

Математико-икономически анализ на инвестиционен проект – изграждане на хладилно плодохранилище

Весела Михова, Емилия Христова, Иван Георгиев

Abstract: Mathematical Economic Analysis of the Investment Project - the Construction of Refrigerated Fruit Storage Facility: *The only production of Bulgarian agriculture, which is successfully listed on the world market, is the one of grains and oilseeds. Meanwhile, subsectors vegetable and fruit growing are less competitive. In the programming period 2014-2020 it is planned to give special support in order to close the gap. The main purpose of this publication is to use a mathematical model to perform a preliminary assessment of the effectiveness of the Project of Rural Development Programme (RDP) 2014-2020, aimed at improving competitiveness and increasing the level of added value to fruit production.*

Key words: *competitiveness, mathematical model, investment project, added value*

ВЪВЕДЕНИЕ

Повишаването на конкурентоспособността на земеделската продукция е една от основните цели на Общата селскостопанска политика (ОСП) на Европейския съюз (ЕС) за периода 2014-2020г. Единствената продукция на българското земеделие, която успешно се котира и конкурира на световните пазари, е продукцията от зърнени и маслодайни култури. По данни на Американския департамент България заема седмо място по производство на слънчогледово семе и двадесет и второ място по производство на пшеница. В същото време страната ни внася за нуждите на вътрешния пазар по-голяма част от зеленчуците и плодовете. Слабата конкурентоспособност на зеленчукопроизводството и овощарството изискват нова стратегия за развитие на тези подотрасли. За периода 2014-2020г. за тях е предвидена специална подкрепа, която да доведе до по-висока ефективност от производството в подотраслите (вж. [2] и [3]).

Целта на настоящата публикация е с помощта на математически модел да се извърши предварителна оценка за ефикасността на проект по Програмата за развитие на селските райони (ПРСР) 2014-2020г., насочен към подобряване на конкурентоспособността и повишаване нивото на добавената стойност на овощната продукция.

Необходимостта от използване на математически апарат в икономиката се обуславя от осъществяването на логическия преход от основните предположения на икономическия модел към извеждане на резултати от тези предположения.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Възможности за субсидиране на проект по ПРСР

Българските плодове и зеленчуци поради своите изключително добри хранително-вкусови качества са предпочитани пред вносните. Надписите на етикетите „българско“ се четат от потребителите като „висококачествен продукт“. За жалост тези конкурентни предимства на родното производство биват загубвани след неподходящо съхраняване. Продуктите губят добрия си външен търговски вид, загиват, а при някои, както при ябълките и крушите, се появява вътрешно гниене. Използването на физически остарели съоръжения и плодохранилища, подготвени по осмотрение на производителя, с неподходящо оборудване са причина за рязкото занижаване на качеството. Поради това производителите често са принудени спешно да търсят пласмент за продукцията си при неизгодни ценови условия. За да не попадат в такива ситуации, някои производители предпочитат да продават на прекупвачи цялата си продукция още при реколтирането ѝ на полето. И в двата

случая получената добавена стойност³ е малка: в първия - заради занижените качествени показатели; във втория - поради голямото предлагане, което снижава цените на продукцията. По тези причини е наложително да се използват съвременни плодохранилища. При наемането на чужди по-голяма част от добавената стойност се изразходва за погасяване на разходите по наема. Безспорно по-доброто решение е ползване на собствени плодохранилища. Изграждането на нови такива съоръжения изисква значителни инвестиции и те често не са по финансовите възможности на отделния производител.

В ПРСР 2014-2020г. по мярка 4 „Инвестиции в материални активи” е предвидена възможност за получаване на субсидия от един или няколко производители с подготвянето на проект.

В настоящото изследване с помощта на математически модел е представена възможност за предварителна оценка на оптималния вариант за избор и експлоатация на хладилно плодохранилище и постигане на „максимална” добавена стойност.

2. Дефиниране на проблема (формулиране на задачата)

Математическият модел трябва да реши следната задача: Да се определят моментите (времево по месеци), най-подходящи за максимални продажби на продукцията (ябълки), при което да се постигне максимална печалба в съответствие с капацитета на плодохранилището.

Предварително условие:

- Общ добив (съхранение) на 1 600 тона ябълки;
- Месечни разходи по съхраняване – 70 лв./тон.

Ограничително условие: възможно максимално количество за реализиране на пазара до 300 тона месечно. Забележка: за продажба още при реколтирането на полето няма ограничения в обема на продадената продукция.

Променливи:

- Допустими срокове за съхраняване на ябълки – от 90 до 240 дни;
- Цена на едро: първоначална цена на изкупуване от търговците на едро - 500лв./тон; крайна цена (през месец 08) – 1300 лв./тон; нарастване месечно на цената със 100 лв./тон;

В заданието има приети няколко условности:

* Производството от 1600 тона ябълки е една осреднена величина (среден добив), приета за опростяване на задачата. В зависимост от климатичните условия, добивът се движи в границите от 1300 тона до 1800 тона годишно.

* Съхраняването на ябълките е възможно в интервал до 90 дни за някои сортове, които представляват количествено 40 % от цялата продукция, до 160 дни за 35 % от продукцията, а за 25 % от продукцията е възможно съхраняване до 240 дни.

* Тъй като производството на ябълките обикновено се съпътства с производството на круши, трябва да се има в предвид и съхраняването допълнително и на 400 тона круши при възможни срокове до 90 дни в зависимост от сортовете на базисна цена при началното изкупуване 1800 лв./тон и крайна цена 2300 лв./тон.

* В зависимост от добивите за дадената година цените на ябълките и крушите могат да падат с 10% под първоначалната изкупна цена, приета за базисна или да се повишават с 20 % над максималната базова изкупна цена на едро за крушите.

Създаване на математически модел: Да се определят взаимовръзките между избраните променливи. Изготвеният модел да е сравнително лесно разбираем и

³ Добавена стойност (за дадено производство) се нарича разликата между стойността на произведената стока и сумата от вложените в производството ѝ междинни продукти.

използваем за потребителите. Да се направи графика, която по месеци да посочва реализацията на продукцията в тонове, да се очертае зона за оптимална реализация и да се определи оптималният капацитет на плодохранилище, за изграждането на което ще се кандидатства с проект по мярка 4 „Инвестиции в материални активи” от ПРСР 2014-2020г.

3. Математически модел

Нека с x_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) са означени **количествата продукции**, както следва:

$i = 0 \div 8$ са съответно периодите: нулевият период съответства на директна продажба на прекупвачи още при реколтирането на полето; 1 – първи месец на склад; 2 – втори месец на склад и т.н.

$j = 1 \div 4$ са видовете продукция: 1 – ябълки от първи вид (тези сортове, които търпят съхранение до 3 месеца); 2 – ябълки от втори вид (сортовете, търпящи съхранение до 5 месеца); 3 - ябълки от трети вид (сортовете, търпящи съхранение до 8 месеца); 4 – круши (прието е, че те търпят съхранение до 3 месеца).

За **продажните цени на продукцията** са въведени следните означения:

c_{ij} – продажна цена в i -тия период на j -тия продукт (в лв./тон), $i = 0 \div 8$ са съответно периодите, а $j = 1 \div 4$ са видовете продукция.

Цените през даден месец са едни и същи за всеки от трите вида ябълки:

$c_{i1} = c_{i2} = c_{i3}$ за i – фиксирано. Освен това, те нарастват линейно с около 100 лв. месечно, като началната цена е 500 лв./тон:

- Формиране на цените на ябълките за първите три месеца:

$$c_{ij} = 100 \cdot i + 500; i = 0 \div 3, j = 1 \div 3$$

- Формиране на цените на ябълките за 4-ти и 5-ти месец:

$$c_{ij} = 100 \cdot i + 500; i = 4 \div 5, j = 2 \div 3 \quad c_{ij} = 0; i = 4 \div 5, j = 1$$

(Съхранението на ябълки от I-ви вид е възможно до 3 месеца; в решението на задачата е прието, че след 3-тия месец тяхната продажна цена е 0 лв./тон.)

- Формиране на цените на ябълките за 6-ти, 7-ми и 8-ми месец:

$$c_{ij} = 100 \cdot i + 500; i = 6 \div 8, j = 3 \quad c_{ij} = 0; i = 6 \div 8, j = 1 \div 2$$

(Съхранението на ябълки от II-ри вид е възможно до 5 месеца; сметено е, че след 5-тия месец тяхната продажна цена е 0 лв./тон.)

Цената на крушите се формира както следва:

$$c_{i4} = 167 \cdot i + 1800; i = 0 \div 3 \quad c_{i4} = 0; i = 4 \div 8$$

Съхранението на круши е възможно до 3 месеца; в решението на задачата е прието, че след 3-тия месец тяхната продажна цена е 0 лв./тон. Освен това, началната им цена е 1800 лв./тон, а крайната – около 2300 лв./тон. При линейно нарастване на цената това прави повишение от около 167 лв./тон в месечната цена.

Разходите за съхранение са едни и същи, независимо от вида продукция и поредния месец на съхранение: $c_s = 70$ лв./тон. Прието е, че тези разходи се заплащат в края на всеки месец за количеството продукция, постъпило в началото на съответния месец.

Използвайки така въведените означения, приходите от директна продажба са $\sum_{j=1}^4 c_{0j} x_{0j}$, а разликата (приходи – разходи) в края на 1-вия месец, в който продукцията е на склад, е: $\sum_{j=1}^4 c_{1j} x_{1j} - \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^4 (c_s x_{ij})$, където $\sum_{j=1}^4 c_{1j} x_{1j}$ са приходите от продажба на продукцията през първия месец, а $\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^4 (c_s x_{ij})$ са разходите за складиране на количеството продукция, постъпило в началото на първия месец.

Аналогично се получава разликата (приходи – разходи) за останалите месеци, като в края на 8-мия месец тя е следната: $\sum_{j=1}^4 c_{8j} x_{8j} - \sum_{j=1}^4 c_s x_{8j}$, където $\sum_{j=1}^4 c_{8j} x_{8j}$ са приходите от продажба през 8-мия месец, в който продукцията е на склад, а $\sum_{j=1}^4 c_s x_{8j}$ са разходите за складиране на продукцията за 8-мия месец.

Тъй като няма продукция, издържаща на съхранение повече от 8 месеца, то в

решението е сметено, че в 9-тия месец вече няма налична продукцията (тя е изхвърлена или продадена на цена 0 лв./тон) и разходи за склада не се плащат повече.

Функцията на печалбата (целева функция за поставената задача) е:

$$Z = \sum_{i=0}^8 \sum_{j=1}^4 (c_{ij} x_{ij}) - \sum_{k=1}^8 \sum_{i=k}^8 \sum_{j=1}^4 (c_s x_{ij})$$

Решението на задачата се свежда до намиране на максимума на тази функция.

В задачата са поставени следните **ограничения**:

- Възможно максимално количество за реализиране на пазара: до 300 тона месечно (за продажба още при реколтирането на полето е прието, че няма ограничения): $\sum_{j=1}^4 x_{ij} \leq b_i$, където $i = 1+8$, $b_i = 300$ т за дадената задача.

- Ограничения, свързани с количествата продукция: общият добив на ябълки е около 1600 т годишно, от които 40% от I-ви вид (или 640 т), 35% от II-ри вид (или 560 т) и 25% от III-ти вид (или 400 т). Добивът на круши е около 400 т годишно. Това налага следните ограничения:

$$\sum_{i=0}^8 x_{ij} = b_{je}, j = 1+4. \text{ В дадената задача } b_{1e} = 640, b_{2e} = 560, b_{3e} = 400, b_{4e} = 400.$$

$x_{ij} \geq 0$, където $i = 0+8$, $j = 1+4$; тъй като става дума за количества, тези променливи не могат да бъдат отрицателни.

Използвайки означенията по-горе, задачата доби вида:

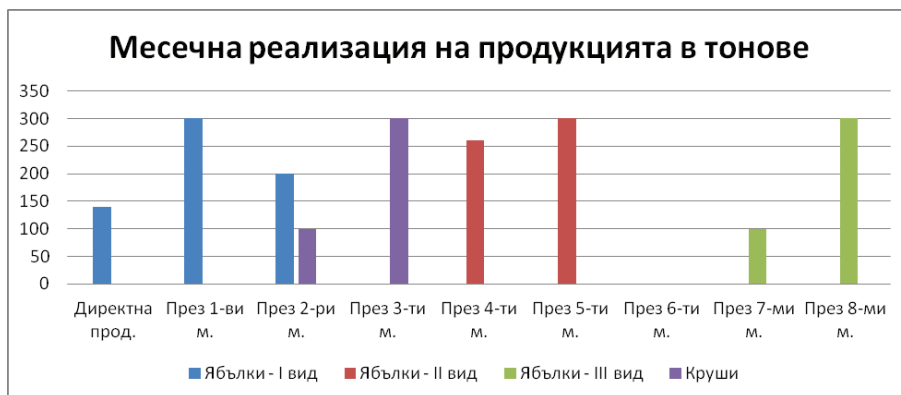
$$\begin{aligned} \max Z = & \sum_{i=0}^8 \sum_{j=1}^4 (c_{ij} x_{ij}) - \sum_{k=1}^8 \sum_{i=k}^8 \sum_{j=1}^4 (c_s x_{ij}) \\ & \sum_{j=1}^4 x_{ij} \leq b_i \quad i = 1+8 \\ & \sum_{i=0}^8 x_{ij} = b_{je} \quad j = 1+4 \\ & x_{ij} \geq 0 \quad i = 0+8 \quad j = 1+4 \end{aligned}$$

Така представен, проблемът е задача на линейното оптимизиране с 36 променливи (търсените количества продукция за всеки период), в която се търси максимумът на печалбата (вж. [1] и [4]). Поради големия брой променливи задачата е решена с помощта на създадена за целта програма на софтуера Matlab (Matrix laboratory, вж. [5] и [6]), като са получени следните резултати: **максималната печалба е Z* = 1 816 600 лв. при оптимален капацитет на плодохранилището 1860 тона**. За сравнение, ако продукцията се продаде още при реколтирането на полето, то печалбата от нея ще е $1600 \cdot 500 + 400 \cdot 1800 = 1\,520\,000$ лв. При използването на склад печалбата се е повишила с около 19,5% (или с 296 600 лв.).

По-долу таблично (вж. табл.1) и графично (вж. фиг. 1) са показани времеви периоди и са отбелязани оптималните обеми на продажба на продукцията, през които ще се получи максимална добавена стойност.

Таблица 1. Оптимална месечна реализация на продукцията на пазара (в тонове)

План на продажба \ Вид продукция (в тонове)	Директна продажба	През 1-ви м.	През 2-ри м.	През 3-ти м.	През 4-ти м.	През 5-ти м.	През 6-ти м.	През 7-ми м.	През 8-ми м.
Ябълки - I вид	140	300	200	0	0	0	0	0	0
Ябълки - II вид	0	0	0	0	260	300	0	0	0
Ябълки - III вид	0	0	0	0	0	0	0	100	300
Круши	0	0	100	300	0	0	0	0	0
Общо продажби (в тонове)	140	300	300	300	260	300	0	100	300

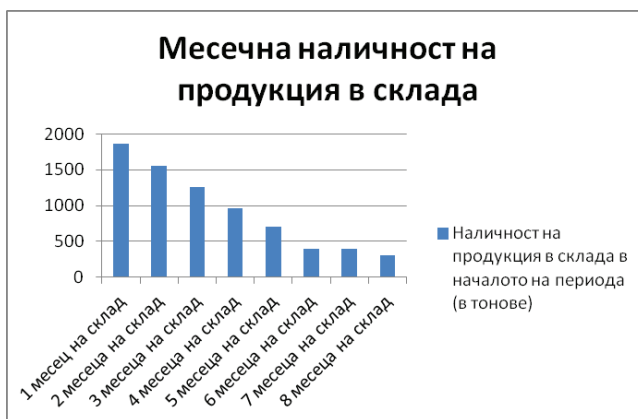


Фигура 1. Оптимална месечна реализация на продукцията на пазара (в тонове)

Наличността на продукцията в склада по месеци е представена по-долу таблично (вж. табл.2) и графично (вж. фиг. 2). Представените резултати разкриват отрязъка от време, през което плодохранилището се използва само частично или изцяло е свободно. Всъщност това е резерв, който може да бъде използван за съхраняване на пролетни плодове и оранжерийна продукция (зеленчуци).

Таблица 2. Месечна наличност на продукцията в склада

Период	1 м. на склад	2 м. на склад	3 м. на склад	4 м. на склад	5 м. на склад	6 м. на склад	7 м. на склад	8 м. на склад
Наличност на продукцията в склада в началото на периода (в тонове)	1860	1560	1260	960	700	400	400	300



Фигура 2. Месечна наличност на продукцията в склада

Програмата, използвана в Matlab, има следния вид:
clear, clc

% ВХОДНИ ДАННИ

cs=70; *% месечни разходи за съхранение*
c0z=1800; c1z=1967; c2z=2134; c3z=2300; *% продажна цена на крушите, съответно базисна, през 1-ви, 2-ри и 3-ти месец*
c0=500; c1=600; c2=700; c3=800; c4=900; c5=1000; c6=1100; c7=1200; c8=1300; *% продажна цена на ябълките, съответно базисна, през 1-ви, 2-ри, ..., 8-ми месец*
b1e=640; b2e=560; b3e=400; b4e=400; *% ограничения, свързани с количествата продукция, съответно за ябълки I, II, III вид и за крушите*
bmax=b1e+b2e+b3e+b4e;

% АЛГОРИТЪМ

f=[c0;c0;c0;c0z;c1-cs;c1-cs;c1-cs;c1z-cs;c2-2*cs;c2-2*cs;c2-2*cs;c2z-2*cs;c3-3*cs;
c3-3*cs;c3-3*cs;c3z-3*cs;-4*cs;c4-4*cs;c4-4*cs;-4*cs;-5*cs;c5-5*cs;c5-5*cs;-5*cs;-6*cs;
-6*cs;c6-6*cs;-6*cs;-7*cs;-7*cs;c7-7*cs;-7*cs;
-8*cs;-8*cs;c8-8*cs;-8*cs;-9*cs;-9*cs;-9*cs];
% за проверка е въведен 9-ти месец, през който не трябва да остане нищо в склада
A=[ones(1,4) zeros(1,36); zeros(1,4) ones(1,4) zeros(1,32); zeros(1,8) ones(1,4)
zeros(1,28); zeros(1,12) ones(1,4) zeros(1,24); zeros(1,17) ones(1,2) zeros(1,21);
zeros(1,21) ones(1,2) zeros(1,17); zeros(1,26) ones(1,1) zeros(1,13); zeros(1,30)
ones(1,1) zeros(1,9); zeros(1,34) ones(1,1) zeros(1,5)];
b=[bmax;ones(8,1)*300];
for j=1:4 *% брояч по видовете продукция*
for i=1:10 *% брояч по месеците*
Aeq(j,j+4*i-4)=1;
end
end
beq=[b1e;b2e;b3e;b4e];
lb=zeros(40,1);
[X Z] = linprog(-f,A,b,Aeq,beq,lb);
Z=-Z;
for k=1:40
if X(k)< 1e-2
X(k)=0;
end
end

% ИЗХОДНИ ДАННИ

format short g
XX=reshape(X,4,10) *% план за оптимална месечна реализация на продукцията на пазара (в тонове)*
format long g
Z *% максималната печалба*

Входните данни в програмата са cs (месечни разходи за съхранение); c1z, c2z, c3z, c4z (продажни цени на крушите); c0, c1, ..., c8 (продажни цени на ябълките); b1e, b2e, b3e, b4e (ограничения за количествата продукция). Изходните данни са Z – търсената максимална стойност (максимална печалба), а XX е матрицата на разпределението.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на изложеното по-горе могат да се направят следните изводи:

1. Създаденият математико-икономически модел потвърждава възможностите за предварителен анализ на инвестиционните проекти още в идейната им фаза. Като такъв той може да се определи като стойностен и полезен.

2. Математическият модел предоставя информация за използване капацитета на хранилището във всеки момент.

3. Графично представените резултати от математическият модел разкриват резерва на плодохранилището за поемане на допълнително съхраняване на плодове и зеленчуци.

4. Настоящият математико-икономически модел може да бъде използван за оценка на възможностите при проектиране на други близки по същност или подобни инвестиционни проекти чрез задаване на съответните стойности на основните параметри и по този начин да се прогнозира ефективността и ефикасността от реализацията им.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Караколева, Ст., Изследване на операциите, Част 1, Печатна база при РУ, Русе, 2002.

[2] Министерство на земеделието и храните, Програма за развитие на селските райони 2014 - 2020 г.

[3] Национална стратегия за устойчиво развитие на земеделието в България за периода 2014 - 2020 г., София, 2013.

[4] Павлов, В., Количествени методи в управлението, ПРЕПРЕС, София, 2013.

[5] Тончев, Й., Matlab 7 Част III: Преобразувания, изчисления, визуализация, Техника, 2009.

[6] Matlab site: <http://www.mathworks.com/>

За контакти:

ас. Весела Михова⁴, Катедра ПМС, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 424, e-mail: vmicheva@uni-ruse.bg

д-р Емилија Христова, тел.: 0888211594, e-mail: emilija_hristova@abv.bg

ас. Иван Георгиев, Катедра ПМС, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 424, e-mail: irgeorgiev@uni-ruse.bg

⁴ Весела Михова е частично подпомогната от СУ "Св. Кл. Охридски" с договор No. 013/09.04.2014 / Vesela Mihova is partly supported by the Sofia University "St. Kl. Ohridski" under contract No. 013/09.04.2014.