

ОРГАНИЗАЦИОНО ТЕХНОЛОШКА РЕШЕЊА У ПРИПРЕМАЊУ КВАЛИТЕТНОГ СЕНА ЛУЦЕРКЕ САМОХОДНИМ КОСАЧИЦАМА ГЊЕЧИЛИЦАМА

Ранко Копривица¹, Биљана Вељковић¹, Небојша Станимировић², Душан Радивојевић³

Резиме

У раду су приказани резултати истраживања самоходне косачице гњечилице "Fortschritt E-301" у кошењу првог откоса луцерке просечног приноса 20,5 t/ha. Циљ истраживања је да се утврди утицај субјективног фактора на продуктивност, потрошњу горива, утрошак енергије косачице гњечилице Fortshritt E301 у кошењу првог откоса луцерке. У првој варијанти постигнут је учинак од 1,53 ha/h при најмањој брзини од 4,29 km/h, а при највећој брзини од 6,41 km/h учинак је био 2,13 ha/h. У другој варијанти покошено је 1,35 ha/h при најмањој брзини кретања од 3,71 km/h, а при највећој брзини од 4,43 km/h покошено је 1,50 ha/h. При чему је у просеку у првој варијанти остварен већи учинак за 0,57ha/h а квалитет рада у обе варијанте је био исти. На потрошњу горива по јединици површине битно су утицали стање усева, режим рада мотора, брзина рада, ширина радног захвата и продуктивности косачице гњечилице и у првој варијанти постигнута је мања потрошња горива за 2,8% у односу на другу. При оваком режиму рада и потрошњи горива, утрошак енергије за кошење и гњечење луцерке кретао се у границама од 153,45-157,74 MJ/ha, а специфични утрошак снаге од 9,57 до 10,42 kW/m.

Применом косачица гњечилица знатно је смањено време сушења луцерке у пољу, што указује на велики практични значај ове радне операције чиме се искључују утицаји неповољних временских прилика.

Кључне речи: сено луцерке, кошење и гњечење, продуктивност рада, утрошак енергије.

Увод

У оквиру кабасте хране сено луцерке има веома значајно место у исхрани стоке. Квалитет сена луцерке огледа се у високом садржају протеина. Садржај силових протеина у луцерки износи 27% у листу и 32% у цвету биљке. У поступку припремања сена луцерке у пољу као основни проблем јавља се неуједначеност током сушења биљне масе. Наиме због неједнаке брзине сушења луцерке, лишће се суши знатно брже од стабљике, услед чега даљом манипулацијом и радом машина долази до његовог опадања, при чему се губи значајан део квалитетне масе луцерке. Да би решили овај проблем и смањили губитке, потребно је, применити механичко третирање биљне масе помоћу косачица гњечилица. Уједно са кошењем луцерке врши се гњечење и ломљење биљака, услед чега долази до бржег ослобађања влаге из стабла и истовременог сушења са лишћем. Проблеми сушења првог откоса сена луцерке су још израженији при неповољним временским условима (честих киша) када сено треба брзо припремити и ускладиштити. Применом оваквих технолошких решења у припремању сена луцерке знатно је скраћено време сушења у пољу, смањени су губици и добијен је бољи квалитет сена.

¹ Мр Ранко Копривица, др Биљана Вељковић ванредни професор, Агрономски факултет, Чачак

² Проф. Др Небојша Станимировић, Пољопривредни факулте, Косовска Митровица

³ Проф. Др Душан Радивојевић, Пољопривредни факултет, Београд

Метод истраживања

За потребе истраживања праћен је рад косачице гњечилице "Fortschritt E-301" у кошењу и припремању сена луцерке са којима су управљала два руковаоца различитог искуства и спретности. Пре рада машине утврђено је стање усева у пољу, узети су узорци са површине од 2 м² и установљен је просечан принос, висина луцерке и присуство корова. За утврђивање-одређивање продуктивности рада косачице гњечилице (експлоатационих карактеристика косачица гњечилица) коришћена је хронометријска метода. Употребом ручне штоперице мерена је брзина рада на дужини од 20 м, основно време на укупној дужини парцеле од 320 м и време окретања на увратинама. Поред тога мерена је и ширина радног захвата, висина кошења и ширина откоса. На основу добијених података израчунати су коефицијент искоришћавања радног времена и ширине радног захвата, индекс искоришћавања и производни учинак. У току истраживања запреминском методом мерена је потрошња горива и укупно утрошена енергија у кошењу луцерке. Подаци истраживања су груписани и статистички обрађени.

За одређивање брзине сушења луцерке утврђена је влажност у моменту кошења, а затим настављено праћење брзине сушења негњечене и гњечене покошене масе. Узорци за одређивање влажности покошене масе узимани су на свака три сата првог и другог дана, по методици коју наводи *Благојевић* (2) у својим истраживањима. На брзину сушења сена луцерке имају утицај и климатски фактори па су праћени температура и релативна влажност ваздуха, брзина ветра и падавине.

Преглед литературе

Према нама доступној литератури о експлоатационим испитивањима косачице-гњечилице и ефектом њене примене на брзину сушења сена бавили су се многи аутори, а ми наводимо само нека истраживања.

Према *Лукићу* (5) оптимални моменат за кошење луцерке је у времену бутонизације (појаве пупољака). У овој фази развитка луцерке, добија се највећи принос и најбољи квалитет, јер је највиши садржај протеина 19% и најмањи садржај сирове целулозе 25,1%.

Тодоровић (13) је у својим испитивањима дошао до сазнања да се применом гњечилице смањује потребно време за сушење луцерке у пољу за 30%. На тај начин избегнути су ризици од оштећења сена услед кише и добијен је бољи квалитет сточне хране.

Благојевић (1) наводи да је влажност луцерке 24 часа после кошења код два пута гњечене луцерке била 25,27%, а код једанпут гњечене 46,10%, што је продужило време сушења на један дан више. Губици луцерке су се кретали од 0,90-1,25% од приноса зелене масе, а зависили су од јачине притиска ваљака гњечилице.

Према истраживањима *Stordahl* (10) превише изгњечена маса остаје у доста збијеном откосу, што неповољно утиче на дужину времена сушења. Колика ће збијеност и густоћа масе да буде зависи од ширине откоса коју ми можемо да подешавамо. Покошена маса у откосу 70% од ширине кошења брже се суши за 25-40% у односу на откос од 45% ширине кошења. На овај начин повећањем ширине откоса време сушења се смањује за 6 сати.

Borreani (3) наводи да су губици код гњечења луцерке са косачицама са гуменим ваљцима кретали се у границама од 3,5-10,2% а код италијанског љуља 2,5%. Аутор закључује, да за припремање сена луцерке више одговарају косачице са гуменим ваљцима за гњечење. У том случају нема потребе за накнадним превртањем покошене

масе ради бржег сушења, па је мање опадање лишћа а мањи су и губици протеина. Косачице са челичним ваљцима за гњечење су погодније за припремање сена од траве, па маса после косидбе може да се преврће чиме се убрзава сушење, а не долази до губитака суве материје.

Savoie (7) је испитивао سموходне косачице гњечилице са 3 и 6 ваљака. У прва четири сата значајно је повећана стопа сушења масе при кошењу и гњечењу са три ваљка на 28-38%, а у раду са 6 ваљака на 41-73% у односу на конвенционално (класично) кошење и сушење луцерке. При чему ово треба прихватити само у случајевима ако су погодни временски услови у току сушења.

Исти аутор (8) наводи да се гњечењем коефицијент сушења повећава од 26-160%, а смањује време потребно за сушење луцерке у пољу за 21-62%. Утрошак специфичне енергије трактора за кошење и гњечење биљака луцерке кретао се у границама од 2-9 kWh/t, у просеку 4 kWh/t суве материје.

Гњечењем, ломљењем, дробљењем, уситњавањем стабилке и хомогенизацијом лишћа луцерке проценат влаге се може смањити на 20% за мање од 6 сати после кошења уколико су услови сушења повољни *Shinners* (9). *Öztekın* (6) наводи да би процес сушења сена са 20% влаге могао да се постигне за свега 6-7 сати после кошења са косачицама гњечилицама са више ваљака и са што тањим слојем откоса.

Таневски (12) је испитујући утицај притиска ваљака на брзину сушења сена луцерке дошао до закључка, да је најбоље постигнут ефекат са притиском ваљака од 18,3 N/cm. Влажност покошене и изгњечене масе у подне другог дана износила је 19,20%, а негњечена 35,47%. У току експлоатационих истраживања косачице гњечилице "Fortschritt E-301" постигнута је просечна брзина од 5,05 km/h и учинак од 1,72 ha/h. При овим условима рада просечна потрошња горива је 2,44 l/ha и 4,23 l/h.

Вуковић (14) наводи да је при просечној брзини рада од 6,89 km/h косачица гњечилица "Fortschritt E-301" остварила учинак од 1,78 ha/h. У оваквом режиму рада остварени су укупни губици од 1,52% од приноса зелене масе на просечној висини одсецања од 7,92 cm. Како препоручује *Wiersma* (16) луцерку треба косити на висину од 2 инча (5,08 cm) како би се постигао максималан принос и добар квалитет масе.

У истраживањима *Зорановића* (17) истиче се да је утрошак специфичне снаге код класичне косачице износио од 4,59-8,32 kW/m при брзинама рада од 3,73-8,82 km/h. Највећи утрошак снаге је код ротационих косачица и косачица са два ножа око 12 kW/m.

Резултати истраживања

Основне техничке карактеристике косачице "Fortschritt E-301" дате су у табели 1. Самоходну косачицу гњечилицу покреће мотор Д-50 (МТЗ) снага 40 kW. Према критеријумима *Танасића* (11) ова косачица се сврстава у категорију косачица са оптималним односом снаге мотора у односу на ширину радног захвата 9,37 kW/m.

Уређај за гњечење чине два решеткаста челична ваљка између којих пролази покошена маса. Размак између ваљака може да се подешава од 20-120 mm, а тиме и притисак гњечења масе од 15-35 N/cm² од чега зависи и брзина сушења.

Истраживања су обављена на парцели где је луцерка била у другој години искоришћавања у првом откосу. Просечан принос зелене масе био је 20,5 t/ha кретао се у границама од 17,8-23,3 t/ha. Висина стабилке луцерке била је од 59-84 cm просечно 76,3 cm. Парцела је била дугачка 320 m равна и правоуганог облика. Време је било сунчано са максималном дневном температуром од 25⁰С.

Табела 1. Техничке карактеристике косачице "Fortschritt E-301"
 Table 1. Fortschritt E-301 mower - technical specifications

Параметри	Јединице мере
Снага мотора	40 kW
Брзина кретања (I брзина) (II брзина)	(3,4-8,5 km/h) (8,25-21,4 km/h)
Ход уназад	4,8 km/h
ШасијаЕ 307 (дужина) (ширина) (висина)	(3,96 m) (3,2 m) (3,75 m)
Маса са кабином	3.656 kg
(дужина ваљка) (ширина ваљка)	(2,0 m) (0,5 m)
(висина ваљка) (маса ваљка)	(0,7 m) (260 kg)
Специфичан притисак ваљка до	35 N/cm ²
Радни захват	4,27 m
Брзина ножа	2,1 m/s
Висина резања	50; 90; 150 mm
Ширина откоса од	1,0-1,20 m
Укупна дужина косачице	5,57 m

У току испитивања радиле су две косачице са којима су управљали руковаоци (радници, возачи) различитог искуства и спретности у војњи. У првом степену преноса и средњем положају варијатора војње први радник је постигао просечну брзину од 5,619 km/h са CV (коефицијентом варијације) од 10,95% (таб.2). При овим брзинама рада остварена је ширина радног захвата од 3,9-4,11 m што у просеку представља 94,85% искоришћавања ширине радног захвата од конструктивне. Време окретања на увратинама износило је од 15-32s тако да је коефицијент искоришћавања радног времена износио 0,85-0,90. У варијанти 1. руковаоц је постигао учинак од 1,53 ha/h при најмањој брзини од 4,29 km/h, а код највеће брзине од 6,41 km/h учинак је 2,13 ha /h. Колико утиче субјективни фактор то јест обученост и спретност возача за рад са косачицом најбоље нам показује следеће: да је у варијанти 2. руковаоц радио просечном брзином од 4,0 km/h што је у просеку мања брзина за 1,62 km/h у односу на брзину кретања косачице у првој варијанти. Индекс искоришћавања радног захвата је 93,92%, мада је требао да буде већи с обзиром на брзину рада, јер са смањењем брзине овај проценат расте. То се одразило и на остварени учинак у другој варијанти са најмањом брзином кретања 3,71 km/h покошено је 1,35 ha/h, а код највеће брзине од 4,43 km/h покошено је 1,50 ha/h. У просеку у другој варијанти је остварен мањи учинак за 0,57 ha/h од прве, а квалитет рада је био исти. Висина реза у обе варијанте је била иста у просеку 9,76 cm, а просечна ширина откоса износила је 103,73 cm. Правилно формиран откос како предлаже *Stordahl* (10) утицао је на уједначено сушење покошене масе по његовој ширини.

Добијени резултати истраживања приказани у табели 2. показују да је у току кошења луцерке самоходним косачицама гњечилицама била повећана потрошња горива у односу на истраживања *Таневског* (12) и *Вуковића* (14). Код прве варијанте при просечној брзини рада од 5,62 km/h, просечна потрошња горива је 3,21 l/ha, што је за 2,8 % мање у односу на другу варијанту. Потрошња горива по јединици површине зависила је од стања усева, режима рада мотора, брзине рада и продуктивности косачице гњечилице.

У нашим експлоатационим истраживањима косачице гњечилице специфични утрошак снаге кретао се у границама од 9,57 до 10,42 kW/m, што је зависило од остварене ширине радног захвата при кошењу луцерке.

Табела 2. Продуктивност рада и утрошак енергије косачице гњечилице у кошењу луцерке

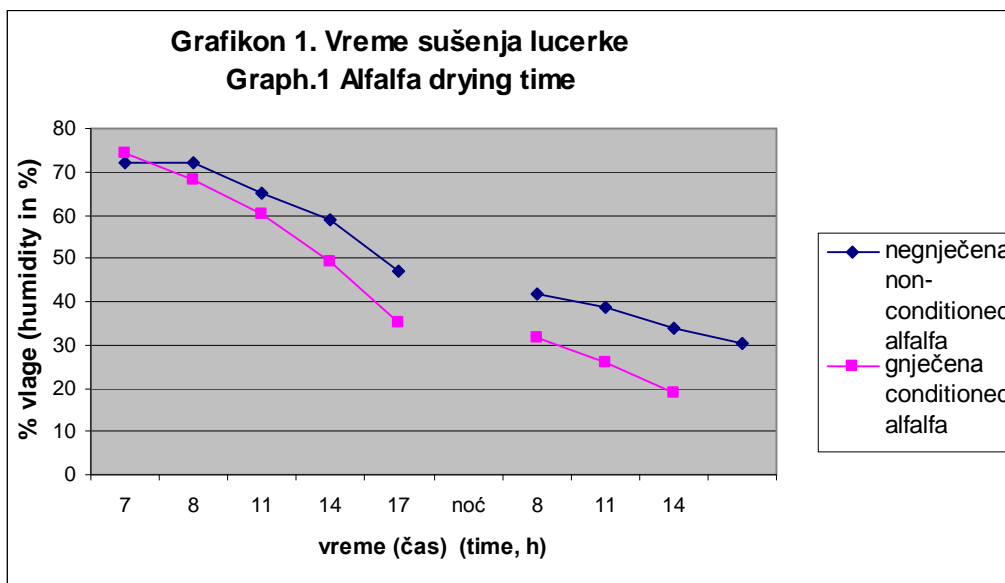
Table 2. Productivity and energy requirement of the mower-conditioner during the alfalfa mowing operation

Параметри	Варијанта 1.			Варијанта 2.		
	Просечно	Станд. Дев.	CV %	Просечно	Станд. Дев.	CV %
Брзина рада km/h	5,62	0,62	10,95	4,0	0,26	6,57
Радни захват m	4,06	0,08	2,05	4,01	0,09	2,45
Индекс % искоришћавања	94,97	1,95	2,05	93,87	2,35	2,50
Производни учинак ha/h	1,97	0,18	8,93	1,41	0,05	3,57
Потрошња горива l/ha	3,22	0,65	2,02	3,31	0,13	4,02
Утрошена енергија MJ/ha	153,45	0,65	2,02	157,74	0,13	4,02

Упоредо са праћењем експлоатационих карактеристика косачице пратили смо и утицај гњечења на брзину сушења луцерке. Луцерка је покошена у раним јутарњим часовима, где је почетна влага у негњеченој маси била 72,25%, а у гњеченој 74,48%. У графикону 1. је приказана брзина сушења луцерке и код гњечене луцерке је знатно брже опадала влажност у односу на негњечену масу. Тако је у поподневним часовима првог дана код гњечене луцерке влажност била 35,05%, а код негњечене луцерке она је износила 47,11%, тј. за 12,06% већа. Упоредивањем података о брзини опадања влажности луцерке између два узастопно узета узорка највећа разлика утврђена је у 14 и 17 часова првог дана. Она је код гњечене луцерке износила 14,18%, а код негњечене 11,74%. У овом периоду дувао је западни ветар брзине 1m/s, што је заједно са температуром ваздуха од 23⁰С убрзало сушење луцерке.

Другог дана, у јутарњим часовима после 24 часа након кошења влажност гњечене луцерке била је 31,62% или 42,86% мање од почетне влажности. Гњечена луцерка је могла да се сакупља већ у подне другог дана тј. после 28 часова од кошења када је влага покошене масе пала испод 20%. Негњечена маса је постигла оптималну влагу за балирање на крају другог дана. До сличних резултата дошао је и *Копривица* (4), *Вуковић* (15), *Благојевић* (2) у својим истраживањима на брзину сушења негњечене и гњечене луцерке.

На основу претходног истраживања се може закључити да је битно скраћено потребно време током природног сушења луцерке у пољу код гњечене у односу на негњечену масу.



Ово има велики практични значај јер са скраћивањем времена сушења избегавамо ризик од оштећења сена услед појаве кише и евентуалних нестабилних временских прилика, које могу негативно утицати и умањити квалитет сена.

Закључак

На основу наведених резултата истраживања може се закључити да је косачица-гњечилица "Fortschritt E-301" у експлоатационим испитивањима постигла учинак од 1,35- 2,13 ha/h при брзини кретања од 3,71-2,13 km/h и са коефицијентом искоришћења технолошког циклуса од 0,86-0,90. У току рада са косачицом гњечилицом потрошено је 3,2 l/ha и 3,31 l/ha дизел горива и укупно утрошено енергије за кошење и гњечење 153,12 - 157,7 MJ/ha.

Применом косачице E-301 смањује се време потребно за сушење луцерке у пољу, тако је влага код негњечене луцерке после 30 часова сушења са 72,25% пала на 33,93%, а код гњечене са 74,48% на 18,87%. Ово има велики практични значај јер се сено раније покупи транспортује и складишти. Дакле, може се закључити, да је косачица гњечилица високо продуктивна и поуздана у раду те је и оправдана њена примена у спремању сена луцерке.

Рад је део истраживања на пројекту бр. 31051 под називом Унапређење биотехнолошких поступака у функцији рационалног коришћења енергије, повећања продуктивности и квалитета пољопривредних производа финансиран од стране Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије

Литература

Благојевић, М. (1964): Ефекат примене гњечилице на брзину сушења луцерке. Пољопривредна техника бр. 3. стр. 28-36, Београд.

- Благојевић, М., Савић, М., Бошњаковић, А. (1968): Утицај примене самоходне косачице-гњечилице на брзину природног сушења луцерке. Пољопривредна техника бр. 1. п.44-49. Београд
- Borreani, G.; Tabacco, E.; Ciotti, A. (1999): Effects of mechanical conditioning on wilting of alfalfa and Italian ryegrass for ensiling. *Agronomy Journal* 91, p.457-463.
- Копривица, Р.(1995): Утицај гњечења на брзину сушења луцерке. Пољопривредна техника 3. п.8-10. Београд.
- Лукић, Д. (2000): Луцерка. Научни институт за ратарство и повртарство. Нови Сад
- Öztekin, S., Özcan, M. T. (1997): Application of the maceration technique for drying forage in Turkey. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Volume 66, Issue 1, p. 79-84
- Savoie P., Roberge, M., Lajoie, J., Tremblay, D., Lemay S. (1999): Intensive forage conditioning to a self-propelled mower. *Applied Engineering in agriculture*. Vol.15 No.2 p.107-115.
- Savoie P. (2003): Forage maceration: past, present and future. Proceedings of the International conference on crop harvesting and processing (Louisville, Kentucky USA).
- Shinners, KJ, Muck RE, Koegel RG, Straub RJ (1994): Silage characteristics as affected by length of cut. ASAE Paper No.941524. St. Joseph, MI: ASAE.
- Stordahl, J. (2007): Tips for top quality forages. *Cropping issues in Northwest Minnesota* Vol.4 Issue 2, www.nworc.umn.edu/cropping_issues/2007/
- Танасић, Р., Бајкин, А. Танасић, О., Поњичан, О. (2007): Критеријум за дефинисање травокосилица према намени. Савремена пољопривредна техника, Вол.34, Но.3-4, стр.188-191. Нови Сад.
- Таневски, Д. (1990): Проучавање на работните ефекти и потрошувачка на енергија на линијата машини за прибирање, транспорт и подготвување на кабата храна за говеда. Докторска дисертација. Скопје
- Тодоровић, С.(1960): Убрзавање сушења покошене масе. Механизација пољопривреде бр.9, стр.12-16, Београд.
- Вуковић, А., Бараћ, С., Станимировић, Н. (2010): Губици приликом кошења луцерке самоходном косачицом-гњечилицом "Fortschritt E-301". Пољопривредна техника, година XXXV, Но.4., стр. 1-4, Београд.
- Вуковић, А., Станимировић, Н., Бараћ, С. (2010): The influence of different type of mowers on alfa/alfa drying speed. *Biotechnology in Animal Husbandry* Vol. 26, (spec.issue) p. 561-566. Belgrade
- Wiersma D., Wiederholt, R.(2001.): Alfalfa cutting height to maximize forage yield and quality http://www.uwex.edu/ces/forage/wfc/proceedings2001/alfalfa_cutt
- Зорановић, М., Поткоњак, В. (1996): Експлоатационе карактеристике косачица при кошењу луцерке. Савремена пољопривредна техника Вол.22, Но.5 стр. 266-272, Нови Сад.

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN ALFALFA HAY MAKING USING SELF-PROPELLED MOWER-CONDITIONERS

Ranko Koprivica, Biljana Veljković¹, Nebojša Stanimirović², Dušan Radivojević³

Abstract

This paper presents results on the performance of the Fortschritt E-301 self-propelled mower-conditioner in mowing first-cutting alfalfa yielding an average of 20.5 t/ha. The objective of the study was to evaluate the effect of subjective factors on the productivity, fuel consumption and energy requirement of the Fortschritt E301 mower-conditioner during the first-cutting alfalfa mowing treatment. The mowing efficiency achieved in Experiment 1 was 1.53 ha/h at a minimum speed of 4.29 km/h, and 2.13 ha/h at a maximum speed of 6.41 km/h. Experiment 2 resulted in the mowing efficiency of 1.35 ha/h and 1.50 ha/h at a minimum and maximum speed of 3.71 km/h and 4.43 km/h, respectively. The average efficiency in Experiment 1 was 0.57 ha/h higher as compared to Experiment 2, with the mowing quality being identical in both experiments. Fuel consumption per unit area was significantly affected by crop condition, engine operating mode, mowing speed, working width and productivity of the mower-conditioner. Fuel consumption was 2.8% lower in Experiment 1 as compared to Experiment 2. Under the above operating mode and fuel consumption conditions, the energy requirement and specific power requirement for the mowing and conditioning operations ranged from 153.45-157.74 MJ/ha and 9.57 to 10.42 kW/m, respectively.

The use of the mower-conditioner led to a significant reduction in the drying rate of the alfalfa crop in the field, indicating high practical importance of the mowing/conditioning operation which helps eliminate the impact of unfavourable weather.

Key words: alfalfa hay, mowing and conditioning, efficiency, energy requirement.

¹ Ranko Koprivica M. Sc. Assistant, Biljana Veljkovic, PhD Associate Professor, Faculty of Agronomy Cacak, Serbia

² Nebojsa Stanimirovic, PhD Professor, Faculty of Agriculture Kosovska Mitrovica

³ Dusan Radivojevic, PhD Professor, Faculty of Agriculture Belgrade, Serbia