

LUCERNA ZA PROIZVODNJU VOLUMINOZNE KRME

Gregić, Zvonimir

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:999072>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-06**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Zvonimir Gregić, apsolvant

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

LUCERNA ZA PROIZVODNJU VOLUMINOZNE KRME

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Zvonimir Gregić, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

LUCERNA ZA PROIZVODNJU VOLUMINOZNE KRME

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof.dr.sc. Gordana Bukvić, predsjednik
2. doc.dr.sc. Ranko Gantner, mentor
3. prof.dr.sc. Bojan Stipešević, član

Osijek, 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD	2
2. MATERIJALI I METODE	4
3. REZULTATI I ISTRAŽIVANJA.....	5
3.1. Potrebe domaćih životinja za kvalitetom krme	5
3.2. Hranidbena vrijednost lucerne	6
3.3. Prinosi lucerne i odnosi prema klimu i tlu	7
3.4. Preporučena agrotehnika za lucernu	10
4. RASPRAVA	22
4.1. Komparativne prednosti lucerne u odnosu na druge krmne kulture	22
4.2. Procjena mogućnosti povećanja proizvodnje lucerne u Republici Hrvatskoj.....	23
5. ZAKLJUČAK.....	26
6. POPIS LITERATURE	27
7. SAŽETAK.....	30
8. SUMMARY.....	31

1. UVOD

Lucerna ili lat. *Medicago sativa* L. najrasprostranjenija je krmna kultura koja se uzgaja diljem cijelog svijeta. Riječ je o višegodišnjoj zeljastoj biljci iz porodice mahunarki. Vretenastog je korijena koji duboko prodire u tlo, do oko 5 m, no najveća se masa ipak nalazi u oraničnom sloju na 30 cm dubine (Agroklub, 2011.). Nakon svake košnje lucerna oblikuje nove stabljike. Stabljika lucerne uspravna je, žbunastog rasta i razgranata, a raste do 100 cm u visinu. Stabljika lucerne do početka cvatnje ostaje zeljasta i ispunjena vodenasto-staklastom srži, dok nakon cvatnje postaje sve grubljom, a srž se suši zbog čega nastaje šupljina, što je i razlog zašto se košnja mora obaviti na vrijeme. Listovi lucerne su naizmjenični, trodijelni, slabo dlakavi, a najčešće su jajolikog oblika. Lucerna ima dvospolne cvjetove nepravilnog oblika koji se nalaze na kratkim stapkama, a skupljeni su u grozdaste i duguljaste cvatove koji cvatu od 10 do 14 dana u razdoblju od lipnja do rujna (Plantea, 2015.). Lucerna je stranooplodna te jednim dijelom i samooplodna biljka. Plod lucerne je spiralno uvijena mahuna u kojoj se nalazi do 10, a najčešće pet sjemenki. Njezin je značaj kroz povijest kontinuirano rastao, a neki od prvih izvora koji ju spominju stari su čak 8 000 godina (Ivanov, 1980.; cit. Čupić i sur., 2008.). Lucerna se u svijetu uzgaja na približno 33 milijuna hektara, od čega se čak 13,5 milijuna hektara nalazi na području Sjeverne Amerike, a oko 8 milijuna hektara u Europi. Najveći proizvođač sjemeni lucerne u svijetu je SAD u kojem se godišnje proizvede u prosjeku 34.300 tona, dok se u državama Europske zajednice godišnje proizvodi skoro upola manje, približno 18.000 tona. Na području Europe lucerna se najviše proizvodi u Francuskoj, državama bivšeg Sovjetskog Saveza i Italiji. Godine 1995., površine za proizvodnju sjemeni u Francuskoj obuhvaćale su 9.931 hektara (Palfi, 2007.). U razdoblju od 1991. do 1995. godine prosječni prinos sjemeni u toj zemlji iznosio je od 210 kg/ha do 570 kg/ha dok je u Rumunjskoj isti iznosio od 150 do 180 kg/ha. Lucerna je po posijanim površinama u Republici Hrvatskoj najraširenija krmna leguminoza, a sije se na približno 57.000 hektara zbog čega su godišnje potrebe za sjemenom oko 300 do 350 tona, no iako su naše domaće sorte lucerne po prinosu suhe tvari i probavljivih bjelančevina među najboljim europskim sortama, uslijed nedovoljne organiziranosti domaće sjemenske proizvodnje, sjeme lucerne, i to ono slabije kvalitete, najvećim dijelom uvozimo. Najveća prednost domaćih sorti leži u činjenici poznavanja njihovog porijekla kao i mogućnosti proizvodnje. Za uspješnu je proizvodnju lucerne nužno i kvalitetno sjeme, uz neupitno poštivanje agrotehničkih mjera proizvodnje. Lucerna ima višestruke prednosti, a neke od najvažnijih su činjenica da ima dugo razdoblje korištenja na oranici, od 4 do 5 godina, i da ju je moguće koristiti u različitim

stanjima, odnosno oblicima. Lucerna se može koristiti u zelenom stanju, za sijeno, silažu i sjenažu, brikete, pastu i brašno. Izvrsne hranidbene karakteristike, kao i visoki prinosi čine lucernu najvažnijom krmnom kulturom u proizvodnji voluminozne stočne hrane (Leto i sur., 2006.). Brojne su pozitivne karakteristike ove kulture u hranidbi stoke izazvale veliki interes za lucernom u stočarskoj proizvodnji, ali i u organskoj proizvodnji zdrave hrane koja postaje sve popularnijom. Zbog visokog udjela bjelančevina i povoljne hranidbene vrijednosti ona se sve više koristi za hranidbu stoke. Njezina najveća vrijednost leži u činjenici da daje do 2500 kg/ha visokovrijednih proteina koji po aminokiselinskom sastavu sliče proteinima životinjskog porijekla (Blažinkov i sur., 2012.). Prednosti koje lucernu čine visoko isplativom kulturom su i ušteda energije i smanjena upotreba dušičnih mineralnih gnojiva. Kako bi se postigli visoki prinosi i sadržaj proteina, nužno je osigurati sigurne izvore dušika, a lucerna može veći dio potreba za dušikom namiriti biološkom fiksacijom plinovitog dušika iz atmosfere posredstvom kvržičnih bakterija. Lucerna je višegodišnja kultura koja tijekom jedne vegetacije daje nekoliko otkosa. Njezin značaj leži i u činjenici da se prinos i kvaliteta zelene krme ili sijena lucerne ne umanjuje intenzivnijim iskorištavanjem. Prema Popoviću i sur. (Popović i sur., 2005.; cit. Tucak i sur., 2007.) našim se agroekološkim uvjetima koristi od 4 do 5 godina uz 4 do 6 košnji po vegetaciji uz prosječne godišnje prinose zelene mase od 59,05 do 70,34 t ha⁻¹, suhe tvari od 13,38 do 15,66 t ha⁻¹ i bjelančevina od 2,84 do 3,87 t ha⁻¹. Iako lucerna zahtijeva i troši velike količine vode, ona istovremeno, zahvaljujući svom korijenu, dobro upija vodu iz podoraničnih slojeva tla. Pri povoljnoj vlažnosti ona daje visoke prinose, a dobro reagira i na nadvodnjavanje. Unatoč njezinim velikim potrebama za vodom, lucerna je otporna i na sušu, za vrijeme koje će, opet zahvaljujući svom razgranatom korijenu koji raste duboko u tlo, vegetirati (Bošnjak i sur., 2006.).

2. MATERIJAL I METODE

Budući da je tema ovoga rada krmna biljka lucerna, informacije i činjenično stanje glede njezine hranidbene vrijednosti, proizvodnosti i preporučene agrotehnike, prikupljeni su analizom knjiga, te stručnih i znanstvenih članaka koji podrobnije obrađuju ovu temu. U ovom su radu također korišteni i podaci Državnog zavoda za statistiku kako bi se brojčano izrazile dosadašnje proizvodne mogućnosti lucerne u Republici Hrvatskoj. Usporednim navođenjem pojedinih različitih informacija glede različitih aspekata proizvodnje lucerne u Republici Hrvatskoj i svijetu nastojalo se ukazati na mogućnosti razvoja iste u različitim smjerovima, primjenom različitih agrotehničkih mjera. U radu su također, navođenjem podataka proizašlih iz stručnih ispitivanja, navedene pojedine prednosti, ali i nedostaci uzgoja lucerne u odnosu na druge krmne biljke. Rad završava navođenjem i pojašnjavanjem pojedinih agrotehničkih mjera uz čiju bi primjenu, sukladno stavovima stručnjaka iz čijih su djela ove informacije preuzete, uzgoj lucerne na našem području mogao rasti, uz očekivane više prinose i bolju kvalitetu istih.

3. REZULTATI I ISTRAŽIVANJA

3.1. Potrebe domaćih životinja za kvalitetom krme

Stočarska proizvodnja, kao i njen razvoj i proizvodnja kvalitetnog mlijeka usko su vezani uz mogućnost dobivanja dovoljnih količina proteinski visokovrijedne i kvalitetne krme. Kako bi se intenzivirala proizvodnja u stočarstvu nužno je osigurati potrebne količine voluminozne stočne hrane, velike nutritivne vrijednosti. Krmno bilje se proizvodi kako bi se zadovoljile potrebe vezane uz hranidbu domaćih životinja te kako bi se posredno ostvarila i ciljana proizvodnja kako mlijeka, tako i drugih namirnica životinjskog porijekla, te kako bi se osigurala kvaliteta istih. Kod nas je raširena upotreba sijena za ishranu krava muzara, a prema pojedinim stručnjacima kvalitetno sijeno može sačinjavati čak i do 70% dnevnog obroka, a ostatak se obroka podmiruje kroz korištenje koncentriranih hranjivih tvari (Stjepanović i sur., 2009.). Ukoliko je proizvodnja izbalansiranog obroka dobro organizirana, može se po jedinici površine proizvesti krma kojom se zadovoljavaju potrebe stoke za proizvodnju od 10.000-12.000 litara mlijeka s jednog hektara (Blažinkov i sur., 2012.). Također, krmno bilje ima i neposredan utjecaj na opće zdravstveno stanje uzgajanih životinja. Uz organske hranljive tvari nužno je da hranom životinja u svoj organizam unosi i mineralne tvari koje su nužne za održavanje života i optimalno odvijanje fizioloških procesa organizma. Makroelementi pritom izgrađuju elastično i neelastično tkivo, održavaju osmotski tlak, optimalnu pH vrijednost, kiselo-baznu ravnotežu i stanja koloida. Mikroelementi aktivno sudjeluju u brojnim metaboličkim procesima, naročito u disanju, rastu i razmnožavanju (Čupić i sur., 2006.). Oni su nužni za aktivnost proteinskih i enzimskih transportnih sustava u tijelu životinje. Životinjske se potrebe za mineralima ponajviše zadovoljavaju iz biljnih hranjiva, ali često i iz različitih mineralnih dodataka. Kada u hrani o kojoj životinja ovisi nedostaje, uopće nema, ili ima viška navedenih elemenata tada dolazi do fizioloških i metaboličkih poremećaja kod životinja. Kako bi se to izbjeglo nužno je da se ti elementi redovito i u optimalnim količinama unose u organizam radi održavanja života i produktivnosti životinja. Različite vrste krmnih biljaka imaju različit sadržaj nužnih mineralnih elemenata koji ovisi o mineralnoj ishrani i genetskim specifičnostima svake pojedine vrste. Te su različite vrste krmnih biljaka različite i u pogledu osjetljivosti na višak ili nedostatak pojedinog elementa, ali i u pogledu sposobnosti za prikupljanje pojedinih elemenata u pojedinim organima biljaka (Marković i sur., 2007.).

Stoga je nužno duboko poznavanje sadržaja mineralnih i drugih elemenata u pojedinim dijelovima krmnih biljaka.

3.2. Hranidbena vrijednost lucerne

Hranidbena vrijednost lucerne karakteristika je koja ju čini najvažnijom krmnom kulturom u proizvodnji voluminozne krme. Značaj njezine hranidbene vrijednosti leži u visoko koncentriranim bjelančevinama u suhoj tvari nadzemne mase, koja su dodatno povišena u ranijim razvojnim stadijima. Udio bjelančevina u suhoj tvari je, uz udio lista u zelenoj masi najznačajniji pokazatelj kvalitete lucerne (Tucak i sur., 2007.). Upravo je lucerna, uz prinos od 2000 do 2400 kilograma po hektaru, najveći proizvođač bjelančevina po hektaru, budući da po hektaru daje više bjelančevina od soje, ali i od kukuruza (Stjepanović i sur., 2009.). Njezine su bjelančevine po sastavu aminokiselina vrlo slične bjelančevinama životinjskog podrijetla i visoke su biološke vrijednosti. Za vrijeme ispaše, zelena lucerna u suhoj tvari sadrži približno 20% sirovih bjelančevina, zelena masa lucerne od 3 do 5 %, sijeno sadrži od 16 do 24 %, a suha tvar do čak 27 % bjelančevina. Životinjama su za život i rast nužni i vitamini kojima lucerna obiluje. Lucerna sadrži vitamine A, B1, B2, C, D, E, K, PP. U početku rasta lucerne njezina suha tvar sadrži 400 do 500 mg vitamina C, dok u fazi cvjetanja sadrži od 200 do 300 mg. U fazi cvjetanja sadrži i od 1,2 do 1,5 mg vitamina B1, vitamina B2 od 2,5 do 3,3 mg, provitamina A do 584 mg, vitamina B6 od 0,8 do 1,9 mg, vitamina PP od 3 do 6 mg, a vitamina E od 10 do 25 mg. Od svih oblika u kojima se koristi, lucerna u svježem zelenom obliku sadrži najviše vitamina. Od mineralnih je tvari lucerna najbogatija kalcijem kojeg sadrži 2,10 %, koji je važan u ishrani stoke, a naročito za produkciju mlijeka te kao sastavni dio kostiju. Većina autora navodi da je količina mikroelemenata najveća u ranim vegetativnim fazama rasta i razvitka biljaka. Hranidbena se vrijednost lucerne očituje i u vrlo dobroj energetske vrijednosti, ali i u visokoj probavljivosti sirovih bjelančevina koja iznosi približno 80% kod svježe zelene mase i približno 70% kod sijena (DLG, 1997.). Probavljivost silaže lucerne je važna jer utječe na konzumaciju, ali i proizvodne karakteristike muznih krava jer se visoko probavljiva i dobro konzervirana silaža više konzumira, pa podržava veću proizvodnju mlijeka i povećava sadržaj proteina mlijeka (Knežević i sur., 2009.). Lucerna može osigurati sve potrebe uzdržnoga dijela obroka za prehranu krava muzara te tako podmiriti potrebe za

produkciju do čak 14 litara mlijeka po danu (Stjepanović i sur., 2009.). Nužno je istaknuti da su sadržaj sirovih bjelanchevina i energetska vrijednost u konzerviranim oblicima niži nego kod svježe zelene mase zbog gubitaka do kojih dolazi u pripremi konzerviranih krmiva. Kao jedina ili glavna voluminozna krma u obrocima preživača, lucerna može osigurati visoke razine proizvodnosti, a s vremenom se počela sve više koristiti i u prehrani ljudi i to najčešće u obliku klijanaca sjemena koji sadrže više C vitamina od zelene salate. Zahvaljujući kvaliteti svojih gradivnih elemenata lucerna je poznata po svojoj visokoj hranidbenoj vrijednosti, no unatoč tome, ona sadrži i neke nepoželjne elemente. To su saponin, izoflavin, lignin, nitrati, visok odnos kalcija i fosfora i drugi. Njihova pojavnost u lucerni ima prvenstveno ekonomski značaj budući da djeluje na iskorištavanje hranjivih tvari, smanjenje fertiliteta životinja, pojavu nadama, kao i druge štetne posljedice.

3.3. Prinosi lucerne i odnosi prema klimu i tlu

Prema procjenama službene statistike Državnog zavoda za statistiku (DZS, 2015.), prosječni su prinosi sijena lucerne u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2010. do 2014. iznosili od 5 do 6,9 tona po hektaru. Najveći prinosi su pritom postignuti u regiji Panonska Hrvatska, a relativno niži prinosi u regijama Sjeverozapadna Hrvatska i Jadranska Hrvatska, odnosno u područjima koja karakteriziraju manje plodna tla. Prema posljednjem izvješću Državnog zavoda za statistiku (DZS, 2017.), lucerna je rodila najviše u posljednjih 6 godina ostvarivši prinos od 60,2 %. Jedan od najvažnijih razloga zbog kojih se lucerna smatra jednom od najcjenjenijih krmnih kultura leži u činjenici njezine raznorodne primjene, jer se lucerna nakon što je jednom zasijana upotrebljava kontinuirano četiri do pet godina. Pritom svake godine tijekom vegetacije daje četiri do pet otkosa (Stjepanović i sur., 2009.). Češćim košenjem negativno se utječe na bujnost biljaka i njihove mogućnosti preživljavanja u stresnim uvjetima. Prema Katiću i sur. (Katić i sur., 2007.) kad je vremensko razdoblje između dva otkosa kraće od 30 dana, biljke nemaju dovoljno vremena da sintetiziraju i obnove rezervne materije u korijenu. Lucernu je najbolje kositi na početku cvatnje kako bi se postigla najbolja kombinacija optimalnog prinosa krme uz njezinu najbolju kvalitetu, odnosno hranjivu vrijednost i dužinu trajanja lucerišta (Katić i sur., 2004.). Brojna su istraživanja potvrdila da sa porastom prinosa krme lucerne pada i kvaliteta, ali i obrnuto, neovisno o tome

je li prinos povećan zbog povoljnih ekoloških prilika, plodnosti zemljišta, odgovarajućeg intenziteta iskorištavanja ili oplemenjivanjem. Upravo iz ovog razloga najveća dilema glede proizvodnje lucerne nastaje oko pitanja kako postići najveći prinos uz istovremenu najbolju kvalitetu zelene krme i sijena lucerne. Razina prinosa i kvaliteta zelene krme i sijena lucerne, kao i ekonomičnost proizvodnje i trajnost lucerišta ovise o brojnim varijablama. Ovisi o intenzitetu iskorištavanja, fazi razvitka biljke u trenutku košenja, broju otkosa tijekom godine i razdobljima između otkosa. Sa razvitkom lucerne raste prinos zelene krme i sijena, no sa starošću biljke svakodnevno opada kvalitet krme. Visoki prinosi često dolaze od zrelih i visokih biljaka koje sadrže puno vlakana i lignina, ali malo bjelančevina. Broj, struktura i visina stabljike imaju velik utjecaj na prinos suhe tvari, a list na sadržaj bjelančevina. Lisnatost i sadržaj bjelančevina su u pozitivnoj korelaciji, a postotak se bjelančevina najčešće smanjuje sa zrelošću biljke (Popović i sur., 2002.). Kako biljka, sazrijeva prinos suhe tvari raste, ali probavljivost opada. Prema Katiću i sur. (2007.) kvaliteta se zelene krme, kao i sijena može se poboljšati uzgajanjem dormantnijih sorti, koje su kasnostasnije pa stoga kod njih kvaliteta sporije opada s razvojem biljke. Sukladno dosad navedenom može se zaključiti da intenzitet iskorištavanja lucerne treba prilagoditi ekološkim uvjetima, stanju usjeva, tehnologiji proizvodnje, ali i posebnostima različitih sorti kako bi se ostvario što veći prinos uz što bolju kvalitetu zelene krme i sijena.

U različitim dijelovima svijeta različiti su i prinosi lucerne, pa tako primjerice u područjima s kraćim vegetacijskim razdobljem, prinosi mogu često biti znatno manji od onih u Hrvatskoj. Prinosi će lucerne, kao i kvaliteta iste ovisiti o klimatskom području u kojem se uzgaja, ali i o tipu tla. Kako bi se osigurala optimalna proizvodnja lucerne, tlo na kojem će se uzgajati mora biti rahlo, duboko i plodno, s povoljnim vodo-zračnim odnosom. U takvim tlima moguć je dobar rast korijena u dubinu te razvitak bočnog korijenja zbog čega će biljka imati pristup više hranjivih tvari i vodi (Stjepanović i sur., 2009.). Lucerna najbolje uspijeva na pjeskovito-glinastima ili glinasto-pjeskovitim tlima, slabo kisele, neutralne ili slabo bazične reakcije. Najboljim su se pokazala tla černoze, s dovoljno vapna i fosfora i aluvijalna tla (Agroklub, 2011.). Za optimalan su razvitak lucerne najpogodnija umjereno vlažna tla, jer se na vlažnim i hladnim tlima ona brzo prorjeđuje ili u potpunosti ugiba. Kiselost tla ima značajan utjecaj na postizanje dobrih nasada pa tako lucerna zahtijeva pH tla približno 7,0. Na tlu će takve kiselosti ona postići maksimalnu dugotrajnost i iskorištenost. Lucerna se također može uzgajati i na tlima koja imaju pH viši od 6,2, odnosno na slabo kiselim tlima jer ona sadržavaju dovoljno kalcija potrebnog za njezin optimalni razvitak. Lucerna se može uzgajati

i na slabo alkalnim tlima, odnosno na onima čija je pH vrijednost niža od 7,5, dok se na kiselim i jako alkalnim tlima ne može. Riječ je o jednoj od najosjetljivijih krmnih kultura na kiselost tla jer razina pH značajno utječe na njezinu dugotrajnost i korištenje genetskog potencijala rodnosti. S vremenom se lucerna počela širiti i na tlima čija je pH vrijednost od 5,2 do 6,2, a nemaju nepropusni sloj sa stajaćom vodom u površinskom sloju (Stjepanović i sur., 2009.). Takva se tla mogu prilagoditi za uzgoj lucerne odvodnjom, obradom, gnojdbom i kalcizacijom. Kako se biljka širi na takvom tlu tako se i prilagođava njegovim uvjetima, a za to se odabiru plastične i nove sorte.

Prema Stjepanoviću i sur. (2009.) lucerna najbolje uspijeva u područjima koja karakterizira srednja godišnja temperatura od 10 do 12°C i srednjom ljetnom temperaturom od 18 do 20°C. Pri tim će temperaturama godišnje dati od četiri do šest otkosa, dok će pri temperaturi od 8 do 10 °C dati samo tri do četiri otkosa godišnje. Pri temperaturi od 2 do 3°C sjeme lucerne počinje klijati, no klija čak 25 do 30 dana, a najbolja je temperatura za klijanje od 20 do 23°C jer tada klijanje kraće traje, samo tri do pet dana. Lucerna prestaje mirovati u proljeće i to na temperaturi od 5°C te počinje rasti pri temperaturi od 7 do 9°C, a njezin ubrzani rast počinje pri temperaturi od 13 do 15°C. Tijekom jeseni njezin se rast usporava zbog snižavanja temperature na 14,5 do 10,5°C pa pri manje od 10°C počinje mirovanje. Nakon prve godine upotrebe lucerna postaje otpornijom na niske temperature pa tako tijekom zima bez snijega podnosi čak i do -25°C, a pod snijegom i do -40°C. Smanjenjem sadržaja hranjivih tvari u biljci do kojeg dolazi pred proljeće biljka gubi na otpornosti. Genetskim karakteristikama sorti izraženim kroz djelovanje temperature, tla i fotorazdoblja uvjetovana je tolerantnost lucerne na niske temperature. Sorta razvija otpornost na niske temperature na osnovu duge noći kad počinje kalenje. Lucerna ima visoku tolerantnost na niske temperature koje podnosi zahvaljujući rezervnim hranjivim tvarima nakupljenim u prizemnim dijelovima biljke i korijenu tijekom vegetacije. Svoju podnošljivost niskih temperatura lucerna duguje i sposobnosti razvijanja korijenova vrata u tlu od 1 do 10 cm zbog čega su zaštićeni pupoljci iz kojih izbijaju novi izdanci. Razvijena dobro podnosi i visoke temperature, no samo uz dovoljne količine vode pa tako lucerna u toplim područjima uz dovoljno vode može dati i sedam do osam otkosa s godišnje.

Lucerna ima puno veće potrebe za vodom od drugih ratarskih kultura, no pravilnom gnojdbom se njezina potrošnja vode može smanjiti jer dobro ishranjena biljka ekonomičnije troši vodu. Stjepanović i sur. (2009.) tvrde da njezina potrošnja vode ovisi o visini prinosa pa tako za prinos od 10 tona po hektaru treba približno 6 milijuna litara vode. Zbog njezine

izražene potrebe za vodom lucerna ne može bez nadvodnjavanja uspjeti u područjima s manje oborina i niskom podzemnom vodom. Kako bi se optimalno razvila, lucerna treba, u razdoblju od početka rasta pa sve do cvjetanja, od 70 do 75% poljskog vodnog kapaciteta, dok se ta razina smanjuje na približno 60% u vrijeme cvjetanja i nalijevanja sjemena. Budući da ima razvijen korijenov sustav lucerna može, u nedostatku vode, istu uzimati iz donjih slojeva tla. Nedostatak, kao i višak vlage u tlu snižavaju prinos sjemena lucerne pa je o vlazi nužno voditi pojačanu brigu.

Lucerna za rast i razvoj treba puno svjetlosti, a potreba za svjetlom se pojačava u vrijeme kad lucerna najbrže raste. Njezina otpornost na niske temperature ovisi o dužini dana. Za početak su kaljenja potrebne duge noći s niskom temperaturama jer se tada unaprijeđuje kaljenje. Biljke koje rastu u uvjetima „punog svijetla“ imaju veću gustoću izdanaka od biljaka koje se nalaze u sjeni i stoga je potrebno svjetlost osigurati pravilnim sklopovima i dobrim rasporedom biljaka.

3.4. Preporučena agrotehnika za lucernu

Kako bi se postigao optimalan prinos lucerne i njegova kvaliteta nužno je prvenstveno odabrati odgovarajuću agrotehniku. Lucerna ne podnosi monokulturu i sjetvu nakon ostalih višegodišnjih leguminoza pa ju je stoga nužno sijati u proširenom plodoredu. Stjepanović i sur. (Stjepanović i sur., 2009.) ističu da je lucerna višegodišnja kultura pa se na istoj površini u plodoredu, upotrebljava između 3 do 5 godina. Budući da je u narodu udomaćen naziv za lucernu sedmakinja, znači da bi zasijani usjev lucerne trebao biti sposoban za korištenje i do 7 godina (Međimurec, 2015.). Lucerna ne podnosi ponovljen uzgoj na istoj parceli, a brojni autori kao pravilo pritom ističu da se lucernu na istu parcelu ne bi trebalo sijati najmanje onoliko godina koliko se prethodno na toj parceli uzgajala (Ekopoduzetnik, 2015.). Kako bi se tlo u potrebnoj mjeri odmorilo, ne smije ju se na istu površinu sijati nekoliko godina od uništavanja starog lucerišta. U suprotnom, dolazi do smanjenja prinosa, pojačanih napada štetnika i bolesti, te do brzog izumiranja usjeva. Za lucernu su se kao najbolji predusjevi pokazale okopavine koje su gnojene stajskim gnojivom kao i jednogodišnje leguminoze. Tlo i klimatski uvjeti određuju dubinu obrade tla, no savjetuje se da se tlo dublje obradi. Dubina bi obrade, sukladno tipu tla, trebala biti između 40 i 55 cm (Stjepanović i sur., 2009.). Takvom

dubljom obradom osigurava se optimalan razvitak korijena lucerne. Pri obradi tla se koriste različiti strojevi, oruđa i alati kojima se postižu učinci u vidu gustoće tla, veličine agregata, urednosti površine i volumena pora. Na većini se proizvodnih površina u Europskoj uniji pa tako i u Hrvatskoj, naročito u Slavoniji, primjenjuje klasična obrada tla koja je ujedno i najskuplja. Sustavi obrade tla se primjenjuju ovisno o vremenu sjetve lucerne pa se tako sustavi obrade za jarine primjenjuju ako se lucerna sije u proljeće. Sustavi obrade za jarine imaju nekoliko različitih oblika ovisno o predusjevu. U slučaju da su lucerni prethodile strne žitarice ili druge rane kulture, mora se odmah nakon žetve tih kultura obaviti pliće oranje na 10 cm dubine, zatim proći tanjuračem, drljačem i valjkom kako bi se tlo usitnilo. Početkom kolovoza treba se obaviti oranje na približno 20 cm dubine i ravnanje tla, dok se u jesen treba obaviti duboko oranje (Agroklub, 2011.). Ako joj je prethodio kukuruz, onda se treba primijeniti duboko oranje u jesen i u kasnu zimu ili završna površinska obradba početkom proljeća. Kako bi se tlo do sjetve stiglo slegnuti oranje je potrebno obaviti barem 10 do 14 dana prije sjetve. Oranjem se tlo okreće, mrvči, rahli i miješa, a najbolje ga je obaviti okretnim plugom s priključenim kombi ili paker valjkom jer on dodatno mrvči tlo, ravna ga i sliježe (Stjepanović i sur., 2009.). Duboko oranje, ali i kombinacija podririvanja s plitkom površinskom obradom, stvaraju povoljne uvjete za akumulaciju vode, pojačanu mikrobiološku aktivnost tla i učinkovitiji rad kvržičnih bakterija te ubrzavaju rast korijenja. Budući da u panonskoj Hrvatskoj prevladava polusušni klimat, na ovom području duboka osnovna obrada tla ima još važniji zadatak jer se upravo njome stvara optimalni volumen šupljina u tlu, u kojima će se kasnije skladištiti voda iz oborina potrebna usjevima tijekom ljeta. Predsjetvena obrada tla ima značajan utjecaj na kvalitetu sjetve. Treba se što bolje izravnati površinu tla i postići da ono postane sitno-mrvčaste strukture. Kvalitetna se sjetva može obaviti samo na kvalitetno strukturnom i slegnutom tlu jer kad se sije u neslegnutom tlu sjeme lucerne propadne u dublji sloj pa ne može niknuti. Sjetva na slegnuto tlo je nužna i zato da bi se uspostavio kapilaritet između sjemena i vlage u dubljim slojevima tla. Tlo će se slegnuti nakon što je obrađeno odležalo od sedam do deset dana do sjetve ili ako se izvrši valjanje rebrastim valjcima prije sjetve. Visoki se prinosi mogu postići na povoljnim tlima i plićim oranjem, različitim vrstama reducirane obrade tla, a ponekad čak i bez obrade tla.

Uzgojem lucerne se mogu postići puno veći prinosi nego što se trenutno postižu u Hrvatskoj čemu svjedoči i podatak istaknut od strane Dow-a (Dow, 1970.; cit. Stjepanović i sur., 2009.) da brojni farmeri u središnjem Washingtonu ostvaruju prinose od čak 20,5 do 25 tona sijena po hektaru. Takvi se prinosi mogu postići onda kada je biljci dostupna optimalna razina

hranjivih tvari, što se postiže gnojidbom. Kod nas se na lucernu primjenjuje neodgovarajuća gnojidba čemu svjedoči činjenica niskih prinosa proizašlih iz nedostatka hranjivih tvari. Biljka koja ne prima dovoljno hranjivih tvari iz tla pokazuje određene fiziološke poremećaje, a neki od njih su usporen rast, bijele pjege na rubu lista, oštećenje ili truljenje korijena kao i brojne druge. Gnojidba se planira i primjenjuje ovisno o tipu i stanju tla, ali i očekivanom prinosu. Prije no što se odredi razina hranjivih tvari koje će se biljci pružiti kroz gnojidbu nužno je znati potencijal tla i prinose koji se mogu ostvariti na tom tlu i pri tim konkretnim klimatskim uvjetima, količinu hranjivih tvari koju biljka crpi iz tla. Pritom je nužno posjedovati i potrebno znanje o racionalnom gospodarenju tлом. Istraživanjima provedenim na području istočne Hrvatske utvrđeno je da je ukupna količina svih potrebnih makroelemenata u stadiju pupanja do cvatnje u nadzemnom dijelu lucerne veća na neutralnom nego na kiselom tlu (Stjepanović i sur., 2009.). Usvajanje hranjivih tvari od strane lucerne mijenja se tijekom vegetacije biljke i ovisno je o vremenskim uvjetima, a ovisi i o reakciji tla. Različiti autori navode različite razine potrebnih hranjivih tvari za lucernu, no sigurno je da lucerna treba puno hranjivih tvari i to naročito dušika, kalcija i kalija, za optimalan razvoj i visoke prinose. Dušik je sastavni dio bjelančevina, nukleinskih kiselina i enzima, a njegovo je postojanje nužno kako bi se moglo odvijati disanje i fotosinteza. Nedostatkom dušika ne mogu se sintetizirati ni spojevi koji ga sadrže. Lucerna ga iz tla usvaja u obliku amonijaka, nitrata i nitrita ali većinom to čini kroz simbiotsku fiksaciju dušika iz zraka uz pomoć bakterije *Rhizobium meliloti* koje se nalaze u kvržicama na korijenu biljke. Agroekološki uvjeti uzgoja uvjetuju količinu dušika koji biljke mogu usvojiti, a ona se kreće između 200 do 300 kg dušika po hektaru godišnje. Na razvitak kvržičnih bakterija, iznimno bitnih za lucernino usvajanje dušika, utječu pH razina, temperatura, sorta, vlaga, opskrbljenost tla hranjivim tvarima i drugi mikroorganizmi koji žive u tom tlu. Primjerice, ovim bakterijama najviše odgovara temperatura od 20 do 26°C kada se nalaze na dubini od 5 do 10 cm, a najbolje se razvijaju pri pH tla od 6,0 do 7,0. Lucerna preko izlučina svog korijena utječe na brojnost ovih bakterija u tlu.

Prije no što se obavi gnojidba tla nužno je istaknuti da se tlo obrađuje samo u zasnivanju lucerišta, zbog čega se samo tada može potpuno opskrbiti oranični sloj potrebnim hranjivim tvarima. Neki autori preporučuju da se pri zasnivanju lucerišta, a ovisno o plodnosti tla, treba dati oko 50 kg po hektaru dušika, te oko 250 do 300 kg po hektaru fosfora i 200 do 250 kg po hektaru kalija. U idućim je godinama uzgoja lucerne nužno u jesen, nakon predzadnje košnje gnojiti 200 do 300 kg/ po hektaru kompleksnih gnojiva u kojima ima malo dušika, a više

fosfora i kalija. Isti autori preporučuju da bi se tada trebalo gnojiti sa oko 20 kg po hektaru dušika, od 50 do 60 kg po hektaru fosfora i oko 80 g po hektaru kalija (Agroklub, 2011.). Brojnim je istraživanjima utvrđeno da gnojidba dušikom nije potrebna u slučaju kad se lucerna uzgaja na prikladnom tlu. Lucerna se gnoji i sa organskim gnojivima i to sa stajskim gnojem, više krutim nego tekućim, ali i sa osokom. Na gnojidbu stajskim gnojivom lucerna dobro reagira, a još bolje ako je riječ o kiselijim i siromašnijim tlima. Kada se stajsko gnojivo dodaje neposredno prije sjetvu lucerne njegov će učinak biti izražen i tijekom svih godina upotrebe lucerne. Sadržaj hranjivih tvari u stajskom gnojivu ovisi o vrsti životinja, ali i o dužini njegova zrenja. Njime se popravljaju fizikalne, kemijske i mikrobiološke karakteristike tla. Na pravilan razvoj i rast biljke ono pozitivno utječe jer sadrži fiziološki aktivne tvari tipa biotina, riboflavina, aneurina i triptofana (Stjepanović i sur., 2009.). Razlaganjem stajskog gnojiva dolazi do oslobađanja velike količine topline, kao i ugljičnog dioksida čime se značajno povećava proces fotosinteze i pospješuje razvoj biljke. Dio tog oslobođenog ugljičnog dioksida će u tlu zajedno s vodom stvoriti ugljičnu kiselinu. Ugljična kiselina djeluje na oslobađanje kalcija koji lucerna koristi za svoju ishranu, s čime se istovremeno i smanjuje kiselost tla. Pretpostavlja se da lucerna pozitivno reagira na gnojidbu stajskim gnojivom zbog zbroja učinaka koji nastaju dodavanjem hranjivih tvari kroz stajnjak, dodavanjem kvalitetne organske tvari u tlo zbog čega se povećava biogenost tla i popravljanjem strukture tla koja je za lucernu posebno važna. Postoje brojna istraživanja vezana uz gnojidbu lucerne stajskim gnojivom. Bošnjak i Sikora (Bošnjak i Sikora, 1976.; cit. Stjepanović i sur., 2009.) su utvrdili da je gnojidbom 45 tona po hektaru stajskog gnojiva na pseudogleju u Našicama došlo do povećanja prinosa od čak 68%. Unatoč pozitivnim reakcijama lucerne na isto, gnojenjem stajskim gnojivom se ne mogu u potpunosti zadovoljiti potrebe lucerne za hranjivim tvarima.

Kako bi se osigurao optimalan rast i razvoj biljke kao i prinosi koji će tek uslijediti, nakon obrade tla i gnojidbe, važan dio agrotehnike predstavlja i sjetva. Sama sjetva započinje odabirom prikladnog sjemena koje mora biti čisto, zdravo, sa što manjim udjelom tvrdih sjemenki, a mora biti i visoke klijavosti. Takvo zdravo sjeme je zlatnožute boje, a posjeduje i karakterističan sjaj. Sjemenke lucerne su tvrde zbog čega su zbog čega se u Hrvatskoj iskazuju kao klijavae jer one kasnijim nicanjem povećavaju broj izniklih biljaka. Uz normalno razvijene sjemenki u sjemenu se lucerne javljaju i one čija tvrda sjemena ovojnica otežava prodiranje vode i zraka u samu unutrašnjost sjemenke čime se posljedično sprječava i klijanje sjemena. Udio takvih sjemenki uvjetuju klimatski i edafski uvjeti u vrijeme sazrijevanja i

žetve sjemena, kao i biološka svojstva. Taj se udio smanjuje starenjem, miješanjem sjemena različitog sadržaja tvrdih sjemenki, te promjenom vlage zraka i temperature čime se izravno utječe na razinu klijavosti zrna kroz dulje vremensko razdoblje skladištenja, ali i primjenom različitih metoda skarifikacije (Stjepanović i sur., 2009.). Tvrdi sjeme karakterizira blokada klijavosti jer tvrda i nepropusna sjemena ovojnica sprječava prodiranje vode u embrio, a budući da je istovremeno i nepropusna za plinove dolazi i do nagomilavanja CO₂ u sjemenu. Smanjenje broja tvrdih sjemenki postiže se mehaničkom skarifikacijom, odnosno strojevima skarifikatorima što može dovesti do oštećenja sjemena, odnosno do smanjenja klijavosti. Postiže se također i termoskarifikacijom, odnosno toplinskim djelovanjem na sjeme, ali i djelovanjem kiselina na sjeme. Kod primjene kiseline često dolazi do oštećenja klijanaca pa je Palfi (Palfi, 2007.) provela istraživanje kojim se pokušalo ustanoviti djelovanje sumporne kiseline na početni rast i razvoj lucerne u laboratorijskim uvjetima. Pritom je najbolje rezultate dobila tretiranjem sjemena lucerne sa 96% sumpornom kiselinom u trajanju od 5 minuta. Ovom je skarifikacijom sjemenki lucerne sa sumpornom kiselinom povišena klijavost sjemena na čak 82% te smanjen udio tvrdih sjemenki u ukupnom sjemenu lucerne sa 19,25% na 3,8 %. Ističe da je sjeme lucerne nakon tretiranja postalo kvalitetnije, ali nakon čuvanja 6 mjeseci izgubilo je tržišnu vrijednost te su stoga nužna daljnja istraživanja ne bi li se otkrile metode sprječavanja negativnih učinaka ovakve skarifikacije. Sjeme bi se, prije sjetve, trebalo tretirati *Rhizobium* bakterijama kako bi se na korijenu stvorilo što je više moguće kvržica i tako omogućila fiksacija dušika iz zraka. Sarić i Ramoševac (Sarić i Ramoševac, 1982.; cit. Stjepanović i sur., 2009.) su ispitivanjem utvrdili povećanje prinosa uslijed tretiranja *Rhizobium* bakterijama i to za 65,1% veće prinose nego kod netretiranog sjemena. Kako bi ovakvo tretiranje sjemena lucerne uspjelo ono mora biti pravilno izvedeno pri čemu se osobita pozornost mora posvetiti odabiru prostorije u kojem će se ono izvršiti, a u kojoj nema izravnog sunčevog svjetla uslijed čijeg bi djelovanja bakterije mogle ugibati.

Prije same sjetve lucerne nužno je odabrati prikladnu sortu. Moderne se sorte lakše prilagođavaju na različite uvjete proizvodnje, a dobar prinos daju čak i u područjima čiji su ekološki uvjeti različitih od onih koji prevladavaju u područjima u kojima su priznate. One se lakše prilagođavaju zbog svoje široke genetske osnove. Prema Stjepanoviću i sur. (Stjepanović i sur., 2009.) ispitivanja su produktivnosti novih domaćih sorti u Hrvatskoj u usporedbi sa sortama iz Mađarske i Francuske pokazala da domaće sorte imaju visok genetski potencijal za prinos i kvalitetu krme. Domaće sorte u Hrvatskoj su Osječka 66, Vuka, Slavonka, Zdravka i Drava, a osim njih u Hrvatskoj je priznato 25 stranih sorti. Sjetva se u

Hrvatskoj najčešće obavlja u kasnu zimu i početkom proljeća no može se obaviti i u kasno ljeto. Bitno je poštivanje ovih rokova jer svako kašnjenje sjetve za posljedicu ima kašnjenje početka vegetacije lucerne, a također i niži prinos u godini zasnivanja lucerišta. Ljetna sjetva zbog nedostatka vlage u tlu podrazumijeva težu pripremu tla, slabije uvjete za nicanje sjemena. Problem predstavlja i mogućnost da sjeme posijano u suho tlo pojede mezofauna tla do dolaska kiše koja bi potaknula nicanje. Također, moguće je i da, ako nicanje uslijed suše nastupi vrlo kasno, primjerice tek u drugoj polovici listopada, se lucerna ne bi stigla dovoljno razviti da bi podnijela nadolazeću zimu. Za ovaj način sjetve izbor površine mora biti prije žetve žitarica. Odmah nakon žetve mora se obaviti konzerviranje tla radi očuvanja vlage. Kako bi lucerna do zime razvila najmanje tri lista i bolje izdržala zimske uvjete nužno je da se sjetva obavi najkasnije do 10. rujna. Ako se tada ostvare optimalni uvjeti za nicanje sjemena lucerne prinos će sljedeće godine biti puno viši nego kad se sjetva obavlja u kasnu zimu ili početkom proljeća. Prednost je ove sjetve i zimsko izmrzavanje jednogodišnjih korova zbog čega će mlado lucerište sadržavati samo vrlo malo korova. Sjetvu koja se obavlja u kasnu zimu karakteriziraju niži troškovi, ali i sigurniji uvjeti za nicanje sjemena zbog utjecaja niskih temperatura na usitnjavanje tla što olakšava predsjetvenu pripremu. Iako je ova sjetva ekonomski opravdanija od sjetve u kasno ljeto karakteriziraju ju i niži prinosi ali i razrjeđivanje lucerišta ukoliko se isto ne spriječi korištenjem herbicida zbog korova (Stjepanović i sur., 2009.). Za sjetvu se lucerne obično koriste sijačice, dok se na manjim površinama u brdskim krajevima sjetva obavlja i ručno. Iako se lucernu može sijati i u smjesama, najbolje je to obaviti u čistoj kulturi i to uz primjenu herbicida unošenjem istih u tlo prije same sjetve. Budući da je sjeme lucerne sitno preporučuje se da se sjetva obavi na dubini od 0,5 do 2,0 cm jer dubinom sjetve opada broj izniklih biljaka. Kako bi se ostvarilo optimalno nicanje sjemenki lucerne sjetva se ne smije obavljati na dubini većoj od 2,5 cm, a razmak između redova treba biti što uži kako bi razmak između biljčica unutar reda bio što veći jer se tako biljci pruža pravilan vegetacijski prostor. U slučaju ručne sjetve nužno je obaviti i drljanje i valjanje površine, a istu je moguće obaviti samo u proljeće i na vlažnim tlima. Moguće je lucernu sijati i u nadusjev, a najčešći su joj nadusjev žitarice, iako se mogu koristiti i lan kao i druge kulture. Količina sjemena lucerne potrebna za sjetvu ovisi o tipu tla, pripremi tla, načinu i svrsi sjetve, te klijavosti samog sjemena lucerne. Što je sjeme manje klijavosti potrebno ga je više zasijati. Najnovija su istraživanja pokazala da bi optimalni sklop lucerne, uz koji se mogu ostvariti visoki prinosi krme u prvoj godini trebao bi biti 350-400 biljaka/m², u drugoj 100-180 biljaka/m², u trećoj 80-100 biljaka/m², a u četvrtoj godini 40-60 biljaka/m². Također i niži sklopovi mogu u povoljnim uvjetima osigurati dobre prinose kad je

raspored biljaka ujednačen. Biljke koje niknu u optimalnom sklopu karakterizira ujednačen i vrlo razvijen korijen u početku razvitka pa rjeđe dolazi do ugibanja korijena. Prema Stjepanoviću i sur. (2009.) sklop od 130 do 150 biljaka po m², u uvjetima kakvi prevladavaju na istoku Slavonije, osigurava u drugoj godini visoke prinose zelene krme. Broj izdanaka po biljci se povećava kako se smanjuje broj biljaka. Na područjima na kojima su uvjeti za uzgoj lucerne manje povoljni te gdje brže dolazi do njezina prorjeđivanja, prinosi se mogu povećati, a trajanje lucerišta produžiti ako se u lucernu u drugoj ili trećoj godini vegetacije u jesen usiju trave. To nije nužno činiti na tlima koja pružaju povoljnije uvjete za uzgoj lucerne. Ocokoljić i sur. (1965.; cit. Stjepanović i sur., 2009.) su svojim ispitivanjima dokazali da smjesa lucerne i trava može osigurati visoke prinose zelene mase i to čak od 70 do 97,5 tona zelene mase po hektaru, a ovisno o klimatskim uvjetima u određenim godinama. Za nadosijavanje se lucerne koriste talijanski ljulj (*Lolium multiflorum*) od 10 do 30%, vlasulja livadna (*Festuca pratensis*) od 10 do 15% i klupčasta oštrica (*Dactylis glomerata*) od 10 do 15%. Sjeme lucerne i trava se može sijati u isto vrijeme, dok se sjetva smjesa treba obaviti krajem kolovoza ili početkom rujna. Različiti se omjeri sadržaja u smjesi lucerne i trava preporučuju ovisno o tipu tla pa se tako za umjereno vlažno tlo slabe kisele reakcije preporuča smjesa koja se sastoji od 85 do 90% lucerne, vlasulje livadne ili klupčaste oštrice od 10 do 15% ili pahovke rane od 10 do 15%. Za umjereno vlažna, ali jače kisela tla preporuča se sadržaj u kojemu je omjer lucerne 70%, a klupčaste oštrice ili vlasulje livadne 15%, a mogu se koristiti i mačji repak ili pahovka rana. Za vlažnija i jače kisela tla preporuča se 35% lucerne sa 25% smiljkite roškaste, 10% pahovke rane, 10% klupčaste oštrice, 10% vlasulje livadne i 10% mačjeg repka (Stjepanović i sur., 2009.).

Za optimalan razvoj i dobre prinose lucerne njezin se usjev, nakon sjetve, mora redovito njegovati. Jedna od mjera njege je i valjanje, a potreba za njim se obično javlja u proljeće na mladome usjevu posijanom u kasno ljeto ako dođe do izvlačenja biljke iz tla uslijed noćnog smrzavanja i dnevnog odmrzavanja tla. Valjanjem se te biljke ulegnu u tlo te se njihov korijen ponovno poveže s tlom, a one nastave rasti (Stjepanović i sur., 2009.). Potreba za drljanjem se javlja kod stare lucerne i to u kasnu zimu nakon prihranjivanja lucerišta, a preporučuje se i nakon otkosa. Drljanjem se pospješuje djelovanje mineralnog gnojiva jer se drljačama ono zavlači u tlo dok se istovremeno prozračuje i razrahljuje tlo te uništavaju korovske biljke.

Jedna od nužnih mjera njege lucerne svakako je zaštita od korova jer su lucerišta povoljna staništa i za njih, a njihovo postojanje na istima uzrokuje niže prinose lucerne zbog suparništva glede vode, svjetla, hranjivih tvari, ali i iz drugih razloga. Lucerna je posebno

osjetljiva na pojavu korova u godini svoje sjetve jer joj korov usporava razvoj, razrjeđuje lucerište, dok kod stare lucerne uzrokuje ugibanje biljke, ali i smanjenje prinosa i slabiju kvalitetu krme. U lucerni se pojavljuju uskolisni i širokolisni korovi. Od uskolisnih se korova u lucerištu javljaju divlji sirak (*Sorghum halepense*), zubača (*Cynodon dactylon*), pirika (*Agropyron repens*), muhar (*Setaria spp.*), koštan (*Echinochloa crus galli*) i drugi. Širokolisni korovi koji se pojavljuju u lucerni su gorušica (*Sinapsis arvensis*), loboda (*Chenopodium spp.*), ščir (*Amaranthus retroflexus*), konjski štavelj (*Rumex spp.*), dvornik (*Polygonum spp.*), maslačak (*Taraxacum officinale*), bokvica (*Plantago spp.*), mišjakinja (*Stelaria media*), limundik (*Ambrosia artemisifolia*) i druge. Posebno veliku štetu joj nanosi nametnička cvjetnica vilina kosica (*Cuscuta spp.*). Ona je u Hrvatskoj sve raširenija i to prvenstveno zahvaljujući ostavljanju lucerne za sjeme što uzrokuje da se ona razvitkom sjemenske proizvodnje sve više širi. Suzbijanje ove nametničke biljke je nužno provoditi preventivno i to kroz proizvodnju sjemena na nezaraženim parcelama, kao i sjetvom nezaraženog sjemena, ali i kurativnim tretiranjem žarišta herbicidima. Korove se može uništavati mehaničkim suzbijanjem drljanjem usjeva i košenjem mladog zakorovljenog usjeva, ali i kemijskim putem, odnosno upotrebom herbicida. Lucernu se mora zaštititi i od poljskih glodavaca, insekata i bolesti. Poljski glodavci koji lucerni čine najveću štetu su lucerni poljska voluharica (*Microtus arvalis*), poljski miš (*Apodemus agrarius*) i hrčak (*Cricetus cricetus*). Ukoliko je riječ o manjem napadu ove se štetočine mogu suzbiti ručno i to mamcima, no u slučaju većeg napada to se čini tako da se mamci sijačicom unesu u tlo na napadnute površine u redovima. Insekti koji napadaju lucernu su mnogobrojni, no oni najvažniji su lucernina velika pipa (*Otiorrhynchus ligustici*), pipe mahunarke (*Sitona puncticollis*, *humeralis* i *hispidulus*), lucernina smeđa lisna pipa (*Phytonomus variabilis*), lucernina buba (*Pytodecta fornicata*), lucernina bubamara (*Subcoccinella vigintiquatorpunctata*), zelena i crna lucernina uš (*Aphididae*), lucernina rovčica (*Apion pisi*), žuta lucernina pipa (*Tychius flavis*), osa lucernina sjemena (*Bruchophagus gibbus*), lucernina stjenica (*Adelphocoris lineolatus*), lucernina cvjetna mušica (*Contarinia medicaginis*), mušica lucernine mahune (*Asphondylia miki*), i stabljični glistac (*Ditylenchus dipsaci*). Zaštita lucerne od ovih štetočina nužno mora obuhvatiti zaštitu kukaca oprašivača koji su od vitalne važnosti povećanje stupnja oplodnje lucerne, a ne bi se smjela provoditi ako je lucerna viša od 30 cm. Tretiranje protiv ovih vrsta štetočina je najbolje provoditi na osnovi prognozne službe i to insekticidom koji uništava štetočine, a da istovremeno nanosi najmanju moguću štetu korisnim kukcima. Ukoliko nije moguće doći do uvida prognozne službe najbolje je da se sjemenska lucerna tretira prvi put kada otkos naraste od 15 do 20 cm, a drugi put u pupanju. Bolesti lucerne su *Fusarium*

medicaginis koja uzrokuje venuće lucerne, *Peronospora estivalis* zbog koje lišće lucerne požuti i osuši se, *Sclerotinia trifoliorum* koja uzrokuje trulež biljke, *Pseudopeziza medicaginis* koja može izazvati velike štete jer uzrokuje opadanje lista, *Rhizoctonia solani* koja uzrokuje ugibanje lista, *Corynebacterium insidiosum* koja uzrokuje slabiji razvoj biljke, *Cercospora medicaginis* koja može prouzročiti stvaranje gljiva na zaraženoj stabljici, *Asochyta imperfecta* koja uzrokuje defolijaciju lista, smanjeni prinosi i lošiju kvalitetu sjemena, te *Verticillium albo-atrum* koja je najopasnija bolest lucerne u Zapadnoj Europi. Ne provodi se zaštita od bolesti lucerne u proizvodnji voluminozne krme, a najbolji je način zaštite sjetva sorti otpornih na bolesti (Stjepanović i sur., 2009.).

Potreba biljke za vodom ovisi o različitim čimbenicima, poput osobina genotipa, područja na kojem se uzgaja, klimatskih uvjeta i tipa tla, te primijenjene agrotehnike i drugih. Poznavanjem tih čimbenika može se utvrditi količina vode koju biljka treba i time omogućiti pravilno iskorištavanje vode i zalijevanje. Potrebe za vodom biljke određuju normu nadvodnjavanja (Bošnjak i sur., 2006.). Kako je već navedeno, lucerna ima vrlo velike potrebe za vlagom, a prema Blaney Criddle (navod Keller i Carlson, 1967.; cit. Stjepanović i sur., 2009.), ukoliko postoje uvjeti za vegetaciju, kroz deset će mjeseci potrošiti od 1.200 do 1.400 mm vode za visoke prinose. Optimalno područje za uzgoj lucerne za proizvodnju voluminozne krme je ono koje karakterizira približno 600 mm oborina i 70 do 80% poljskog vodnog kapaciteta tijekom vegetacije lucerne. Nedostatak se oborina najčešće javlja tijekom ljeta i u kasno proljeće. Taj bi nedostatak oborina, bez nadvodnjavanja, utjecao na smanjenje prinosa lucerne. Kod nas vegetacija lucerne traje od 180 do 210 dana. Različiti autori navode različite uspjehe u nadvodnjavanju lucerne, a Čížek, Vučić i Jocić (Čížek 1964., Vučić i Jocić 1968., cit. Stjepanović i sur. 2009.) ističu da je nadvodnjavanjem, ako se košnja lucerne na vrijeme obavi, moguće postići prinose iznad 20 tona sijena po hektaru. Hoće li i u kojoj će mjeri nadvodnjavanje imati uspjeha ovisi i o dubini podzemne vode pa tako Campbell i sur. (1960.; cit. Stjepanović i sur., 2009.) navode da je lucerna istu količinu krme proizvela u aridnim uvjetima bez nadvodnjavanja, kao i sa šest nadvodnjavanja godišnje kada je razina podzemne vode bila od 150 do 270 cm. Bošnjak i sur. (Bošnjak i sur., 2006.) su svojim ispitivanjima utvrdili da je fitoklimatski maksimum prinosa lucerne u uvjetima pedoklimata na području Vojvodine u uvjetima nadvodnjavanja 23 do 25 tona po hektaru pa i veći, dok su isti prinosi u prirodnim uvjetima proizvodnje, dakle bez nadvodnjavanja znatno niži. Također, utvrdili su i da prinosi u povoljnim godinama s dovoljno optimalno raspoređenih padalina mogu biti čak i 15 do 20 tona po hektaru. Otpornost se lucerne na niske zimske temperature

snižava ako je tlo postalo vlažnije pri niskim temperaturama i pred početak mirovanja lucerne. Nadvodnjavanje tla za potrebe lucerne se obavlja agregatima za umjetno kišenje ili prelijevanjem, no prednost se daje prvom načinu jer osigurava bolji raspored voda, bolji nadzor zalivne norme i manji utjecaj na sabijanje tla. Ovo naročito vrijedi za mlado lucerište. Lucerna se najčešće zalijeva nakon otkosa, no dobar učinak osigurava i nadvodnjavanje za vrijeme pupanja lucerne (Stjepanović i sur., 2009.). Dva zalijevanja između otkosa se obično obavljaju na lakšim tlima i to prvo zalijevanje nakon košnje, a drugo tijekom pupanja biljke. Tijekom razdoblja dulje i jače suše preporučuje se, za otkose u srpnju i kolovozu, dva zalijevanja između otkosa. Automatiziranom se opremom i novim sustavima nadvodnjavanja lucerna može i češće zalijevati, no manjim zalivnim normama.

Najčešći oblik upotrebe lucerne je košnja, a košena se lucerna može koristiti za zelenu ishranu, silaže, sjenaže, spremanje sijena i industrijsku preradu dehidriranjem u visoko vrijedne bjelančevinske hranjive tvari pogodne za uravnoteživanje obroka. Iako je što je lucerna mlađa veća probavljivost i sadržaj, ukupna je produkcija hranjivih tvari u biljci po jedinici površine niska. Dermalquilly i Weiss (Dermalquilly i Weiss, 1970.; cit. Stjepanović i sur., 2009.) su ispitivanjima utvrdili da je probavljivost organske mase u prvom ciklusu razvoja kada je lucerna košena u fazi cvjetanja pala za 23,1% u usporedbi sa lucernom košenom kod visine od 30 cm. Ranijom košnjom raste sadržaj bjelančevina u potpuno suhoj tvari, ali se smanjuju broj biljaka i prinos. Lucerna se mora kositi na optimalnom stupnju razvoja jer će o vremenu njezine košnje ovisiti kvaliteta, probavljivost i ukupna produkcija krme, ali i trajnost samog lucerišta, a Međimurec (Međimurec, 2007.) savjetuje da se lucernu treba kositi predvečer. Nekoliko je čimbenika o kojima ovisi broj otkosa lucerne u pojedinim godinama njezine upotrebe. Ti čimbenici su ekološki uvjeti, odnosno klimatski uvjeti i tip tla, sorta lucerne jer o njoj ovisi ritam razvoja biljke, te oblik upotrebe i godina života lucerne. Kasnijom košnjom se mijenja, odnosno smanjuje sadržaj bjelančevina u biljci, ali se mijenja i sadržaj određenih aminokiselina (Stjepanović i sur., 2009.). Hranidbena vrijednost biljke se smanjuje starenjem biljke uslijed povećanja vrijednosti neutralnih i kiselih vlakana. Korištenjem lucerne u mladim razvojnim stadijima postiže se relativno nizak udio vlakana, visoka koncentracija sirovih bjelančevina u krmi i visoka energetska vrijednost dok se kasnijim korištenjem postiže viši udio sirovih vlakana i niža koncentracija sirovih bjelančevina kao i energije. Sijeno se, s obzirom na sadržaj bjelančevina u suhoj tvari, dijeli na vrlo kvalitetno sijeno koje sadrži više od 19,1% bjelančevina, kvalitetno sijeno sa sadržajem bjelančevina od 16,1% do 19%, srednje kvalitetno sijeno koje karakterizira od 13,1% do 16%

bjelančevina i sijeno niske kvalitete koje sadrži manje od 13% bjelančevina u suhoj tvari. Širka i njegovi suradnici (navod Ocokoljić, 1975.; cit. Stjepanović i sur., 2009.) su 1968. godine proveli ispitivanje glede utjecaja vremena košnje na prinos suhe tvari prvog porasta kao i na proizvodnju mlijeka kod ishrane sijenom košenim u različitim fazama razvoja. Istim su ispitivanjem utvrdili da su kasnijom košnjom dobili veći prinos suhe tvari ali i povećanu dnevnu produkciju krava koje su hranjene sijenom košenim 20. lipnja. Ovo i slična ispitivanja su, zajedno sa praktičnim iskustvom, ukazali na činjenicu da je optimalna faza košnje lucerne u intenzivnoj proizvodnji faza pupanja sve do početka cvjetanja jer se u tom razdoblju postižu najveći prinosi kvalitetne krme po jedinici površine tla. Prema Stjepanoviću i sur. (2009.) lucerna košena u istočnoj Slavoniji, a u toj fazi razvoja, u uvjetima suhog ratarenja daje i pet otkosa. Između otkosa odnos u prinosu suhe tvari je 39:22:20:12:8% zbog čega je važno vrijeme prvog otkosa lucerne jer upravo on tijekom većine godina osigurava najviše hranjivih tvari i suhe tvari. Neovisno o tome je li lucerna u fazi pupanja ili nije, košnja bi se prvog porasta morala obaviti krajem travnja i početkom svibnja. Odabir vremena prvog otkosa koji donosi najveći prinos kvalitetne krme u zelenoj masi ili sijenu prvi je i najvažniji korak u spremanju kvalitetne stočne krme. Vremenski optimalno izveden prvi otkos lucerne donosi dobru ravnotežu iskoristivosti hranjivih tvari i to naročito sirovog proteina za proizvodnju mlijeka i energije za osnovne potrebe organizma (Pašalić, 2016.). Do kašnjenja košnje dolazi često jer se čeka da se pojave pupovi koji se uslijed prohladnog vremena pojavljuju kasnije nego inače. Takvo će kašnjenje prouzročiti polijeganje zbog čega dolazi do smanjenja prinosa jer tijekom košnje polegnutih biljaka kosilica odsijeca biljke na visinu od 10 do 20 cm, gubitak lista, smanjenje kvalitete i poremećaja u skidanju idućih porasta što posljedično može dovesti i do gubitka jednog porasta tijekom uporabe. Točno optimalno vrijeme u kojem bi se trebala izvesti košnja prvog porasta moguće je utvrditi po pojavi mladih izboja na kruni korijena, kao i terminski. Sukladno tome, prema Bošnjaku i Stjepanoviću (Bošnjak, Stjepanović, 1987.; cit. Stjepanović i sur. 2009.) fazi pupanja odgovara ona faza razvoja lucerne kada od 10 do 45% krana ima 1 cm duge izdanke, zatim početak cvjetanja kada od 50 do 70% krana ima od 2 do 3 cm duge izdanke i cvjetanja kada 80% krana ima od 3 do 5 cm duge izdanke. U uvjetima koji prevladavaju na području istočne Slavonije terminski se određuje da je optimalno razdoblje za košnju prvog porasta razdoblje do 5. svibnja, drugi se treba obaviti do 10. lipnja, treći do 20. srpnja, četvrti do 20. kolovoza, a peti do 10. listopada. Terminskim određivanjem optimalnog vremena za košnju lakše se organizira samo košenje kao i usklađivanje košnje sa drugim poljskim radovima. Ako se zakasni s košnjom prvog porasta tijekom vegetacije, neće se moći obaviti svih pet otkosa, već samo četiri. Katić i sur.

(2004.) ističu da se tijekom povoljnih godina s dovoljnom i dobro raspoređenom količinom padalina prednost treba dati sustavu košnje sa pet otkosa, dok se za vrijeme suhih godina treba kositi četiri puta. Sustav košnje sa 3 otkosa predlažu samo za godine suše i na starijim lucerištima. Ovisno o tome daje li se prednost prinosu ili kvaliteti krme preporučuju se različite razvojne faze lucerne za košnju, pa se tako u slučaju da se daje prednost prinosu preporučuje košnja početkom cvatnje. Ukoliko se pak prednost daje kvaliteti krme onda se preporučuje košnja u fazi pupanja. Neovisno o broju otkosa, posebna se pozornost mora obratiti na dužinu vegetacije zadnjeg porasta jer ona utječe na prinos lucerne u sljedećoj godini. Niži godišnji prinos krme se javlja kao posljedica kratkih razdoblja oporavka lucerne nakon košnje. Kada se kosi pet puta godišnje, dužina bi vegetacije zadnjeg porasta trebala biti od 40 do 50 dana jer biljke moraju skupiti dovoljnu količinu hranjivih tvari kako bi bolje prezimile, kao i za vegetaciju u idućoj godini (Stjepanović i sur., 2009.). Košnja zadnjeg porasta, u našim uvjetima, treba biti u prvih deset dana listopada. Prvi bi se otkos lucerne u prvoj godini proizvodnje trebao kositi u cvjetanju kako bi se mlade biljke što bolje ukorijenile, u korijenu nakupilo što više rezervnih hranjivih tvari što uvjetuje oblikovanje jače krune korijena. Neovisno o tome obavlja li se ranije ili u vrijeme cvjetanja, košnja prvog porasta mlade lucerne ne smije biti niska. Košnja prvog porasta mlade lucerne se mora obaviti na visinu od 8 do 10 cm, dok se ostali otkosi trebaju obaviti na visinu od 3 do 5 cm. Košnja se mora obaviti na određenu visinu biljke lucerne jer u suprotnom dolazi do oštećenja krune korijena što posljedično dovodi do drugih štetnih posljedica za obnavljanje lucerne. Na neravnom i polegnutom terenu dolazi do visoke košnje, odnosno košnje na od 10 do 20 cm, zbog čega dolazi do izbijanja novih, ali slabijih izdanaka s pupova donjeg dijela stabljike koji daju manje prinose. Pokošenu biljnu masu je nužno što prije odvesti s lucerišta kako bi se omogućio brz ponovni porast, stvaranje prinosa i visok godišnji prinos jer dok se ona nalazi na tlu ne dolazi do kretanja novog porasta. Pokošena biljna masa se sa polja može odvesti svježa za hranidbu u zelenom stanju, a može se i sušiti na tlu za pripremu sjenaže ili sijena.

4. RASPRAVA

4.1. Komparativne prednosti lucerne u odnosu na druge krmne kulture

Lucerna ima brojne prednosti koje ju čine najvažnijom krmnom kulturom za proizvodnju voluminozne krme. Različite je prednosti lucerne kao krmne kulture poželjno dodatno razjasniti kroz njezinu usporedbu sa drugim krmnim kulturama. Iako lucerna posjeduje i određene nedostatke u odnosu na druga krmiva, ipak ima višestruke prednosti pred ostalim krmnim kulturama u proizvodnji voluminozne krme, zbog čega je upravo ona po posijanim površinama najraširenija krmna leguminoza u Republici Hrvatskoj čemu svjedoči ranije navedeni podatak da se sije na površini od čak 57.000 hektara. Smatra se da lucernu najvažnijom krmnom kulturom u proizvodnji stočne hrane prvenstveno čini njezina visoka hranidbena vrijednost. Također se ističe i da je lucerna po hranidbenoj vrijednosti, među leguminozama i ostalim krmnim biljem za proizvodnju voluminozne krme, u samome vrhu i to naročito za preživače. Najveći je pokazatelj te vrijednosti visok udio bjelančevina visoke biološke vrijednosti u suhoj tvari lucerne. S prinosom od 12 tona suhe tvari po hektaru lucerna proizvodi više bjelančevina po hektaru od kukuruza, soje i ijedne druge krmne kulture. Lucerna posjeduje i izvrsnu energetska vrijednost, vrlo sličnu onoj glavne energetske voluminoze, odnosno silaže kukuruza. Energetska je vrijednost zelene mase lucerne samo 15% niža od one koja je zabilježena kod silaže kukuruza, a utvrđeno je da dobro sijeno lucerne u količini od 6 tona sadrži više energije nego 3 tone zrna kukuruza, ali i više bjelančevina nego 2 tone sojine sačme (Stjepanović i sur., 2009.). Lucerna je u prednosti u odnosu na kukuruz i u odnosu na svoje zahtjeve za minimalnom temperaturom za klijanje sjemena. Naime, sjeme lucerne može proklijati već na 2 do 3 °C, dok sjeme kukuruza ima ipak veće zahtjeve za toplinom budući da će ono početi klijati tek na temperaturi od 8 °C, a temperature niže od -1 °C najčešće dovode do propadanja biljke (Agroklub, 2009.). Lucerna s godinama stječe veću otpornost na ekstremne temperature, pa svoju konkurentnost u odnosu na zahtjeve za toplinom u odnosu prema drugima krmnim biljem razvija u godinama koje će uslijediti nakon prve u kojoj je najosjetljivija. U današnje je vrijeme lucerna po zastupljenosti u obrocima goveda, nakon silaže kukuruza drugo po važnosti voluminozno krmivo. Za razliku od lucerne, ali i kukuruza koji obično ne podnose kisela tla, zob uspijeva i na kiselim tlima. Lucerna ima jače razvijen korijen od ječma, no njegova je prednost to što zahtijeva manje vlage. Sirak u odnosu na lucernu ima znatno veće zahtjeve za toplinom pa će početi klijati tek na temperaturi sjetvenog sloja tla između 13 i 15°C, a on se također kao i sudanska trava bolje

od lucerne prilagođava različitim kvalitetama tla. Prednost lucerne u odnosu na sirak leži u činjenici da ona zbog više biološke sposobnosti regeneracije može godišnje dati 4 do 5 otkosa, dok se sirak može koristiti 2 do 3 puta tijekom vegetacije. Dugo razdoblje korištenja na oranici, kao i činjenica da ju se može koristiti u različitim oblicima, čine lucernu iznimno cijenjenom kulturom. Lucerna vrlo slična biljka je crvena djetelina koja također pripada mahunarkama. Crvena djetelina ima manje zahtjeve u odnosu na kvalitetu tla, kao i na kemijske karakteristike tla pa tako uspijeva i na kiselijim tlama no što to lucerna može (Međimurec, 2015.). Također, crvena djetelina ima veću energetska vrijednost, ali i nižu koncentraciju sirovih bjelančevina, koje preživači mogu iskoristiti u većoj mjeri već bjelančevine lucerne. Podaci Državnog zavoda za statistiku iz 2015. godine (DZS, 2015.) pokazuju da je u Hrvatskoj lucerna tijekom razdoblja od 2010. do 2014. godine dala više prinose od crvene djeteline i to za 11% više. Budući da se sijeno lucerne manje praši i manje je sklono pojavi plijesni nego sijeno crvene djeteline ono je prikladnije za konje. Iako postoji očiti napredak glede povećanja kvalitete i prinosa lucerne, dugo vremena je to povećanje bilo manje nego kod većine drugih poljoprivrednih kultura. Tome svjedoči podatak da se proizvodnja kukuruza u posljednjih 30 godina povećavala za 2% godišnje, dok je prinos lucerne u istom razdoblju rastao samo od 0,15% do 0,30% po godini (Popović i sur., 2002.). Noviji podaci pokazuju suprotan, uzlazni trend, pa je tako prema službenim podacima za 2016. godinu (DZS, 2017.) najveći prinos, u usporedbi sa podacima dostupnim za 2015. godinu, ostvarila lucerna i to čak 60,2%. To je istovremeno i najveći prinos od 2009. godine. Za usporedbu, isto izvješće ukazuje na povećanje prinosa šećerne repe za 54%, kukuruza za gotovo 20% te suncokreta i soje za 12,8%.

4.2. Procjena mogućnosti povećanja proizvodnje lucerne u Republici Hrvatskoj

Prema Stjepanoviću i sur.(2009.), kao i brojnim drugim stručnjacima, do smanjenja površina pod lucernom došlo je zbog smanjenja stočarske proizvodnje. Ovo je smanjenje posebno izraženo bilo početkom 90-ih godina prošlog stoljeća, točnije za vrijeme ratnih godina. Povećanjem stočarske proizvodnje u budućnosti bi zasigurno posljedično došlo i do povećanja potrebe za hranom za tu stoku. Budući da lucerna ima vrlo visoku hranidbenu vrijednost tada bi došlo i do povećanjem površina pod lucernom. Te će površine u budućnosti rasti i zbog sve

češće upotrebe lucerne za različite svrhe, u konzerviranom obliku, kao i industrijski prerađene lucerne. Jedan od osnovnih uvjeta za povećanje površina pod lucernom je i primjena odgovarajuće agrotehnike kao i unaprjeđivanje iste. Melioracijom, odnosno osposobljavanjem tla za proizvodnju lucerne, i to naročito nepropusnih tala koja su za nju problematična, povećava se površina povoljnih tala za uzgoj lucerne. Uz nepropusna tla, lucerni poseban problem predstavljaju i kisela tla, budući da je vrlo zahtjevna u pogledu optimalne kiselosti tla nužne za njezin rast i razvoj. Zbog utjecaja niskog pH na razvoj simbioze između ove mahunarke i *Sinorhizobium meliloti* bakterija fiksatora dušika dolazi do slabog uspjeha u uzgoju lucerne na umjereno kiselim tlima. Takvim tlima nedostaje kalcij kojeg lucerna treba u velikim količinama. Ona istovremeno i povećavaju toksičnost mangana, željeza i aluminija za lucernu. Kiselost je tla jedan od glavnih uzroka ograničavanja proizvodnosti i održivosti pašnjaka i usjeva u različitim dijelovima svijeta pa tako Kochian i sur. (Kochian i sur., 2004.; cit. Tucak i sur., 2007.) navode da je približno 50% svjetskih potencijalno obradivih površina kiselo. Rastuća je acidifikacija tala postala globalni problem, a njezine su ekonomske posljedice posebno značajne za zemlje koje se oslanjaju na lucernu kao jednu od najvažnijih krmnih kultura za hranidbu goveda (Leto i sur., 2006.). Budući da se oko pola državnog područja Republike Hrvatske nalazi na nadmorskoj visini višoj od 200 m, odnosno u planinskom i brdskom području, a takva tla često obilježava kisela reakcija, jasno je kakve su mogućnosti uzgoja lucerne na tim područjima. Ipak, širenje se lucerne može osigurati i na takvim tlima i to prvenstveno primjenom odgovarajućih agromelioracijskih, kao i agrotehničkih zahvata, ali i odabirom tolerantnijih sorti, prikladnih za uzgoj na kiselijim tlima. Na takvim se tlima mogu osigurati povoljni uvjeti za uzgoj lucerne ukoliko im se doda ona količina kalcija koja im nedostaje, odnosno ako se provede kalcizacija. Potrebne količine kalcija ovise o konkretnoj kiselosti tla u pojedinom slučaju. Njome se oslobađa molibden koji je nužan za pravilan rast i razvoj biljaka lucerne, ali se također istovremeno i pospješuje upotreba drugih hranjivih tvari. Kalcizacija se obavlja mljevenim vapnencem, kalcijevim oksidom, dolomitnim stijenama, saturacijskim muljem, hidratiziranim vapnom te drugim proizvodima s kalcijem. Uz miješanje s tlom, kalcizacija se obavlja najmanje tri tjedna prije sjetve lucerne. Njezino djelovanje traje od 10 do 12 godina (Stjepanović i sur., 2009.).

Kako bi se iskoristile proizvodne mogućnosti lucerne koje u uvjetima nadvodnjavanja mogu dati čak i do 8 otkosa godišnje, kao i visoke prinose, nužno je najvišu pozornost usmjeriti na agrotehničke mjere koje se poduzimaju tijekom proizvodnje. Jedna od njih je i duboka obrada tla koja ima utjecaj i na dužinu trajanja lucerne kao i na njezin prinos, no unatoč tome

poljoprivredna ju gospodarstva još uvijek često ne prihvaćaju. Primjenom bolje agrotehnike zasigurno bi se na našem području uspjelo postići bolji razvitak kao i veće prinose lucerne. Jedna od tehnika koje svakako zahtijevaju više promišljanja je i gnojidba. Budući da je za više prinose lucerne, kao i drugih biljki, nužno postojanje optimalne količine hranjivih tvari dostupnih biljci, značaj gnojidbe postaje tim veći. Stjepanović i sur. (2009.) smatraju da se kod nas lucerni pruža nedovoljna količina hranjivih tvari što kao posljedicu ima i niže prinose od mogućih. Ističu da je tijekom 4 godine proizvodnje, lucerni pružena znatno niža količina hranjivih tvari no što je to potrebno za proizvodnju 10 i više tona sijena po hektaru. Iz navedenog se lako može zaključiti da je neodgovarajuća gnojidba jedan od uzroka niskih prinosa lucerne u Hrvatskoj. Također, problem predstavlja i činjenica da se sušenjem zelene mase za sijeno gube značajne količine hranjive tvari. Složen je to biokemijski proces za vrijeme kojeg dolazi do smanjenja količine hranjivih tvari, biološke vrijednosti i probavljivosti krme. Do tih gubitaka dolazi disanjem, ispiranjem, otpadanjem dijelova biljke, kao i fermentacijskim procesima. Sigurnijim se smatra spremanje u sjenažu, nego u sijeno, upravo zbog navedenih gubitaka. Najpovoljnijim se načinom spremanja sjenaže smatra spremanje u silo-tornjeve. Ispitivanjima je utvrđeno da se kvaliteta sjenaže u silo-tornjevima nije promijenila ni nakon dvije godine čuvanja iste u njima (Stjepanović i sur., 2009.). Pozitivno obilježje sjenaže je i njezina visoka hranidbena vrijednost što dokazuje činjenica da se u jednom kilogramu sjenaže nalazi od 0,3 do 0,4 krmne jedinice, od 50 do 60 grama probavljivih bjelančevina, više od 5 grama kalcija, do 40 grama karotena i više od grama fosfora. Prijevozni su troškovi sjenaže niži od onih kod silaže jer ista sadrži približno dvostruko više suhe tvari od silaže.

5. ZAKLJUČAK

Budući da je lucerna najraširenija krmna leguminoza na našem području, nužno je detaljnije proučiti uvjete njezine proizvodnje kao i mogućnosti razvoja iste i upravo je to učinjeno u ovom radu. Raširenost svoje proizvodnje lucerna duguje brojnim pozitivnim obilježjima koja ju karakteriziraju. Njezini ju visoki prinosi izdvajaju u odnosu na druge krmne kulture, kao i visoka kvaliteta istih zbog kojih je osobito privlačna za uzgoj. Primjenom pravilne agrotehnike, prilagođene kako sorti lucerne, tako i klimatskim uvjetima, tipu tla i željenoj kvaliteti, mogu se postići znatno bolji rezultati u vidu visokih i kvalitetnih prinosa, no što se danas postižu. Ovoj tvrdnji u korist svjedoče i brojna inozemna istraživanja kojima je potvrđen ponekad čak i dvostruko veći prinos od onog koji se uzgojem lucerne u Republici Hrvatskoj trenutno postiže. Budući da lucerna sa starenjem postaje sve otpornijom, posebnu je pozornost nužno posvetiti pravilnoj agrotehnici u njezinoj prvoj godini kada je i najosjetljivija na klimatske uvjete. U radu je istaknuto da kiselost tla ima značajan utjecaj na postizanje dobrih lucerišta, a kao što je već poznato, polovica potencijalno obradivih površina u svijetu je kiselo, te je stoga nužno više pozornosti posvetiti kalcizaciji kao mjeri kojom se takva tla čine povoljnijima za uzgoj lucerne. Lucerna je biljka čije su potrebe za vodom znatno veće od onih drugih krmnih biljaka zbog čega ju je, unatoč njezinom jako razvijenom korijenu zbog kojeg vodu upija i iz podoraničnih slojeva tla, često potrebno i nadvodnjavati. Važnost primjene odgovarajuće agrotehnike proizlazi i iz činjenice da se gnojdbom smanjuje njezina potrošnja vode jer biljka koja prima optimalnu količinu hranjivih tvari, ekonomičnije troši vodu. Dubokom se obradom tla, uz navedeno nadvodnjavanje i gnojidbu stvaraju optimalni uvjeti za razvoj biljaka lucerne, a optimalno razvijena biljka daje više i kvalitetnije prinose. Lucerna se najčešće koristi košenjem. Kako i prerana i prekasna košnja mogu imati značajne negativne posljedice na produktivnost lucerne, mora se voditi računa o pravilnom odabiru vremena u kojem će se prvi otkos obaviti. Budući da je ispitivanjima dokazan visok genetski potencijal za prinos i kvalitetu krme kod domaćih sorti, jasno je da bi se daljnjim ulaganje u iste, moglo Republiku Hrvatsku u budućnosti učiniti izvoznikom sjemena lucerne, jer smo dosad većinu svojih potreba namirivali uvozom. Iz do sad navedenog u ovom radu, može se zaključiti da je za širenje površina pod lucernom, povećanje prinosa i njihove kvalitete nužno u optimalnom vremenskom razdoblju poduzeti čitav splet agrotehničkih mjera. Iz iskustava je inozemnih, kao i pojedinih domaćih stručnjaka, jasno koliko su te mjere isplative.

6. POPIS LITERATURE

1. Agroklub (2009.):Kukuruz. dostupno na: <https://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/kukuruz-115/>, posjećeno 28. ožujka 2017.
2. Agroklub (2011.): Lucerna. dostupno na: <https://www.agroklub.com/sortna-lista/krmno-bilje/lucerna-57/>, posjećeno 15. ožujka 2017.
1. Blažinkov, M., Uher, D., Čolo, J., Štafa, Z., Sikora, S. (2012): Učinkovitost primjene bakterizacije u uzgoju lucerne na području Bjelovarsko-bilogorske županije, *Mljekarstvo*, Vol. 62, No. 3, str. 200.-206.
2. Bošnjak, Đ., Maksimović, Z., Đukić, D. (2006.): Fitoklimatski potencijal prinosa lucerke u uslovima sa i bez nadvodnjavanja u Vojvodini, *Letopis naučnih radova*, god. 30, No. 1, str. 118.-125.
3. Bošnjak, D., Sikora, I. (1976.): Ispitivanje optimalnog sistema obrade i gnojidbe lucerne na smeđem tlu i pseudogleju, *Zbornik radova Poljoprivrednog instituta Osijek*, VI, 1, str. 17.-40.
4. Bošnjak, D., Stjepanović, M. (1987.): *Lucerka*, NIP Zadrugar Sarajevo.
5. Campbell, R. E., Larson, W. E., Aasheim, T. S., Brown, P. L. (1960.): Alfalfa response to irrigation frequencies in the presence of a water table, *Agron. J.* 5247.
6. Čížek, J. (1964.): *Proizvodnja krmnog bilja*, Skripta, Zagreb.
7. Čupić, T., Tucak, M., Popović, S. (2008.): Proučavanje lokalnih populacija lucerne u svrhu stvaranja nove oplemenjivačke germplazme, *Poljoprivreda*, Vol. 14 No. 2, str 46.-51.
8. Čupić, Ž., Mihaljev, Ž., Veselinović, S., Živkov-Baloš, M., Ivančev, A. (2006.): Sadržaj minerala u uzorcima lucerke sa područja Vojvodine, Vol. 55, 3-4, str. 71.-74.
9. Demarquilly, S., Weiss, Ph. (1970): *Tableaux de la valcur alimentaire des fourrages*, S. E. I., etude 42.
10. DLG – Deutsch Landwirtschafts Gesellschaft (1997.): *DLG – Futterwerttabellen Wiederkäuer*. DLG – Verlag, Frankfurt, 212.
11. Dow, A. I. (1970): *Washington Coop, Ext. Serv.* E. M. 3422
3. DZS (2015.): *Biljna proizvodnja u 2014., godina LII, broj 1.1.14.* Državni zavod za statistiku. Dostupno na: http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2015/01-01-14_01_2015.htm, posjećeno 26. ožujka 2017.

4. DZS (2017.): Površina i proizvodnja žitarica i ostalih usjeva u 2016., Godina LIII, broj 1.1.18.. Državni zavod za statistiku. Dostupno na:
http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2016/01-01-18_01_2016.htm, posjećeno 26. ožujka 2017.
5. Ekopoduzetnik (2015.): Lucerna daje 16 tisuća kg sijena/ha - evo i kako!, dostupno na:
<http://www.ekopoduzetnik.com/tekstovi/lucerna-daje-16-tisuca-kg-sijenaha-evo-i-kako-20624/>, posjećeno 20. ožujka 2017.
6. Ivanov, A., I. (1980.): Lucerna, Kolos, Moskov, 350.
7. Katić, S., Mihailović, V., Karagić, Đ, Milić, D., Vasiljević, S. (2004.): Uticaj vremena košenja na prinos i kvalitet krme lucerke i crvene deteline, Zbornik radova, sveska 40, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, str.389.-403.
8. Katić, S., Mihailović, V., Milić, D., Karagić, Đ., Mikić, A. (2007.): Uticaj učestalosti košenja na prinos i kvalitet krme NS sorti lucerke, Zbornik radova, sveska 43, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, str.239.-244.
9. Keller, V., Carlson, C. V. (1967): Forage crops, In R. M. Hagan et all. (ed.), Irrigation of agricultural lands, Agronomy 11, str. 607.-621.
10. Knežević, M., Vranić, M., Bošnjak, K., Leto, J., Perčulija, G., Kutnjak, K., Matić, I. (2009.): Utjecaj dodataka aditiva na ad libitum konzumaciju, in vivo probavljivost i balans dušika sjenaže lucerne, Mljekarstvo, 59(3), str. 239.-245.
11. Kochian, L. V., Hoekenga, O., A., Pineros M. A. (2004.): How do crop plants tolerate acid soil? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency, Annual Review of Plant Biology 55:459-493.
12. Leto, J., Knežević, M., Bošnjak, K., Vranić, M., Perčulija, G., Matić, I., Kutnjak, H., Miljanić, Ž. (2006.): Produktivnost, kemijski sastav i održivost lucerne na umjereno kiselim planinskom tlu, Mljekarstvo, Vol. 56, No. 3, str.269.-283.
13. Marković, J., Ignjatović, S., Radović, J., Lugić, Z. (2007.): Uticaj faze razvića na sadržaj makro i mikroelemenata u lucerki i crvenoj detelini, Zbornik radova, sveska 44, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, str.401.-406.
14. Međimurec, T. (2007.): Lucerna - kraljica krmnih kultura, dostupno na:
<http://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/109/lucerna-kraljica-krmnih-kultura/>, posjećeno 15. ožujka 2017.
15. Međimurec, T. (2015.): Sjetva lucerne i djetelina, dostupno na:
<http://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/671/sjetva-lucerne-i-djetelina/>, posjećeno 24. ožujka 2016.

16. Ocokoljić, S. (1975.): Leptiraste biljke u ishrani stoke, Nolit.
17. Palfi, M. (2007.): Skarifikacija sjemena lucerne (*Medicago sativa* L.) kiselinom, *Sjemenarstvo*, Vol.24 No.1., str. 5.-16.
18. Pašalić, A. (2016.): Zašto je važan prvi otkos lucerne?, dostupno na:
<https://www.agroklub.com/ratarstvo/zasto-je-vazan-prvi-otkos-lucerne/24382/>,
posjećeno 15. ožujka 2017.
19. Plantea (2015.): Lucerna, <http://www.plantea.com.hr/lucerna/>, posjećeno 10. ožujka 2017.
20. Popović, S., Grljušić, S., Tucak, M., Čupić, T., Bukvić, G. (2002.): Mogućnosti i ograničenja oplemenjivanja kvalitete lucerne, dostupno na:
http://poljoprivreda.pfos.hr/upload/publications/6_POPOVIC.pdf, posjećeno: 15. ožujka 2017.
21. Popović, S., Tucak, M., Grljušić, S., Čupić, T., Stjepanović, M. (2005): Utjecaj agronomskih svojstava na vrijednost germplazme lucerne, *Zbornik radova XL znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Opatija*, 15.-18. veljače, Kovačević, V., Jovanovac, S. (eds.), Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayer u Osijeku, str. 231-232.
22. Sarić, O., Ramoševac, I. (1982.): Mogućnosti uzgoja lucerne na kiselom tlu primjenom molibdena, inokulacije, stajnjaka i kalcija, IV. jugoslavenski simpozijum o krmnom bilju, Novi Sad.
23. Stjepanović, M., Zimmer, R., Tucak, M., Bukvić, G., Popović, S., Štafa, Z. (2009.): Lucerna, Poljoprivredni fakultet u Osijeku i Poljoprivredni institut Osijek, Grafika, Osijek.
24. Tucak, M., Popović, S., Čupić, T., Grljušić, S., Stjepanović, M., Kozumplik, V. (2007.): Utjecaj tipa tla na prinos i kakvoću lucerne, *Krmiva : Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, Vol. 49, No. 5, str. 265.-271.
25. Vučić, N., Jocić, B. (1968.): Mesto i uloga lucerne u navodnjavanju, Jugoslavenski poljoprivredno-šumarski centar, Beograd.

7. SAŽETAK

Cilj je poduzetog istraživanja u ovom radu rada analizom knjiga, te stručnih i znanstvenih članaka podrobno prikazati posebnosti krmne biljke lucerne. Brojnim je istraživanjima, čiji su se rezultati naveli u ovom radu, utvrđeno koje su to posebnosti koje lucernu čine najrasprostranjenijom krmnom kulturom u svijetu. Lucerna je najraširenija krmna kultura i u Republici Hrvatskoj, čemu svjedoči podatak da se sije na približno 57.000 hektara. Visoki prinosi, otpornost na različite okolišne uvjete, činjenica da se lucerna može dugo koristiti, čak 4 do 5 godina, i da ju je moguće koristiti u različitim stanjima, odnosno oblicima čine ju posebno privlačnom za uzgoj. Najveća vrijednost lucerne leži u visokim prinosima koje daje jer daje do čak 2500 kg/ha visokovrijednih proteina koji po aminokiselinskom sastavu sličje proteinima životinjskog porijekla. Zbog visokog udjela bjelančevina i povoljne hranidbene vrijednosti ona se sve više koristi za hranidbu stoke. Budući da lucerna daje prinos od 2000 do 2400 kilograma po hektaru ona je najveći proizvođač bjelančevina po hektaru, jer po hektaru daje više bjelančevina od soje, ali i od kukuruza. Kako bi se postigao optimalan prinos nužno je poduzeti odgovarajuće agrotehničke mjere u odgovarajuće vrijeme. Lucerna se najčešće koristi košenjem, a najbolje ju je kositi od faze pupanja do faze početka cvatnje kako bi se postigla najbolja kombinacija optimalnog prinosa krme uz njezinu najbolju kvalitetu. Primjenom pravilne agrotehlike, prilagođene sorti lucerne, klimatskim uvjetima, tipu tla i željenoj kvaliteti, mogu se postići znatno bolji rezultati u vidu visokih i kvalitetnih prinosa, no što se danas postižu.

Ključne riječi: lucerna, krma, kvaliteta, prinos, agrotehnika

8. SUMMARY

The aim of research conducted in this paper was to thoroughly present specific features of alfalfa through analysis of books, expert and scientific articles. Numerous researches, the results of which have been presented in this paper have shown which specific features are responsible for making alfalfa the most widespread fodder culture in the world. Alfalfa is also the most widespread fodder culture in the Republic of Croatia as evidenced by the fact that it is sown on approximately 57,000 hectares. High yields, resistance to various environmental conditions, the fact that alfalfa can be used for a long time, for up to 4 to 5 years, and can be used in different states or forms makes it especially attractive for breeding. Because of the high protein content and the favorable nutritional value, it is increasingly used to feed livestock. Since alfalfa yields 2000 to 2400 kilograms per hectare, it is the largest protein producer per hectare, because yields more protein than soy per hectare, but also more than corn. In order to achieve optimal yield, it is necessary to take appropriate agrotechnical measures at the appropriate time. Alfalfa is most commonly used for mowing, and it is best to mow it from the budding till the beginning of flowering in order to achieve the best combination of optimal yield of herd with its best quality. By applying proper agrotechnics, custom alfalfa cultivars, climatic conditions, soil type and desired quality, much better results can be achieved in the form of high yields and high yields, than it is achieved today.

Keywords: alfalfa, fodder, quality, yield, agronomy

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer Biljna proizvodnja

LUCERNA ZA PROIZVODNJU VOLUMINOZNE KRME

Zvonimir Gregić

Sažetak: Cilj je poduzetog istraživanja u ovom radu analizom knjiga, te stručnih i znanstvenih članaka podrobno prikazati posebnosti krmne biljke lucerne. Brojnim je istraživanjima, čiji su se rezultati naveli u ovom radu, utvrđeno koje su to posebnosti koje lucernu čine najrasprostranjenijom krmnom kulturom u svijetu. Lucerna je najraširenija krmna kultura i u Republici Hrvatskoj, čemu svjedoči podatak da se sije na približno 57.000 hektara. Visoki prinosi, otpornost na različite okolišne uvjete, činjenica da se lucerna može dugo koristiti, čak 4 do 5 godina, i da ju je moguće koristiti u različitim stanjima, odnosno oblicima čine ju posebno privlačnom za uzgoj. Najveća vrijednost lucerne leži u visokim prinosima koje daje jer daje do čak 2500 kg/ha visokovrijednih proteina koji po aminokiselinskom sastavu sliče proteinima životinjskog porijekla. Zbog visokog udjela bjelančevina i povoljne hranidbene vrijednosti ona se sve više koristi za hranidbu stoke. Budući da lucerna daje prinos od 2000 do 2400 kilograma po hektaru ona je najveći proizvođač bjelančevina po hektaru, jer po hektaru daje više bjelančevina od soje, ali i od kukuruza. Kako bi se postigao optimalan prinos nužno je poduzeti odgovarajuće agrotehničke mjere u odgovarajuće vrijeme. Lucerna se najčešće koristi košenjem, a najbolje ju je kositi od faze pupanja do faze početka cvatnje kako bi se postigla najbolja kombinacija optimalnog prinosa krme uz njezinu najbolju kvalitetu. Primjenom pravilne agrotehlike, prilagođene sorti lucerne, klimatskim uvjetima, tipu tla i željenoj kvaliteti, mogu se postići znatno bolji rezultati u vidu visokih i kvalitetnih prinosa, no što se danas postižu.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Doc.dr.sc Ranko Gantner

Broj stranica: 32

Broj grafikona i slika: 0

Broj tablica: 0

Broj literaturnih navoda: 25

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Glavne riječi: lucerna, krmna kultura, prinosi, agrotehnika

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu: 1. prof.dr.sc. Gordana Bukvić, predsjednik

2. doc.dr.sc. Ranko Gantner, mentor

3. prof.dr.sc. Bojan Stipešević, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josipa Jurja Strossmayera Univerzity of Osijek

Graduate thesis

Faculty of Agriculture

Univerzity Graduate Studies, Plant production, course Plant production

LUCERNE FOR FORAGE PRODUCTION

Zvonimir Gregić

Abstract: The aim of research conducted in this paper was to thoroughly present specific features of alfalfa through analysis of books, expert and scientific articles. Numerous researches, the results of which have been presented in this paper have shown which specific features are responsible for making alfalfa the most widespread fodder culture in the world. Alfalfa is also the most widespread fodder culture in the Republic of Croatia as evidenced by the fact that it is sown on approximately 57,000 hectares. High yields, resistance to various environmental conditions, the fact that alfalfa can be used for a long time, for up to 4 to 5 years, and can be used in different states or forms makes it especially attractive for breeding. Because of the high protein content and the favorable nutritional value, it is increasingly used to feed livestock. Since alfalfa yields 2000 to 2400 kilograms per hectare, it is the largest protein producer per hectare, because yields more protein than soy per hectare, but also more than corn. In order to achieve optimal yield, it is necessary to take appropriate agrotechnical measures at the appropriate time. Alfalfa is most commonly used for mowing, and it is best to mow it from the budding till the beginning of flowering in order to achieve the best combination of optimal yield of herd with its best quality. By applying proper agrotechnics, custom alfalfa cultivars, climatic conditions, soil type and desired quality, much better results can be achieved in the form of high yields and high yields, than it is achieved today.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: Doc.dr.sc Ranko Gantner

Number of pages: 32

Number of figures: 0

Number of tables: 0

Number of references: 25

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Keywords: alfalfa, fodder culture, yields, agrotehnic

Thesis defended on date:

Reviewers: 1. prof.dr.sc. Gordana Bukvić, president

2. doc.dr.sc. Ranko Gantner, mentor

3. prof.dr.sc. Bojan Stipešević, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.