

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Janez KERT

**PREIZKUŠANJE USTREZNOSTI NEMŠKEGA
PROGNOSTIČNEGA MODELA SIMLEP**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Janez KERT

**PREIZKUŠANJE USTREZNOSTI NEMŠKEGA PROGNOŠČNEGA
MODELA SIMLEP**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

**TESTING THE SUITABILITY OF GERMAN FORECASTING
MODEL SIMLEP**

GRADUATION THESIS

Higher professional studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega študija kmetijstva - agronomija. Opravljeno je bilo na Katedri za entomologijo in fitopatologijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Stanislava TRDANA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: akad. prof. dr. Ivan KREFT
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Stanislav TRDAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Lučka KAJFEŽ-BOGATAJ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Janez KERT

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 632.76:595.768.1:632.914:551.586 (043.2)
KG	koloradski hrošč / <i>Leptinotarsa decemlineata</i> / krompir / <i>Solanum tuberosum</i> / meteorološki podatki / temperatura / prognoza / SIMLEP 1 / SIMLEP 3 / razvojni stadiji
KK	AGRIS H01/H10
AV	KERT, Janez
SA	TRDAN, Stanislav (mentor)
KZ	SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2007
IN	PREISKUŠANJE USTREZNOSTI NEMŠKEGA PROGNOСТИČNEGA MODELA SIMLEP
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	VIII, 35 str., 8 pregl., 11 sl., 24 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Leta 2006 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani spremljali pojavljanje različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) v nasadu krompirja. Med tretjo dekada maja in drugo dekada oktobra smo enkrat tedensko na 25 rastlinah (5 mest po 5 zaporednih rastlin) ugotavljali številčnost jajčnih legel, mladih ličink (L1/L2), starejših ličink (L3/L4) in odraslih osebkov. Omenjene vrednosti smo potrebovali za preverjanje ustreznosti nemških prognostičnih modelov SIMLEP 1 in SIMLEP 3 za pridelovalne razmere osrednje Slovenije. Prvi model je namenjen za napoved različnih razvojnih stadijev škodljivca, drugi pa za napoved najustreznjšega termina škropljenja. Model SIMLEP 1 se ni pokazal za ustreznega, medtem ko je bil model SIMLEP 3 bistveno bolj ustrezen.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
 DC UDC 632.76:595.768.1:632.914:551.586 (043.2)
 CX Colorado potato beetle / *Leptinotarsa decemlineata* / potato / *Solanum tuberosum* / / meteorological data / temperature / forecast / SIMLEP 1 / SIMLEP 3 / developmental stages
 CC AGRIS H01/H10
 AU KERT, Janez
 AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
 PP SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Dept. of Agronomy
 PY 2007
 TI TESTING THE SUITABILITY OF GERMAN FORECASTING MODEL SIMLEP
 DT Graduation thesis (highes professional studies)
 NO VIII, 35 p., 8 tab., 11 fig., 24 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB In 2006, the occurrence of different developmental stages of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) was monitored in potato field at the Laboratory Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. Between the third ten-days of May and the second ten-days of October the egg parcels, young larvae (L1/L2), old larvae (L3/L4) and adults were counted on 25 plants (5 plots with 5 adjacent plants) once per week. The mentioned values were needed for testing the suitability of German forecasting models SIMLEP 1 and SIMLEP 3 for potato growing area in central Slovenia. The models were developed for forecasting different developmental stages of Colorado potato beetle (the first one) and for detection of the most suitable time for spraying (the second one). SIMLEP 1 showed itself as not suitable, while SIMLEP 3 was stated as suitable for the growing area of central Slovenia.

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija	III
	Key words documentation	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VII
	Kazalo slik	VIII
1	UVOD	1
1.1	POVOD ZA DELO	1
1.2	DELOVNA HIPOTEZA	2
1.3	CILJI RAZISKAVE	2
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	O DRUŽINI RAZHUDNIKOVK	3
2.2	KROMPIR (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	3
2.2.1	Morfologija	3
2.2.1.1	Gomolj	3
2.2.1.2	Koreninski sistem	4
2.2.1.3	Steblo	5
2.2.1.4	List	5
2.2.1.5	Cvet	5
2.2.1.6	Plod	5
2.2.1.7	Botanično ali pravo seme	5
2.2.2	Pomen kolobarja v pridelavi krompirja	6
2.2.3	Posebnosti v gospodarnosti pridelave krompirja	6
2.3	HROŠČI (Coleoptera)	7
2.3.1	Morfologija telesa	8
2.3.1.1	Glava	8
2.3.1.2	Tipalke	8
2.3.1.3	Sestavljene oči	8
2.3.1.4	Oprsje	8
2.3.1.5	Krila	8
2.3.1.6	Hitinjača	9
2.3.1.7	Razvojni stadiji	9
2.3.2	Zgodovina raziskovanja hroščev	9
2.3.3	Lepenci (Chrysomelidae)	10
2.3.4	Drugi gospodarsko pomembni lepenci	10
2.3.5	Koloradski hrošč (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	12
2.3.5.1	Širjenje po Evropi	12
2.3.5.2	Morfologija in bionomija	13
2.3.6	Drugi škodljivci krompirja	16
2.4	ZATIRANJE ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV S Poudarkom NA KOLORADSKEMU HROŠČU	17
2.5	NARAVNI SOVRAŽNIKI KOLORADSKEGA HROŠČA	19
2.6	KEMIČNI INSEKTICIDI ZA ZATIRANJE KOLORADSKEGA HROŠČA	20

2.6.1	Insekticidi, registrirani v Sloveniji	20
2.7	NEKAJ O PROGNOŠTIČNIH MODELIH V ZVEZI S KOLORADSKIM HROŠČEM	20
2.8.1	SIMLEP 1	21
2.8.2	SIMLEP 2	22
2.8.3	SIMLEP 3	22
2.8.4	Opazovalno-napovedovalna služba za zdravstveno varstvorastlin Slovenije	23
3	MATERIALI IN METODE	24
3.1	ZASNOVA IN POTEK POSKUSA	24
3.2	OPIS MODELOV	25
4	REZULTATI	27
4.1	ANALIZA REZULTATOV	27
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	32
6	POVZETEK	34
7	VIRI	35
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Insekticidi, ki so v Sloveniji registrirani za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-Info, 2007)	20
Preglednica 2:	Prikaz vhodnih in izhodnih podatkov prognostičnega programa SIMLEP 1.	25
Preglednica 3:	Prikaz vhodnih in izhodnih podatkov prognostičnega modela SIMLEP 3.	25
Preglednica 4:	Simulacija (napoved) dnevov prvega pojava različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani leta 2006 z modelom SIMLEP 1.	28
Preglednica 5:	Prikaz vhodnih (meteoroloških) podatkov v model SIMLEP 1 in odstopanje dneva napovedi prvega pojava jajčnih legel	28
Preglednica 6:	Prikaz dejanskih in napovedanih datumov pojava mladih ličink (L1/L2) in starejših ličink (L3/L4) ter odstopanje med dejanskima in napovedanima vrednostima z medolom SIMLEP 3.	28
Preglednica 7:	Prikaz dejanskih in napovedanih datumov pojava največjega števila jajčnih legel in mladih ličink z medolom SIMLEP 3.	31
Preglednica 8:	Prikaz odstopanja rezultatov napovedi največjega števila jajčnih legel in mladih ličink od dejanskih vrednosti.	31

KAZALO SLIK

Slika 1:	Odrasli osebek koloradskega hrošča	12
Slika 2:	Parjenje odraslih osebkov koloradskega hrošča	13
Slika 3:	Jajčno leglo koloradskega hrošča	14
Slika 4:	Ličinke koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) med hranjenjem z listi krompirja	14
Slika 5:	Masoven pojav odraslih osebkov koloradskega hrošča na krompirju	15
Slika 6:	Poljski poskus s krompirjem, cv. Kondor, na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2006.	24
Slika 7:	Poljski poskus v avgustu 2006	26
Slika 8:	Prikaz številčnosti osebkov po razvojnih stadijih koloradskega hrošča v poljskem poskusu na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2006	27
Slika 9:	Grafični prikaz napovedanega prvega pojava mladih in starejših ličink koloradskega hrošča z modelom SIMLEP 3	29
Slika 10:	Računalniški prikaz vhodnih in izhodnih podatkov v model SIMLEP 3	30
Slika 11:	Prikaz napovedanega pojavljanja jajčnih legel in mladih ličink z modelom SIMLEP 3, s poudarkom na napovedi največjega števila jajčnih legel in mlajših ličink.	31

1 UVOD

1.1 POVOD ZA DELO

Pri Slovencih in drugih evropskih narodih krompir že dvesto let velja za dragoceno živilo. V preteklosti je veljal za hrano revnih, danes pa predstavlja pomembno sestavino v prehrani ljudi. Ker je krompir tako pomemben v prehrani, namenjamo veliko pozornost njegovi pridelavi, predelavi ter njegovi hranilni vrednosti. Zaradi priljubljenosti krompirja pa se pridelovalci pogosto sprašujejo o odpornosti krompirja na bolezni ter škodljivce. V Sloveniji pridelujemo krompir na približnih 6300 ha, povprečni pridelek pa je 25,1 t/ha (Statistične informacije, 2006). Iz te informacije je razvidno, da je krompir v Sloveniji gospodarsko pomembna rastlinska vrsta, saj je z njim posajen precejšen del obdelovalnih zemljišč. Visok delež pridelave se vrši na ekstenziven način, predvsem na manjših kmetijah. V Sloveniji je povprečna velikost parcel za pridelavo krompirja le 15 arov in kar 96 % vseh pridelovalcev ima parcele manjše od 50 arov. Ti skupno pridelajajo skoraj 72 % vsega krompirja v Sloveniji. Seveda pride v pokrajinah, kjer se krompir tradicionalno prideluje, do odstopanja in tako ima povprečna gorenjska kmetija skoraj trikrat večja zemljišča posajena s krompirjem. Povprečna slovenska pridelovalna zemljišča za krompir so na pridelovalca občutno manjša kot jih v Evropski uniji nameni pridelavi povprečni pridelovalec. Tudi skupni delež manjših pridelovalcev (pod 0,5 ha) je tam občutno manjši in znaša 75 %. Ti pridelovalci obdelujejo le dobrih 7 % vseh zemljišč namenjenih krompirju (Cajhen, 2005).

Ne smemo zanemariti dejstva, da se v sortno listo vpisujejo vedno bolj rodne sorte krompirja, ki že dosegajo realni pridelek do 60 in več ton na ha. Vsa ta dejstva spodbujajo pridelovalce krompirja v stalno izboljševanje tehnologije pridelave krompirja in usmerjajo njihovo pozornost tudi v varstvo rastlin, ki je večplastni proces. Pri vsem tem pa je pomembno tudi varstvo okolja in ustrezna uporaba fitofarmaceutskih sredstev, s katerimi lahko zagotovimo kakovostno in količinsko zadovoljiv pridelek. Za pravilno uporabo omenjenih sredstev pa se moramo držati navodil proizvajalca. Pravilen čas uporabe fitofarmaceutskih sredstev izberemo na več načinov: z ocenitvijo obsega poškodb na rastlinah, s štetjem škodljivcev na rastlinah ali pa se poslužujemo diagnostičnih programov, s katerimi lahko določimo optimalen čas za uporabo škropiva (Cajhen, 2005).

V Sloveniji in Evropi sta uveljavljena tako konvencionalni kot tudi ekološki način rastlinske pridelave. Ker pri ekološkem pridelovanju mnogi pripravki niso dovoljeni, je pravilna uporaba dovoljenih pripravkov toliko bolj pomembna (Cirar, 2007).

Gospodarski pomen in bionomija koloradskega hrošča sta v Evropi zadovoljivo raziskana. Znani so tudi bolj ali manj učinkoviti insekticidi za njegovo zatiranje, v uporabi pa nimamo prognostičnega modela, ki bi napovedal, kdaj je škodljivec v tistem razvojnem stadiju, da bi bil insekticid najbolj učinkovit. Za zatiranje škodljivca pri nas uporabljamo predvsem kemične insekticide. V uporabo pa prihajajo tudi naravni insekticidi, ki na eni

strani niso okolju škodljivi in ne povzročajo rezistence, na drugi strani pa niso dovolj učinkoviti, če jih ne uporabimo proti določenemu razvojnemu stadiju škodljivca. Zaradi pomanjkanja informacij o optimalnem času škropljenja kmetje velikokrat škropijo bolj na pamet. Prav v ta namen smo želeli preveriti nemška prognostična modela SIMLEP 1 in 3, in sicer kako delujeta, kateri so njihovi vhodni podatki in ali zadovoljujejo potrebam slovenskih kmetov za boljše načrtovanje škropljenja krompirja, z namenom zatiranja koloradskega hrošča (Cirar, 2007).

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Pred raziskavo smo predpostavljali, da sta nemška diagnostična modela SIMLEP 1 in 3 ustrezna za uporabo v Sloveniji.

1.3 CILJI RAZISKAVE

Najpomembnejši cilj raziskave je bil preučiti ustreznost prognostičnih modelov SIMLEP 1 in 3 za pridelovalne razmere Slovenije.

2 PREGLED OBJAV

2.1 O DRUŽINI RAZHUDNIKOVK

Krompir (*Solanum tuberosum* L.) je enoletna zelnata gomoljnica iz družine razhudnikovk (Solanaceae). V prehrani najdemo tudi druge razhudnikovke, kot so: paradižnik (*Lycopersicon esculentum* L.), paprika (*Capsicum annuum* L.) in jajčevac (melancana) (*Solanum melongena* L.). V Južni Ameriki, kjer domuje krompir, najdemo še nekaj gojenih razhudnikovk. To so pepino (*Solanum muricatum* L.), drevesni paradižnik ali tamaril (*Cyphomandra betacea* L.) in perujsko volčje jabolko (*Physalis peruviana* L.). Plodovi slednjih rastlin so tudi užitni, zato imajo vso možnost da se razširijo po vsam svetu za pridelavo v namene prehrane. V zadnjih letih, strokovnjaki žlahtnijo na mraz manj občutljive sorte pepina, drevesnega paradižnika in perujskega volčjega jabolka, zato lahko pričakujemo, da se bodo tudi te rastlinske vrste sčasoma razširile v rastlinjake, poleti pa na vrtove po Evropi (Kocjan Ačko, 2005).

Večina razhudnikovk oblikuje užitne plodove nad tlemi, izjema je pridelek krompirja, ki so gomolji ali odebeljeni podzemni del stebela krompirjevih rastlin. Ljudje ga gojimo zaradi lastnega živeža, krme za domače živali ter industrijskih potreb. Gomolji pa se uporabljajo tudi za industrijsko predelavo v živilske in neživilske izdelke (pridelava škroba), vse do izločanja posameznih sestavin (Kocjan Ačko, 2005).

2.2 KROMPIR (*Solanum tuberosum* L.)

Po obstoječi sistematiki uvrščamo krompir v naslednje skupine (Heywood, 1995):

Regnum – kraljestvo: Plantae – rastline;
Phyllum – debla: Spermatophyta – semenke;
Classis – razred: Angiospermae – kritosemenke;
Subclassis – podrazred: Dicotyledoneae – dvokaličnice;
Superordo – nadred: Asteridae;
Ordo – red: Polemoniales;
Familia – družina: Solanaceae – razhudnikovke;
Genus – rod: *Solanum* – razhudnik;
Species – vrsta: *Solanum tuberosum* L. – krompir.

2.2.1 Morfologija

2.2.1.1 Gomolj

Je užitni del krompirjeve rastline, ki je sestavljen iz očes, ti pa iz brstov, kateri so v polkrogu obkroženi z nežno do močno obrvjo. Večina očes je na temenski ali zgornji polovici gomolja. Spodnja polovica je navadno brez očes, na njej pa je popek, to je mesto, na katerem je bil

mlad gomolj povezan z materno rastlino. Pri zadostni vlagi in toploti poženejo iz očes kalički, ki najprej razvijejo koreninice, ko se vkoreninijo, pa se podaljšajo v stebela. Če je osrednji brst poškodovan, se kalički razvijejo iz stranskih brstov. V gomolju so hranila za začetno rast in razvoj, za nadaljnjo rast pa gomolj potrebuje rodovitna tla, v katerih je na voljo dovolj vode in hranil. Mlada krompirjeva rastlina se skozi rastno dobo razvije v grm z listjem nad tlemi in mladimi gomolji v tleh (Kocjan Ačko, 2005).

Po obliki so gomolji okrogli, ovalni, jajčasti ali okroglo jajčasti, redke sorte imajo rogljičaste, ledvičaste, srčaste gomolje ali gomolje nepravilnih oblik. Velikost gomoljev je lahko majhna, srednja do velika, odvisna je od dednih lastnosti sorte, rastnih razmer (tal, vremena in podnebja), dolžine rastne dobe (zgodnje, srednje in pozne sorte) in od namena uporabe (izkopljemo lahko mlade ali dozorele gomolje). Podobno kot po velikosti, ločimo gomolje po masi na drobne, srednje debele in debele. Masa gomolja je navadno od 50 do 100 g. Velikost semenskih gomoljev je omejena na kokošje jajce z maso 60 g. Pri pridelku poznih sort krompirja tehtajo gomolji več 100 g, najdebelejši dosežejo maso pol kilograma in več. Mlad gomolj obdaja tanka kožica, ki s staranjem gomolja otrdi v opluteno kožo oziroma lupino. Ta je pri večini sort gladka, nekatere, navadno moknate sorte, imajo hrapavo lupino z vidno mrežasto povrhnjico. Lupina varuje gomolj pred mikroorganizmi in pred izgubo vlage. Barva krompirjeve lupine je lahko bela, umazano bela, rumena, rjava, rožnata, rdeča ali vijoličasta. Na lupini so vidna očesa, ki so lahko plitvo na površju gomoljev, če ležijo globlje, pa so srednje globoka do globoka. Na vzdolžnem prerezu gomolja od temena do popka je jasno viden obroč rastnega celičja, ki leži od 0,5 do 1 cm od lupine. V gomolju, ki se v obdobju intenzivne rasti in razvoja debeli navznoter, se poleg vode nalagajo ogljikovi hidrati, zlasti škrob, beljakovine, vitamini in minerali. Pri uporabi v prehrani se je za škrobnato notranjost, prepleteno z vodnimi snopiči, uveljavil izraz meso. Večina sort ima belo, belorumeno do močno rumeno meso. Le redke vrste in sorte krompirja imajo rožnato ali vijoličasto meso. Pridelovalec mora dobro poznati sorte, rast in razvoj krompirjeve rastline, agrotehnične postopke in ukrepe pri negi nasada, če hoče, da bo pridelek gomoljev velik in da bodo zdravi (Kocjan Ačko, 2005).

2.2.1.2 Koreninski sistem

Pri gomolju se razvije iz očes in iz podzemnih delov stebel. Pravokotno na stebela poženejo živice ali stoloni. Splet žilastih koreninic se razširi vzdolž stebel in živic in navadno seže 50 cm globoko in do 30 cm na obe strani. Če tla niso pretežka in neprepustna zaradi prevelikega deleža ilovnatih in glinastih delcev, se razširijo koreninice tudi v globlje plasti. Kljub slabemu videzu je koreninski sistem pri krompirju sposoben dobro vpijati in prenašati vlogo v zelnati del rastline. Na desetih živicah in več se skozi rast in razvoj debelijo končni ali temenski deli v nove, mlade gomolje. Po dolžini imajo sorte kratke, srednje kratke, srednje dolge do dolge živice. Koreninski sistem pri krompirju se najbolj razširi med cvetenjem, z dozorevanjem gomoljev pa postopoma slabi (Kocjan Ačko, 2005).

2.2.1.3 Steblo

Steblo, ki je v tleh okroglo in čvrsto, je nad tlemi trikotno in votlo ter poraslo z dlačicami. Navadno poženejo trije do štirje stebelni poganjki, ki se razvejijo v stranska stebela. Skupaj z listi in socvetji oblikujejo grm, ki mu pri mladi rastlini pravimo krompirjevka ali cima pri stari. Krompirjevka zraste od 40 do 70 cm visoko in je najvišja, ko rastlina zacveti (Kocjan Ačko, 2005).

2.2.1.4 List

Sestavljen je iz pecljatih jajčastih lističev, ki so bleščeče zelene do motno zelene barve. Namestitev listov na stebelu je lihoperna, pokončna do povešena. Nekatere sorte imajo med zunanji pecljati lističi srednje in notranje sedeče lističe, ravno do mehurjasto valovito listno ploskev, kjer se prepletajo listne žilice, njihova površina pa je bolj ali manj porasla z dlačicami. Dobro olistana rastlina ima bujnejši videz (Kocjan Ačko, 2005).

2.2.1.5 Cvet

Na dnu ima pet skupaj zraslih čašnih listov, nad katerimi je pet belih, zelenobelih, vijoličastih, modrovijoličastih, rožnatih do škrlatno rdečih venčnih listov. Po velikosti so cvetovi majhni s premerom en cm in tudi veliki, ki merijo v premeru štiri do pet cm. Med zvezdasto razporejenimi venčnimi listi je pet prašnikov oranžne, rumene ali rumenozelene barve, ki združeni v valjast stožec obkrožajo pestič. Cvetovi, ki izhajajo iz enega stebela, oblikujejo rahlo grozdasto socvetje. Cvetenje je obilnejše spomladi, ko se dnevi daljšajo. Nekatere sorte odvržejo cvetne brste, še preden grm v celoti zacveti, druge pa nastavijo le nekaj cvetnih brstov (Kocjan Ačko, 2005).

2.2.1.6 Plod

Je dvopredalna in zaprta večsemenska jagoda, ki nastane s samolastno oprašitvijo, kar pomeni, da cvetni prah opraši brazdo pestiča istega cveta. Oprašitev s tujim cvetnim prahom pri krompirju ni izključena, vendar ni pogosta. Na razvoj sočne zelene kot češnja velike jagode vplivajo vremenske razmere in dedne lastnosti posamezne sorte. Pri pridelovanju krompirja se vsako leto razmnožijo različne živali, ki smo jih zaradi škode, ki jo povzročajo na listih in gomoljih, razglasili za škodljivce na krompirju. Na škodljivce in intenzivnost škode vplivajo vremenske razmere, kolobarjenje in drugi agrotehnični ukrepi (Kocjan Ačko, 2005).

2.2.1.7 Botanično ali pravo seme

Pravo seme nastane v jagodi, v kateri je nad 200 ploščatih semen. Seme je majhno, po dolžini meri od 1,7 do 2,1 mm, po širini od 1,1 do 1,3 mm, njegova debelina je od 0,2 do 0,5 mm. Absolutna masa zrelega semena ali masa 1000 semen znaša komaj 0,5 g. Nezrela

semena so bela do svetlo rumena in ne kalijo, z zrelostjo postanejo rumenorjava in kaliva. (Kocjan Ačko, 2005).

2.2.2 Pomen kolobarja v pridelavi krompirja

Kljub temu, da krompir spada med rastlinske vrste, ki jih lahko gojimo v monokulturi, se zanj priporoča kolobarjenje. Tako nam naj sajenje krompirja več let zapovrstjo na isto njivo predstavlja le izhod v sili. V kolobarju naj bi se krompir zvrstil na isti njivi vsako četrto leto oziroma izjemoma vsako tretje leto. S kolobarjenjem poljščin lažje ohranjamo rodovitnost in zlog tal in s tem ustvarimo možnost za obilen pridelek. Poleg tega se, če napravimo nekajletni presledek, zelo zmanjša okuženost tal s številnimi povzročitelji bolezni in številčnost škodljivcev, ki napadajo podzemne dele krompirja ter tako zmanjšujejo kakovost in pridelek gomoljev. Od kolobarjenja je močno odvisna tudi sortna čistost nasadov. Tu predstavljajo težavo samosevci, zlasti v semenskih nasadih krompirja (Kus, 1994).

Najustrezneje je, če je pred krompirjem na njivi detelja ali pa je bilo zemljišče pred krompirjem zatravljeno. Pri tem moramo, za dobro predsetveno pripravo za krompir, že leto prej temeljito uničiti travno rušo. Najbolje je, da konec avgusta zemljišče poškopimo s totalnim herbicidom. Slabši, vendar še vedno dovolj dober predposevek za krompir, je žito. Ustrezen alternativni način je tudi, če po stranišču posejemo krmni ohrovt ali oljno ogrščico za podor. Najslabši predposevek za krompir je koruza. Slednja namreč za velik pridelek porabi dosti hranil in vlage. Pri hibridih koruze za zrnje se zaradi poznega spravila poveča nevarnost razmočenih tal, kar ima za posledico uničenje strukture tal (Kus, 1994).

Nekateri predposevki, ki so zelo bogati z listno maso, kot so detelja, grah in sladkorna pesa, lahko vplivajo na manjši pridelek krompirja v primerjavi z žiti. Razlogov za manjši pridelek je več. Kadar posevek obogati tla s hranili, lahko krompir doseže zrelost pozneje. Lucerna, grah in njivski fižol lahko zmanjšajo pridelek krompirja zaradi vpliva na pojav uvelosti krompirja (*Verticillium* sp.). Če krompir sledi travi, je večja nevarnost za razvoj bele noge krompirja (*Thanatephorus cucumeris*). Enaka nevarnost sledi po zaoravanju slame v vrhno plast tal. Jedilni krompir ima lahko tedaj manj suhe snovi in vsebuje veliko NO_3 , kot posledica močne mineralizacije dušika, na zemljišču, ki sledi travniku. V tem primeru se lahko poveča tudi nevarnost pojava navadne krastavosti krompirja (*Streptomyces scabies*) (Arends in Kus, 1999).

2.2.3 Posebnosti v gospodarnosti pridelave krompirja

Krompir je cenovno zelo neelastična poljščina, kar pomeni, da že ob manjšem presežku cene močno padejo (Vadnal, 2003). Cene krompirja so zato zelo podvržene nihanju glede na ponudbo in povpraševanje (Žibrik, 1997). Sodobne hladilnice omogočajo skladiščenje in s tem oskrbo trga s kakovostnim krompirjem skozi celo leto, vendar cene vseeno sezonsko nihajo. Daleč najvišje so zgodaj poleti, ko pride na trg novi krompir. Julija cene

bistveno padejo, nadaljnja gibanja cen pa so odvisna od količine pridelka. Ob dobrih letinah je trg hitro zasičen, cene pa pozimi in spomladi padajo. Če je krompirja malo, cene postopoma rastejo (Kocjan Ačko, 2005).

Pri pridelavi krompirja se skrivajo nekatere težave, zaradi katerih bi lahko našo pridelavo krompirja ocenili kot neracionalno in predrago. S stališča gospodarnosti pridelave sta glavna problema še vedno relativno nizka povprečna intenzivnost in velika razdrobljenost pridelave. Čeprav se je raven intenzivnosti v zadnjih letih pomembno izboljšala, so naši hektarski pridelki le za dobro četrtino večji od svetovnega povprečja (dolga leta so bili celo manjši). Gledano na celotno Evropo smo nekje v povprečju, glede na stare članice EU pa je naše povprečje nižje od njihovega za okoli 40 %. Zaradi izrazito delovno intenzivne tehnologije se krompir pri nas prideluje večinoma samo na kmetijah, ki se še vedno ubadajo s problemom drobne, razparcelirane posesti. Čeprav sodi krompir med poljščine, kjer je razparceliranost manjšega pomena, pomeni povečanje zemljišč, kjer pridelujemo krompir, z 0,3 ha na 2 ha, znižanje lastne cene za 13 %, povečanje na 10 ha veliko zemljišče pa še dodatnih 5 %, kar pa vsekakor ni zanemarljivo dejstvo pri obravnavi gospodarnosti pridelave krompirja (Žibrik, 1997).

Krompir pridelujemo praktično na vsaki kmetiji, kar teoretično pomeni povprečno pridelavo na površini 15 arov na kmetijo. Majhen obseg pridelave je glavni problem za povečevanje mehaniziranosti dela, saj se ne splača nabavljati specialne mehanizacije. Posledično se v povprečju ubadamo s problemom zelo slabe produktivnosti, saj je le kaka tretjina njiv posajena s krompirjem, ki ga pridelujemo na intenziven način. Stroškovno konkurenčne in tržno usmerjene pridelave krompirja je še manj, na kar kažejo izrazito majhni deleži donosnosti. Vse to skupaj dokaj negativno vpliva na gospodarnost pridelave krompirja (Žibrik, 1997).

2.3 HROŠČI (Coleoptera)

Hrošči so najštevilčnejša živalska skupina na svetu. Najdemo jih praktično na vsakem kotičku Zemlje. Avtorji si glede števila vrst niso enotni, tako da zasledimo v literaturi zelo različne vrednosti, od 300.000 do 400.000 vrst. V Sloveniji jih danes ocenjujemo na okoli 6000 vrst, v srednji Evropi jih poznamo 8000, kar priča o veliki biotski pestrosti hroščev slovenskega prostora.

Sprednja krila so pri večini preobražena v usnjati pokrovki, ki prekrivata zadnja krila in zadek. Osnovni tip obustnih okončin je pri njih grizalo. Razvijajo se s popolno preobrazbo (Drovenik, 2003).

2.3.1 Morfologija telesa

2.3.1.1 Glava

Je močno sklerotizirana in nosi oči, tipalke in čeljusti. V njej so zavarovani glavni živčni centri. Ob ustni odprtini so nameščene čeljusti. Osnovna oblika čeljusti je grizalo. Vendar so lahko čeljusti in glava, zaradi prilagoditev različnemu načinu življenja, zelo različni. Nad usti je zgornja ustna (labrum), ki je luskaste oblike in neparna; lahko je vrstno značilno oblikovana. Parne sprednje čeljusti (mandibule) so lahko zelo velike in imajo razvite zobčaste izrastke, imenovane tudi zobje. Druge čeljusti (1. maksile) so tudi parne, sestavljene iz dveh delov. Notranji del je močnejši in nosi zobce, ki pomagajo pri drobljenju hrane. Zunanji del ima členasti nastavek, ki ga imenujemo tipalčica (palp). Na tipalčicah so čutni organi za okušanje. Zadnji par čeljusti je združen v neparno tvorbo, imenovano spodnja ustna (labium) (Drovenik, 2003).

2.3.1.2 Tipalke

So členjene in na njih so različna čutila. Pri raznih skupinah hroščev so različno oblikovane: bičaste, nitaste, glavničaste, pahljačaste ali kijaste. Tudi dolžina in velikost tipalk sta zelo različni. Pri nekaterih hroščih so zelo dolge, drugje čisto kratke, lahko so zelo tanke ali zelo debele (Drovenik, 2003).

2.3.1.3 Sestavljene oči

So pri večini iz velikega števila očesc (omatidijev). Nekateri hrošči zelo dobro vidijo, so pa tudi takšni, ki so prilagojeni življenju v tleh in so delno ali popolnoma brez oči in slepi. Ravno te slepe vrste so posebnost našega živalstva in so za nas zelo pomembne (Drovenik, 2003).

2.3.1.4 Oprsje

Sestoji iz treh kolobarjev, pri čemer je pri hroščih večinoma najbolj razvit prvi kolobar. Druga dva kolobarja sta pokrita s pokrovkami. Zgornjo, močno sklerotizirano ploščo prvega kolobarja, imenujemo vratni sat (pronotum). Na oprsju so, kakor je značilno za žuželke, trije pari nog in dva para kril. Noge so sestavljene iz petih členov in so po obliki prilagojene okolju, kjer določena vrsta živi. Lahko so zelo različno dolge, določeni deli nog so lahko bolj ali manj razviti, pari nog so lahko med seboj tudi različni. Tako so noge prilagojene za tekanje, kopanje, skakanje, oprijemanje in plavanje (Drovenik, 2003).

2.3.1.5 Krila

So na drugem in tretjem kolobarju oprsja. Prvi par je večinoma močno odebeljen - sklerotiziran in včasih strukturiran in ga imenujemo pokrovke (elitre). Te prekrivajo zgoraj

ves zadek, razen v izjemnih primerih, kot so hrošči kratkokrilci in travnice. Pri njih so pokrovke zelo kratke. Drugi par kril je opnast in služi za letanje. Ta par kril je daljši od pokrovk in se ob mirovanju zloži podnje. Nekatere vrste nimajo razvitega drugega para kril in te ne letajo. Pri njih sta pokrovki po dolgem med seboj zrasli (Drovenik, 2003).

2.3.1.6 Hitinjača

Je hrbtni organ. Na zadku je navadno prepogljiva in sestoji iz pokrovk. Trebušne ploščice zadkovih kolobarjev so močnejše sklerotizirane, zato je tukaj tudi členjenost zadka bolj opazna. Zadnji obroči zadka so pogosto zrasli in pri samicah lahko tvorijo leglico. Dihalnice so na bokih zadka (Drovenik, 2003).

2.3.1.7 Razvojni stadiji

Hrošči so ločenih spolov in se razvijajo s popolno preobrazbo; to pomeni, da razvoj poteka prek stadija bube. Nekatere vrste hroščev imajo že razvito preprosto skrb za zarod, tako da samice varujejo jajčeca ali celo ličinke. Ličinke niso podobne odraslim žuželkam in se večinoma tudi hranijo drugače kot odrasle živali. Buba je tudi pri hroščih stadij mirovanja. Prosta buba je bolj ali manj bele barve in se le malo giblje. Ličinka si prej naredi bubino kamrico in se v lesu ali v tleh zabubi. Nekatere vrste bub prosto visijo z glavo navzdol, pritrjene na rastline. Iz bub pa se čez čas razvijejo odrasli hrošči (Drovenik, 2003).

2.3.2 Zgodovina raziskovanja hroščev

Zanimanje za hrošče v Sloveniji sega že v Linnejeve čase. Prvo tako delo o hroščih in tudi drugih žuželkah v tedanji Kranjski je napisal Scopoli v knjigi *Entomologia carniolica* leta 1763. V tem delu so tudi prvi opisi naših endemičnih vrst. Zanimanje za slovensko ozemlje se je povečalo z odkritjem prvih vrst slepih jamskih hroščev po letu 1830, ko je Ferdinand Schmidt opisal prvega jamskega hrošča na svetu, odkritega v Postojnski jami. V tem času je pri nas delal v naravoslovju tudi grof Hochenwart. Tem se je v nekaj naslednjih letih pridružil tudi župnik Simon Robič, ki je poleg polžev raziskoval tudi hrošče. Nekoliko pozneje je v Ljubljani zbiral hrošče zdravnik Stussiner in zapustil lepo zbirko, ki jo danes hrani Prirodoslovni muzej Slovenije v Ljubljani. Tudi tujci so se zanimali za naše ozemlje in med njimi so bili v tistem času najbolj znani evropski koleopterologi (raziskovalci hroščev), kot so Ganglbauer, Reitter, Winkler in Jeannel. V tem času sta v Ljubljani živela še dva zbiralca in poznavalca hroščev, Alfonz Gspan in dr. Julius Staudacher. Na Štajerskem so v času med obema vojnama delovali še Krauss, Brancsik, Penecke in Netolitzky. V Mariboru je pred vojno živel Peyer, ki je zbral zelo bogate in zanimive podatke za Pohorje in okolico Maribora. V sedanjem času raziskuje hrošče večja skupina poklicnih in ljubiteljskih zbiralcev v okviru Slovenskega entomološkega društva (Drovenik, 2003).

2.3.3 Lepenci (*Chrysomelidae*)

So lepa in pisana skupina hroščev. Večinoma so zelo majhni ali srednje veliki in merijo od 2,5 do 10 mm. So zelo pestrih barv, ki so včasih še bolj blesteče kot pri krasnikih, zastopani so praktično vsi barvni odtenki. Telo imajo večinoma ovalno, okroglo, podolgovato in močno obokano. Glava je večinoma majhna in skrita pod oprsje, ki je največkrat dobro razvito. Tipalke so krajše, nitaste in le redko glavničaste. Noge so zelo različno oblikovane. Nekje so kratke in šibke, druge močne in prirejene za skakanje, kot npr. pri bolhačih, kjer so stegna zadnjega para nog odebeljena. Ta pojav najdemo še pri drugih vrstah lepencev. Pokrovke prekrivajo zadek le pri samicah, ki so polne jajčec, pri samcih gleda zadek izpod pokrovk. Večina vrst je rastlinojedih in se hranijo z listi. Mnoge vrste so škodljivci na gojenih rastlinah in tudi na drevesih. Ličinke so po obliki vrečaste, imajo dobro razvite 3 pare nog in tudi močne čeljusti. Nekatere vrste imajo na leto tudi 2 ali 3 rodove in se zelo hitro razmnožujejo. To še posebno velja za škodljivce v kmetijstvu (Drovenik, 2003).

2.3.4 Drugi gospodarsko pomembni lepenci

V svetu je znanih okoli 25.000 vrst lepencev. Največ jih najdemo v tropih, kjer so nekateri predstavniki tudi razmeroma veliki. V Sloveniji živi kakih 500 vrst lepencev in od tega je kar 200 vrst bolhačev.

Kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.) objedajo klične liste zelja, cvetače, kitajskega kapusa, redkvice spomladi, ko od 2 do 3 mm dolgi hrošči prilezejo iz prezimovališč. Hrošči so zelo gibčni in skačejo. Z grizenjem povzročajo luknjice v listih, ki se spojijo tako, da je cel list obgrizen in preluknjan. Napadene rastline zaostajajo v rasti, venejo in zlasti mlade rastline propadejo. Posevke kapusnic v poletnem času bolhači močno poškodujejo, če je suho in toplo vreme. Tedaj se priporoča oroševanje rastlin in plitvo okopavanje, ki je za hrošče moteče. Namakanje, ki povečuje vlago v tleh in tudi v prizemnem sloju, moti razmnoževanje bolhačev. Bolhači so škodljivci, ki se razvijajo na prostem (Fito-Info, 2007).

Koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera*) je hrošč je rumeno zelene barve, s črnima progama bočno vzdolž pokrovk. Telo je široko od 2 do 3 mm, dolgo pa od 4,2 do približno 7 mm, po nekaterih navedbah celo 8 mm. Za odrasle oblike je značilen spolni dimorfizem, ki se kaže v dolžini tipalk, obarvanosti pokrovk in velikosti zadka, ki je pri samicah nekoliko večji. Tipalke so nitaste in sestavljene iz enega daljšega, dveh krajših in osmih daljših členov. Pri samcih so tipalke nekoliko daljše. Samica ima vzdolžno črto na vsaki pokrovki. Pri samcih sta črti razširjeni, nepravilno oblikovani in pokrivata večji del osnovne barve pokrovk. Nadratni ščit je zelenkasto rumen pri obeh spolih. Trebušna stran telesa je nekoliko temnejša, noge so črne in le na bočni strani zelenkasto rumene. Ličinka je tanka in podolgovata. Je bele barve, s temno glavo. Odrasla je dolga okrog 13 mm. Na devetem analnem segmentu je s hrbtne strani vidna temnejša lisa, znotraj katere je vdolben

madež v obliki črke V. Buba je prosta, bela. Jajčeca so svetla, ovalna, do 0,5 mm dolga (Fito-Info, 2007).

Koruzni hrošč ima v Evropi eno rod. Prezimi v stadiju jajčec, odloženih v koruzišča, v globini 10-30 cm, včasih tudi globlje. Odrasli hrošči ne morejo prezimiti. Po diapavzi jajčec, ki navadno traja prek ene, včasih tudi prek dveh zim, se začnejo izlegati ličinke. Ličinke se izlegajo več tednov, kar je odvisno od globine, v katero so bila odložena jajčeca, od tipa in strukture tal, vlage in temperature. Ličinke se izlegajo od druge dekade maja do konca junija in se trikrat levijo. Izlegle ličinke si takoj iščejo hrano - koruzne korenine, zato se gibljejo, vendar ne več kot 0,5 m daleč od izhodiščnega položaja. Večina izleglih ličink živi 15 cm globoko. Blizu površja tal se zabubijo. Največji delež bub je v globini 5 cm. Stadij bube traja približno en teden. Iz bube se izležejo hrošči, ki ostanejo v tleh še nadaljnjih 24-48 ur. Največ hroščev se pojavi med cvetenjem koruze. Kmalu po pojavu hroščkov se le ti začnejo ploditi. Opljene samice se zavlečejo skozi razpoke v tla, da tam odložijo jajčeca. Samice odložijo v tla okoli 400, včasih tudi do 1000 jajčec (Fito-Info, 2007).

Hrošček rdečega žitnega strgača (*Oulema melanopus*) je dolg od 4,4 do 5 mm (samice 4,9 do 5,5, samci 4,4 do 5 mm). Telo je podolgovate oblike, vratni ščit je zaokrožen in pri osnovi stisnjen oziroma ožji kot osnova pokrovk. Pokrovke so bleščeče modre barve, včasih tudi zelenkaste, z jasnimi vrstami jamic oziroma pik, ki potekajo podolgem vzporedno. Vratni ščit, bedra in goleni nog so oranžnordeče barve, glava in stopalca pa črne. Tiplanke so dolge kot polovica telesa, sestavljene so iz enajstih členkov (Fito-Info, 2007).

Modri žitni strgač (*Oulema lichenis*) je zelo podoben rdečemu žitnemu strgaču, le da ima pokrovke, vratni ščit in glavo modre barve, noge so črne. Dolg je od 3,5 do 5 mm. Ko je odrasel osebek žitnega strgača aktiven in obžira liste, je kot med njegovima antenama 65°, ko pa ne, pa 10°. Jajčeca so eliptična, velika 0,9 x 0,4 mm in jantarno rumene barve. Ličinke so rumenkaste, z rjavo glavo, in na hrbtu močno izbočene. Obdaja jih temnejši (skoraj črn) sluz izmečkov, zato so podobne polžkom. Ti izmečki so lahko koristni, saj lahko delujejo odvrtačno na plenilce in kot evaporacijski ščit. Kljub temu je lahko ta masa iztrebkov zanimiva tudi za parazitoide. Ko se ličinke izležejo, merijo 1 mm, pozneje pa zrastejo do 5, neredko celo do 8 mm. Buba je sprva rumena, postopoma postane modročrna. Je približno enako velika kot hrošč (Fito-Info, 2007).

Žitni strgač se premika s pomočjo vetra. Hroščki preletavajo v skupinah. Ko zapustijo svoja zimska prebivališča, večino časa preživijo premikajoč se na travah ali med njimi. Hroščki se po diapavzi gibljejo naključno oziroma preidejo na poljščino, ko nanjo slučajno naletijo. Parjenje in preletavanje hroščkov je najbolj pogosto v mraku, v toplejših in vlažnejših dnevih. Zaradi majhnosti hroščkov in njihovih letalnih navad (mrak) je težko dobiti natančne podatke o njihovem premikanju (Fito-Info, 2007).

Pisanih barv je beluševka (*Crioceris asparagi*). Velika je 5-6,5 mm, podolgovata ter

valjasta in ima kratke in močne tipalke. Glava je modra, ovratnik rdeč, pokrovke pa modre z rdečimi lisami ter obrobljene z oranžnim pasom. Lahko se masovno pojavlja na poljih z beluši, kjer je lahko škodljiva. Pri nas jo pogosto najdemo na Krasu. Lepe rdeče barve je hrošč navadna lilijevka (*Lilioceris merdigera*). Zelo je podobna prej omenjeni vrsti, vendar živi pretežno na lilijah (Drovenik, 2003).

Najbolj znan med lepenci v Sloveniji pa je koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata*). Ta ameriški priseljenec je znan kot škodljivec krompirja. Poleg krompirja mu gredo v slast tudi drugi razhudniki, kot so grenkoslad, kranjski volčič, paradižnik idr (Drovenik, 2003).

2.3.5 Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata*)

Med najpogostejšimi škodljivci krompirja je koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata*), ki ima pri nas dva rodova. Največ škode povzroči prvi rod. Odrasel hrošč prezimi v tleh v bližini njive, kjer je lani rasel krompir. Med prezimitvijo pogine precej hroščev, posebno v težjih in vlažnih tleh. Odrasli hrošči zapuščajo tla, ko temperatura v globini desetih cm doseže 14,5 °C, letijo pa pri temperaturi nad 20 °C. Po prezimitvi hrošč lahko preživi brez hrane deset dni. Za parjenje in odlaganje jajčec potrebujejo hrošči krompirjeve liste. Razvoj ličink je hitrejši pri temperaturi nad 25 °C in traja od 14 do 22 dni. Odrasli hrošči drugega rodu so manj škodljivi, ker je krompir že močneje razvit in končuje rast. Nekaj škode pa povzročijo odrasli hrošči na gomoljih pred prezimitvijo (Kocjan Ačko, 2005).



Slika 1: Odrasli osebek koloradskega hrošča (foto: Jacques in Fasulo, 2007).

2.3.5.1 Širjenje po Evropi

Koloradski hrošč je bil prvič najden in opisan leta 1822 v Severni Ameriki, v pokrajini Rocky Mountains v Koloradu. V Evropi je bil prvič najden leta 1876 v okolici nemške luke

Bremen. Takrat se koloradski hrošč ni širil po Evropi, zato ni predstavljal grožnje rastlinam. Leta 1914 je najden v okolici luke Bordeaux v Franciji in od tam se je začel širiti naprej po Evropi. Leta 1946 je bil prvič najden tudi v Sloveniji v okolici Krškega, kamor so ga prinesli nemški okupatorji leta 1944 (Macelj, 2004).

2.3.5.2 Morfologija in bionomija

Hrošč je dolg okrog 10 mm, je jajčaste oblike, na trebušni strani sploščen, hrbtna stran pa je polkroglasto izbočena. Osnovna barva telesa je rumenooranžna, na telesu pa ima številne črne pege in črte. Med očmi in na glavi ima črno pego, na vratnem ščitcu od 7 do 12 večjih ali manjših črnih peg, od katerih sestavljata dve v sredini obliko črke V. Na pokrovcih ima hrošč 10 podolžnih črnih prog (Vrabl, 1992).



Slika 2: Parjenje odraslih osebkov koloradskega hrošča (foto: J. Kert)

Jajčeca so oranžna, podolgovata, valjasta, dolga 1,2 mm. Navadno je v skupinah od 12 do 80 jajčec, povprečno 30. Ličinka ima mehko telo z odebeljenim in dokaj izbočenim zadkom. Barva telesa je temno rdečkasta ali oranžna in je odvisna od temperature. Pri višji temperaturi je ličinka največkrat oranžna. Ima črno glavo. Noge in ščitec sta na hrbtne strani predprsja. Na bočni strani telesa ima po dve vrsti črnih pik. Buba, ki je dolga

približno 10 mm, je umazano rdeča in je v tleh do 30 cm globoko (Vrabl, 1992).



Slika 3: Jajčno leglo koloradskega hrošča (Jacques in Fasulo, 2007)



Slika 4: Ličinke koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*) med hranjenjem z listi krompirja (foto: S. Trdan)

V povprečju ena ličinka v enem dnevu poje: prva (L1) stopnja 0,2 cm² listne površine ali 3 mg listne mase, druga (L2) stopnja 0,5 cm² listne površine ali 3-5 mg listne mase, tretja (L3) stopnja 2,5 cm² listne površine ali 50 mg listne mase in četrta (L4) stopnja 4,8 cm² listne površine ali 110 mg listne mase (Indić, 2002).

Dolžina razvoja ličink je 16 dni in ena ličinka lahko uniči do 35 cm² listne površine ali 780 mg listne mase, od tega kar 90 % v stopnjah L3 in L4. Odrasel osebek po prezimitvi povprečno poje 2,6 cm², to je približno 75 mg listne mase na dan. Odrasla žival v povprečju poje do 2,6 cm² lista ali 75 mg listne mase na dan (Indić, 2002).

Hrošči prezimijo v tleh, proti koncu aprila ali v prvi polovici maja pa pridejo na površje in iščejo njive s krompirjem. Kadar temperatura naraste čez 20 °C, hrošči letajo. Da bi lahko spolno dozoreli, se morajo dopolnilno hraniti. Ena samica poje vsaj 20 cm² listne površine. Intenzivnejše prehranjevanje vpliva na hitrejše odlaganje jajčec (Vrabl, 1992).

Raziskave so pokazale, da je masa listov, ki jo zaužije hrošč, odvisna od temperature. Pri 16 °C poje odrasel hrošč 259 mm² listne površine, pri 21 °C 422 mm² in pri 25 °C pa 800 mm². Ličinka prve stopnje poje dnevno 20 mm², ličinka druge stopnje 150 mm², ličinka tretje stopnje 520 mm², ličinka četrte stopnje pa 2300 mm² listne površine. Skupno poje ličinka v svojem razvoju od 28 do 30 cm² listne površine. V življenju poje en koloradski hrošč 120 cm² listne površine (Maceljki, 1999).



Slika 5: Masoven pojav odraslih osebkov koloradskega hrošča na krompirju (foto: S. Trdan)

Ena samica odloži skupaj od 400 do 800 jajčec. Odlaga jih na spodnjo stran krompirjevih listov, včasih pa tudi na liste plevelov. Odlaganje jajčec traja mesec dni. Štiri do devet dni po odložitvi jajčec, hrošči poginejo. Razvoj jajčeca traja od 5 do 12 dni. Pri nas se prve ličinke pojavijo konec maja ali v začetku junija, množično pa od sredine do konca junija. Ličinka ima štiri razvojne stopnje. Ličinke prve stopnje ostanejo pogosto skupaj in se razidejo šele tik pred levitvijo. Tako traja razvoj prve stopnje od 3 do 4 dni, druge od 3 do 7 dni, tretje od 4 do 8 dni, četrte pa od 5 do 11 dni. Skupaj traja celoten razvoj ličinke od 14 do 22 dni (Maceljski, 1999).

Dorasla ličinka se zabubi v tleh približno 10 cm globoko. Za nemoten razvoj bube v tleh je ključna temperatura višja od 11,5 °C oziroma vsota temperature, ki znaša 180 °C (Maceljski, 1999). Ob ustrezni temperaturi v tleh, se čez približno 14 dni izležejo mladi hrošči, ki kmalu pridejo na površje. Celoten razvoj enega rodu traja od 40 do 60 dni. Hrošči poletnega rodu se navadno pojavljajo od sredine junija do konca avgusta. Samice odlagajo jajčeca in tako se v avgustu razvije drugi rod ličink. Hrošči jim sledijo v septembru in oktobru. Drugi rod žuželk je manj škodljiv. Hrošči drugega rodu se potikajo po njivah, ozarah, travnikih in vrtovih, kjer iščejo hrano. V severnejših krajih lahko odrasli osebki preživijo do 18 mesecev, kjer ob ustrezni temperaturi iščejo hrano. Kadar nimajo več krompirjevih listov, se spravijo na gomolje ali preostale rastline (Vrabl, 1992).

2.3.6 Drugi škodljivci krompirja

Listne uši (Aphididae) so predvsem prenašalke virusov, s sesanjem listnega soka oslabijo rastline le pri čezmerni namnožitvi. V obdobju, ko uši prenašajo viruse, pa je treba uničevati krompirjevko v semenskih nasadih. Poleg preventivnega škropljenja s pripravki iz kopriv in praproti, uporabljajo nekateri vrtničkarji proti ušem na krompirju škropivo iz vratiča, listov rabarbare in iz soka, ki ga stisnejo iz strokov česna. (Kocjan Ačko, 2005).

Najpogostejši talni škodljivci na gomoljih so strune (Elateridae). Ti talni škodljivci so ličinke hroščev pokalic. Škodo naredijo tako, da se zavrtajo v gomolje. Preluknjani gomolji imajo slabšo tržno vrednost in pogosto gnijejo. Poškodbam gomoljev zaradi strun se izognemo z ustreznim kolobarjem, zlasti se izogibamo sajenju krompirja po koruzi. Ker so neposejane njive in gredice najbolj izpostavljene napadu strun, je treba poskrbeti za njihovo stalno prekritost z rastlinami. Bramorji povzročajo škodo z objedanjem gomoljev. Proti bramorju učinkuje voda, v katero primešamo jedilno olje in jo nalijemo v rov, bramorja pa ulovimo v narobe obrnjen lonc, napol zakopan v tla (Kocjan Ačko, 2005).

Gosenice sovk (Noctuidae) so razvojni stadij nočnih metuljev, ki pregriznejo vznikle rastline nad tlemi. Proti sovkam uporabljajo nekateri pridelovalci vabe za metulje v obliki lepljivih plošč, drugi ukrepajo s pripravki na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis*. Mehanski ukrep

je medvrstno okopavanje, ki uniči jajčeca, ki jih metulji maja in junija odložijo na plevel. (Kocjan Ačko, 2005).

Krompirjeve ogorčice ali nematode (*Globodera* sp.) so vse bolj pogoste zajedalke krompirja na območjih, kjer se na zemljišču vrsti predvsem krompir. Korenine napadenih rastlin odmrejo, nadzemski deli slabo rastejo, listi ovenijo in se zvijajo. Čezmerno namnožitev preprečimo z vsaj štiriletnim kolobarjem. Pojav ogorčic zmanjša tudi nasaditev ognjiča in žametovke med krompirjeve rastline, kar je sprejemljivo zlasti za vrtičkarje. Rumena krompirjeva ogorčica (*Globodera rostochiensis*) se je pred nekaj leti pojavila v Posočju, pred tem pa je bila ugotovljena na nekaterih drugih lokacijah. Bele krompirjeve ogočice (*Globodera pallida*) pri nas za zdaj še ni (Kocjan Ačko, 2005).

2.4 ZATIRANJE ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV S POUDARKOM NA KOLORADSKEMU HROŠČU

Pomembno opravilo med rastno dobo krompirja je načrtovanje ter iskanje optimalnega časa za zatiranje plevelov, boleznin in škodljivcev. Za zatiranje škodljivih organizmov se odločimo, ko je presežen prag škodljivosti.

Škropilnice so stroji za nanašanje sredstev za varstvo rastlin v tekočem stanju na rastline. Fitofarmaceutska sredstva je treba razredčiti z vodo v škropilno brozgo. Škropiva v obliki suspenzije ali emulzije je treba stalno mešati. Kemično rastline varujemo tako, da jih pokrijemo s slojem škropiva, ki ga škropilnica razprši na drobne kapljice. Velikost kapljic pri škropljenju je od 100 do 150 μm . Strokovnjaki menijo, da ima med vsemi napakami, ki jih človek naredi pri pridelavi živeža, nepravilna uporaba FFS najbolj negativne vplive na okolje. Ugotovljeno je bilo tudi, da je za kar 30 % neučinkovitosti FFS kriva nepravilno nastavljena naprava in za 40 % nestrokovno ravnanje pri aplikaciji. Zato ni čudno, da so škropilnice od leta 1995 zakonsko podvržene rednim testiranjem. Šele v zadnjem času opazimo pozitivne premike na tem področju, ko se je začel izvajati poostren nadzor škropilnikov za potrebe subvencij. Tako bodo pridelovalci vsaj malo bolj ozaveščeno uporabljali škropilnice, saj je sedaj za uporabnike škropilnic obvezen tudi tečaj iz varstva rastlin (Cajhen, 2005).

Pri kemičnem zatiranju moramo paziti na to (Arends in Kus, 1999):

- da ima škropilnica dober, hitro nastavljiv sistem za uravnavanje odmerka na ha;
- da izberemo pravilne šobe, ki dobro razpršujejo in zagotavljajo optimalno razporeditev;
- da ob menjavi šob uporabimo šobe, ki imajo enak pretok in kot škropljenja;
- da uporabljamo ustrezen tlak za škropljenje s fungicidi in herbicidi;
- da izvajamo redna testiranja škropilnice;
- da izberemo dovoljeno in učinkovito sredstvo;
- da pri uporabi talnih herbicidov pazimo, da so tla dovolj vlažna;
- da po vsakem škropljenju izpraznimo in očistimo škropilnico na dovoljen način;
- da skladiščimo škropiva na zato določenih mestih.

V zadnjem času se vse pogosteje uporablja kombinacija mehanskega in kemičnega zatiranja. Pri pridelavi krompirja se uporablja škropilnica v kombinaciji z okopalnikom za namen trakastega škropljenja oziroma škropljenja pod liste. Trakasto škropljenje se izvaja z ene ali še bolje z obeh strani grebena. Trakasto škropljenje predstavlja korist v ekološkem vidiku na eni strani, na drugi strani pa v vidiku gospodarnosti, saj je poraba FFS na hektar neprimerno manjša kot pri klasičnem (kemičnem) zatiranju in predstavlja srednjo pot v pridelavi. Škropilnik se lahko kombinira tudi s sadilnikom krompirja za potrebe tretiranja semena pred saditvijo. To je v zadnjem času postalo zelo aktualno pri zatiranju strun v nasadih krompirja, posebno še pri pridelovalcih, ki so vključeni v integrirano pridelavo krompirja. Tu ni dovoljena uporaba granuliranih pripravkov za zatiranje strun, ampak samo pripravek Prestige, ki pa je v tekočem stanju. Tretiranje semena si lahko močno olajšamo s kombinacijo škropilnika na sadilniku (Cajhen, 2007).

Hrošči so najbolj pestra skupina žuželk in so najbolj podrobno opisan red v živalski sistematiki. Skoraj 40 % vseh znanih vrst žuželk spada med hrošče. Najdemo jih lahko v vseh habitatih, razen v polarnemu območju. Lahko se hranijo z rastlinskimi deli, kot koloradski hrošč, z glivami ali pa živalskimi tekočinami. Po drugi strani so hrošči hrana za ptice in sesalce (Klots in Klots, 1972). Prav zaradi teh dejstev in njihove raznolikosti, je zelo pomembno, kako se lotimo zatiranja škodljivcev iz reda Coleoptera. V svetu je znanih več načinov zatiranja hroščev, od najbolj uporabljenega škropljenja z insekticidi do ročnega pobiranja. Pri izbiri načina zatiranja je predvsem pomembna njegova učinkovitost in vpliv na okolje. Tako lahko s sintetičnimi sistemičnimi insekticidi dosežemo visoko smrtnost žuželk in za dolgo zavarujemo rastline, s kontaktnimi insekticidi pa kljub visoki smrtnosti ne moremo zagotoviti dolgega delovanja aktivne snovi po aplikaciji. Pri uporabi drugih načinov zatiranja, kot je pobiranje hroščev ali nastavljanje ovir med vrstami krompirja, navadno ne dosežemo zadovoljive učinkovitosti, ob tem pa so takšni načini gospodarsko neupravičeni pri intenzivni pridelavi krompirja. Zato je pomembno, da poznamo učinkovitost določenega načina zatiranja, njegovo gospodarsko upravičenost, da se lahko odločimo za ustrezno obliko zatiranja (Cirar, 2007).

Zatiranje koloradskega hrošča je usmerjeno na ličinke. Prvi nanos insekticida opravimo tedaj, ko se iz jajčec izleže od 30 do 50 % ličink (Vrabl, 1992). Kritično število je preseženo, ko najdemo povprečno deset ali več ličink na grm in kadar je pred cvetenjem krompirja napadenih več kot 15 % grmov. Kadar se odlaganje jajčec in pojavljanje hroščev razvleče, je potrebno opraviti drugo škropljenje. Drugega rodu navadno ni treba zatirati. Zatiranje izvedemo, ko na grmu najdemo pet hroščev ali več kot dvajset ličink in je do konca rasti krompirja več kot tri tedne (Vrabl, 1992).

Nikar ne sadimo krompirja na sosednjo njivo ali gredico, kjer je prejšnje leto rasel krompir. Okoli nasada poznega krompirja posadimo nekaj vrst zgodnjega krompirja; večina hroščev se bo ustavila na robovih, nasad poznega krompirja pa bo pomembno manj prizadet. Pri pridelavi zgodnjega krompirja je učinkovit ukrep proti koloradskemu

hrošču tkaninasta prekrivka, ta pa služi tudi pri doseganju višje temperature tal. Kot mehanski ukrep varstva proti hrošču izkopljejo nekateri kmetje okoli nasada 30 cm globok jarek, ki ga je treba obložiti s PVC folijo. Hrošč, ki pade v jarek, ne more ven, ker mu drsi. Ponekod v tujini uporabljajo vakumske pobiralnike hroščev. V manjših nasadih ročno oberemo jajčeca, ličinke in hrošče. Za biotično varstvo pred hrošči lahko uredimo v bližini krompirišč razmere, ki so ugodne za namnožitve polonic. Ličinkam polonice so v slast jajčeca koloradskega hrošča, odrasle polonice pa se hranijo z listnimi ušmi. Nekateri ekološki kmetje ugotavljajo, da redno preventivno škropljenje mladih nasadov krompirja s pripravki iz kopriv ali praproti odvrne ali vsaj zmanjša pojav hrošča (Kocjan Ačko, 2005).

2.5 NARAVNI SOVRAŽNIKI KOLORADSKEGA HROŠČA

Naravni sovražniki koloradskega hrošča so nekatere ptice, ki se z njimi hranijo, pa tudi manjši sesalci. Med žuželkami jih plenijo predvsem hrošči brzci, plenilske stenice, strigalice. V telesu koloradskega hrošča živijo tudi nekatere entomopatogene ogorčice, jajčeca hroščev pa parazitirajo najezdnice. Hrošče v tleh, zlasti prek zime okužujejo entomopatogene glive, kot npr. *Beauveria bassiana*. Veliko raziskav je bilo že narejenih tudi v zvezi z vnašanjem naravnih sovražnikov iz hroščeve pradomovine, ki pa v novem okolju niso najbolj učinkoviti. Še največji potencial ima najverjetneje osica *Edovum puttleri* ter stenica *Perillus bioculatus*. Na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis* je bioinsekticidni pripravek Novodor, za zatiranje koloradskega hrošča, ki pa pri nas nima registracije. Na podlagi genetskih transformacij je že vzgojen transgeni kultivar krompirja, ki proizvaja toksin bakterije *Bacillus thuringiensis* in ki prizadene koledarskega hrošča, če se hrani na takšnem krompirju (Milevoj, 2000).

Maceljski in sod. (1999) opozarjajo, da bi takšni kultivarji lahko vplivali na pojav rezistence koloradskega hrošča na *B.t.* toksine, podobno kot se to dogaja pri uporabi kemičnih sredstev (insekticidov). Prvi zapisi o bakteriji *Bacillus thuringiensis* sicer segajo v leto 1901, ko je japonski bakteriolog Ishiwata izoliral bakterije rodu *Bacillus* iz obolele ličinke sviloprejke (*Bombyx mori* L.). Ishiwata je spoznal, da je za patogenost bakterije odgovoren toksin, vendar pa formalno ni opisal najdenega organizma. Deset let pozneje je Berliner v Nemčiji izoliral bakterijo iz gosenic močne večče (*Anagasta kuehniella* [Zeller]). Bakterijo je natančno opisal in ji dal znanstveno ime *Bacillus thuringiensis* Berliner. V letu 1916 sta Japonca Aoki in Chigasaki ugotovila, da je toksin zastopan v sporulirajočih kulturah, vendar ga ni v mladih, vegetativno razmnožujočih se celicah. Prvi komercialni pripravek so izdelali v Franciji, in sicer v laboratoriju Libec. Pred letom 1970 so *B.t.* pripravki vsebovali subspecies *thuringiensis* in pogosto termotolerantne eksotoksine, ki so bili slabo aktivni (Milevoj, 2007).

2.6 KEMIČNI INSEKTICIDI ZA ZATIRANJE KOLORADSKEGA HROŠČA

Kemično zatiranje je tudi pri nas splošno razširjeno, saj je na razpolago trenutno 19 aktivnih snovi in 24 na njihovi podlagi izdelanih pripravkov, ki so v obliki močljivih praškov (WP) in koncentratov za emulzijo (EC). Pomembno je, da se sredstva uporabljajo pravočasno, v občutljivih razvojnih stadijih koloradskega hrošča. Prezimele hrošče, ki prilezejo iz tal navadno ni treba škropiti, razen tedaj, če je krompir slabo razvit in če sta več kot 2 hrošča na grmu. Ličinke je potrebno zatirati, če je več kot 10-15 ličink na vsakem grmu do cvetenja, pozneje se tolerira večje število. Hrošče prvega rodu zatiramo, če jih najdemo več kot 5 na enem grmu, ličinke pa tedaj, če jih je več kot 20-30 na grm in je vsaj še 20 dni do izkopa. Zavedati se moramo, da je koloradski hrošč zelo izpostavljen pojavu rezistence. Najprej se je pojavila rezistenca na DDT pripravke, pozneje, po prenehanju njihove uporabe, pa je bila ugotovljena rezistenca na organske fosforjeve estre, karbamate, pietroide (Milevoj, 2000).

Maceljski in sod. (1999) priporočajo uporabo insekticidov, ko se izleže 30-50 % ličink. To so organski fosforjevi estri, karbamati, piretroidi. Kjer pa je rezistenca že navzoča, se uporabljajo regulatorji razvoja, katerih delovanje je usmerjeno na mlade ličinke (L_1 in L_2 stopnji), ki ne presežejo 4 mm. Regulatorji delujejo 20-30 dni. Če s škropljenjem zamudimo, sredstva niso več učinkovita. Pri nas so v te namene registrirani pripravki heksaflumuron, teflubenzuron, lufenuron. Potem so še nereistoksini (bensultap, tiociklam), ki delujejo na ličinke in imidaklorprid, s katerim se tretira gomolje in deluje 55-70 dni. Če krompir z njim poškopimo, sredstvo deluje 20 dni. Vendar je bolj priporočljivo, da zaradi nevarnosti rezistence tretiramo gomoljev. Zaradi nevarnosti pojava rezistence moramo sredstva pogosto menjavati, uporabljati moramo insekticide iz različnih skupin (npr. ne samo piretroidov). Prašiva so z ekološkega vidika in osebne varnosti manj ustrezna (Maceljski, 1999).

2.6.1 Insekticidi, registrirani v Sloveniji

V Sloveniji so za zatiranje koloradskega hrošča registrirani insekticidi, ki so navedeni v preglednici 1.

2.7 NEKAJ O PROGNOŠTIČNIH MODELIH V ZVEZI S KOLORADSKIM HROŠČEM

V nasadih krompirja na jugozahodu Nemčije je koloradski hrošč pomemben škodljivec. Zato so se prav tam odločili izdelati prognostične programe, saj jim olajšajo načrtovanje optimalnega časa za škropljenje. Hrošč se pojavlja vsako leto v velikem številu in povzroča pogosto škodo z zmanjšanjem pridelka. Proti hrošču se v obdobju rasti na krompir nanašajo insekticidi. Po uporabi insekticidov pa se pogosto govori njihovem škodljivem delovanju. Kot vzroke za to najpogosteje navajajo nanos pri visoki temperaturi in

neustrezne termine nanosa insekticidov (prezgodaj ali prepozno glede na razvojni stadij hroščev). Uporaba SIMLEP modelov je tako doprinesla, da njiv ob Renskem kanalu ne škropijo po nepotrebnem oziroma se je to število zmanjšalo na potrebno število škropljenj. Ob Renskem kanalu uporabljajo 2-3 vrste insekticidov. Odpornost hroščev pa se veča, še posebno proti organskim fosforjevim estrom in karbamatom, kar se tudi resno opazuje in spremlja od leta 1995 dalje (Jörg, 2003).

Preglednica 1: Insekticidi, ki so v Sloveniji registrirani za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-Info, 2007)

Pripravek	Aktivna snov	Odmerek	Število škropljenj
Actara 25 WG	tiametoksam	60-80 g/ha	-
Bulldock EC 25	beta-ciflutrin	0,5 l/ha	2
Calypso SC 480	tiaklopid	0,1 l/ha	2
Decis 2,5 EC	deltametrin	0,3 l/ha	2
Decis 6,25 EG	deltametrin	250 g/ha	2
Karate 2,5 WG	lambda-cihalotrin	2-25 g/ha	2
Karate zeon 5 CS	lambda-cihalotrin	0,1- 0-13 l/ha	2
Match 050 EC	lufenuron	0,3 l/ha	-
Mospilan 20 SG	acetamiprid	0,1 kg/ha	3
Mospilan 20 SP	acetamiprid	1 g /ha	-
Neemazal – T/S	azadirachtin	0,250 %	2
Nomolt	tuflubenzuron	0,2 l/ha	2
Spruzit prah	piretrin	250 g /ha	-
Volaton EC - 500	foksim	2 l/ha	-
Zolone liquide	fosalon	2 – 2,5 l/ha	-

2.8.1 SIMLEP 1

Je bil prvi prognostični program, ki je izključno z upoštevanjem temperature na višini približno dva metra nad tlemi, napovedal razvoj hroščev. Glavna prednost modela je bila regionalna napoved prvega pojava prezimelih hroščev na krompirjevih poljih. Poleg tega pa je lahko tudi razmeoma netočno napovedal začetek odlaganja jajčec. Vendar pa je to veljalo zgolj za najbolj zgodaj napadena polja v bližini meteoroloških postaj. Velik prognostični problem pa je predstavljala imigracija starih hroščev na polja. Medtem, ko sta bila s tem programom prvi pojav starih hroščev in čas odlaganja prvih jajčec regionalno relativno dobro napovedljiva, pa je ostala natančna napoved pojava hroščev še vedno neizpolnjena želja. Tako je bilo ugotovljeno da SIMLEP 1 ne poda dovolj natančnih informacij, s katerimi bi bilo mogoče določiti pojav ličink L1 in L2 stadijev za potrebe škropljenja. Ta program nadzoruje in opazuje širjenje koloradskega hrošča na nova območja (Jörg, 2003) .

2.8.2 SIMLEP 2

Da bi lahko napredovali z napovedovanjem, je bil razvit model SIMLEP 2. Ta model zahteva poleg temperature tudi datum pojava prvih jajčec na poljih. Testiranje programa je pokazalo, da je napoved prvega pojava mladih ličink zelo natančna, približno 80 %. Druge pomembne napovedi, kot na primer začetek in konec masovnega pojava mladih ličink, pa so ostali še vedno prognostično nenapovedljivi. Analiza takšnih težav je podala veliko razlogov za tako nezadovoljive rezultate. Poleg pomanjkljivosti pri vnosu točnih datumov, je bilo potrebno razmisliti tudi o tem ali so biološke podlage v programu SIMLEP 2 še vedno pravilno nastavljene. Iz simulacijskih izračunov z modificiranim SIMLEP 2 modelom, lahko ugotovili, da so rezultati napovedi občutno boljši, ko se upošteva razvoj hroščev pri nižjih temperaturah, kot tistih navedenih v literaturi. To dejstvo je bilo testirano in potrjeno v letih 1997 in 1998 v rastnih komorah, kjer je bilo ugotovljeno, da se ličinke razvijajo že pri 11,5 stopinjah Celzija. V novi verziji modela, je bila odvisnost od temperature ustrezno popravljena (Kleinhenz in sod., 2006).

2.8.3 SIMLEP 3

Ta model simulira odnose med populacijo koloradskega hrošča in agrometeorološkimi podatki na točno določeni parceli v točno določenem času. Tako nam model poda informacijo o optimalnem času za škropljenje koloradskega hrošča, in sicer prek napovedi pojava koloradskega hrošča. Ta program izračunava vpliv vremenskih razmer na razvoj koloradskega hrošča. Ta škodljivec se namreč v različnih razmerah različno hitro in množično razmnožuje. V model SIMLEP 3 so bili dograjeni novi podatki, ki so bili natančno analizirani, saj stari podatki iz literature o minimalnih, maksimalnih in optimalnih temperaturah za razvoj hroščev niso bili dovolj natančni. Prvi poskusi z modelom SIMLEP 3 so pokazali občutno boljše napovedi, tako pri napovedi datuma odlaganja jajčec, kot tudi pri napovedi razvoja mladih ličink. Rezultati so bili natančni v vseh pomembnih razvojnih stadijih v 80 %. Potrditev z datumi pobiranja pridelkov iz let 1997 in 1998 so prinesli le še potrditev točnosti napovedi, kjer je bil odklon 2-3 dni med napovedanim in dejanskim terminom pojava. Model se navezuje na točno napoved časa masovnega odlaganja jajčec in pojava ličink. Zato naj bi bil ta model namenjen večletni prognozi. Ob pravilnem vnosu podatkov naj bi bil odklon napak maksimalen za 4-6 dni. Od 1999 do 2001 je bila prognoza masovnega nastopa in odlaganja jajčec 95 % in pri mladih ličinkah 84 % pravilna.

S programom SIMLEP 3 je sedaj na voljo prognostični model, ki omogoča optimalno določanje termina nanosa insekticidov z namenom zatiranja koloradskega hrošča. Prek napovedi začetka in konca masovnega pojava jajčec, je mogoče natančno ugotoviti vrsto insekticida, ki naj se v posameznem primeru uporabi. Uporaba insekticida je najbolj učinkovita med masovnim pojavom mladih ličink. Tudi na ta čas opozarja SIMLEP 3, pri čemer javi »predprognozo«, da lahko še pravočasno omejimo masovni pojav in se

pripravimo na uporabo ustreznega insekticida. Glede na temperaturo lahko določimo optimalni čas zatiranja škodljivca od dva do tri dni natančno (Jörg in sod., 1999).

Biotični insekticidi, kot so pripravki na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis*, naj bi bili uporabljeni kmalu po določenem datumu prvega pojava mladih ličink, z namenom da dosežemo največjo učinkovitost pripravkov. Ob uporabi pripravkov na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis* proti starejšim ličinkam je potrebno upoštevati slabše delovanje pripravka oz. je potrebno povečati količino uporabljenega insekticida. V Nemčiji je mogoče v prognostičnih službah dobiti tudi rezultate SIMLEP 3 za praktično uporabo.

2.8.4 Opazovalno-napovedovalna služba za zdravstveno varstvo rastlin Slovenije

Slovenska opazovalno-napovedovalna služba v okviru njenega delovanja ne spremlja pojav koloradskega hrošča na krompirju in tudi ne napoveduje optimalnega časa za zatiranje škodljivca. Na spletni strani FITO-INFO pa smo našli nekaj napotkov kmetom, in sicer, da naj pridelovalci krompirja spremljajo škodljivca in ga po potrebi zatirajo.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 ZASNOVA IN POTEK POSKUSA

Poljski poskus je potekal v letu 2006 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Na njivi z velikostjo 2,4 ara, na katero smo krompir, cv. Kondor, posadili 8. maja, smo preučevali razvojni krog koloradskega hrošča. Na parceli smo spremljali prvi pojav odraslih osebkov, to je njihov spomladanski prihod iz tal, pojav jajčnih legel, mladih in starejših ličink ter pojav novega rodu hroščev.

Med rastno dobo krompirja nismo gnojili, le enkrat pa smo rastline poškopili s pripravkom Ridomil Gold MZ (aktivna snov mankozeb + metalaksil-M), s katerim smo želeli preprečiti okužbo krompirja z glivo *Phytophthora infestans*.



Slika 6: Poljski poskus s krompirjem, cv. Kondor, na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2006. S lesenima količkoma je označeno mesto s petimi zaporednimi rastlinami, na katerih smo ugotavljali zastopanost različnih razvojnih stadijev škodljivca. Slika je bila posneta v sredini junija (foto: J. Kert).

S pregledovanjem nasada na zastopanost koloradskega hrošča smo začeli v začetku tretje dekade maja. Tedaj je na njivi vzniknilo približno polovica rastlin. Prva jajčna legla smo v nasadu ugotovili 8.6. in od takrat naprej smo enkrat tedensko na petih mestih na parceli

ugotavljali zastopanost različnih razvojnih stadijev škodljivca. Na vsakem mestu smo izbrali pet zaporednih rastlin in na njih smo do konca pojavljanja škodljivca ugotavljali številčnost jajčnih legel, mladih ličink (L1/L2), starejših ličink (L3/L4) in odraslih osebkov.

3.2 OPIS MODELOV

Preglednica 2: Prikaz vhodnih in izhodnih podatkov prognostičnega modela SIMLEP 1.

Vhodni podatki	Izhodni podatki
Dnevne vrednosti temperature zraka 2 m nad tlemi (vsaj od 1. aprila naprej)	napoved prvega pojava prezimelih hroščev
	napoved prvega pojava jajčnih legel
	številčnost jajčnih legel
	številčnost mladih ličink (L1/L2)
	številčnost starejših ličink (L3/L4)
	napoved prvega pojava hroščev naslednjega rodu

Preglednica 3: Prikaz vhodnih in izhodnih podatkov prognostičnega modela SIMLEP 3.

Vhodni podatki	Izhodni podatki
Dnevne vrednosti temperature zraka 2 m nad tlemi (vsaj od 1. aprila naprej)	napoved prvega pojava mladih ličink (L1/L2)
Datum pojava prvega jajčnega legla	napoved prvega pojava starejših (L3/L4)
Datum ocenjevanja, ko jajčnih legel še nismo našli (če tega podatka nimamo, vključimo 1. januar)	obdobje najštevilčnejšega odlaganja jajčnih legel
Število jajčnih legel, ugotovljenih na dan najdbe prvega jajčnega legla	obdobje največje številčnosti mladih ličink

Vhodni podatek v oba modela je predstavljala tudi povprečna dnevna temperatura zraka. V ta namen smo uporabili meteorološke podatke za lokacijo Ljubljana–Bežigrad, ki so nam jih posredovali iz Agencije Republike Slovenije za okolje. Vse podatke smo poslali na nemški inštitut ZEPP (Zentralstelle der Länder für computergestützte Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz), kjer so jih vnesli v prognostična modela SIMLEP 1 in SIMLEP 3.

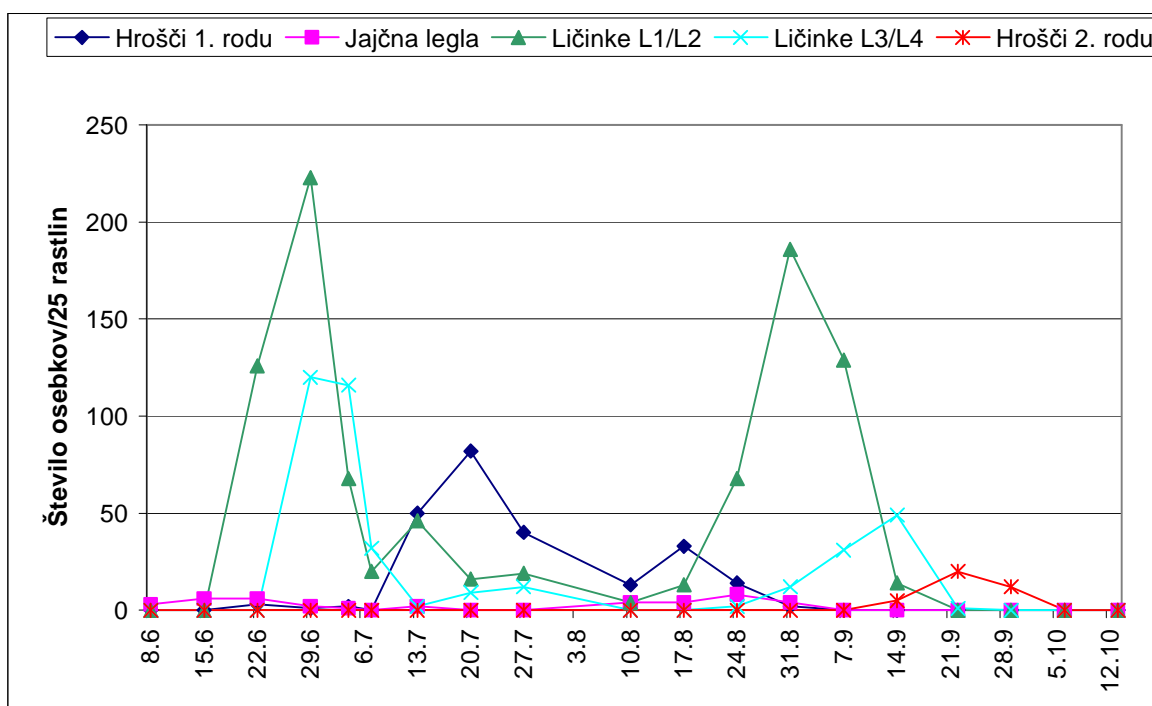


Slika 7: Poljski poskus v avgustu 2006 (foto: J. Kert).

4 REZULTATI

4.1 ANALIZA REZULTATOV

Slika 8 prikazuje številčnost različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča v poljskem poskusu na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2006.



Slika 8: Prikaz številčnosti osebkov po razvojnih stadijih koloradskega hrošča v poljskem poskusu na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2006

Ugotavljamo, da je bilo prezimelih hroščev relativno malo, na kar so najverjetneje vplivale vremenske razmere ter relativno pozno sajenje krompirja. Najštevilčnejši pojav mladih ličink 1. rodu smo ugotovili ob štetju 29.6., ko je bilo njihovo število na 25 rastlinah večje od 200. Na isti dan in teden dni pozneje smo na 25 rastlinah našli približno polovico manj starejših ličink 1. rodu. Precej številčne so bile tudi mlade ličinke 2. rodu, katerih smo našli največ 31.8. (186 osebkov/25 rastlin). Starejše ličinke 2. rodu so bile najbolj številčne teden dni pozneje, ko smo jih na 25 rastlinah našli skoraj 50. Hrošči 1. rodu so bili najbolj številčni 20.7., ko smo jih na 25 rastlinah našli 82. Hrošči 2. rodu so se v največjem številu pojavili približno 2 meseca pozneje, ko smo jih na enakem številu rastlin našli 20.

Preglednica 4: Simulacija (napoved) dnevov prvega pojava različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani leta 2006 z modelom SIMLEP 1.

Razvojni stadij	Datum prvega pojava
Prezimali hrošči	26.4.2006
Jajčna legla	6.5.2006
Ličinke L1/L2	18.5.2006
Ličinke L3/L4	3.6.2006
Mladi hrošči	26.6.2006

Prognostični model SIMLEP 1 je napovedal naslednje datume začetka pojava različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča: za prezimele hrošče 26.4.2006, za jajčna legla 6.5.2006, za mlade ličinke (L1/L2) 18.5.2006, za stare ličinke (L3/L4) 3.6.2006 in za mlade hrošče 26.6.2006.

Preglednica 5: Prikaz vhodnih (meteoroloških) podatkov v model SIMLEP 1 in odstopanje dneva napovedi prvega pojava jajčnih legel

Meteorološka postaja	Obdobje pred prvim pojavom jajčnih legel	Prvi pojav jajčnih legel na parceli	Simulacija SIMLEP 1	Dnevi (simulacija prvega pojava jajčnih legel)
Ljubljana Bežigrad	1.1.2006	8.6.2006	6.5.2006	33

Prvi pojav jajčnih legel na parceli je bil 8.6.2006, napoved, podana z modelom SIMLEP 1, pa je podala datum 16.5.2006. Model SIMLEP 1 je torej podal nezadovoljive rezultate, saj je določil prvi pojav jajčnih legel 33 dni prezgodaj.

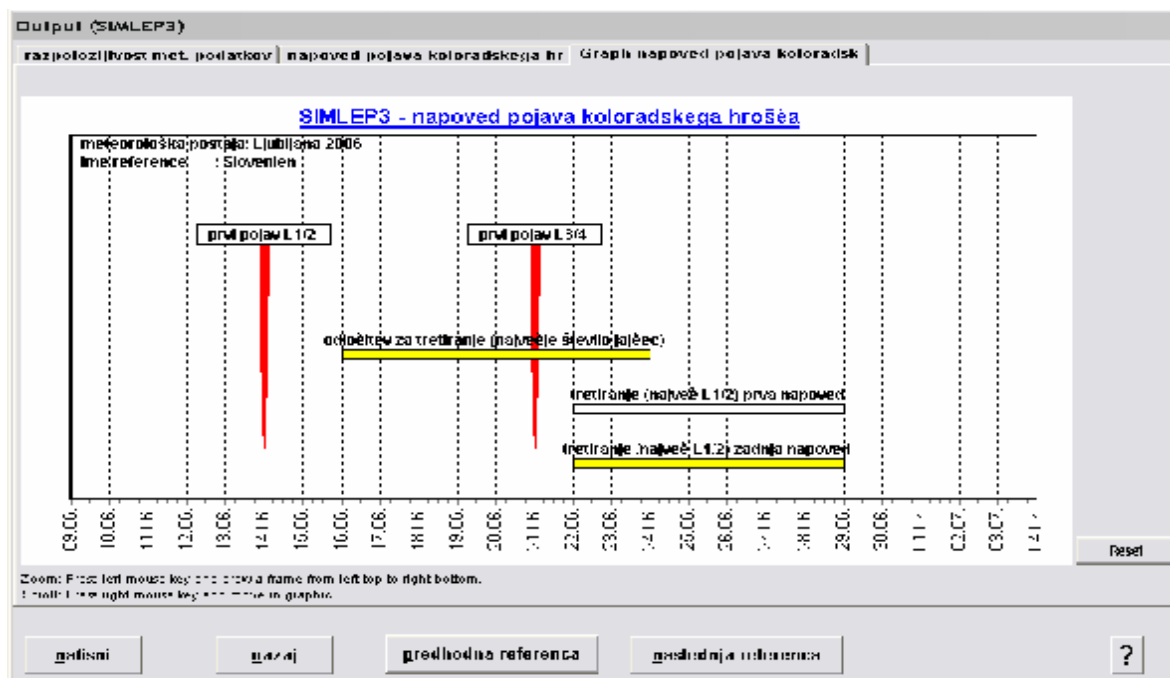
Preglednica 6: Prikaz dejanskih in napovedanih datumov pojava mladih ličink (L1/L2) in starejših ličink (L3/L4) ter odstopanje med dejanskima in napovedanima vrednostima z modelom SIMLEP 3.

Vremenska postaja	Prvi pojav L1/L2 na njivi	Napoved prvega pojava L1/L2	Dnevi (napoved prvega pojava L1/L2)	Prvi pojav L3/L4 na polju	Napoved prvega pojava L3/L4	Dnevi (napoved prvega pojava L3/4)
Ljubljana	22.6.2006	14.6.2006	8	29.6.2006	21.6.2006	8

Prvi pojav mladih ličink (L1/L2) na njivi smo ugotovili 22.6.2006, model SIMLEP 3 pa je napovedal njihov prvi pojav 14.6.2006.

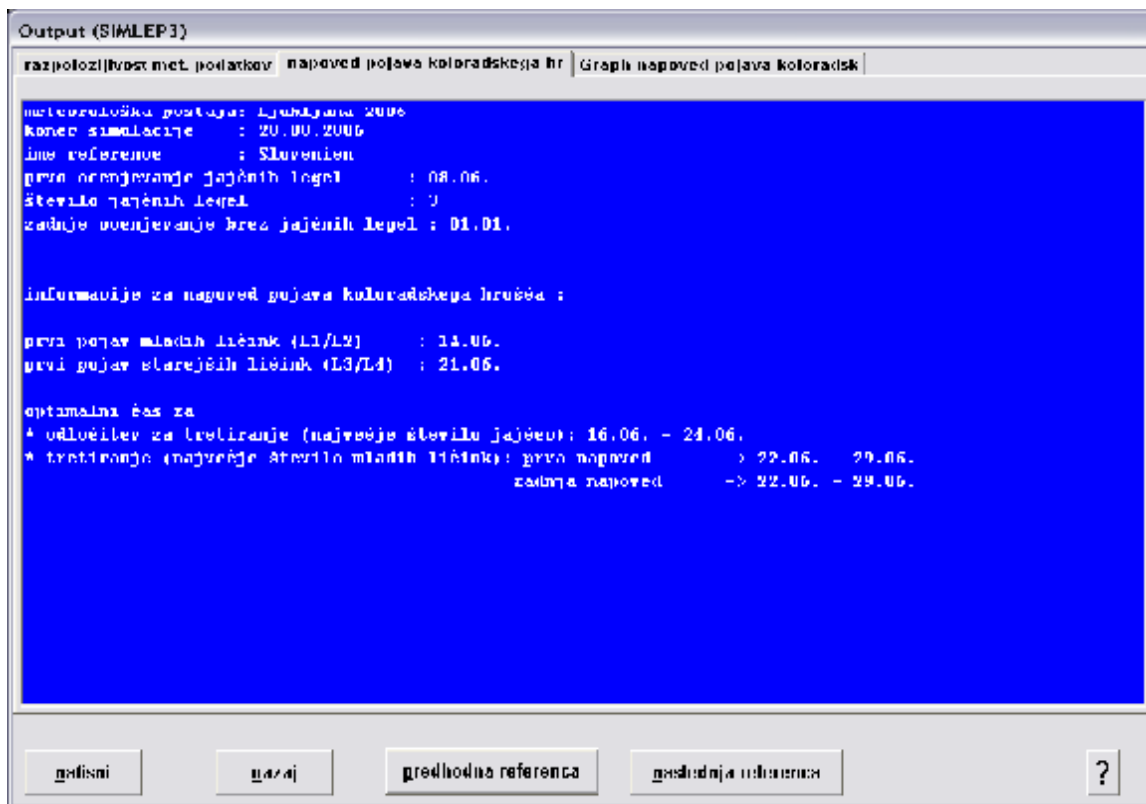
Prvi pojav starejših ličink (L3/L4) na njivi smo ugotovili 29.6.2006, model SIMLEP 3 pa je napovedal njihov prvi pojav 21.6.2006

Napoved pojava mladih ličink je bila torej 8 dni prezgodnja, enako pa je veljalo za napoved pojava starejših ličink.



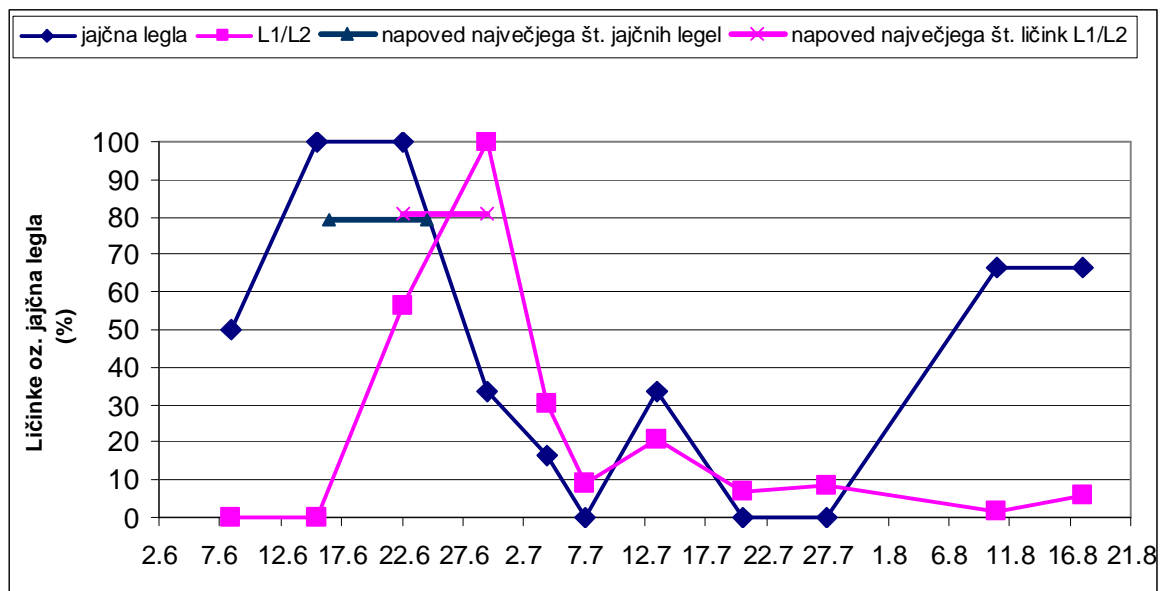
Slika 9: Grafični prikaz napovedanega prvega pojava mladih in starejših ličink koloradskega hrošča z modelom SIMLEP 3 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2006 z napovedjo obdobja za optimalen čas škropljenja.

Zgornja rumena črta v sliki 9 prikazuje čas odločanja za škropljenje (čas namenjen izbiri ustreznega škropiva idr.), srednja bela in spodnja rumena črta pa napovedujeta obdobja z največjo številčnostjo mlajših in starejših ličink, ki sta najustreznejša termina za uporabo insekticidov.



Slika 10: Računalniški prikaz vhodnih in izhodnih podatkov v model SIMLEP 3.

Slika 10 prikazuje negrafični prikaz rezultatov modela SIMLEP 3, ki so sicer grafično predstavljeni v sliki 9.



Slika 11: Prikaz napovedanega pojavljanja jajčnih legel in mladih ličink z modelom SIMLEP 3, s poudarkom na napovedi največjega števila jajčnih legel in mlajših ličink.

Preglednica 7: Prikaz dejanskih in napovedanih datumov pojava največjega števila jajčnih legel in mladih ličink z modelom SIMLEP 3.

	Rezultat		Napoved	
	začetni datum	končni datum	začetni datum	končni datum
Največje število jajčnih legel	12.6.2006	24.6.2006	16.6.2006	24.6.2006
Največje število L1/L2	26.6.2006	1.7.2006	22.6.2006	29.6.2006

Preglednica 8: Prikaz odstopanja rezultatov napovedi največjega števila jajčnih legel in mladih ličink od dejanskih vrednosti.

	Rezultat napovedi		Rezultat napovedi	
	začetni datum	validacija	končni datum	validacija
Največje število jajčnih legel	- 4	+	0	+
Največje število L1/L2	4	+	2	+

Ugotavljamo, da je model SIMLEP 3 zadovoljivo natančno napovedal pojav največjega števila jajčnih legel in mlajših ličink, saj v nobenem primeru njegova napoved ni odstopala za več kot 4 dni.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Pridelava krompirja je panoga, ki je imela v preteklosti velik pomen v slovenskem kmetijstvu. Ne le, da so krompir pridelovali na skoraj vsaki kmetiji, mnogi kmetje so od njega tudi živeli, saj je imel dobro ceno. Začetki pridelave krompirja na Slovenskem, ki segajo v sredino 18. stoletja, na današnji pomen krompirja zagotovo niso imeli vpliva. Na začetku je krompir naletel na sorazmerno velik odpor pri kmetih in ljudeh, saj so ga ti imeli za hudičev plod, ker je rasel v tleh. Sprva se je širil le kot okrasna rastlina in ni imel nikakršnega širšega družbenega pomena. Pomembnosti krompirja se je tedaj že zavedala Marija Terezija in je že leta 1767 izdala uredbo, katere namen je bil spodbujanje pridelave krompirja. Sprva so kmetje uporabljali krompir kot hrano za živino, predvsem za prašiče, in šele v začetku 19. stoletja se je kot posledica slabih letin in pomanjkanja hrane znašel krompir tudi na mizah ljudi. Tako je začel krompir v 20. letih 19. stoletja pridobivati na gospodarskem in socialnem pomenu. Tedaj so ga imeli za kruh ubogih. Tako so se površine posajene s krompirjem do konca 2. svetovne vojne na Slovenskem povečevale in s tem tudi njegov pomen. Sčasoma so se začele kupne in prehranske navade ljudi spreminjati in se je krompirju začel zmanjševati njegov pomen živila za zadovoljevanje osnovnih prehranskih potreb. Izboljševala se je tudi tehnologija pridelave, tako da so se hektarski pridelki povečali in kot posledica tega, so se površine posajene s krompirjem začele zmanjševati. Tudi poraba krompirja na prebivalca se je drastično zmanjševala. Tako je padla iz leta 1998, ko je znašala 34,4 kg, v letu 2001 na vsega 21,6 kg. Podoben trend zmanjševanja je opazen tudi pri površinah. Tako je bil še leta 1960 v Sloveniji krompir posajen na 53 tisoč ha, kar je predstavljalo slabo petino obdelovalnih površin, med tem ko sedaj pridelujemo krompir le še na slabih 7 tisoč ha, kar je le dobra dvajsetina obdelovalnih površin.

V Sloveniji imamo trenutno registriranih 15 insekticidnih pripravkov za zatiranje koloradskega hrošča, v katerih je uporabljenih 12 aktivnih snovi. Ti (Actara 25 WG, Bulldock EC 25, Calypso SC 480, Decis 2,5 EC, Decis 6,25 EG, Karate 2,5 WG, Karate zeon 5 CS, Match 050 EC, Mospilan 20 SG, Mospilan 20 SP, Neemazal – T/S, Nomolt, Spruzit prah, Volaton EC - 500, Zolone liquide) nam nudijo zadostno možnost za želeno izbiro.

V poljskem poskusu na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani smo v letu 2006 spremljali pojavljanje in razvoj različnih stadijev koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) v nasadu krompirja. Bionomija koloradskega hrošča pri nas pred tem še ni bila natančneje preučevana. Podatke o številčnosti različnih razvojnih stadijev škodljivca smo potrebovali, saj smo hoteli preveriti ustreznost nemških prognostičnih modelov SIMLEP 1 in SIMLEP 3. Zlasti slednji naj bi nam pomagal določiti optimalen čas škropljenja krompirja z insekticidi. Poleg podatkov o pojavljanju posameznih razvojnih stadijev koloradskega hrošča, smo potrebovali tudi meteorološke podatke, zlasti povprečne dnevne vrednosti temperature, in slednje smo

za lokacijo Ljubljana Bežigrad pridobili na Agenciji Republike Slovenije za okolje.

Omenjena prognostična modela sta bila razvita na nemškem inštitutu ZEPP v kraju Bad Kreuznach. Tudi v Nemčiji so se pri pridelavi krompirja namreč soočili s težavami z rezistenco koloradskega hrošča na insekticide, kar je bilo že prej ugotovljeno v nekaterih drugih državah (na primer na Poljskem). Z neustrezno rabo insekticidov se namreč povečuje njihov negativen vpliv na okolje. Ker rezultati prelimiranih raziskav rezistence koloradskega hrošča na insekticide kažejo na obstoj tega negativnega pojava v varstvu rastlin tudi v Sloveniji, smo želeli preveriti ustreznost modelov SIMLEP 1 in SIMLEP 3 za naše pridelovalne razmere. Z njuno uporabo bi bilo namreč mogoče zmanjšati pojav na insekticide rezistentnih populacij škodljivca.

V poljskem poskusu smo spremljali pojavljanje in številčnost različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča, od prihoda prezimelih odraslih hroščev iz tal, prek jajčnih legel, mladih ličink (L1/L2), starejših ličink (L3/L4) in odraslih osebkov novih rodov. Nekatero od dobljenih vrednosti smo uporabili kot vhodne podatke za modela SIMLEP 1 in SIMLEP 3, ki smo ju želeli preveriti z namenom napovedi najustrežnejšega časa za škropljenje.

Na podlagi rezultatov naše raziskave ugotavljamo, da v letu 2006 model SIMLEP 1 ni bil ustrezen, saj je napovedal prvi pojav jajčnih legel 33 dni prezgodaj. Izhodni rezultati modela SIMLEP 3 pa so sorazmerno zelo natančno napovedali največji pojav jajčnih legel in mladih ličink. Napoved pojava ličink L1/L2 in L3/L4 s prognostičnim modelom SIMLEP 3 je bila 8 dni prezgodnja. Na podlagi rezultatov naše raziskave ugotavljamo, da je zlasti model SIMLEP 3 ustrezen za pridelovalne razmere v Sloveniji, vendar pa predlagamo še nadaljnje preizkušanje njegove ustreznosti, da bi zadostili minimalnim kriterijem ustreznosti poljskega preizkušanja.

6 POVZETEK

Namen diplomskega dela je bil preveriti ustreznost nemških prognostičnih modelov SIMLEP 1 in SIMLEP 3 za pridelovalne razmere osrednje Slovenije. Z njima bi si pomagali pri natančnejši napovedi pojava največjega števila jajčnih legel, mladih in starejših ličink koloradskega hrošča na krompirju.

Za določanje omenjenih obdobj bi morali imeti dostop do prognostičnih modelov SIMLEP 1 in SIMLEP 3. V okviru naše raziskave so nam pomoč ponudili nemški strokovnjaki iz inštituta ZEPP, ki so v oba modela vnesli vhodne podatke. Del le teh (pojavljanje posameznih razvojnih stadijev škodljivca) smo pridobili v nasadu krompirja na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, meteorološke podatke pa so nam posredovali iz Agencije Republike Slovenije za okolje.

SIMLEP 1 je prognostični model, katerega vhodne podatke predstavljajo meteorološki podatki, in sicer temperatura zraka. S pomočjo teh podatkov model napove pojav največjega števila mladih ličink (L1/L2). Ker pa ta ni dovolj natančen, posebno v letih, ko se vremenske razmere hitro spreminjajo, je naše mnenje, da ta model ni ustrezen za uporabo v pridelovalnih razmerah osrednje Slovenije. To dejstvo smo potrdili tudi z našo raziskavo.

SIMLEP 3 je prognostični model, ki simulira odnose med populacijo koloradskega hrošča in agrometeorološkimi podatki na točno določeni parceli v točno določenem času. Ta model poda informacijo o optimalnem času za škropljenje koloradskega hrošča, in sicer prek napovedi pojava prvih jajčnih legel napove najštevilčnejši pojav mladih ličink. Ta program izračunava vpliv vremenskih razmer na razvoj koloradskega hrošča. Ta model je uporabnejši od prvega, ker uporabniku posreduje natančnejše informacije. Naloga kmetovalca je le, da najde prvo jajčno leglo na njivi s krompirjem.

Slovenska opazovalno-napovedovalna služba v okviru njenega delovanja ne spremlja pojav koloradskega hrošča na krompirju in tudi ne napoveduje optimalnega časa za zatiranje škodljivca. Na spletni strani Fito-info pa smo našli nekaj napotkov kmetom, in sicer, da naj pridelovalci krompirja spremljajo škodljivca in ga po potrebi zatirajo.

7 VIRI

- Arends P., Kus M. 1999. Nasveti za pridelovanje krompirja v Sloveniji. Kranj. Mercator-KŽK Kmetijstvo Kranj, d.o.o.: 241 str.
- Cajhen B. 2005. Primerjava vlečnih in gnanih strojev za osipanje krompirja. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 86 str.
- Cirar A. 2007. Učinkovitost treh okoljskih spremenljivih substanc za zatiranje nerezistentne populacije koloradskega hrošča. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 32 str.
- Drovenik B. 2003. Hrošči – Coleoptera. V: Živalstvo Slovenije. Sket B. in sod. (ur.). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 370-400
- Heywood H.V. 1995. Cvetnice. Ljubljana, DZS: 335 str.
- Indić D. 2002. Insekticidi za suzbijanje krompirove zlatice u Jugoslaviji. Biljni lekar, 3: 200-204
- Jacques R.L., Fasulo T.R. 2007. Features creatures – Colorado potato beetle.
http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/potato_beetles.htm (1.12.2007)
- Jörg E. 2003. SIMLEP models help in controlling the Colorado beetle. Kartoffelbau, 5: 196-199
- Jörg E. Optimierung des Insekticideinsatzes gegen den Kartoffelkäfer durch witterungsgestützte Prognose und Befalls-Monitoring. Bad Kreuznach, ZEPP, (neobjavljeno, osebni vir)
- Jörg E., Kleinhenz B., Rossberg D. 1999. Progress in predicting potato beetles – SIMLEP 3. Kartoffelbau, 50: 5: 176-179
- Kocjan Ačko, D. 2005. Krompir. Ljubljana, Kmečki glas, 175 str.
- Kleinhenz B., Racca P., Preiss U. 2006. Colorado beetle prognosis with SIMLEP Kartoffelbau, 6: 260-264
- Klots A.B., Klots E.B. 1972. Žuželke. Ljubljana, Mladinska knjiga: 355 str.
- Kus M. 1994. Krompir. 2. izdaja. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 225 str.
- Maček J., Kač M. 1990. Kemična sredstva za varstvo rastlin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas:

500 str.

Macelj M. 1999. Poljoprivredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 464 str.

Macelj M. 2004. Štetočinke povrća. Čakovec, Zrinski : 517 str.

Milevoj L. 2005. »Zapiski s predavanj pri predmetu Entomologija.« Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo (osebni vir).

Fito-info. 2007.

http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/Fito2/index1.asp?ID=OrgCirs\OpisiSkod/vsi/lep_dece.htm
(november, 2007)

Statistične informacije 31.3.2006. 2006. 70: 1-3

<http://www.stat.si/doc/statinf/15-si-024-0601.pdf> (20.jan.2007)

Vadnal K. 2003. Agrarna ekonomika: osnove, trg, država. Ljubljana; BF, Oddelek za agronomijo: 237 str.

Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 142 str.

Wojtowicz A., Jorg E. 2006. Validation and usefulness of Colorado potato beetle development simulations, performed by the system SimLep 3. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin, 242: 217-224

Žibrik N. 1997. Problemi ekonomike pridelave krompirja v Sloveniji. Sodobno kmetijstvo, 30, 2: 84-87

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Stanetu Trdanu, ki mi je svetoval ter s koristnimi napotki pomagal pri izdelavi diplomskega dela.

Dr. Erichu Jörgu in njegovim sodelavcem iz inštituta ZEPP v Bad Kreuznachu se iskreno zahvaljujem za pomoč pri preizkušanju ustreznosti obeh modelov. Agenciji Republike Slovenije za okolje se zahvaljujem za poslane meteorološke podatke v letu 2006 na lokaciji Ljubljana-Bežigrad.

Za pomoč in vzpodbudo se zahvaljujem tudi vsem prijateljicam in prijateljem, ki so mi stali ob strani v času študija.

Nenazadnje gre zahvala tudi mojima staršema, sestri Špeli in bratu Petru za razumevanje in za vzpodbude, ki sem jih bil deležen pri študiju in ob pisanju diplomske naloge.