Madžarske, Poljske, Češke in Avstrije. Nekaj sort je tudi slovaških in nizozemskih. V slovenski sortni listi ni vpisana nobena sorta maka.

### 2.9.1 Sorta 'Zeno 2002'

Sorta 'Zeno 2002' je plod žlahtniteljskega dela dr. Georga Dobosa. Sorta je bila v evropsko sortno listo vpisana leta 2002. Gre za eno izmed najpogostejše sejanih sort predvsem za jesensko setev, saj zelo dobro prezimi. Tudi pri nas je najpogostejše sejana sorta. Sorta ima glavice zaprtega tipa torej gre za mlatni mak, primeren za strojno spravilo. Semena so modre barve z nizko vsebnostjo alkaloidov. Za njo je značilen globok in močan koreninski sistem, kar pomeni, da je rastlina sposobna črpati tudi vodo iz večjih globin tal, prav tako ima boljši prevzem hranil. Gre za sorto, ki hitro dozori, kar je še ena dobra lastnost za kraje z značilnim poletnim primanjkljajem talne vlage. Za doseganje dobrih pridelkov je potrebno dodati med 70 do 80 kg čistega dušika na hektar posevka. Setev lahko opravimo z običajno žitno sejalnico, se pa priporoča mešanje semen z drugimi materiali podobne granulacije, za doseganje bolj primerne gostote posevka, na primer s finim peskom, mivko ali pšeničnim zdrobom (Backsaaten ... , 2015).

### 2.10 LASTNOSTI IN UPORABA SEMEN

Pri pridelavi maka je vsaj v svetovnem merilu velikokrat zanemarjen vidik pridelave makovih semen in olja iz semen. To je predvsem posledica slabšega zaslužka, kot pri pridelavi opija. Vendar so semena kljub temu pogosto uporabljena v različne prehranske namene, še posebno v okoljih, kjer je tradicija gojenja maka dolga in bogata. V območjih, kjer pridelujejo opijski mak, le tega po zadnjem obiranju mlečka pustijo, da dozori in nato pospravijo še seme. Sekundarni pridelek semena je neprimerno manjši v primerjavi z namensko pridelavo maka za seme.

V Evropi in drugod, kjer je razširjeno gojenje oljnega maka, je uporaba njegovih semen zelo široka, saj so znane številne pozitivne lastnosti mnogih esencialnih snovi, ki jih ta drobna semena vsebujejo (visoka vsebnost vitamina E). Seme se uporablja v živilski industriji za pridelavo olja tako za prehranske namene kot za kozmetiko. Makovo olje je tudi pomembna surovina za pripravo oljnih barv in lakov (Balbi, 1960). Prav tako so znana številna dognanja o hranilnih vrednostih in pozitivnih vplivih makovih semen in beljakovinskih ostankov pri stiskanju semen (pogač) v prehrani domačih živali (Kempen in sod., 1994).

Makovo seme vsebuje med 40 in 50 % maščob (olja) in med 20 in 30 % beljakovin (Swern, 1972). Poleg tega pa vsebuje številne esencialne snovi in elemente (različne minerale in vitamine). Vsebnost maščobnih kislin in beljakovin je močno odvisna od rastnih razmer in sorte. Švedske raziskave so pokazale, da sorte z belimi semeni vsebujejo bistveno več maščobnih kislin (modre 33 %, bele 40 %), in beljakovin (modre 21 % in bele 27 %) (Eklund in Agren, 1975). Na splošno lahko makovo olje po lastnostih primerjamo s sončničnim in oljčnim oljem. Hladno stiskano olje se lahko za prehranske namene uporablja brez rafiniranja, če je seveda seme pred tem dobro očiščeno. Analize s plinsko kromatografijo so pokazale, da v makovem olju prevladujejo naslednje maščobne kisline:



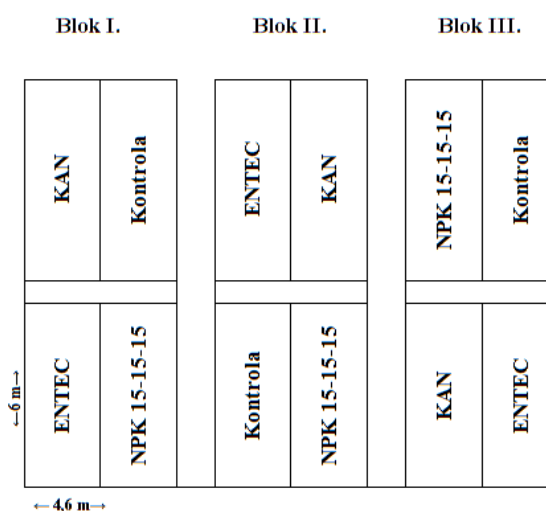
palmitinska (10 %), stearinska (2 %), oleinska (11 %), linolna (72 %) linolenska (5 %) kislina (Swern, 1972).

Poraba makovih semen v 90. letih prejšnjega stoletja v Avstriji je bila med 1700 in 2300 ton, od tega se okoli 30 % semen uporabi v pekarstvu, v ostalih industrijskih dejavnostih porabijo okoli 40 % semen, preostalih 30 % pa se ga proda na drobno, torej za porabo v gospodinjstvih (Steidl in Gressl, 1992, cit. po Bernáth, 1998b).

### 3 MATERIALI IN METODE

#### 3.1 NAČRT POLJSKEGA POSKUSA

Poljska poskusa z makom (*Papaver somniferum* L.) smo izvedli v rastni sezoni 2013/2014 na njivah kmetije Ograjšek v Cerkljah ob Krki. V septembru 2013 smo posejali jesenski poskus z makom, spomladanski je bil posejan v marcu 2014. V obeh poskusih smo izvedli več meritev: število rastlin na m<sup>2</sup> (gostota), višina rastlin, število stranskih poganjkov, velikost glavice (širina in višina), masa semen v posamezni glavici, masa semen na rastlino in masa semen na poskusno parcelico, iz katere smo izračunali pridelek na hektar.



Slika 3: Načrt bločnega poskusa z makom (*Papaver somniferum* L.) s štirimi obravnavanji (tri gnojila in kontrola brez gnojenja).

Zasnova poskusa je bila slučajni blok. Načrt poskusa za oba roka setve je prikazan na sliki 3. Velikost posamezne parcelice je bila 6 m x 4,6 m, to je 27,6 m<sup>2</sup>. Pri spravi smo zaradi zmanjšanja vpliva roba parcele ločeno pobrali glavice na robu v širini 40 centimetrov, to pomeni, da je bila realna površina parcelice 19,1 m<sup>2</sup>. To je površina, ki smo jo upoštevali pri izračunu pridelka semena na hektar.

Preglednica 1: Količine dodanih mineralnih gnojil za dodatek 60 kg dušika/ha.

|                                            | NPK 15-15-15 | ENTEC <sup>®</sup> (26 % N) | KAN (27 % N) |
|--------------------------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| Količina za 60 kg N/ha                     | 400 kg       | 230,8 kg                    | 222,2 kg     |
| Količina na parcelo (27,6 m <sup>2</sup> ) | 1,1 kg       | 0,64 kg                     | 0,62 kg      |

Znotraj posameznega bloka so bila po 4 obravnavanja, s tremi različnimi mineralnimi gnojili (NPK 15-15-15, KAN in ENTEC<sup>®</sup> (N-26)) in kontrolna parcela brez gnojenja. Količine dodanih gnojil na parcelico so znašale ekvivalent dodanim 60 kg N na hektar. Izračun dodanih količin mineralnih gnojil je naveden v preglednici 1.

## 3.2 OPIS UPORABLJENIH GNOJIL S POUDARKOM NA OBLIKI DUŠIKA

### 3.2.1 NPK 15-15-15 (15 % N)

Gre za gnojilo s srednjimi koncentracijami hranil. Vsebuje tri najpomembnejša makrohranila potrebna za rast in razvoj rastlin. V njem je dušik v nitratni in amonijski obliki ter vodotopni fosfor. Kalij je v obliki kalijevega klorida. To gnojilo je zelo pogosto uporabljeno, predvsem za predsetveno gnojenje strnih žit (Petrokemija ... , 2015).

### 3.2.2 KAN (27 % N)

KAN (Kalcijev amonijev nitrat) je razširjeno dušično gnojilo za prehrano različnih poljščin. Sestavljen je iz dveh različnih oblik dušika, polovica amonijske in polovica nitratne. Nitratni dušik je rastlinam takoj dostopen, medtem ko amonijska oblika deluje nekoliko kasneje in s tem zagotavlja podaljšano delovanje gnojila. Poleg dušika vsebuje okoli 23 % dolomita, kar vpliva na delno nevtralizacijo kislosti tal, prav tako vsebuje nekaj magnezija, ki je pomemben mikroelement (Petrokemija ... , 2015).

### 3.2.3 ENTEC 26<sup>®</sup> ( 26 % N in 13 % S)

Gnojilo z visoko vsebnostjo dušika s podaljšanim delovanjem in vsebnostjo žvepla. ENTEC dušična mineralna gnojila vsebujejo amonijski stabilizator DMPP, ki upočasnjuje nitrifikacijo in stabilizira amonijski dušik v tleh. Del dušika je tudi nitratnega, za takojšen učinek. Te lastnosti omogočajo gnojilu podaljšano delovanje ter preprečujejo odtekanje dušika v podtalnico. Zaradi zavrtne nitrifikacije imajo rastline na voljo dušik skozi daljše obdobje. DMPP zakasni nitrifikacijo tudi do 10 tednov; substanca deluje tarčno le na nitrifikacijske bakterije in ne vpliva na druge talne organizme. Samo razmerje med amonijsko in nitratno obliko dušika je podobno kot pri KAN-u (50:50). Žveplo je v vodotopni obliki in je takoj dostopno rastlinam (Eurochem Agro, 2015).

## 3.3 IZVEDBA POLJSKIH POSKUSOV

Poskus smo posejali z žitno sejalnico za strnjeno setev Amazone D7. Razdalja med vrstami je znašala 12,5 cm. Posejali smo 2 kg semena maka sorte 'Zeno 2002' na hektar. Mak smo ob setvi posejali po celotni parceli, poskusne parcelice pa smo oblikovali, ko so rastline začele podaljševati stebila, torej pred gnojenjem.

Po oranju smo tla osnovno obdelali s predsetvenikom. Pred setvijo smo založno gnojili z NPK 5-20-30, in sicer s količino 500 kg/ha ter fino obdelali setvišče z vrtavkasto brano. Jesensko setev smo izvedli 14. septembra 2013, mak je vzniknil 22. septembra, torej po 8 dneh. Proti plevelom smo škropili 26. oktobra, ko je imel posevek lepo razvite rozete in 8 pravih listov. Za zatiranje plevelov v posevku smo uporabili pri nas edini registriran pripravek – Callisto 480 SC. Nekaj dni po škropljenju so se na listih maka pojavila blaga razbarvanja v obliki peg prehodnega značaja, ki so po nekaj dneh izginile.

Oblikovanje parcelic in ročno dognojevanje smo izvedli 22. marca 2014. Rastline maka so imele v tem času več kot dvajset listov, steblo pa se je začelo podaljševati. Cvetenje se je začelo 18. maja in se končalo 28. maja, ko ni bilo več opaznih cvetov. Prve glavice so se pojavile 8. junija in dosegle povprečni premer 4 cm. V tej fazi je bil mak visok 1,5 m. Tehnološka zrelost maka za spravilo je bila dosežena konec junija, glavice pa smo pobrali 1. julija. Spravilo je bilo izvedeno ročno, in sicer smo porezali glavice na posamezni parcelici ter jih nato strli, da smo iz njih pridobili seme. Pred tehtanjem smo seme presejali s sitom dimenzij mreže 1,5 x 1,5 mm, da smo se znebili rastlinskih delov, sten glavic in drugih primesi. Pri spravilu smo z vsake parcelice naključno odbrali 20 rastlin, na katerih smo opravili meritve navedene v poglavju Načrt poskusa. Tudi seme teh rastlin smo nato stehali skupaj s pridelkom celotne parcelice.



Slika 4: Njiva z makom (*Papaver somniferum* L.) v Cerkljah ob Krki razdeljena na posamezne poskusne parcele, pri spomladanski setvi maka pred pobiranjem glavic (foto: S. Ograjšek).

Agrotehnika pri pomladanski setvi maka je bila podobna. Oranje smo izvedli v jeseni, tako da je bila večja možnost priprave dobre strukture tal. Pred setvijo smo prav tako založno dodali 500 kg NPK 5-20-30 gnojila na hektar. Setev smo izvedli z enako sejalnico in nastavitvami, posejana količina semena je znašala 2 kg/ha. Seme maka smo posejali 22. 3. 2014, vznik pa je bil 6. aprila. Posevek smo 22. maja poškropili s herbicidom Callisto 480 SC, v odmerku 0,2 l/ha ob porabi vode 240 l/ha. Mak je imel v tej fazi polno razvite rozete z 10 pravimi listi. Razmejitev parcelic in dognojevanje smo izvedli 31. maja. Rastline v posevku maka so imele razvitih več kot 20 pravih listov in že je bilo vidno podaljševanje stebela. Pri posevku spomladanskega maka se je cvetenje začelo 8. junija, rastline pa so bile visoke okoli 0,5 m. Cvetenje pri pomladanskem maku je trajalo nekoliko dlje in se je zaključilo konec junija. Mak v spomladanski setvi je dosegel tehnološko zrelost konec julija, ročno spravilo smo opravili 29. 7. 2014 s povsem enakimi postopki, kot smo jih uporabili pri jesenski setvi.

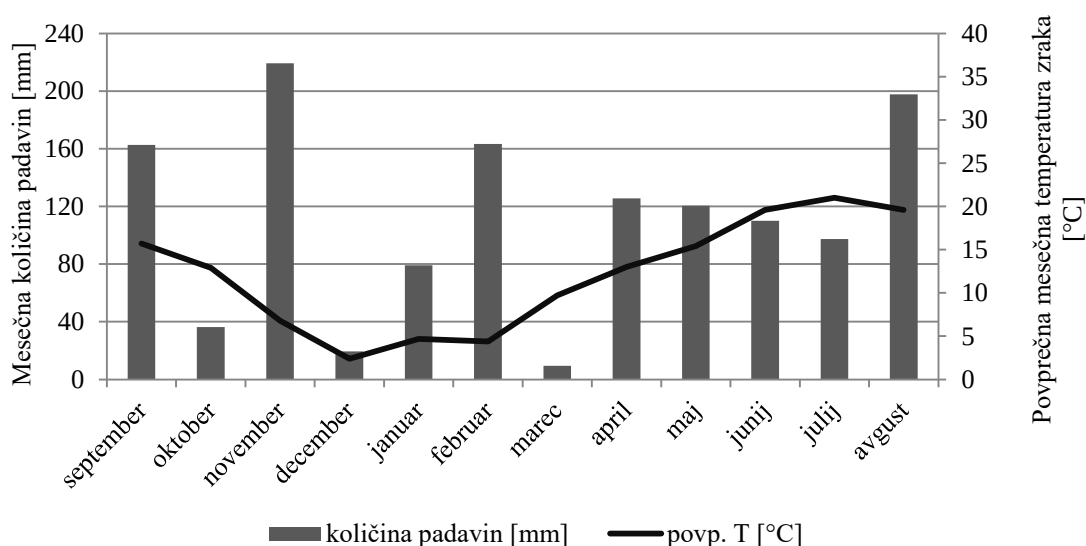
### 3.4 VREMENSKE RAZMERE V RASTNI DOBI

Podnebje v Cerkljah ob Krki je zmerno celinsko, s povprečno letno temperaturo okoli 10 °C. Povprečne julijske temperature so okoli 20 °C in januarske okoli -1 °C. Izjema je bilo leto

2003, ki je bilo izredno vroče in suho, povprečna temperatura je bila višja kar za 4 °C. Letna količina padavin v Cerkljah se giblje okoli 1000 mm. Rastna doba 2013/14 po vseh kazalcih dejavnikov vremena ni bila tipična, saj je bilo precej več padavin. Tudi zima je bila nadpovprečno topla (povprečna januarska temperatura je bila 4,7 °C). Tako topla zima je ugodno vplivala na prezimitev jesenskega posevka maka. Na sliki 5 so prikazane mesečne količine padavin in povprečne mesečne temperature v rastni dobi 2013/14.

Preglednica 2: Glavni vremenski podatki z meteorološke postaje Cerklje ob Krki – letališče v obdobju izvajanja poskusa z makom (*Papaver somniferum* L.) v letu 2013/14 (ARSO, 2015).

|           | Povprečna temperatura [°C] | Količina padavin [mm] | Max. padavine [mm] | Datum max. padavin | Število dni z vihnim vetrom |
|-----------|----------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| September | 15,7                       | 162,7                 | 40,8               | 30.9.              | 0                           |
| Oktober   | 12,9                       | 36,2                  | 8,6                | 10.10.             | 0                           |
| November  | 6,8                        | 219,2                 | 46,8               | 10.11.             | 1                           |
| December  | 2,4                        | 19,4                  | 11,7               | 30.12.             | 0                           |
| Januar    | 4,7                        | 79,2                  | 30,4               | 25.1.              | 0                           |
| Februar   | 4,4                        | 163,3                 | 44,1               | 12.2.              | 0                           |
| Marec     | 9,7                        | 9,5                   | 4,4                | 25.3.              | 0                           |
| April     | 13,0                       | 125,6                 | 25,5               | 9.4.               | 0                           |
| Maj       | 15,4                       | 120,5                 | 29,6               | 12.5.              | 2                           |
| Junij     | 19,6                       | 110,1                 | 28,5               | 13.6.              | 0                           |
| Julij     | 21,0                       | 97,3                  | 24,9               | 11.7.              | 0                           |
| Avgust    | 19,6                       | 197,8                 | 88,2               | 14.8.              | 0                           |

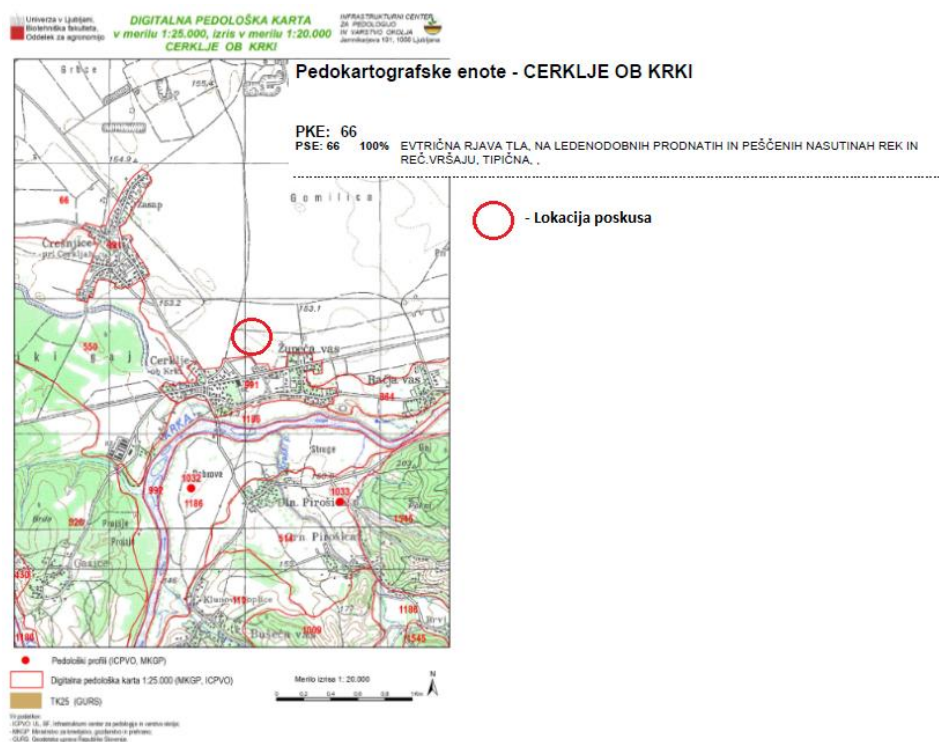


Slika 5: Količina padavin in povprečne mesečne temperature v Cerkljah ob Krki v času izvajanja poskusa (ARSO, 2015).

Vpliv vsot efektivnih temperatur in količine padavin na posamezen rok setve tudi v povezavi s fenofazami bo predstavljen v poglavju rezultati. Na tem mestu velja poudariti, da sta bila v maju zaznana dneva z vihnim vetrom, kar je vplivalo na nekoliko poležan posevek maka posejanega jeseni, predvsem na bolj izpostavljenih (zunanjih) parcelicah.

### 3.5 TALNE RAZMERE

Njiva, kjer sta bila izvedena poljska poskusa z vrtnim makom se razprostira na ravnini, ki je del Krškega polja, ki se razteza med Savo in Krko. Nadmorska višina polja je med 150 in 160 m nadmorske višine. V kamninski sestavi polja je večinoma apnenčasti prod, ponekod pesek. Matično kamninsko podlago prekrivajo rodovitna tla rjave barve. Tla na parceli, kjer je bil izveden poskus uvrščamo med evtrična rjava tla, ki so zelo pogosta v ravninah Slovenije in so nastala na nanosih večjih rek. Teksturno se ta tla uvršča med peščeno-illovnate (ICPVO, 2015), pH tal znaša 5,6. To je rahlo prenizko s stališča splošnih smernic glede ohranjanja rodovitnosti tal, prav tako pa tudi glede rastnih zahtev maka. Založenost s fosforjem in kalijem ter pH so bili določeni pred setvijo. Rezultati analize tal izvedene v KGZ Murska Sobota so predstavljeni v preglednici 3.



Preglednica 3: Rezultati analize talnega vzorca v Cerkljah ob Krki na njivi z makom (*Papaver somniferum* L.) pred setvijo.

| Dejavnik stanja v tleh                        | Meritev             | Stanje preskrbljenosti tal (Mihelič in sod., 2010) |
|-----------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------|
| pH                                            | 5,64                | pH rahlo prenizek, potrebno apnjenje               |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (po AL- metodi) | 23,14 mg/100 mg tal | dobra založenost tal s fosforjem                   |
| K <sub>2</sub> O (po AL- metodi)              | 19,21 mg/100 mg tal | srednje dobra založenost tal s kalijem             |

Rezultati analize tal kažejo na dobro založenost tal z obema makroelementoma, prav tako pa smo pred setvijo dodali 100 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in 150 kg/ha K<sub>2</sub>O.

### 3.6 MERITVE IN OBDELAVA PODATKOV

Pri meritvah na poskusih smo uporabljali standardna orodja. Za merjenje višine rastlin merilni trak in za merjenje dimenzije glavic kljunasto merilo. Višino rastlin je razdalja od tal do konca zgornje glavice na posamezni rastlini. Premer glavice je bil izmerjen na njenem najširšem delu (UPOV, 2012).

Za tehtanje pridelkov je bila uporabljena laboratorijska tehtnica.

Za meritve vlage pridelanega in očiščenega semena smo uporabili prenosni merilnik vlage za žita Wille 55, ki vsebuje tudi merilne nastavitve za mak.

Podatki o površinah in pridelkih vrtnega maka za seme in olje so dostopni v podatkovni bazi Organizacije za prehrano in kmetijstvo (FAO), s pomočjo teh podatkov smo pripravili kratek pregled svetovne pridelave oljnega maka z razlagami obsega pridelave in pridelanega semena.

Rezultate iz poljskih poskusov smo uredili s pomočjo programa Excel, nadaljnje statistične analize pa so bile izvedene s pomočjo programa R.

### 3.7 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

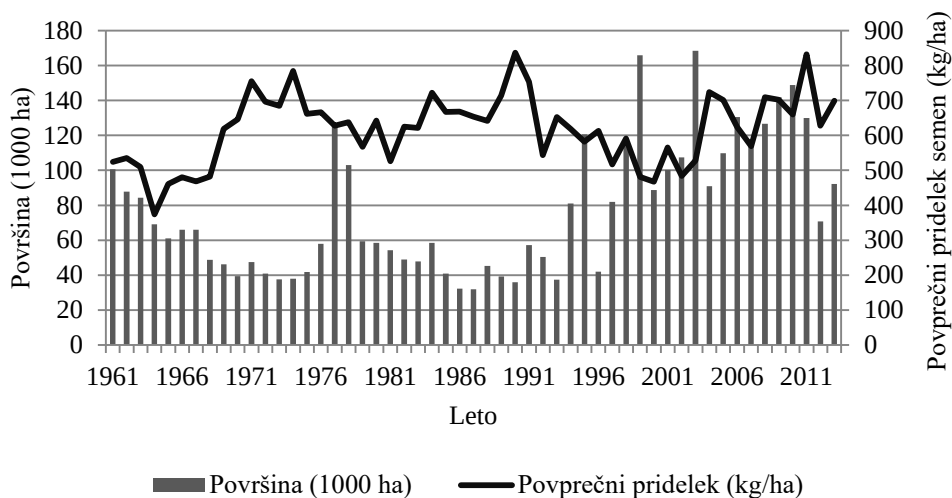
Rezultate poskusa (pridelek semen na poskusno parcelo, število rastlin na m<sup>2</sup>, višina rastlin, število stranskih poganjkov, premer glavic, pridelek semen na posamezno glavico) smo obdelali z analizo variance za slučajne bloke za dvofaktorski poskus in z linearnim modelom, kjer smo primerjali povezanosti med povprečnim pridelkom in številom stranskih poganjkov, med pridelkom semen na glavico in premerom glavice, med premerom glavic in številom stranskih poganjkov in med številom stranskih poganjkov in številom rastlin na m<sup>2</sup>, to je od povprečne gostote ob spravilu. Obravnavanja so bila določena z vsemi kombinacijami dveh preučevanih dejavnikov: gnojenje (NPK 15-15-15, KAN, ENTEC® in kontrola brez gnojenja) in čas setve (jesen, pomlad). Statistično analizo smo naredili s programom R (R Core Team, 2015).

## 4 REZULTATI

### 4.1 PRIDELAVA MAKA ZA SEME IN OLJE V SVETU IN PRI NAS

O svetovnih površinah vrtnega maka ni zanesljivih podatkov, saj je velika večina maka za opij v Aziji in ilegalna. Manjši obseg proizvodnje je namenjen tudi pridelavi semena, ki lahko poteka sočasno s pridelavo opija. Po spravi opija namreč pustijo, da seme v glavicah dozori.

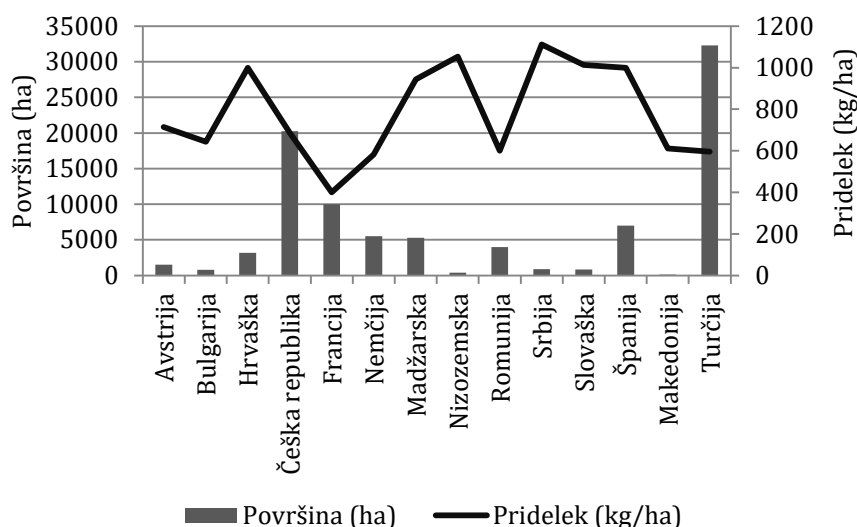
Slika 7 prikazuje svetovno pridelavo vrtnega maka za seme in olje (FAOSTAT, 2015). Pridelava se je v zadnjih petdesetih letih precej spreminjala. V šestdesetih letih 20. stoletja je bilo posejanega okoli 70.000 hektarjev vrtnega maka. Pozneje se je površina zmanjševala vse do devetdesetih let 20. stoletja, z nekaterimi vmesnimi obdobji precej večje pridelave. Po letu 1993 se je pridelava nekajkrat strmo povečala, in sicer je bil v letih na prelomu tisočletja mak posejan na okoli 160.000 hektarjih, v zadnjih letih pa je ponovno manjša, okoli 100.000 hektarjev. Tudi hektarski pridelki semena so se v tem obdobju zelo spreminjali. Razvidno je rahlo povečanje pridelkov. Na začetku preučevanega obdobja so bili pridelki v povprečju okoli 500 kg na hektar, v zadnjih letih pa so vendarle nekoliko višji in znašajo 700 kg na hektar.



Slika 7: Površine (ha) in pridelki (kg/ha) oljnega maka (*Papaver somniferum* L.) v svetu v obdobju 1961 do 2013 (FAOSTAT, 2015).

Iz slike 8 je razvidno, da so glavne pridelovalke vrtnega maka za seme in olje zvečine evropske države. Največja pridelovalka maka v letu 2013 je bila Turčija z relativno nizkim pridelkom, to je približno 600 kg/ha. Sledijo ji Češka, Francija, Španija, Nemčija, Madžarska, Hrvaška in Avstrija. Površine v drugih državah so pod tisoč hektarji. Največji povprečni hektarski pridelok v letu 2013 so dosegli v Srbiji (1100 kg/ha), na Nizozemskem (1000 kg/ha) in v Španiji (950 kg/ha). Med državami z majhnimi pridelki pa treba omeniti Romunijo (600 kg/ha) in Makedonijo (600 kg/ha) ter Francijo (400 kg/ha).





Slika 8: Največje države pridelovalke oljnega maka (*Papaver somniferum* L.) in njihovi povprečni hektarski pridelki v letu 2013 (FAOSTAT, 2015).

#### 4.2 PRIMERJAVA ROKOV SETVE PO FENOFAZAH

Poleg fenofaz (Pospišil A. in Pospišil M., 2013) sta v preglednicah predstavljena tudi dva pomembna meteorološka podatka (količina padavin in vsota efektivnih temperatur), ki odločilno vplivata na dolžino rastne dobe in intenzivnost proizvodnje suhe snovi pri rastlinah maka.

Preglednica 4: Primerjava fenofaz pri jesenski (14. 9. 2013) in spomladanski setvi (22. 3. 2014) maka (*Papaver somniferum* L.), trajanje posameznih razvojnih faz, količina padavin ter vsota efektivnih temperatur.

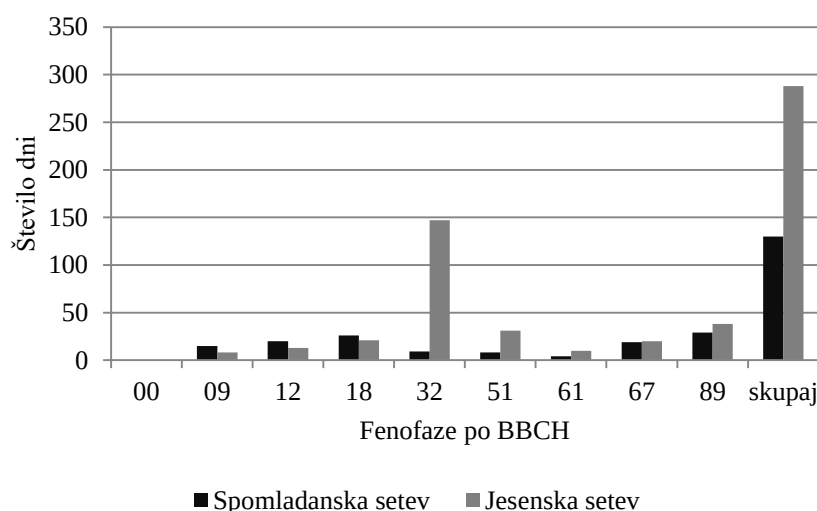
| BBCH    | Opis fenofaze                     | Datum      |           | Število dni |        | Količina padavin [mm] |        | Vsota efekt. temp. [°C] |        |
|---------|-----------------------------------|------------|-----------|-------------|--------|-----------------------|--------|-------------------------|--------|
|         |                                   | jesen      | pomlad    | jesen       | pomlad | jesen                 | pomlad | jesen                   | pomlad |
| 00      | Suho seme (setev)                 | 14. 9. 13  | 22. 3. 14 | -           | -      | -                     | -      | -                       | -      |
| 09      | Vznik (vidni klični listi)        | 22. 9. 13  | 6. 4. 14  | 8           | 15     | 37,5                  | 7,2    | 80,5                    | 100,1  |
| 12      | Razvita dva prava lista           | 5. 10. 13  | 26. 4. 14 | 13          | 20     | 44,9                  | 95,9   | 95,5                    | 144,7  |
| 18      | Razvitih 8 listov - škropljenje   | 26. 10. 13 | 22. 5. 14 | 21          | 26     | 35,0                  | 112,7  | 165,3                   | 244,1  |
| 32      | 20 % končne višine - dognojevanje | 22. 3. 14  | 31. 5. 14 | 147         | 9      | 486,0                 | 35,4   | 328,0                   | 118,9  |
| 51      | Vidni cvetni brsti                | 26. 4. 14  | 8. 6. 14  | 31          | 8      | 103,1                 | 4,9    | 244,8                   | 97,1   |
| 61      | Začetek cvetenja                  | 6. 5. 14   | 12. 6. 14 | 10          | 4      | 54,7                  | 0      | 91,0                    | 76,8   |
| 67      | Konec cvetenja                    | 25. 5. 14  | 1. 7. 14  | 20          | 19     | 58,1                  | 105,1  | 216,6                   | 273,2  |
| 89      | Tehn. zrelost - spravilo          | 1. 7. 14   | 29. 7. 14 | 38          | 29     | 146,8                 | 90,7   | 516,0                   | 466,4  |
| SKUPAJ: |                                   |            |           | 288         | 130    | 966                   | 452    | 1738                    | 1521   |

Dolžina rastne dobe jarega maka bila krajša za več kot polovico rastne dobe ozimnega, saj je od setve do zrelosti preteklo le 130 dni, medtem ko je mak posejan jeseni rasel 288 dni. Rastna doba jesenske setve je bila več kot dvakrat daljša kot pri spomladanski setvi maka.

Seštevek učinkovitih temperatur s temperaturnim pragom 5 °C ne kaže tako občutnih razlik med rokoma setve, kar je povsem razumljivo, saj dnevne temperature pri prezimovanju ozimnega maka večinoma ne presegajo praga aktivnih temperatur. Razlika med jesensko in spomladansko setvijo znaša 217 °C oziroma je vsota učinkovitih temperatur v spomladanski setvi za 12 % nižja od vsote učinkovitih temperatur jesenske setve.

Pri količini padavin je med obema rokoma setve ponovno precejšnja razlika, saj je pri ozimni setvi padlo več kot enkrat več padavin, vendar večina tega viška v obdobju prezimovanja.

Za boljšo predstavitev razlik v dolžini posameznih fenofaz jesenske in spomladanske setve služi tudi slika 9. Iz nje je razvidno, da je najbolj opazna razlika med obema rokoma setve med fazama razvitih 8 pravih listov in začetkom podaljševanja cvetnega stebela.



Slika 9: Trajanja posameznih fenofaz pri jesenski in spomladanski setvi vrtnega maka (*Papaver somniferum* L.) sorte 'Zeno 2002' v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

#### 4.3 PRIDELEK IN ZNAČILNOSTI DEJAVNIKOV PRIDELKA PO POSAMEZNIH POSKUSNIH PARCELICAH

##### 4.3.1 Povprečen pridelek semen

Osnovni namenov poskusa je bil ugotoviti razlike v količini pridelka semen vrtnega maka po obravnavanjih. Iz literature je razvidno, da so pridelki ozimnih setev navadno večji v primerjavi s spomladanskimi. V preglednici 5 so predstavljeni rezultati obeh izvedenih poljskih poskusov.

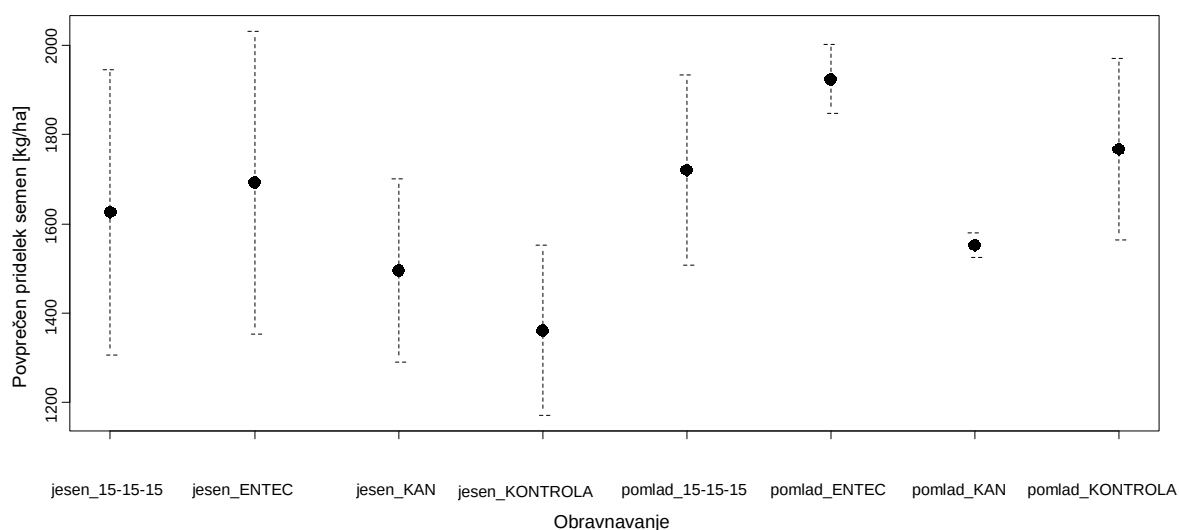
Preglednica 5: Povprečna vlažnost semena ob spravilu in pridelek semen vrtnega maka (*Papaver somniferum* L.) po obravnavanjih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

| Rok setve | Gnojenje     | Povprečna vlažnost (%) | Povprečen pridelek na parcelo (g) | Standardna napaka | Povprečen pridelek na hektar (kg) | Standardna napaka |
|-----------|--------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Jeseni    | NPK 15-15-15 | 8,2                    | 3106,6                            | 610,9             | 1626,5                            | 319,8             |
|           | ENTEC®       | 8,4                    | 3233,8                            | 647,0             | 1693,1                            | 338,8             |
|           | KAN          | 8,1                    | 2858,1                            | 392,1             | 1496,4                            | 205,3             |
|           | Kontrola     | 8,0                    | 2601,4                            | 363,4             | 1362,0                            | 190,3             |
|           | Povprečje    | 8,2                    | 2950,0                            | 234,9             | 1544,5                            | 122,0             |
| Spomladi  | NPK 15-15-15 | 9,5                    | 3286,4                            | 405,3             | 1720,6                            | 212,2             |
|           | ENTEC®       | 9,1                    | 3676,7                            | 149,1             | 1925,0                            | 78,1              |
|           | KAN          | 9,6                    | 2965,1                            | 51,9              | 1552,4                            | 27,2              |
|           | Kontrola     | 9,0                    | 3376,9                            | 389,3             | 1768,0                            | 203,8             |
|           | Povprečje    | 9,3                    | 3326,3                            | 146,1             | 1741,5                            | 76,5              |

Z analizo varianc po obravnavanjih ni bilo ugotovljenih nobenih statistično značilnih razlik ( $\alpha=0,05$ ) (rezultati analiz varianc so podani v poglavju Priloge). Prav tako ni bila statistično značilna interakcija med obema dejavnikoma (rok setve, gnojenje). Rezultati niso v skladu s trditvami iz literature (Bernáth in Németh, 1998).

Največji pridelek pri jesenski setvi je bil ugotovljen pri uporabi mineralnega gnojila ENTEC®, in sicer  $3233,8 \pm 647$  g na testno parcelico oziroma 1693,1 kg na hektar. Najmanjši pridelek semen je bil pri obravnavanju brez gnojenja in je znašal  $2601,4 \pm 363,4$  g na parcelico, preračunan pridelek pa je bil 1362 kg na hektar. Razlika med tema obravnavanjema je 331 kg oziroma 20 %. Pri spomladanski setvi je bil prav tako največji pridelek ob uporabi gnojila ENTEC®, in sicer je znašal  $3676,7 \pm 149,1$  g na testno parcelo, kar preračunano na hektar pomeni 1925 kg pridelka semen pri 8-odstotni vlagi. Najmanjši pridelek pri spomladanski setvi pa je bil na parceli gnojeni s KAN-om in je znašal  $2965,1 \pm 51,8$  g na parcelico oziroma 1552,4 kg na hektar. Možni razlogi za takšne rezultate poskusa so podani v poglavju Razprava.

Iz slike 10 je razviden povprečni pridelek semen na hektar pri 8-odstotni vlagi. Med obravnavanji ni statistično značilnih razlik. Variabilnosti po obravnavanjih so velike, te ugotovitve opravičujejo uporabo bločne zasnove poskusa.



Slika 10: Povprečni pridelek semen maka (*Papaver somniferum* L.) na hektar pri 8-odstotni vlagi po obravnavanjih v letih 2013/14.

Glede na to, da ni ugotovljenih statistično značilnih razlik med obravnavanji in ker je pomemben vidik naloge primerjava jesenskega in spomladanskega roka setve, je v preglednici 6 prikazan povprečen pridelek po vseh gnojenjih za vsak posamezen rok setve posebej. Povprečen pridelek semen maka posejanega jeseni je bil  $2,95 \pm 0,24$  kg na testno parcelico, kar je okoli 1544 kg pridelka na hektar. Pridelek spomladanske setve je bil  $3,33 \pm 0,15$  kg na oziroma 1741 kg na hektar. Pridelek semen maka v spomladanski setvi je presegel jesensko setev, in sicer za 197 kg/ha. Razlika med rokoma setve se z analizo varianc ( $\alpha=0,05$ ;  $p=0,1845$ ) ni izkazala za statistično značilno.

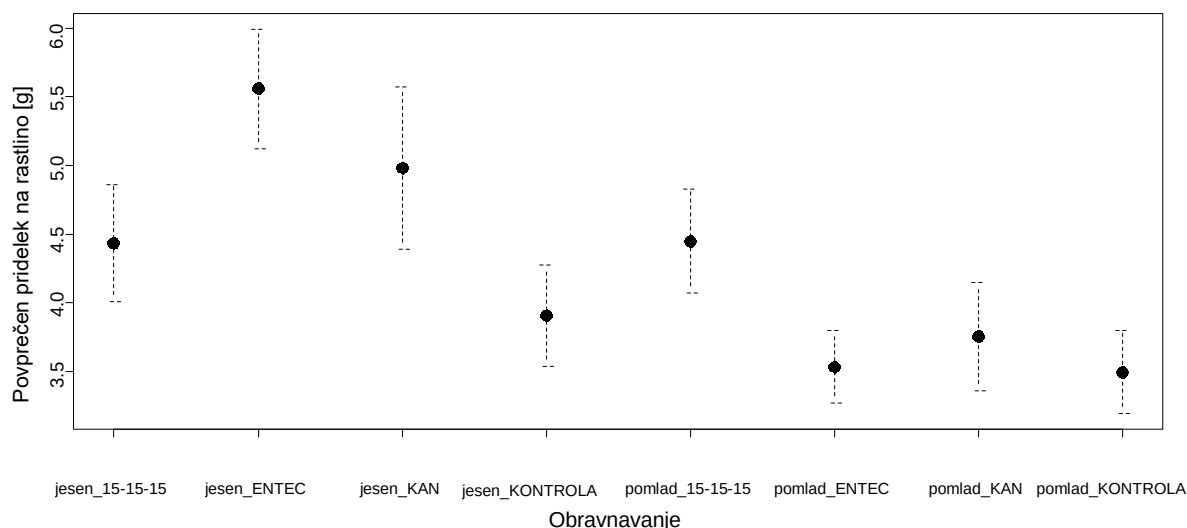
Preglednica 6: Povprečna vlažnost semen ob spravilu in pridelki semen vrtnega maka (*Papaver somniferum* L.) v jesenski in spomladanski setvi v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

| Rok setve | Povprečna vlaga semen ob spravilu (%) | Povprečen pridelek semen na parcelo pri 8-odstotni vlagi (g) | Standardna napaka | Povprečen pridelek na hektar pri 8-odstotni vlagi (kg) | Standardna napaka |
|-----------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|
| Jeseni    | 8,2                                   | 2950,0                                                       | 234,9             | 1544,5                                                 | 122,0             |
| Spomladi  | 9,3                                   | 3326,3                                                       | 146,1             | 1741,5                                                 | 76,5              |

#### 4.3.2 Povprečen pridelek na rastlino

Na sliki 11 so prikazani povprečni pridelki semen maka na rastlino po obravnavanjih. V jesenski setvi je bil povprečni pridelek semen na rastlino največji pri uporabi gnojila ENTEC®, in sicer je znašal  $5,6 \pm 0,44$  g. Najmanjši povprečni pridelek na rastlino je pri bil kontroli, torej pri obravnavanju brez gnojenja in je znašal  $3,9 \pm 0,37$  g. Največji povprečni pridelek na rastlino pri spomladanski setvi, je bil pri uporabi mineralnega gnojila NPK 15-15-15 in je znašal  $4,4 \pm 0,39$  g, najmanjši pa je bil pri kontroli, in sicer  $3,5 \pm 0,30$  g. Izkazalo se je, da so povprečni pridelki na rastlino pri jesenski setvi nekoliko višji, vendar se to pri skupnem pridelku na parcelo ne pokaže zaradi manjše gostote posevka ob spravilu. Možni

vzroki za manjšo gostoto ob spravilu so podani v poglavju Razprava. Rok setve je mejno statistično značilen.



Slika 11: Povprečni pridelek semen maka (*Papaver somniferum* L.) na rastlino po obravnavanjih v poskusih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

### 4.3.3 Gostota posevka

Pred spravilom maka, smo na posameznih testnih parcelah prešteli število rastlin na kvadratni meter in rezultate nato preračunali na hektar. Zanimalo nas je kakšna je bila gostota posevka ter razlike med rokoma setve in obravnavanji.

Preglednica 7: Povprečno število rastlin maka (*Papaver somniferum* L.) po posameznih obravnavanjih na površino ob spravilu pri poskusih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

| Rok setve | Gnojenje     | Povprečno število rastlin na m <sup>2</sup> | Standardna napaka | Število rastlin na hektar |
|-----------|--------------|---------------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Jeseni    | NPK 15-15-15 | 56,3                                        | 3,92              | 563.333                   |
|           | ENTEC        | 52,3                                        | 3,17              | 523.333                   |
|           | KAN          | 55,3                                        | 2,84              | 553.333                   |
|           | Kontrola     | 50,0                                        | 3,61              | 500.000                   |
|           | Povprečje    | 53,6                                        | 1,64              | 535.000                   |
| Spomladi  | NPK 15-15-15 | 66,0                                        | 2,31              | 660.000                   |
|           | ENTEC        | 66,3                                        | 0,88              | 663.333                   |
|           | KAN          | 67,3                                        | 0,67              | 673.333                   |
|           | Kontrola     | 64,7                                        | 2,97              | 646.667                   |
|           | Povprečje    | 66,1                                        | 0,88              | 660.833                   |

Gostoti posevka pred spravilom se po rokih setve razlikujeta. Razlika je pri  $\alpha=0,05$  tudi močno statistično značilna ( $p=0,0000$ ). Povprečno število rastlin maka posejanega spomladi je za okoli 20 % večje od števila rastlin maka posejanega jeseni. Med različnimi gnojenji ni statistično značilnih razlik, prav tako ni statistično značilna interakcija.

#### 4.4 MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI RASTLIN PO POSAMEZNIH OBRAVNAVANJIH

Na posameznih testnih parcelah smo naključno izbrali po 20 rastlin, na katerih smo izvedli meritve nekaterih karakterističnih lastnosti rastlin.

##### 4.4.1 Povprečna višina rastlin

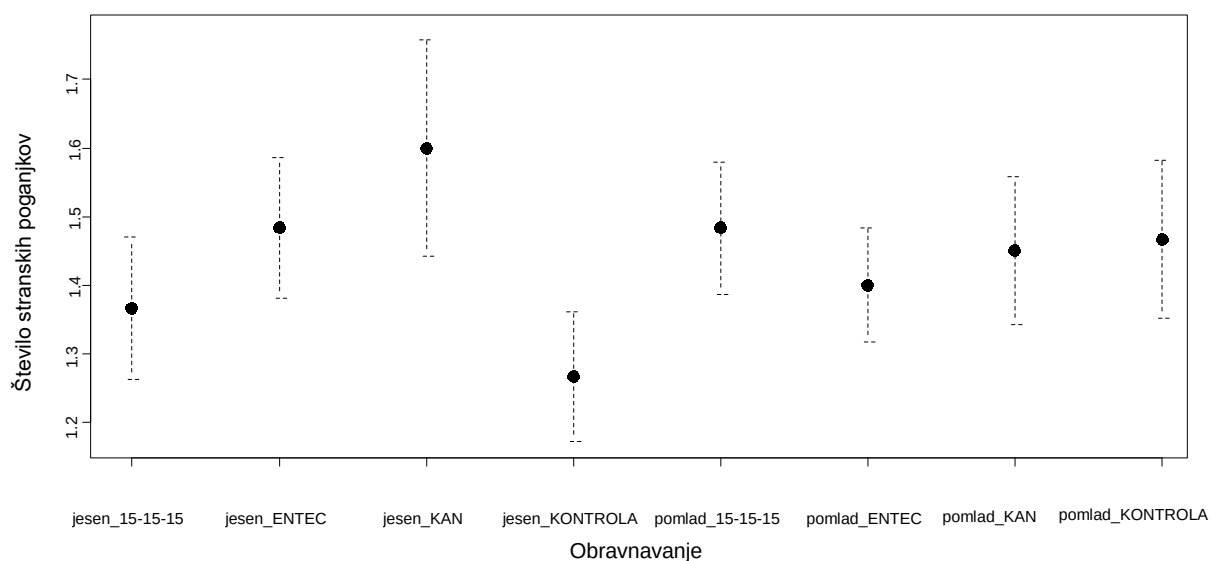
Med jesensko in spomladansko setvijo je bila ugotovljena velika razlika v višini rastlin. Rastline so statistično značilno višje pri maku posejanem jeseni ( $\alpha=0,05$  znaša  $p=0,0000$ ). Med posameznimi gnojenji v obeh poskusih ni bilo statistično značilnih razlik.

Preglednica 8: Povprečna višina rastlin maka (*Papaver somniferum* L.) ob spravilu po obravnavanjih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

| Rok setve | Gnojenje     | Povprečna višina rastlin (cm) | Standardna napaka |
|-----------|--------------|-------------------------------|-------------------|
| Jeseni    | NPK 15-15-15 | 140,4                         | 2,26              |
|           | ENTEC        | 142,0                         | 1,77              |
|           | KAN          | 140,9                         | 2,06              |
|           | Kontrola     | 132,5                         | 1,95              |
|           | Povprečje    | 139,0                         | 1,03              |
| Spomladi  | NPK 15-15-15 | 83,5                          | 1,13              |
|           | ENTEC        | 80,9                          | 1,11              |
|           | KAN          | 79,5                          | 1,23              |
|           | Kontrola     | 82,3                          | 1,31              |
|           | Povprečje    | 81,6                          | 0,60              |

##### 4.4.2 Povprečno število stranskih poganjkov

Kot je razvidno iz slike 12 ni statistično značilnih razlik v številu stranskih poganjkov med obravnavanji. Med obravnavanji najbolj izstopa parcela brez gnojenja maka posejanega jeseni. Pri spomladi sejanem maku, pa je opazna večja izenačenost rastlin po številu stranskih poganjkov.



Slika 12: Število stranskih poganjkov na posamezni rastlini maka (*Papaver somniferum* L.) po obravnavanjih v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

#### 4.4.3 Povprečen premer glavic

Iz preglednice 9 je razvidno, da je bil premer glavic pri jesenskem roku setve maka statistično značilno večji. V povprečju je ta razlika znašala 3,4 mm oziroma več kot 10 %. Med različnimi gnojenji ni prišlo do statistično značilnih razlik v premeru glavic.

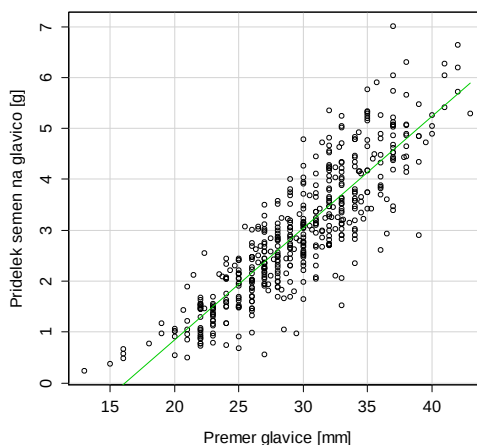
Preglednica 9: Povprečen premer glavic maka (*Papaver somniferum* L.) po obravnavanjih v Cerkljah ob Krki v letih 2014/15.

| Rok setve | Gnojenje     | Povprečen premer glavic (mm) | Standardna napaka |
|-----------|--------------|------------------------------|-------------------|
| Jeseni    | NPK 15-15-15 | 30,8                         | 0,75              |
|           | ENTEC        | 33,2                         | 0,63              |
|           | KAN          | 30,4                         | 0,53              |
|           | Kontrola     | 30,6                         | 0,67              |
|           | Povprečje    | 31,3                         | 0,33              |
| Spomladi  | NPK 15-15-15 | 29,2                         | 0,61              |
|           | ENTEC        | 27,4                         | 0,60              |
|           | KAN          | 27,5                         | 0,57              |
|           | Kontrola     | 27,4                         | 0,51              |
|           | Povprečje    | 27,9                         | 0,29              |

## 4.5 ANALIZA POVEZANOSTI DOLOČENIH DEJAVNIKOV

### 4.5.1 Povezanost med pridelkom semen na glavico in premerom glavice

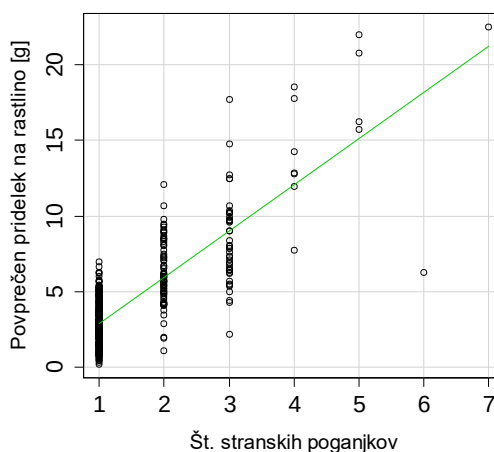
Slika 13 prikazuje, da obstaja statistično značilna povezanost med pridelkom semen na glavico in njenim premerom. Koeficient korelacije ( $r^2$ ) znaša 0,76, zveza pa je linearna. Večje glavice torej pomenijo večji pridelek semen znotraj le-teh.



Slika 13: Povezanost med pridelkom semen maka (*Papaver somniferum* L.) na posamezno glavico in premerom glavice v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

### 4.5.2 Povezanost med povprečnim pridelkom semen in številom stranskih poganjkov

Iz slike 14 je razvidno, da obstaja statistično značilna povezanost med povprečnim pridelkom semen na rastlino in številom stranskih poganjkov rastline maka. Koeficient korelacije znaša 0,65, zveza pa je linearna.

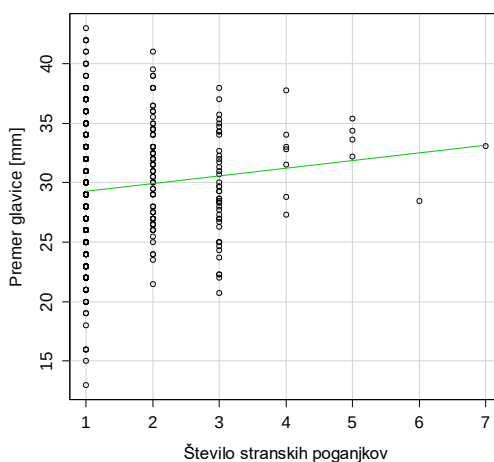


Slika 14: Povezanost med povprečnim pridelkom semen maka (*Papaver somniferum* L.) in številom stranskih poganjkov v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.



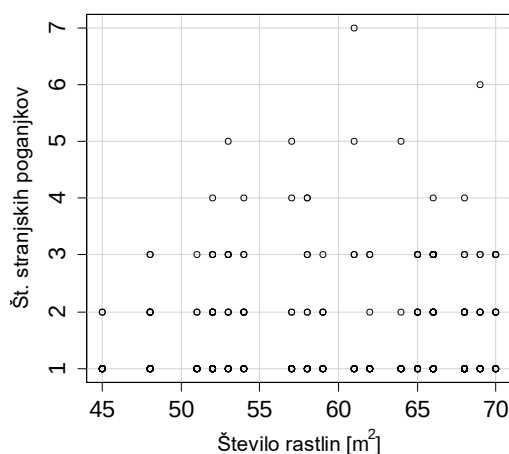
#### 4.5.3 Povezanost med premerom glavice in številom stranskih poganjkov

Iz slike 15 je razvidno, da povezanost med premerom glavic in številom stranskih poganjkov rastlin maka ni statistično značilna. Koeficient korelacije znaša 0,16. Pri rastlinah z manjšim številom stranskih poganjkov je bil premer glavic večji, vendar je tudi standardni odklon bistveno večji. Pri povprečnem premer glavic rastlin z večjim številom stranskih poganjkov je standardni odklon bistveno manjši, saj je malo glavic z ekstremno majhnim premerom.



Slika 15: Povezanost med premerom glavic maka (*Papaver somniferum* L.) in številom stranskih poganjkov v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

#### 4.5.4 Povezanost med številom stranskih poganjkov in gostoto posevka



Slika 16: Povezanost med številom stranskih poganjkov maka (*Papaver somniferum* L.) in gostoto posevka v Cerkljah ob Krki v letih 2013/14.

Zveza med številom rastlin na  $m^2$  in številom stranskih poganjkov ni statistično značilna, saj manjša gostota ne pomeni nujno večjega števila stranskih poganjkov. Iz slike 16 je razvidno, da tudi pri višjih gostotah rastline dosega visoko število stranskih poganjkov.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Svetovna pridelava vrtnega maka (*Papaver somniferum* L.) v zadnjih petdesetih letih precej niha tako v obsegu pridelave, kot v količini pridelanega semena na hektar. V analiziranem obdobju od 1961 do 2103 pa je vendarle opaziti manjše povečevanje pridelave. Pri pregledu največjih pridelovalk sta v ospredju Turčija in Češka ter nekatere zahodnoevropske države. Količina pridelanega semena na hektar pa je največja v Srbiji, na Nizozemskem in na Hrvaškem. Visoki pridelki na Hrvaškem, v Srbiji in na Madžarski kažejo na to, da ima mak kot poljščina v teh državah, ki so v naši bližini dobre pogoje za rast. Celinsko podnebje v povezavi z lahkimi, odcednimi tlemi ponuja dobre pogoje za doseganje visoki pridelkov makovih semen.

Dolžina rastne dobe spomladanske setve maka je bila krajša za več polovico rastne dobe jesenske setve, saj je od setve do zrelosti preteklo le 130 dni, medtem ko je mak posejan jeseni rasel 288 dni. Te ugotovitve se skladajo tudi z navedenimi podatki iz literature (Morasz, 1979, cit. po Bernáth in Németh 1998).

Seštevek učinkovitih temperatur s temperaturnim pragom 5 °C ne kaže tako občutnih razlik med rokoma setve, kar je povsem razumljivo, saj dnevne temperature pri prezimovanju ozimnega maka večinoma ne presegajo praga aktivnih temperatur. Literatura navaja, da ozimni mak potrebuje seštevek učinkovitih temperatur od 2600 do 2700 °C, medtem ko jari okoli 2000 °C (Đorđevski in Klimov, 1986). V primerjavi s temi navedbami je vsota učinkovitih temperatur v obeh poskusih precej nižja, vendar pri tem ni opaziti bistvenega vpliva na rast in razvoj ter tudi ne na pridelek makovih semen.

Pri količini padavin je med obema rokoma setve ponovno precejšnja razlika, saj je pri jesenski setvi padlo več kot dvakrat več padavin, vendar večina tega viška v obdobju prezimovanja. Po navedbah preteklih raziskav je potrebnih za normalno prezimovanje ozimnega maka 350 mm padavin. Mak v času rasti potrebuje med 400 in 450 mm padavin (Đorđevski in Klimov, 1986). Ta količina je bila presežena v obeh primerih. Izpostaviti velja precejšnje pomanjkanje padavin pri spomladanski setvi med fazama podaljševanja cvetnih stebel in razvoja cvetnih brstov. V tem obdobju je namreč padla zanemarljiva količina padavin (4,9 mm), vendar na rastlinah ni bilo opaziti kakšnih pretiranih znakov pomanjkanja vode. Predvidevamo da so rastline v tem obdobju črpale vodne zaloge iz tal, ki sicer nimajo zelo velike kapacitete za zadrževanje vode, vendar zadostne za tako obdobje pomanjkanja padavin.

Za boljšo predstavitev razlik med posameznimi fenofazami jesenske in spomladanske setve služi tudi slika 8. Iz nje je razvidno, da je najboljše razlika med obema rokoma setve med fazama razvitih 8 pravih listov in začetkom podaljševanja cvetnega stebela. Pri ozimnem je ta faza trajala skozi zimo, kar pomeni, da je rastlina v času pod pragom učinkovitih temperatur mirovala. Pri spomladanski setvi pa je prehod iz faze rozete v podaljševanje

stebila potekel v dobrem tednu dni. V literaturi (Bernáth in Németh, 1998) je ta faza označena kot obdobje največjih potreb po vodi in hranilih. Količina padavin je pri ozimni setvi precejšnja, medtem ko pri spomladanski ne dosega zelene količine. Tu velja omeniti, da smo v fazi začetka podaljševanja stebila v obeh poskusih opravili tudi dognojevanje z izbranimi mineralnimi gnojili. Med ostalimi fazami razvoja rastlin ni tako občutnih razlik in tudi dolžine le-teh se skladajo s tistimi navedenimi v literaturi (Morasz, 1979, cit. po Bernáth in Németh 1998).

Pridelek semen vrtnega maka (*Papaver somniferum* L.) je bil v obeh poskusih velik in je presegal povprečne hektarske pridelke v letu 2013 v analiziranih državah po dostopnih statističnih podatkih FAO. Pregled pridelkov pri ostalih pogostih sortah vrtnega maka po Evropi (Németh, 1998) kaže, da so takšni pridelki povsem pričakovani, pri nekaterih sortah navajajo tudi pridelke okoli dveh ton semen na hektar. V tem pogledu sta oba poskusa pokazala, da so razmere za pridelavo in doseganje visokih pridelkov maka v Cerkljah ob Krki dobri. Med rokoma setve pa ni bilo statistično značilnih razlik. Nikjer v literaturi nismo našli poskusov, ki bi primerjali jesensko in spomladansko setev iste sorte, vendar avtorji (Bernáth in Tétényi, 1982) navajajo, da se v nam primerljivih klimatskih razmerah zmernega pasu (južnejši deli Madžarske in Avstrije) lahko odločamo za jesensko setev, vendar moramo v zakup vzeti tveganje slabše prezimitev rastlin. V severnejših območjih Evrope pa jesenske setve ne svetujejo (Ruminska, 1973. cit. po Németh 1998). Sorta 'Zeno 2002' je po navedbah žlahtnitelja (Zeno projekte, 2015) najpogostejša sorta maka v Avstriji za jesensko setev. Rezultat se torej ujema s temi navedbami, saj je bila prezimitev jesenske setve ustrezna in temu primeren tudi pridelek. Tu velja omeniti tudi nadpovprečno toplo zimo v letu 2013/14, kar je gotovo vplivalo na še boljšo prezimitev rastlin. Z vidika prezimitev je tako spomladanska setev ustrežnejša, v kolikor vremenske razmere spomladi omogočajo čim bolj zgodnjo setev (v marcu). Na drugi strani pa lahko pozna spomladanska setev in poletna suša zelo zmanjšata na pridelek, zlasti če površin ni mogoče namakati. Zgodnejša žetev ima tudi prednosti z vidika setve še ene kulture in dveh žetev v eni rastni dobi.

Pomemben del poskusa je bil ugotoviti razlike med isto količino dodanega dušika (60 kg/ha) z različnimi mineralnimi gnojili in kontrolo brez gnojenja. Tudi med različnimi obravnavanji enako kot med rokoma setve ni bilo značilnih razlik. V pridelku se sicer v obeh poskusih kaže večji pridelek ob uporabi gnojila ENTEC®. Vendar ta ni statistično značilno večji niti od kontrole, niti od ostalih mineralnih gnojil. Po pridobljenih rezultatih se pojavi vprašanje, na katerega izvedena poskusa ne nudita odgovora, in sicer ali je za dobre pridelke maka v danih razmerah smiselno dognojevanje z dušikom. Rezultati preteklih poskusov na Tasmaniji (Laughlin, 1978) so pokazali pozitivne učinke gnojenja z dušikom na pridelek glavic. Razlogi za tako majhne razlike so lahko različni. Količina dodanega dušika je bila mogoče premajhna, da bi se pokazal učinek le-tega. Drugi razlog je lahko v izbiri termina dognojevanja, obstaja verjetnost, posebej pri amonijskih in počasi dostopnih oblikah dušika, da le-ta rastlinam ni bil na voljo v času najbolj intenzivne rasti (Morasz, 1979, cit. po Bernáth in Németh). Dobri rezultati so v obeh rokih setve tudi pri uporabi gnojila NPK 15-15-15, ki poleg dušika vsebuje tudi fosfor in kalij. Pozitivni učinki fosforja na pridelek maka

so bili dokazani že v preteklosti, medtem ko vpliv dušika in kalija ni bil statistično značilen (Földesi in sod., 1987). Za bolj natančne ugotovitve, bi bilo potrebno narediti analize vsebnosti dušika v semenih in slami, ter na ta način izračunati odvzem tega elementa s pridelkom.

Gostoti posevka pred pravilom se po rokih setve razlikujeta, kljub temu, da je bila ob setvi porabljena enaka količina semena 2 kg/ha. Razlogov za takšen rezultat je lahko več. Najverjetnejši je, da je pri prezimovanju posevka določen del rastlin propadel, kar v danih klimatskih razmerah ni nikakršno presenečenje (Németh, 1998). Vsekakor pa obe povprečni gostoti posevka tako jesenska kot spomladanska presegata optimalne gostote posevka ob pravilu, ki znašajo med 300 000 in 400 000 rastlin na hektar (Földesi, 1992).

Meritve različnih parametrov na posameznih rastlinah, so v vseh merjenih vrednostih pokazale boljše rezultate pri jesenski setvi, saj je bil povprečen pridelek semen na rastlino pri jesenski setvi večji. Iz tega lahko ugotovimo, da je bil glavni problem manjšega skupnega pridelka jesenske setve slabša prezimitev posevka. Ob boljši prezimitvi ali večji gostoti setve, bi bil pridelek maka sejaneja jeseni večji.

Najbolj očitna razlika je pri višini rastlin, saj je v povprečju mak, ki je bil sejan jeseni v povprečju od spomladanskega višji za skoraj 60 cm. Različno velikost rastlin so v preteklosti že pojasnili, predvsem z različnimi temperaturami v obdobju rasti in s tem povezanim trajanjem določenih razvojnih faz. V 80. letih 20. stoletja so s poskusi dokazali, da višje temperature v zgodnjih fazah razvoja pospešujejo razvoj in vplivajo na višino rastlin. Vse skupaj vodi tudi v hitrejše cvetenje. Do teh ugotovitev sta prišla Bérnath in Tétényi (1981), saj so poskusi pokazali da so ob hitrem dvigu temperatur z 12 °C na 26 °C rastline zacvetele 10 do 15 dni prej. Njihova končna višina je bila za 10 do 15 cm nižja, vpliva na pridelek glavic in semen pa niso zaznali.

Po številu stranskih poganjkov med rokoma setve in obravnavanju ni bilo statistično značilnih razlik. Velja pa izpostaviti, da je bilo pri jesenskem roku setve večje število rastlin z večjim številom stranskih poganjkov.

Pri analizah povezanosti med določenimi izmerjenimi parametri, smo ugotovili povezavo med premerom (velikostjo) glavic in pridelkom semena. Prav tako je močno statistično značilna povezanost med povprečnim pridelkom na rastlino in številom stranskih poganjkov. Iz tega lahko sklepamo, da je pri rastlinah maka zaželeno čim večje število stranskih poganjkov. Predvidevali smo, da manjše število rastlin na kvadratni meter pomeni večjo razvejanost, česar pa analiza te odvisnosti ni pokazala, saj ravno pri gostotah nad 60 rastlin na m<sup>2</sup> prišlo tvorbe večjega števila stranskih poganjkov. Za doseganje večjega števila rastlin ob isti gostoti bi bilo potrebno optimizirati razporeditev rastlin. Rastline, ki rastejo na medsebojni razdalji 3 do 4 cm, lahko tvorijo le eno glavico (ni stranskih poganjkov). Rastline, ki rastejo na razdalji 10 do 20 cm pa načeloma tvorijo 3 do 4 glavice, vendar pa na število stranskih poganjkov vplivajo tudi podnebne in agro-tehnične razmere (Muchova in sod., 1993).

## 5.2 SKLEPI

- Prva delovna hipoteza ni bila potrjena, saj povprečni pridelek jesenske setve maka ni bil večji, povprečni pridelek spomladanske setve ga je presegel za približno 200 kg/ha. Ugotovljeno je bilo, da je pridelek jesenske setve na posamezno rastlino večji, vendar se to zaradi manjše gostote ob spravilu to ni pokazalo v skupnem pridelku.
- Povprečna pridelka tako jesenske kot spomladanske setve sta glede na povprečne pridelke v državah pridelovalkah maka, visoka iz tega lahko sklepamo, da so razmere za rast in razvoj maka v Cerkljah ob Krki ugodne in omogočajo doseganje visokih pridelkov.
- Tudi drugo delovno hipotezo o statistično značilnem vplivu gnojenja na pridelek lahko ovržemo. Iz pregleda literature je razvidno, da gnojenje sicer pozitivno vpliva na količino pridelka semen pri maku, vendar zaradi različnih razlogov tega vpliva v izvedenih enoletnih poskusih nismo zaznali. Ti razlogi so lahko premajhna količina dodanega dušika, neustrezna izbira mineralnih gnojil in neprimeren termin dognojevanja, za podrobnejše ugotovitve bi bile potrebne analize na vsebnost dušika v semenih in slami, za izračun odvzema dušika s pridelkom.
- Med mineralnimi gnojili po obravnavanjih prav tako ni bilo zaznati statistično značilnih razlik. V obeh poskusih je po količini pridelanih semen nekoliko izstopalo obravnavanje, kjer smo uporabili gnojilo ENTEC 26<sup>®</sup>. Dober rezultat, je možno pripisati tudi precejšnji količini žvepla, ki ga to gnojilo vsebuje. Dobri rezultati so bili tudi ob uporabi kompleksnega mineralnega gnojil NPK 15-15-15, kar se ujema z ugotovitvami poskusov v tujini. Dodajanje fosforja in kalija med rastno dobo pozitivno vpliva na pridelek.
- Največji izziv v pridelavi na večjem obsegu je doseganje primerne gostote posevka, da se lahko rastline optimalno razvijejo. Setev z žitno sejalnico je primerna, vendar pri večji medvrstni razdalji in še manjši količini posejanega semena na hektar. Gostejša setev pa na drugi strani pozitivno vpliva na boljšo pokritost tal v zgodnjih fazah in manjšo možnost za pretirano zapleveljanje njive. Večje gostote so prav tako primernejše v spomladanskih setvah in v primeru strojnega spravila pridelka.
- Večjih težav z boleznimi in škodljivci na rastlinah maka ni bilo, kar je razumljivo, saj je bil mak v tem okolju prvič posejan v večjem obsegu. Predvsem na posevku maka posejanem spomladi se je pojavila makova plesen (*Peronospora arborescens* de Bary), razlog za to so bile obilne količine padavin v času po cvetenju. Za zatiranje bolezni na maku pri nas ni registriranih fitofarmacevtskih pripravkov.
- Za izbrano lokacijo v poskusnem letu 2014/15 se je izkazal za bolj primeren spomladanski rok setve, glede uporabe mineralnih gnojil pa bi priporočili založno gnojenje glede na analizo tal ter dognojevanje z ustreznimi količinami dušičnih gnojil.

## 6 POVZETEK

Vrtni mak (*Papaver smoniferum* L.) je ena najstarejših gojenih rastlin, ki izvira iz območja Sredozemlja. Arheološki ostanki pa pričajo tudi o gojenju te rastline na širšem območju Alp v času neolitika. Na ozemlju Slovenije so ga v daljni preteklosti gojili predvsem na območju ljubljanskega barja, do začetka 20. stoletja pa so mak sejali tudi na višje ležečih območjih Koroške in Pohorja ter v Prekmurju. Danes je vrtni mak na njivah po Sloveniji velika redkost. Po letu 2007 se njegova pridelava večja in obsega okoli 20 do 30 hektarjev letno. Pridelava je nadzorovana in jo je potrebno prijaviti ustreznim nadzornim organom.

Vrtni mak (*Papaver somiferum* L.) je enoletnica iz družine makovk (Papaveraceae). Celotna rastlina ima značilen modrosiv poprhr. Zanj je značilen slabo razvit in plitev koreninski sistem z vretenasto glavno korenino. Iz listne rozete požene steblo, ki je pokončno, gladko, okroglo in precej krhko. V normalnih razmerah doseže višino nad 100 cm. Na steblo se razvije tudi različno število stranskih poganjkov. Glavni in stranski poganjki se končajo s cvetom, ki je velik in dvojen. Po oprašitvi se razvije plod, tako imenovana glavica v kateri je večje število drobnih zrn ledvičaste oblike.

V območjih z zmernim podnebjem pridelujejo vrtni mak predvsem za pridobivanje semen oziroma olja. V subtropskih območjih pa je pridelava namenjena pridobivanju surovega opija, ki je bogat z različnimi alkaloidi (opiat). Največje oljnega maka (za seme in olje) pridelajo Turčija in nekatere srednje in zahodno evropske države. Povprečni pridelek semen na hektar se gibljejo okoli 700 kg. Seme je bogato z maščobami (40 – 50 %), beljakovinami (20 – 30 %) ter esencialnimi snovmi (minerali in vitamini).

Namen magistrskega dela je bil preveriti ustreznost pridelovalnih razmer v Cerkljah ob Krki (podnebne in talne razmere primerljive z večino rodovitnih ravnin na aluvialnih nanosih rek v Sloveniji) za vrtni mak. Ugotoviti smo želeli kako na pridelek vplivata jesenski in spomladanski rok setve ter gnojenje z mineralnimi gnojili. Poljska poskusa z vrtnim makom sta bila posejana v letih 2013/14 v Cerkljah ob Krki. Poskusna zasnova so bili slučajni bloki s štirimi obravnavanji (3 različna gnojenja z mineralnimi gnojili in kontrola brez gnojenja). Mak posejan na testnih parcelah smo, v tehnološki zrelosti, ročno potrgali in izvedli meritve različnih parametrov na rastlini in stehtali pridelek.

Povprečni pridelek maka je bil v obeh poskusih velik in nad svetovnim povprečjem in je v povprečju znašal 1643 kg na hektar. Domneve o večjem pridelku pri maku, ki smo ga posejanem jeseni nismo potrdili. Po pridelku med rokoma setve ni bilo statistično značilnih razlik, je pa bil pridelek semen spomladi posejanega maka (1741 kg/ha) večji od pridelka semen maka sejane jeseni (1544 kg/ha). Prav tako se med različnimi gnojenji in kontrolo niso pokazale statistično značilne razlike v količini pridelanih semen. V jesenski in spomladanski setvi je bil pridelek nekoliko večji pri parcelah gnojenih s počasno sproščujočo obliko dušika in dodanim žveplom ENTEC®. Poskus z gnojenjem ni potrdil domnev in dognanj iz literature. Možnih več razlogov, kot so premajhna količina dodanega dušika, neustrezen termin dognojevanja ali podobne oblike dušika pri uporabljenih mineralnih

gnojilih. Najbolj očitna razlika med rokoma setve je bila višina rastlin ob spravilu, ki je bila tudi statistično značilna, saj so rastline maka posejanega spomladi dosegle le dobro polovico višine jesenske setve. Prav tako je bila značilna tudi razlika v številu rastlin na površino ob spravilu, ta je bila približno 20 % manjša pri jesenskem roku setve, kar lahko priča o slabši prezimitvi rastlin. Pri ostalih agrotehničnih lastnostih (število stranskih poganjkov, pridelek semen na glavico) nismo opazili statistično značilnih razlik. Izjema je premer glavic, ki je v povprečju nekoliko večji pri jesenski setvi. Pri statistični analizi so bile ugotovljene tudi določene povezanosti, in sicer je povprečni pridelek na rastlino večji pri večjem številu stranskih poganjkov. Prav tako večji premer glavice pomeni večji pridelek semen v glavici. Povezave med gostoto rastlin ob spravilu in številom stranskih poganjkov nismo potrdili.

Poskusa sta dokazala, da so razmere v Cerkljah ob Krki ugodne za pridelavo maka. Glede na pridobljene rezultate priporočamo spomladansko setev in dognojevanje z dušičnimi gnojili. Za bolj natančne ugotovitve v zvezi z gnojenjem vrtnega maka, bi bilo potrebno izvajati poskus v daljšem obdobju ter z analizami semen in slame pridobiti podatke o odvzemih posameznih hranil s pridelkom.

Gojenje maka je tako na območju poskusa, kot tudi na drugih območjih s podobnimi podnebnimi in talnimi razmerami upravičeno in lahko predstavlja možnost za razširitev poljedelskega kolobarja in dopolnilno dejavnost, ki lahko predstavlja tudi dodaten vir zaslužka na sicer poljedelsko-živinorejskih kmetijah.

## 7 VIRI

ARSO: Agencija RS za okolje, Meteo.si.

<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/> (10. maj 2015)

Backsaaten (Mohn, Kümmel und Leinsamen). 2015. Linz, Saatbau Linz: 4 str.

[http://www.saatbau.com/uploads/magazine/backsaaten\\_2015\\_vs1\\_SCREEN.pdf](http://www.saatbau.com/uploads/magazine/backsaaten_2015_vs1_SCREEN.pdf) (maj 2015)

Balbi G. 1960. Poppy seed oil in manufacture of paints and varnishes. *Olearia*, 14: 97–104

Bernáth J. 1998a. Introduction. V: *Poppy: the genus papaver*. Bernáth J. (ed.). Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 1-7

Bernáth J. 1998b. Utilization of poppy seed. V: *Poppy: the genus papaver*. Bernáth J. (ed.). Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 337-342

Bernáth J., Németh E. 1998. Physiological – ecological aspects. V: *Poppy: the genus papaver*. Bernáth J. (ed.). Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 65-92

Bernáth J., Tétényi P. 1981. The effect of environmental factors on growth, development and alkaloid production of poppy (*Papaver somniferum* L.) I. Interaction of light and temperature. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 176, 7: 599-605

Bernáth J., Tétényi P. 1982. Production characteristic of *Papaver somniferum* L. cultivars of different origin and vegetation cycles. *Bulletin of Narcotics*, 34, 3-4: 113-127

Bernáth J., Tétényi P. 1986. The effect of environmental factors on growth, development and alkaloid production of poppy (*Papaver somniferum* L.) III. Nutrition and light. *Acta Agronomica Hungarica*, 35, 1-2: 35-39

Dorđevski J. in Klimov S. 1986. Mak. V: *Posebno ratarstvo*. Deo 2. Dončev N. (ur.). Beograd, Naučna knjiga: 7-84

Eklund A. in Agren G. 1975. Nutritive value of poppy seed protein. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 52, 6: 188-190

Eurochem Agro. 2015

<http://de.eurochemagro.com/uploads/entec.pdf> (24. april 2015)

FAOSTAT: Food and Agriculture organization. 2015.

<http://faostat.fao.org/> (maj 2015)

FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.

<http://www.fito-info.si/index.asp?ID=FFS/index.asp> (maj 2015)



- Földesi D., Bernáth J. in Kádár I. 1987. Study of the correlation between nutrient supply and yield in poppies. *Herba Hungarica*, 26: 113
- Földesi D. 1992. Poppy. V: Cultivation and processing of medical plants. Hornok L. (ed.). Budapest, Akadémiai Kiadó: 119-128
- ICPVO. Digitalna pedološka karta v merilu 1:25.000. 2015. Infrastrukturni center za Pedologijo in varstvo okolja. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo (izpis iz baze podatkov, julij 2015).
- Jogan N. 2001. Navodila za vaje iz sistemske botanike. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 105 str.
- Kadereit J.W. 1993. Papaveraceae. V: The Families and Genera of Vascular Plants Vol. II. Kubitzki K., Rohwer J.G. and Bittrich V. (eds.). Berlin, Springer- Verlag: 20–33
- Kempen G. J. M., Jansman A. J. M., Garnsworthy P. C. 1994. Recent advances in animal nutrition–1994. Loughborough, Nottingham University Press: 31-56
- Kocjan Ačko D. 2015. Vrtni mak. V: Poljščine. Ljubljana, Založba Kmečki glas: 111-116
- Laughlin J. C. 1978. The effect of band placed nitrogen and phosphorus fertiliser on the yeald of poppies (*Papaver somniferum* L.) grown on krasnozem soil. *Acta horticulture.*, 73: 165-172
- Maček J. 1991. Bolezni poljščin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 267 str.
- Mihalik E. 1998. Biology of poppy – Taxonomy. V: Poppy: the genus papaver. Bernáth J. (ed.). Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 7-45
- Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano: 184 str.
- Muchova D., Brezinova B. in Popovec M. 1993. Effect of stand on the yield of poppy. *Rostlinna Vyroba*, 39, 5: 437-443
- Németh E. 1998. Cultivation of poppy in the temperate zone. V: Poppy: the genus papaver. Bernáth J. (ed.). Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 219-235
- Petri G. in Mihalik E. 1998. Morphological – Anatomical aspects. V: Poppy: the genus papaver. Bernáth J. (ed.). Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 47-63
- Petrokemija Kutina. Stranice o mineralnim gnojivima. 2015.  
<http://www.petrokemija.hr/Temeljnjedjelatnosti/Mineralnagnojiva.aspx> (10. april 2015)

- Pospišil A., Pospišil M. 2013. Faze rasta i razvoj maka prema BBCH skali. V: Ratarstvo – praktikum. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet: 70-72
- Pravilnik o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka. 2011. Ur. l. RS. št. 40/11
- R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.  
<http://www.R-project.org/> (junij 2015)
- Sadar V. 1951. Mak. V: Oljnice, Korenovke, predivnice in hmelj. Ljubljana, Kmečka knjiga: 54-56
- Skupni katalog sort poljščin. 2014. 275-276. Uradni list Evropske unije. 2014.  
[http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC\\_2014\\_450\\_R\\_0001&from=SL](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC_2014_450_R_0001&from=SL) (18. april 2015)
- Swern D. 1972. Industrijski proizvodi ulja i masti po Baileyu. Zagreb, Znanje: 847 str.
- Saxton E. K. 2015. Soil Water Characteristics. USDA Agricultural Research Service. Washington State Univeresity. ZDA  
<http://hydrolab.arsusda.gov/soilwater/Index.htm> (junij 2015)
- Tétényi P. 1997. Opium poppy (*Papaver somniferum*): Botany and horticulture. Horticultural Reviews, 19: 373-405
- UPOV: Guidelines for the conduct of tests for Distinctness, Uniformity and Stability for Poppy (*Papaver somniferum* L.). 2012. Geneva, Upov: 31 str.
- Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 142 str.
- Zeno projekte. Dr. Georg Dobos. 2015.  
<http://members.aon.at/gdobos/mohn.html> (april 2015)

## **ZAHVALA**

Za vodenje, usmerjanje in strokovno pomoč pri pripravi magistrskega dela se iskreno zahvaljujem mentorici doc. dr. Darji KOCJAN AČKO.

Iskrena hvala tudi recenzentu doc. dr. Roku MIHELIČU za natančen pregled dela in veliko strokovnih nasvetov.

Za pomoč in koristne nasvete pri vrednotenju rezultatov se zahvaljujem doc. dr. Damijani KASTELEC.

Hvala tudi predsednici komisije prof. dr. Zlati LUTHAR.

Posebna zahvala gre moji družini, ki mi je stala ob strani in me podpirala v celotnem času študija ter tudi za veliko pomoči pri izvedbi poskusa. Hvala tudi vsem prijateljem, ki so pomagali pri ročnih opravilih tekom poskusa.

Hvala vsem, ki ste me spremljali v času študija in ga obogatili s številnimi nepozabnimi izkušnjami.

## PRILOGA A

### Analiza variance

Priloga A1: Analiza variance za vpliv roka setve in gnojenja na pridelek semen maka (*Papaver somniferum* L.) v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
> AnovaModel.4 <- aov(Pridelek_ha..ha. ~ Blok+ rok_setve*Obravnavanje,
data=MAK)

> summary(AnovaModel.4)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Blok           2  659707   329854    2.760 0.0976 .
rok_setve      1  232917   232917    1.949 0.1845
Obravnavanje   3   291865    97288    0.814 0.5072
rok_setve:Obravnavanje 3  113013    37671    0.315 0.8142
Residuals     14 1673200   119514
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Priloga A2: Analiza variance za vpliv roka setve in gnojenja na gostoto rastlin maka (*Papaver somniferum* L.) ob spravilu v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
> AnovaModel.6 <- aov(Gostota ~ Blok+ rok_setve*Obravnavanje, data=MAK)

> summary(AnovaModel.6)
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Blok           2   182.6     91.3    6.747 0.00887 **
rok_setve      1   950.0    950.0   70.219 7.95e-07 ***
Obravnavanje   3    63.1     21.0    1.555 0.24439
rok_setve:Obravnavanje 3    22.8      7.6    0.562 0.64916
Residuals     14   189.4     13.5
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Priloga A3: Analiza variance za vpliv roka setve in gnojenja na povprečen pridelek na posamezno rastlino maka (*Papaver somniferum* L.) v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
mod4<-aov(pridelek~rok_setve*obravnavanje+Error(blok/obr), data=mak)
summary(mod4)

> summary(mod4)

Error: blok
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals  2   7.446    3.723

Error: blok:obr
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
rok_setve      1  99.49   99.49   5.666 0.0321 *
obravnavanje    3  52.60   17.53   0.998 0.4224
rok_setve:obravnavanje 3  73.23   24.41   1.390 0.2870
Residuals     14 245.86   17.56
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: Within
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals 456  4413    9.678
```

Priloga A4: Analiza variance za vpliv roka setve in gnojenja na višino rastlin maka (*Papaver somniferum* L.) v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
mod5<-aov(višina~rok_setve*obravnavanje+Error(blok/obr), data=mak)
summary(mod5)

> summary(mod5)

Error: blok
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals  2  1213    606.3

Error: blok:obr
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
rok_setve      1 395486  395486 320.019 4.85e-11 ***
obravnavanje    3  1499     500   0.404   0.752
rok_setve:obravnavanje 3  2490     830   0.671   0.584
Residuals     14  17301    1236
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: Within
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals 456  59533    130.6
```

Priloga A5: Analiza variance za vpliv roka setve in gnojenja število stranskih poganjkov  
maka (*Papaver somniferum* L.) v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
mod6<-aov(razvejitev~rok_setve*obravnavanje+Error(blok/obr), data=mak)
summary(mod6)
```

```
> summary(mod6)
```

Error: blok

|           | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|--------|
| Residuals | 2  | 0.2042 | 0.1021  |         |        |

Error: blok:obr

|                        | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|------------------------|----|--------|---------|---------|--------|
| rok_setve              | 1  | 0.052  | 0.0521  | 0.035   | 0.855  |
| obravnavanje           | 3  | 1.540  | 0.5132  | 0.341   | 0.796  |
| rok_setve:obravnavanje | 3  | 2.440  | 0.8132  | 0.541   | 0.662  |
| Residuals              | 14 | 21.063 | 1.5045  |         |        |

Error: Within

|           | Df  | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|-----|--------|---------|---------|--------|
| Residuals | 456 | 318.9  | 0.6995  |         |        |

Priloga A6: Analiza variance za vpliv roka setve in gnojenja na velikost (premer) glavice  
maka (*Papaver somniferum* L.) v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
mod7<-aov(premer~rok_setve*obravnavanje+Error(blok/obr), data=mak)
```

```
> summary(mod7)
```

Error: blok

|           | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|--------|
| Residuals | 2  | 86.64  | 43.32   |         |        |

Error: blok:obr

|                        | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F)       |
|------------------------|----|--------|---------|---------|--------------|
| rok_setve              | 1  | 1373.3 | 1373.3  | 22.339  | 0.000325 *** |
| obravnavanje           | 3  | 183.8  | 61.3    | 0.997   | 0.423144     |
| rok_setve:obravnavanje | 3  | 276.9  | 92.3    | 1.501   | 0.257499     |
| Residuals              | 14 | 860.7  | 61.5    |         |              |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: Within

|           | Df  | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|-----|--------|---------|---------|--------|
| Residuals | 456 | 9754   | 21.39   |         |        |

## PRILOGA B

### Linearni model za povezanost različnih morfoloških lastnosti in dejavnikov pridelka

Priloga B1: Linearni model za povezanost pridelka semen maka (*Papaver somniferum* L.) od velikosti (premera) glavic maka (*Papaver somniferum* L.) v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
> mod1<-lm(pridelek.glavico~premer*obr, data=mak)
> summary(mod1)

Call:
lm(formula = pridelek.glavico ~ premer * obr, data = mak)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.12255 -0.38716 -0.00379  0.38072  2.18870

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    -3.6173919   0.4458412   -8.114 4.44e-15 ***
premer          0.2215588   0.0142242   15.576 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.6347 on 464 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7652, Adjusted R-squared:  0.7576
F-statistic: 100.8 on 15 and 464 DF, p-value: < 2.2e-16

> anova(mod1)
Analysis of Variance Table

Response: pridelek.glavico
      Df Sum Sq Mean Sq    F value Pr(>F)
premer   1 601.92   601.92 1494.3410 <2e-16 ***
obr       7   5.30    0.76   1.8805 0.0709 .
premer:obr  7   1.94    0.28   0.6891 0.6813
Residuals 464 186.90    0.40
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Priloga B2: Linearni model za povezanost povprečnega pridelka semen maka (*Papaver somniferum* L.) od števila stranskih poganjkov v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
> mod4<-lm(pridelek~razvejitve, data=mak)

> summary(mod4)

Call:
lm(formula = pridelek ~ razvejitve, data = mak)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-11.8986  -1.2250  -0.1221   1.0631   8.7091

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -0.1268     0.1693  -0.749   0.454
razvejitve    3.0492     0.1014  30.078 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.881 on 478 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6543, Adjusted R-squared:  0.6536
F-statistic: 904.7 on 1 and 478 DF,  p-value: < 2.2e-16

> anova(mod4)
Analysis of Variance Table

Response: pridelek
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
razvejitve  1 3200.7  3200.7  904.68 < 2.2e-16 ***
Residuals 478 1691.2     3.5
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```



Priloga B3: Linearni model za povezanost velikosti (premera) glavic maka (*Papaver somniferum* L.) od števila stranskih poganjkov v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
> mod8<-lm(premer~razvejitve*obr, data=mak)

> summary(mod8)

Call:
lm(formula = premer ~ razvejitve * obr, data = mak)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-17.4989  -3.0292  -0.0307   3.0842  11.8412

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      29.6506     1.2213   24.278  <2e-16***
razvejitve         0.8483     0.7724    1.098   0.2726
obr[T.jesen.ENTEC]  2.1459     1.7931    1.197   0.2320
obr[T.jesen.KAN]   -0.2407     1.5888   -0.151   0.8797
obr[T.jesen.KONTROLA] -1.0462     1.7358   -0.603   0.5470
obr[T.pomlad.15-15-15] -0.9182     1.8381   -0.500   0.6176
obr[T.pomlad.ENTEC] -2.2469     1.9201   -1.170   0.2425
obr[T.pomlad.KAN]  -2.3292     1.7417   -1.337   0.1818
obr[T.pomlad.KONTROLA] -3.3256     1.7047   -1.951   0.0517 .
razvejitve:obr[T.jesen.ENTEC]  0.1304     1.0993    0.119   0.9056
razvejitve:obr[T.jesen.KAN]   -0.2296     0.9234   -0.249   0.8038
razvejitve:obr[T.jesen.KONTROLA]  0.7061     1.1445    0.617   0.5376
razvejitve:obr[T.pomlad.15-15-15] -0.5410     1.1326   -0.478   0.6331
razvejitve:obr[T.pomlad.ENTEC] -0.8188     1.2346   -0.663   0.5075
razvejitve:obr[T.pomlad.KAN]   -0.7205     1.0727   -0.672   0.5021
razvejitve:obr[T.pomlad.KONTROLA] -0.1426     1.0387   -0.137   0.8908
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.757 on 464 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1623, Adjusted R-squared:  0.1352
F-statistic: 5.993 on 15 and 464 DF, p-value: 1.734e-11

> anova(mod8)
Analysis of Variance Table

Response: premer
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
razvejitve    1   143.9   143.910    6.3588  0.01201 *
obr           7  1834.4   262.056   11.5792 1.368e-13 ***
razvejitve:obr    7    56.1    8.012    0.3540  0.92824
Residuals      464 10501.1   22.632
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Priloga B4: Linearni model za povezanost števila stranskih poganjkov rastlin maka (*Papaver somniferum* L.) od gostote posevka ob spravilu v Cerkljah ob Krki v rastni dobi 2013/14

```
> mod3<-lm(razvejitve~gostota, data=mak)

> summary(mod3)

Call:
lm(formula = razvejitve ~ gostota, data = mak)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.5151 -0.4858 -0.3978  0.4995  5.5509

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.001554   0.306833   3.264  0.00118 **
gostota       0.007337   0.005088   1.442  0.14993
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8474 on 477 degrees of freedom
(1 observation deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.004341,    Adjusted R-squared:  0.002254
F-statistic:  2.08 on 1 and 477 DF,  p-value: 0.1499

> anova(mod3)
Analysis of Variance Table

Response: razvejitve
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
gostota      1    1.49  1.49353   2.0797 0.1499
Residuals 477 342.56  0.71816
```