

КВАНТИТАТИВНА АНАЛИЗА И ПРЕДВИЋАЊЕ ПРОИЗВОДНИХ ПАРАМЕТАРА ЈЕЧМА

Мирослав Недељковић¹

Абстракт

Циљ рада био је формулисање квантитативних модела којима би се предвиделе будуће тенденције производних показатеља јечма у Републици Српској. Примењене методе истраживања биле су метод дескриптивне анализе, те аналитичка статистичка метода, односно Бокс-Џенкинсов модел који је заснован на класи ARIMA модела. Резултати показују да ће се повећање површина под јечмом наставити и у петогодишњем предикционом периоду и то до нивоа од око 15.000 ха у 2022. години. Вриједност производње јечма ће се повећавати као и површина, па ће производња јечма у задњој години предикционог периода бити 54.540 тона. Наредни период кратање приноса јечма окарактерисаће осцилације из године у годину, а постигнута вриједност у задњој години предвиђања биће на нивоу од 3,47 тона по хектару.

Кључне ријечи: јечам, анализа, предвиђање, ARIMA модели

¹ Мирослав Недељковић, М.А., докторанд, Универзитет Нови Сад, Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад, Србија, Тел: +387 66 893 935, E-mail: miroslavnedeljkovic2015@gmail.com

QUANTITATIVE ANALYSIS AND FORECASTING OF BARLEY PRODUCT PARAMETERS

Miroslav Nedeljković¹

Abstract

The aim of the paper was to formulate quantitative models to forecast future trends in barley production in the Republic of Srpska. The applied research methods were the descriptive analysis method and the analytical statistical method, i.e. the Box-Jenkins model based on the ARIMA model. The results show that the increase in barley harvested areas will continue in the five-year forecasting period to a level of about 15,000 ha in 2022. The value of barley production will increase as well as the harvested area, and barley production in the last year of the forecasting period will be 54.540 tons. The next period of barley yield will characterize oscillations year after year, and the achieved value in the last year of the forecast will be at the level of 3.47 tons per hectare.

Key words: barley, analysis, forecasting, ARIMA models

¹ Miroslav Nedeljković, M.A, PhD student, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia, Tel: +387 66 893 935, E-mail: miroslavnedeljkovic2015@gmail.com

Увод

Централно мјесто у ратарској производњи у Републици Српској припада житарицама, а према подацима Републичког завода за статистику (РЗС РС) јечам са 3,74% учествује у укупним засијаним ораничним површинама у Републици Српској, и тиме представља најважнију житарицу после кукуруза и пшенице.

Јечам представља значајну ратарску биљку, гдје се од укупне свјетске производње, највећи дио користи за производњу сточне хране, затим за производњу слада, 2%– 3% за исхрану људи и око 5% чини зрно јечма као сјеменска роба (Ullrich, 2011).

Површине под јечмом у свијету износе 47.009.175 ха, односно 11.807.856 ха у ЕУ-28. Када је у питању свјетска производња ове житарице, она је у 2017 години достигла ниво од 147.404.262 тона, док је тај ниво у ЕУ-28 износио 57.261.785 тона. Највећи произвођач ове житарице је Русија са остварених 20.598.807 тона у 2017 години, док су поред ње са производњом истичу још Аустралија (13.505.990 тона), Њемачка (10.853.400 тона), Француска (10.545.427 тона) и Украјина (8.284.890 тона) (www.fao.org).

Ранија истраживања везана за предвиђање производних показатеља у пољопривреди код домаћих аутора нарочито су се односила на повртарску производњу (Новковић и сар., 2013; Иванишевић, 2015; Новковић и сар., 2016; Новковић и Мутаџић Веба, 2016; Мутаџић и сар., 2016;). Поменута истраживања односе се заправо на примену Box-Jenkins-ове методологије са циљем формулисања адекватних ARIMA модела којим се утврђују будуће тенденције производних параметара анализираних повртарских култура. Поред повртарске производње, неколицина радова односи се и на предвиђање производних показатеља у ратарској производњи. (Badmus and Ariyo, 2001; Iqbal et al., 2005; Sarpong and Nasiru, 2012; Tahir and Habib, 2013; Amin et al., 2014; Bussay et al., 2015; Hossain and Adulla, 2015; Илић Ивана и сар. 2016; Iqbal et al., 2016; Jadhav et al., 2017; Santosha et al., 2017; Sharma et al., 2018).

Методологија 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 анализирала 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 производњи јечма 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) и
3. Ауторегресиони модели покретних средина (ARMA).

Ауторегресионим моделом $AR(p)$ 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 наједноставнијој 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 р претходних вредности, тада дефинишемо AR модел 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 наједноставнији 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:

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

Гдје 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 линерна комбинација текуће вредности случајног процеса e_t и његових, параметрима пондерисаних, 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 примјениве 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 $\hat{\epsilon}_t$, која треба да има нормалну расподелу. Један од тестова који се може користити за ту сврху је Jarque-Bera 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 истраживања са дискусијом

Анализа производње јечма

Производни показатељи јечма имали су позитивну тенденцију, а просјечна површина ове житарице износила је скоро 11,5 хиљада хектара. Најмање забиљежена површина била је на почетку посматраног периода и износила је 6,7 хиљаде хектара, а највећа преко 16 хиљада хектара 2016. године. Површине под јечмом имају умјерени варијабилтет и умјерену стопу пораста у анализираном периоду. Просјечна годишња производња јечма износила је преко 35 хиљада тона и кретала се у интервалу од око 15,5 хиљада тона 1996. до преко 51 хиљаду тона 2009. године, показујући релативно високу варијабилност по годинама посматраног периода. Годишња производња је имала тенденцију изразитог пораста по просјечној годишњој стопи од готово 5,5 процента. Просјечан принос од 3 тоне по хектару варирао је готово идентично као и површине. Минимални принос јечма забиљежен је 2003. године, а максимални принос у последњој години анализираног периода. Принос има скоро идентичне, умјерено позитивне тенденције раста као и површина под јечмом (**табела 1**).

Табела 1. Основни производни показатељи јечма у Републици Српској (1996-2017)

Показатељи производње	Просјечна вриједност	Интервал варијације		Коефицијент варијације (%)	Стопа промјене (%)
		Минимум	Максимум		
Површина (ха)	11.444	6.734	16.178	15,42	2,67
Производња (т)	35.357	15.429	51.420	25,62	5,45
Принос (т/ха)	3,05	1,98	4,00	16,32	2,69

Извор: Прорачун аутора према подацима РЗС РС

Предвиђање пожњевених површина јечма

Модел за анализу и предвиђање кретања површина јечма (**табела 2**) показује да на ниво површина текуће године статистички значајан утицај има површина коју је јечам имао у претходном периоду.

Табела 2. Модел за предвиђање површина јечма

Paramet.	Input: Barley harvested area Transformations: D(1) Model:(1,1,0) MS Residual= 3774E3					
	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(19)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	290,6698	286,3618	1,01504	0,322837	-308,692	890,0319
p(1)	-0,5461	0,2392	-2,28335	0,034095	-1,047	-0,0455

Извор: Прорачун аутора

Тенденција повећања површина које заузима јечам биће настављена и у периоду предвиђања. То показују вриједности површина предвиђене на основу одабраног модела ARIMA (1,1,0) (**табела 3**). На крају периода предвиђања јечам ће бити заступљен на око 15.000 ха, што је око 35 % више од просјечне површине у анализираном периоду.

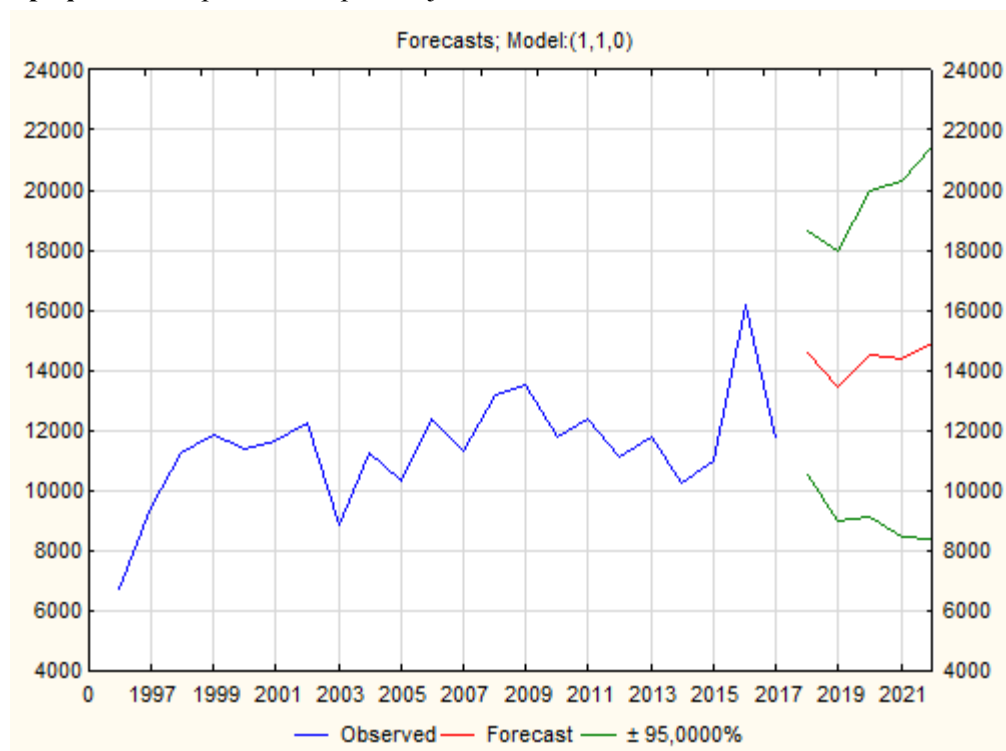
Табела 3. Предвиђање површине јечма (2018-2022)

Years	Forecasts; Model: (1,1,0) Input: Barley harvested area Start of origin: 1 End of origin: 22			
	Forecast	Lower 95,0000%	Upper 95,0000%	Std.Err.
2018	14601,98	10536,13	18667,82	1942,569
2019	13475,42	9010,30	17940,54	2133,334
2020	14540,00	9128,09	19951,91	2585,688
2021	14408,06	8489,50	20326,61	2827,753
2022	14929,50	8400,11	21458,90	3119,599

Извор: Резултати истраживања

Графички приказ кретања површина (**графикон 1**) илуструје наведене карактеристике овог производног параметра јечма.

Графикон 1. Кретање површине јечма



Извор: Резултати предвиђања

Предвиђање укупне производње јечма

Од производних показатеља јечма, укупна производња показује највећи варијабилитет, али и највећи просјечан пораст у анализираном периоду. Изабрани и оцјењени модел за анализу и предвиђање производње јечма показује да на ниво производње у текућој години статистички значајан утицај има остварени ниво производње јечма из претходне године (**табела 4**).

Табела 4. Модел за предвиђање производње јечма

Paramet.	Input: Barley production Transformations: D(1) Model:(1,1,0) MS Residual= 8571E4					
	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(19)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	1421,028	1439,660	0,98706	0,336018	-1592,21	4434,270
p(1)	-0,460	0,209	-2,19922	0,040445	-0,90	-0,022

Извор: Прорачун аутора

Предвиђене вриједности производње јечма на основу одабраног модела (**табела 5**) показују да ће се тенденција пораста производње из анализираног периода, наставити и у наредних пет година, а очекује се да на крају предикционог

периода производња јечма буде на нивоу од 54.540 тона, што је за скоро 36 % више од просјека у претходном периоду, односно на нивоу преко остварене максималне годишње производње из 2009. године.

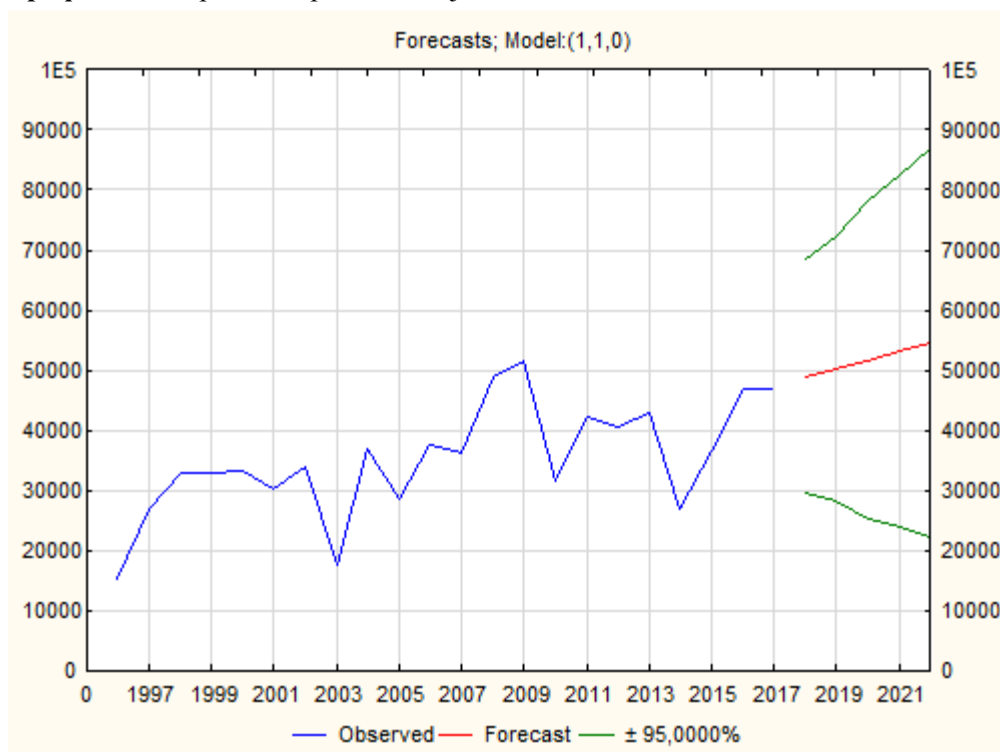
Табела 5. Предвиђање производње јечма (2018-2022)

Years	Forecasts; Model: (1,1,0) Input: Barley production Start of origin: 1 End of origin: 22			
	Forecast	Lower 95,0000%	Upper 95,0000%	Std.Err.
2018	49027,39	29650,01	68404,76	9258,08
2019	50185,37	28166,85	72203,88	10519,95
2020	51727,50	25328,47	78126,53	12612,86
2021	53092,77	23809,65	82375,89	13990,82
2022	54539,47	22276,24	86802,70	15414,65

Извор: Резултати истраживања

Наведене карактеристике производње јечма потврђује и графички приказ кретања производње у анализираном периоду и у периоду предвиђања (графикон 2).

Графикон 2. Кретање производње јечма



Извор: Резултати предвиђања

Предвиђање приноса јечма

Принос јечма као и површине и производња у анализираном периоду показује тенденцију пораста. Оцјењени модел показује да на остварени принос у текућем периоду статистички значајан утицај имају приноси из претходне три године (табела 6).

Табела 6. Модел за предвиђање приноса јечма

Paramet.	Input: Barley yield Transformations: D(1),D(1) Model:(3,1,0)(0,1,0) MS Residual= ,44078					
	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(16)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	-0,01133	0,045256	-0,25042	0,805448	-0,10727	0,084605
p(1)	-1,14934	0,230183	-4,99314	0,000133	-1,63730	-0,661369
p(2)	-0,79745	0,313846	-2,54091	0,021800	-1,46278	-0,132130
p(3)	-0,62501	0,253632	-2,46426	0,025436	-1,16269	-0,087339

Извор: Прорачун аутора

Очекиване вриједности приноса у периоду предвиђања (табела 7) показују да ће приносе јечма у наредних пет година карактерисати осцилације из године у годину, а кретаће се од минималних 3,08 тона до максималних 4,26 тона по хектару, што је више и од оствареног максималног приноса у анализираном периоду.

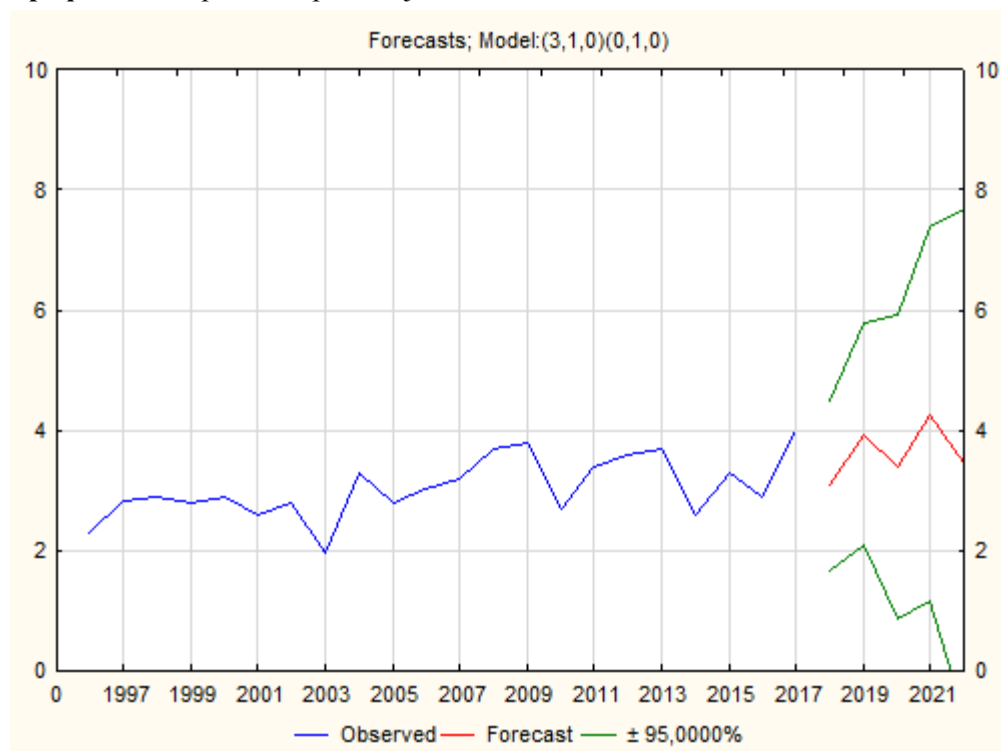
Табела 7. Предвиђање приноса јечма

Years	Forecasts; Model: (3,1,0)(0,1,0) Input: Barley yield Start of origin: 1 End of origin: 22			
	Forecast	Lower 95,0000%	Upper 95,0000%	Std.Err.
2018	3,087690	1,680254	4,495127	0,663915
2019	3,939055	2,091273	5,786838	0,871634
2020	3,390089	0,863013	5,917165	1,192070
2021	4,261368	1,150634	7,372101	1,467393
2022	3,474206	-0,730726	7,679138	1,983547

Извор: Резултати истраживања

Графички приказ кретања приноса јечма потврђује наведене карактеристике овог производног параметра (графикон 3). Иако се уочава тенденција пораста приноса, јасно се уочавају и осцилације из године у годину анализираног периода, али и периода предвиђања.

Графикон 3. Кретање приноса јечма



Извор: Резултати предвиђања

Закључак

На основу резултата истраживања могу се извести следећи закључци:

- Јечам има позитивне промјене и тенденције раста сва три производна показатеља. Пожњевена површина под јечмом има најстабилније кретање од сва три анализирана показатеља и на њену вриједност текуће године статистички значајан утицај има површина која је остварена у претходном периоду.
- Резултати истраживања показују да ће се повећање површина под јечмом наставити и у петогодишњем периоду све до нивоа од око 15.000 ха (2022), који је за 35% већи од просјечног нивоа постигнутог у анализираном периоду.
- Као и код површине, очекује се да ће се тенденција раста производње јечма наставити у петогодишњем периоду предикције и то континуирано из године у годину. На производњу у текућој години статистички значајан утицај имао је ниво производње јечма из претходног године, а постигнута вриједност у задњој години предикционог периода биће 54.540 тона, што је више и од максимално остварене производње из 2009 године.

- На принос јечма у текућем периоду значајан статистички утицај остварују приноси из претходне три године. Наредних пет година кратање приноса јечма окарактерисаће осцилације из године у годину, а постигнута вриједност у задњој години биће на нивоу од 3,47 тона по хектару, што је свакако више од оствареног просјека из претходно анализираног двадесетдвогодишњег периода.

Литература

1. Ullrich, S.E. (2011): Significance, Adaptation, Production and Trade of Barley. Book chapter in Barley Production, Improvement and Uses, Edited by Steven E.Ullrich, Blackwell Publishing Ltd, 3-14.
2. Ilić Ivana, Jovanović Sanja, Milić, V. (2016): Forecasting corn production in Serbia using ARIMA model, Economics of agriculture, Vol. 4, pp. 1141-1156.
3. Iqbal, N., Bakhsh, K., Maqbool, A., Ahmad, A.Sh. (2005): Use of the ARIMA Model for Forecasting Wheat Area and Production in Pakistan, Journal of Agriculture & Social Sciences, pp. 120-122.
4. Badmus, M.A. Ariyo, O.S. (2011): Forecasting Cultivated Areas and Production of Maize in Nigerian using ARIMA Model, Asian Journal of Agricultural Sciences, 3(3): pp.171-176.
5. Sarpong, S. Nasiru, S. (2012): Production and Consumption of Corn in Ghana: Forecasting Using ARIMA Models, Asian Journal of Agricultural Sciences 4(4): pp.249-253.
6. Tahir, A., Habib, N. (2013): Forecasting of maize area and production in Pakistan, Crop Production 2(2), 44-48.
7. Amin, M., Amanullah, M., Akbar, A. (2014): Time Series Modeling for Forecasting Wheat Production of Pakistan, The Journal of Animal & Plant Sciences, 24(5): pp.1444-1451, ISSN: 1018-7081.
8. Busay, A., Velde, M., Fumagalli, D., Seguíni, L. (2015): Improving operational maize yield forecasting in Hungary, Agricultural Systems, 141, 94-106.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

12. 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.
13. 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.
14. Новковић, Н., Мутавџић Беба, Илин, Ж., Иванишевић, Д. (2013): Предвиђање производње кромпира, агрознање, вол. 14, број 3, Универзитет у Бања Луци, Пољопривредни факултет, стр. 345-355.
15. 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*, p.90, February 29-March 3, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina.
16. Novković, N., Mutavdžić Beba (2016): Analysis and forecasting of bean prices in Serbia, *Proceedings of papers: Policy and Economics for Sustainable Agricultural and Rural Development, AAEM 10th International Conference*, 12-14 May, Ohrid, Association of Agricultural Economist of the Republic of Macedonia p. 195-2013.
17. Mutavdžić Beba, Novković N., Ilin, Ž. (2016): Analiza i predviđanje proizvodnih parametara kupusa u Srbiji, *Agroekonomika* br. 45(71), Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, str. 47-55.
18. 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.
19. Републички завод за статистику РС, билтени: Пољопривреда, ретроспективно (1996-2017).
20. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Приступљено: 25.04.2019)