

ПРЕДВИЂАЊЕ ЦЕНОВНИХ ПОКАЗАТЕЉА КУКУРУЗА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

Мирослав Недељковић¹

Апстракт

Аутор је у раду применом ARIMA модела предвидео кретање цене и паритета цене кукуруза за период 2018-2022. година. Циља истраживања у раду је био да се изврши анализа, као и предвиди будућа тенденција посматраних ценовних показатеља кукуруза, с обзиром да је он најзначајнија житарица у Републици Српској. Резултати показују да се може очекивати нестабилно кретање цене кукуруза и у будућем периоду, а да ће се паритет овог усева константно повећавати до 2022. године. Предвиђене ценовне вредности представљаће добру основу даљег планирања производње и трговине ове житарице.

Кључне речи: ARIMA модели, цена, паритети цена, кукуруз, Република Српска

Увод

Привредни значај кукуруза огледа у могућности искориштења скоро целе надземне биомасе биљке. Различитим технолошким поступцима могуће је од биљке кукуруза произвести више од 1500 разних индустријских прерађевина (Гламочлија, 2012). Кукуруз се све више користи и за производњу биоетанола и биоразградиве пластике, док је у неразвијеним и земљама у развоју, примарна употреба кукуруза првенствено намењена за људску исхрану, где се предвиђа и стопа пораста од 1,3% до 2020. године (Ortiz и сар., 2010). На основу глобалних предвиђања, кукуруз ће постати усева са највећом производњом до 2025. године, а потреба за овом културом ће се удвостручити у земљама у развоју до 2025. године (Rosegrant и сар., 2008).

Због значаја који има кукуруз у Републици Српској, потребно је обратити више пажње на будућа кретања производње, јер како констатује Мутавцић (2010), у тржишним условима привређивања, успешна производња зависи од праћења, анализе и предвиђања, како резултата, тако и најважнијих фактора који утичу на њу. Управо из тог разлога, циљ истраживања у овом раду је анализа промена и будуће тенденције ценовних параметара кукуруза у Републици Српској.

¹ Мирослав Недељковић, докторанд, Пољопривредни факултет, Универзитет Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 8, Нови Сад, Србија, тел: +387 66 893 935, Е-mail: miroslavnedeljkovic2015@gmail.com

У својим ранијим истраживањима многи домаћи и страни аутори су уз помоћ ARIMA модела вршили одређена предвиђања. Нека од њих су се односили на кретање производних показатеља у ратарској-повртарској производњи (Bussay et al., 2015; Hossain and Adulla, 2015; Илић и сар., 2016; Iqbal et al., 2016; Jadhav et al., 2017; Santosha et al., 2017; Sharma et al., 2018; Недељковић и сар., 2019), а неки на економске параметаре, односно цену и паритетете цена (Иванишевић и сар., 2015; Мутавић и сар., 2016; Новковић и сар., 2016).

Истраживање добија на значају због тога што не постоје у довољној мери спроведена истраживања која би предвидела кретање цена ратарских производа у будућем периоду, те установила неке од фактора који утичу на њу у Републици Српској.

Материјал и методе рада

У поступку прикупљања, сређивања и приказивања података за анализу у овом истраживању користио се *метод дескриптивне анализе*. Такође, он је био коришћен и као метод утврђивања одређених показатеља који су релевантни за опис посматраних обележја. Метод дескриптивне статистике користио се за потребе истраживања и то да би се анализирао посматрана обележја у ратарској производњи у периоду 1996-2017. година. Ту спадају основни статистички показатељи, као што су:

- Просечна вредност појаве (\bar{X}),
- Интервал варијације-екстремне вредности (*минимум и максимум*),
- Коефицијент варијације (*cv*) и
- Стопа промене (*r*)

У сврху објашњавања и проценивања варијабилитета, те статистичког закључивања и предвиђања понашања посматраних појава у будућности користила се *аналитичка статистичка метода*.

Предвиђање посматраних појава у ценовним паритетима кукуруза у Републици Српској односи се на петогодишњи период (2018-2022), а за предвиђање су коришћени ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) модели који се базирају на анализи временских серија.

За анализу и опис стационарних временских серија разликујемо следеће три класе:

1. Ауторегресиони модели (AR)
2. Модели покретних средина (MA) *i*
3. Ауторегресиони модели покретних средина (ARMA).

Ауторегресионим моделим $AR_{(p)}$ се у зависности од сопствених вредности из прошлог периода (Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots) анализира и описује временска серија

података. Када AR модел претпоставља да вредност Y_t зависи само од своје вредности из претходног периода (Y_{t-1}), као и процеса бели шум онда је реч о његовој најједноставнијој варијанти. Ауторегресивни модел AR можемо исказати путем следећег израза:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + e_t$$

Параметри у овом моделу су ϕ_0, ϕ_1 , док је e_t бели шум. Иначе, ово је ауторегресиони процес првог реда ($AR_{(1)}$).

У случају зависности временске серије, не само од вредности Y_{t-1} , него и од p претходних вредности, тада дефинишемо AR model p – реда. Онда модел у општем случају представљамо преко следећег израза:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t$$

Где је, Y_t текући члан серије који се изражава као линеарна комбинација вредности претходних чланова, непознатих параметара и случајног процеса e_t .

Моделима покретних просека $MA_{(q)}$ исказује се временска серија која је у функцији од процеса бели шум у текућем и претходним периодима. Следећи израз даје најједноставнији облик ове класе модела покретних просека реда ($MA_{(1)}$):

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

Када имамо случај да Y_t зависи од e_t и q његових доцњи, MA модел q – реда можемо представити изразом:

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Где су,

q – оператор помака,

e_t – случајни процес бели шум,

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ – параметри модела

У овом моделу Y_t је линеарна комбинација текуће вредности случајног процеса e_t и његових, параметрима по

ндерисаних, претходних вредности.

Ауторегресиони модели покретних средина ($ARMA_{(p,q)}$) представљају комбинацију ауторегресионог модела и модела покретних просека. Претпоставка је да код ове класе модела текућа вредност серије зависи од вредности претходних чланова серије, текуће вредности случајног процеса и претходних вредности случајног процеса бели шум. Модел можемо представити следећим изразом:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Претходно поменуте класе модела примјењиве су на појаве код којих се у времену не уочавају тренд, циклична или сезонска компонента (стационарни процеси). У случају појаве тренда, цикличне или сезонске компоненте претходно је потребно одстрањивање њиховог утицаја. У ту сврху користимо оператор диференцирања чиме се отклања утицај тренда. Коришћењем диференција првог реда уклања се линеарни тренд, другим диференцијама уклања се квадратни тренд, а k - тим диференцијама уклања се утицај тренда k – тог степена.

Диференцију реда d временске серије Y_t можемо исказати у следећем облику:

$$\Delta^d Y_t = (1 - B)^d Y_t$$

Поступком диференцирања, добија се класа ARIMA модела, те је њен општи облик дат је следећим изразом:

$$\Phi(B)(1 - B)^d Y_t = \theta(B)e_t$$

Поступак избора модела састоји се од три фазе и то:

1. Идентификација модела-где је циљ извршити избор уже класе ARIMA модела. Пре тога, потребно је тестирати степен интегрисаности серије и начин свођења стационарности. После тога се уз помоћ корелограма одређује ред ауторегресивне и компоненте покретних просека. Обично се користе ниске вредности p и q са принципом штедљивости, односно максимизирања броја степени слободе.
2. Оцењивање параметара модела-где се помоћу метода обичних најмањих квадрата (AR модели) или методом нелинеарних најмањих квадрата (MA и ARMA модели) оцењују параметри. Метод нелинеарних најмањих квадрата своди се на примену различитих алгоритама нумеричке оптимизације.
3. Провера адекватности модела- где се врши суочавање прилагођеног модела подацима са циљем откривања његових евентуалних недостатака. То подразумева проверу статистичке

значајности оцењених коефицијената и особина резидуала (представљају ли процес белог шума). Након тога модел се побољшава или ако задовољава критеријуме, користи за предвиђање. За оцену адекватности модела анализира се серија резидуала \hat{e}_t , која треба да има нормалну расподелу. Један од тестова који се може користити за ту сврху је Jarque-Вега тест.

Као извори података у раду су коришћени публиковани подаци статистичких годишњака Републичког завода за статистику Републике Српске за одговарајући временски период од 1996-2017. године, затим статистички билтени који су садржавали потребне податке за поједине посматране општине, као и други доступни релевантни извори података са сајтова Републичког завода за статистику и ресорних Министарстава. Прикупљени подаци обрађени су у адекватним статистичким програмима (*Statistica 13.1, Eviews 10, SPSS*).

Резултати и дискусија

Анализа и предвиђање цене кукуруза

Просечна цена кукуруза у Републици Српској била је на нивоу од 164,47 евра/тони у опсервираном периоду са позитивном стопом промене од 4,12%. Кретање цене је карактерисала релативно велика нестабилност, где је израчунати коефицијент варијације износио 23,75%. Најнижа забележена цена кукуруза била је на почетку мереног периода (2005), док је највиша постигнута у 2012 години.

Код кукуруза на цене текућег периода статистички значајно утичу случајна колебања. Оцењени модел показује да је цена текуће године условљена случајним колебањима из претходне године (**табела 1**).

На основу оцењеног модела предвиђене су очекиване цене кукуруза у наредном периоду (**табела 2**). Предвиђене вредности показују да се може очекивати колебања цена из године у годину предикционог периода, односно наставак осцилације цена из претходног периода. На крају предикционог периода цена кукуруза ће бити на нивоу вишегодишњег просека.

Табела 1. Модел за предвиђање цене кукуруза

Paramet.	Input: Cena kukuruza Transformations: D(1) Model: (2, 1, 1) MS Residual= 1635,7					
	Param.	Asympt. Std. Err.	Asympt. t(9)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
p(1)	-0,509761	0,390846	-1,30425	0,224515	-1,39392	0,374395
p(2)	-0,433893	0,344464	-1,25962	0,239491	-1,21312	0,345338
q(1)	-0,756999	0,314985	-2,40329	0,039683	-1,46954	-0,044454

Извор: Резултати истраживања

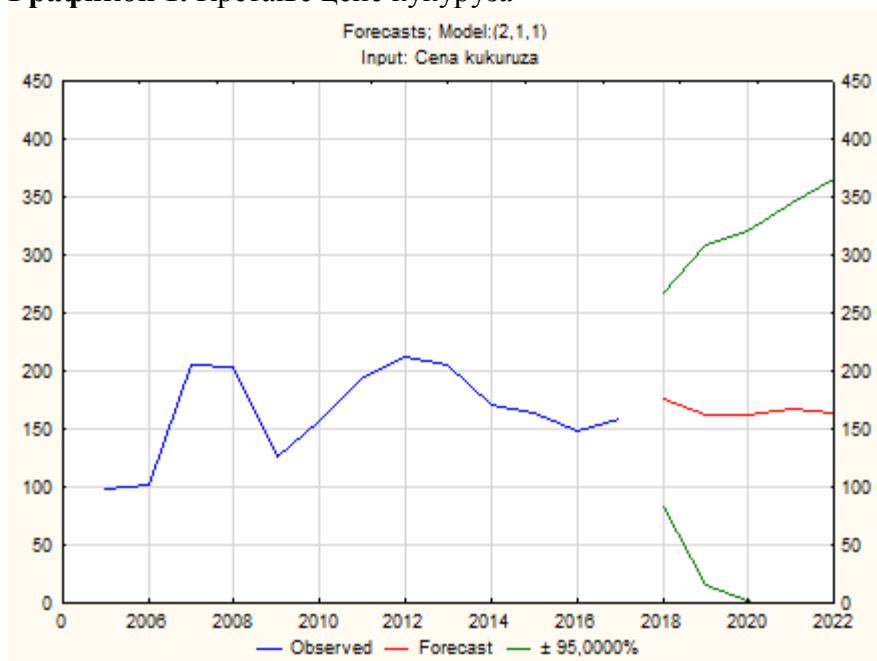
Табела 2. Предвиђање цене кукуруза (2018-22)

Godine	Forecasts; Model:(2,1,1) Input: Cena kukuruza Start of origin: 1 End of origin: 13			
	Forecast	Lower 95,0000%	Upper 95,0000%	Std.Err.
2018	174,7660	83,2767	266,2554	40,44342
2019	161,8804	15,6232	308,1377	64,65389
2020	161,0075	10,8673	320,2096	70,37624
2021	167,0434	10,7651	344,8494	78,60016
2022	164,3453	10,3654	365,0502	88,72278

Извор: Резултати предвиђања

Кретање цене кукуруза у анализираном и у периоду предвиђања приказано је и графички. Графички приказ потврђује наведене карактеристике цена кукуруза, односно континуирано колебање цена по годинама (**графикон 1**).

Графикон 1. Кретање цене кукуруза



Извор: Резултати предвиђања

Анализа и предвиђање паритета цене кукуруза

Просечан паритет цена кукуруза према пшеници износио је 0,94. То значи да се за једну тону кукуруза могло добити 0,94 тоне пшенице. Коефицијент који је одражавао стабилност кретања паритета цена у посматраном периоду био је 13,34%, што показује да се ради о релативно стабилном кретању паритета цена кукуруз/пшеница. Осим тога, бележи се

тенденција пораста паритета мерена годишњом стопом промене (2,03), што значи да је кукуруз имао тенденцију бржег раста цене од пшенице.

Паритет кукуруз/пшеница у анализираном периоду карактерише присуство тренда, па је оцени модела за анализу и предвиђање претходила одговарајућа диференцијација. Вредности оцењеног модела показује да на овај паритет у текућој години статистички значајан утицај имају случајна колебања из претходне две године (**табела 3**).

Табела 3. Модел за предвиђање паритета цена кукуруз/пшеница

Input: Kukuruz/pšenica Transformations: D(1) Model:(0,1,2) MS Residual= .02718						
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(9)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	0,019657	0,007376	2,664950E+00	0,025835	0,002971	0,036343
q(1)	0,914288	0,000000	5,389441E+11	0,000000	0,914288	0,914288
q(2)	0,085707	0,000000	5,389441E+11	0,000000	0,085707	0,085707

Извор: Резултати истраживања

На основу оцењеног модела предвиђене су вредности овог паритета за период 2018-22. година. Предвиђене вредности показују тенденцију пораста у наредном периоду, што значи да ће се цена кукуруза у односу на цену пшеницу повећавати (**табела 4**).

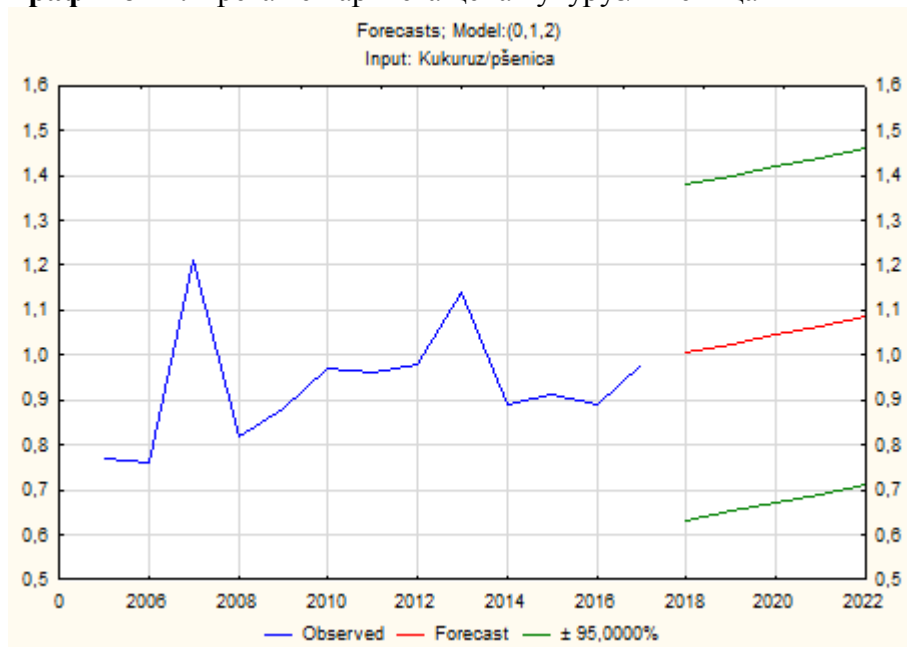
Графички приказ кретања паритета кукуруз/пшеница показује да су у анализираном периоду биле присутне осцилације, али да се у периоду предвиђања очекује стабилизација односа цена ове две ратарске културе (**графикон 2**).

Табела 4. Предвиђање паритета цена кукуруз/пшеница (2018-22)

Forecasts; Model:(0,1,2) Input: Kukuruz/pšenica Start of origin: 1 End of origin: 13				
Godine	Forecast	Lower 95,0000%	Upper 95,0000%	Std.Err.
2018	1,005899	0,632978	1,378819	0,164852
2019	1,025548	0,651260	1,399836	0,165456
2020	1,045205	0,670917	1,419493	0,165456
2021	1,064862	0,690574	1,439150	0,165456
2022	1,084519	0,710231	1,458807	0,165456

Извор: Резултати предвиђања

Графикон 2. Кретање паритета цена кукуруз/пшеница



Извор: Резултати предвиђања

Закључак

На основу претходно изнетог у раду може се закључити следеће:

- Цена кукуруза у посматраном периоду имала је позитивну тенденцију али и релативно нестабилно кретање.
- На цену кукуруза у текућем периоду статистички значајно су утицала колебања из претходне године.
- У периоду предвиђања очекује се наставак колебања цена из претходног периода а цена у последњој години биће на идентичном нивоу од 164,34 евра по тони, као и у периоду анализе.
- Истраживање показује да су на однос цена кукуруза и пшенице статистички значајан утицај у текућем периоду имала случајна колебања из претходне две године.
- Паритет цене ће наставити раст и у петогодишњем предикционом периоду, односно да ће се цена кукуруза у односу на пшеницу наставити континуирано повећавати.

Литература

1. Busay, A., Velde, M., Fumagalli, D., Seguni, L. (2015): *Improving operational maize yield forecasting in Hungary*, Agricultural Systems, 141, 94-106.
2. Glamočlija, Đ. (2012): *Posebno ratrastvo, žita i zrnene mahunarke*, Poljoprivredni fakultet, Beograd, str. 19-37.
3. Hossain, Md.M. Abdulla, F. (2015): *Forecasting the Sugarcane Production in Bangladesh by ARIMA Model*, Journal of Statistics Applications & Probability, No.2, pp.297-303.
4. Ilić Ivana, Jovanović Sanja, Milić, V. (2016): *Forecasting corn production in Serbia using ARIMA model*, Economics of agriculture, Vol. 4, pp. 1141-1156.
5. Iqbal, Ch.M. Jamshaid, M.T. Rashid, A.A. (2016): *Forecasting of Wheat Production: A Comparative Study of Pakistan and India*; International Journal of Advanced Research; 4(12), pp. 698-709.
6. Ivanišević, D., Mutavdžić Beba, Novković, N., Vukelić Nataša (2015): *Analysis and prediction of tomato price in Serbia*, Ekonomika poljoprivrede, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd, Vol. LXII, No.4 (899-1178), str. 951-961.
7. Jadhav, V. Chinnappa Reddy, B.V. Gaddi, G.M. (2017): *Application of ARIMA Model for Forecasting Agricultural Prices*, Journal of Agricultural Science and Technology, Vol. 19: pp.981-992.
8. Mutavdžić Beba, Novković, N., Vukelić Nataša, Radojević, V. (2016): *Analiza i predviđanje cena i pariteta cena pšenice i kukuruza u Srbiji*, Journal of Processing and Energy in Agriculture; Vol.20; br.2; str. 106-108.
9. Novković, N., Mutavdžić Beba, Ivanišević, D., Matković, M. (2016): *Analysis and prediction of cabbage price in Serbia*, Book of Abstract, 5th International Symposium on agricultural sciences, February 29-March 3, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, p.90.
10. Nedeljković, M., Mutavdžić Beba, Zoranović, T., Suzić Radmila (2019): *Forecasting Corn production indicators in the Republic of Srpska*, Ekonomika poljoprivrede, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd, Srbija (prihvaćen za štampu).
11. Ortiz, R. S., Taba, S., Chavez Tovar, V. H., Mezzalama, M., Xu, Y., Yan, J., Crouch, J. H. (2010): *Conserving and enhancing maize genetic resources as global public goods-A perspective from CIMMYT*. Crop Science, 50: 13-28.

12. Rosengrant, M. C., Ringler, S. Msangi, T. Sulser, T. Zhu, S. Cline (2008): *International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model Description*, International Food Research Institute: Washington, D.C.
13. Santosha, R., Singh, K.N., Prawin, A., Mrinmoy, R., Anirban, M., Kanchan, S., Prakash, K., Shekhavat, S.R. (2017): *Forecasting maize yield using ARIMA-Genetic Algorithm approach*, Outlook on Agriculture, 46(4), 265-271.
14. Sharma, P.K., Dwivedi, S., Ali, L., Arora, R.K. (2018): *Forecasting Maize Production in India using ARIMA Model*, Agro Economist-An International Journal, 5(1), 1-6.
15. Мутавцић Беба (2010): *Анализа и предвиђање производно-економских параметара у пољопривреди Војводине*, Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет Земун, Београд.

PREDICTION OF CORN PRICES IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Miroslav Nedeljković¹

Abstract

Using the ARIMA model, the author predicted the change of price and parity of corn prices for the period between 2018 and 2022. The aim of the study was to analyze and predict the future tendency of observed corn price indicators, since it is the most important cereal in the Republic of Srpska. The results show that unstable change of corn price can be expected in the future, and that the parity of this crop will be constantly increasing until 2022. The predicted price values will form a good basis for further planning of production and trade of this cereal.

Key words: *ARIMA models, price, parities of prices, corn, Republic of Srpska*

¹ Miroslav Nedeljković, PhD student, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 8, Novi Sad, Serbia, tel: +387 66 893 935, E-mail: miroslavnedeljkovic2015@gmail.com