

Ефективність використання ресурсів галузі рослинництва

Постановка проблеми. Значний економічний потенціал сільськогосподарської галузі України нині використовується недостатньо ефективно, що породжує серйозні соціальні проблеми на селі, негативно позначається на темпах зростання економіки країни в цілому.

Традиційний статистичний підхід до аналізу, як відомо, характеризується порівнянням кожного елемента з аналогічними або деякими «середніми» показниками за базисним чи попередніми роками. В процесі аналізу за існуючою методикою кожне підприємство розглядається як об'єкт, який за рахунок використання наявних ресурсів виробляє той чи інший продукт. Але загальну продуктивність підприємства бажано одержати у вигляді відношення суми продуктів на виході до суми ресурсів на вході. Величини вимірювання продуктів і ресурсів мають різну природу й розмірність, що робить неможливим пряме їх підсумовування.

Для виявлення факторів, що обмежують зростання економічної та технологічної ефективності сільськогосподарських підприємств, нами пропонується використовувати непараметричний метод Data Envelopment Analysis (DEA), що набув останніми роками поширення в зарубіжних економетричних дослідженнях.

Мета статті – вивчення методологічних аспектів непараметричного методу Data Envelopment Analysis (DEA), вибір моделей для аналізу технологічної ефективності, ре-

сурсів галузі рослинництва сільськогосподарських підприємств України в розрізі регіонів, згрупувати сукупність цих підприємств за рівнем використання ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Матеріалами дослідження слугували наукові праці вітчизняних вчених Н. Светлова [7], Ю.В. Федотова [9] й ін.

Використання кусочно-лінійної опуклої поверхні для оцінки межі виробничих можливостей була вперше запропонована Фарреллом у 1957 році та упродовж наступних двадцяти років розглядалася лише деякими авторами. Так, Боулз [2] і Ефріат [1] відповідно запропонували ряд методів математичного програмування для розв'язання зазначеного завдання. Однак цим розробкам не приділялося значної уваги до 1978 року, коли вийшла робота Чарнза, Купера і Роде-са, де вони вперше використовували термін DEA [3]. Згодом з'явилася велика кількість наукових публікацій, в яких метод згортання даних одержав подальший розвиток.

Зазначені вище автори запропонували орієнтовану на мінімізацію витрат модель в умовах постійної віддачі від масштабу (англ. – *Constant Return to Scale* (CRS)). У наступних роботах розглядалися інші передумови. Наприклад, Бенкер, Чарнз і Купер розглядали модель зі змінною віддачею від масштабу (англ. – *Variable Return to Scale* (VRS)). Досить швидко ці моделі стали базовими в методології DEA й одержали назви відповідно до імен їхніх розробників – CCR (Charnes, Cooper and Rhodes) і BCC (Banker, Charnes and Cooper).

* Науковий керівник – Б.П.Дмитрук, кандидат економічних наук, професор.

Застосування методу DEA для дослідження факторів вимагає вирішення задачі лінійного програмування виду:

$$R_i^* = \max_{\lambda, y} (RIR = p_i y, y \leq B_{\lambda}, A_{\lambda} \leq a_i), \quad (1)$$

де R^* – оптимальна величина виручки підприємства i від реалізації продукції; p_i – вектор середніх цін реалізації продукції підприємством i ; y – оптимальний вектор обсягів реалізації продукції; λ – оптимальний вектор інтенсивності використання підприємством i технологій; $A = (a_{mi})$ – матриця витрат підприємств сукупності; $B = (b_{ni})$ – відповідна матриця випусків; a_i – вектор фактичних витрат виробничих ресурсів у підприємстві i (тобто i -й стовпчик матриці); i – індекс підприємства; m – індекс виду ресурсів; n – індекс виду продукції [3].

Використання методу DEA передбачає побудову на базі емпіричних даних про наявні ресурси та випуск продукції підприємством (фірмою) межі виробничих можливостей, щодо якої відбувається зіставлення результатів діяльності кожного з розглянутих господарюючих суб'єктів. Цей метод не потребує опису виробничої функції або функції витрат. Важливо також зазначити, що метод DEA уможливорює визначати дистанційну функцію для багатопродуктової виробничої системи [9].

Методичні розробки дають підстави вважати, що для оцінки технічної ефективності господарюючого суб'єкта можна скористатися методом DEA, який ґрунтується на використанні лінійного програмування для побудови непараметричної кусочно-лінійної поверхні (або межі виробничих можливостей). Оцінка ефективності згодом проводиться по відношенню до цієї поверхні або межі виробничих можливостей.

Виклад основних результатів дослідження. Залежно від особливостей виробничої системи в рамках методу DEA розглядаються два види моделей: орієнтовані на мінімізацію витрат й орієнтовані на максимізацію випуску. У першій моделі основною передумовою є мінімізація витрат при незмінному випуску (виробництві продукції). У другій моделі, навпаки, при незмінних витратах максимізується обсяг.

За цією методикою нами проведено дослідження з використанням моделі, орієнто-

ваної на мінімізацію витрат, виходячи з передумови про постійну віддачу від масштабу. Її можна розглядати як базову модель DEA. При цьому припускаємо, що маємо інформацію про наявність ресурсів K і виробництво продукції M для кожного підприємства (сукупність підприємств) N . Для i -го підприємства ці дані представлені вектором-стовпчиком x_i і y_i , відповідно. Дані для всіх N підприємств представлені в матрицях розмірності $K \times N$ (матриця ресурсів X) і $M \times N$ (матриця випуску Y).

Для кожного підприємства з безліччю N необхідно одержати міру співвідношення випуску до всього обсягу ресурсів, що можна представити у формі: $u'y(i) / v'x(i)$, де u являє собою вектор $M \times 1$ вагомого випуску, а v вектор $K \times 1$ наявних ресурсів. Оптимальні ваги можуть бути одержані розв'язанням задачі математичного програмування (вираз 2).

Виконання цього завдання передбачає пошук таких u і v , при яких показник ефективності для i -го підприємства буде максимальним за умови, що він менше або дорівнює одиниці:

$$\max_{u,v} (u'y^{(i)} / v'x^{(i)}), \quad (2)$$

$$\text{де } u'y^{(j)} / v'y^{(j)} \leq 1,$$

$$u, v \geq 0,$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, N.$$

Разом із тим існує істотна складність - співвідношення має безліч рішень. Щоб уникнути зазначеної проблеми можна припустити, що $v'x(i) = 1$, тоді вираз (2) набуває вигляду:

$$\max_{\mu,v} (\mu'y_i), \quad (3)$$

$$\text{де } v'x^{(i)} = 1,$$

$$\mu'y^{(j)} - v'x^{(j)} \leq 0,$$

$$\mu, v \geq 0,$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, N.$$

У формулі (3) позначення u і v були замінені відповідно на μ та v з урахуванням того, що в останньому випадку розглядається вже інша проблема лінійного програмування. Вираз у формулі (3) відомий як множник (або мультиплікатор) проблеми лінійного програмування для моделі DEA.

Таким чином, використовуючи можливість побудови двоїстої задачі в лінійному

програмуванні, одержимо рівноцінне формулювання для розв'язання даної проблеми:

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \theta, \quad \min_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{де } -y^{(i)} + Y\lambda \geq 0, \quad \text{або } y^{(i)} \leq Y\lambda, \\ \theta x^{(i)} - X\lambda \geq 0, \quad \theta x^{(i)} \geq X\lambda, \\ \lambda \geq 0. \quad \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (4)$$

де θ – число (скаляр), а λ – вектор констант, розмірністю $N \times 1$, являє собою вагові значення. За допомогою великої кількості одержаних коефіцієнтів λ є можливість визначити гіпотетично ефективну одиницю прийняття рішень (англ. – *Decision Making Unit*), тобто оптимальне поєднання ресурсів і випуску продукції для кожної конкретної одиниці спостереження. Безліч елементарних фіналів або цільові ефективні значення вказують на те, яким чином може бути скорочено використання ресурсів або збільшено випуск (залежно від вибору орієнтації моделі) щоб DMU стала ефективною. Постановка проблеми, що розглядається у виразі (4) передбачає менше обмежень, ніж мультиплікативна форма ($K + M < N + 1$). Значення θ є показником ефективності i -го підприємства й не може перевищувати одиниці. Якщо значення θ дорівнює одиниці, то підприємство знаходиться на межі виробни-

чих можливостей і, як наслідок, виходячи з визначення Фаррелла, є технічно ефективним. Слід зазначити, що розглянута задача лінійного програмування має бути вирішена N разів, тобто один раз для кожного підприємства (сукупності підприємств) із вибірки, а значення технічної ефективності визначається для кожного підприємства [6].

Якщо коефіцієнт дорівнюватиме 1, це означає, що об'єкт дослідження є абсолютно ефективним. Чим меншим буде показник від 1, тим нижча ефективність досліджуваного об'єкта.

Для аналізу нами використано середні дані діяльності сільськогосподарських підприємств України за 2006-2010 роки в розрізі областей (табл.1), що певною мірою дає змогу згладити вплив природно-кліматичних та деяких інших факторів. Ресурси й вироблена продукція, що використовуються для аналізу технічної ефективності, представлена такими змінними: площа ріллі на одного працюючого; кількість сільськогосподарської техніки (тракторів) на 1000 га ріллі; обсяг органічних добрив на 1 га ріллі; обсяг мінеральних добрив на 1 га ріллі; валовий збір продукції рослинництва на одного працюючого.

1. Вихідні середні дані для аналізу технічної ефективності галузі рослинництва сільськогосподарських підприємств України за 2006-2010 рр.

Регіон	Площа ріллі на одного працюючого, га	Кількість сільськогосподарської техніки (тракторів) на 1000 га ріллі	Обсяг мінеральних добрив на 1 га ріллі, кг	Обсяг органічних добрив на 1 га ріллі, т	Валовий збір продукції рослинництва на одного працюючого, тис. грн
АР Крим	42,12	5,48	40,6	0,84	54,62
Вінницька	36,08	7,22	71,4	0,64	79,78
Волинська	49,53	6,20	74	2,72	87,73
Дніпропетровська	56,53	4,88	41,6	0,20	89,69
Донецька	39,30	5,41	38,6	0,52	61,89
Житомирська	58,41	5,74	52,6	1,16	81,88
Закарпатська	109,70	4,58	75	0,56	297,33
Запорізька	69,13	4,44	30,4	0,14	76,92
Івано-Франківська	76,18	4,86	74,6	1,30	159,90
Київська	30,92	6,95	67,8	1,24	68,77
Кіровоградська	65,54	5,46	37	0,10	96,82
Луганська	83,21	3,96	34,4	0,20	81,16
Львівська	79,47	5,03	105,8	0,76	173,14
Миколаївська	68,84	4,28	29,6	0,12	83,24
Одеська	52,91	5,70	35,6	0,14	71,07
Полтавська	38,24	6,34	58	1,26	77,90

Рівненська	59,30	5,22	95,2	1,34	122,77
Сумська	51,33	5,53	52,8	0,98	70,49
Тернопільська	61,22	5,53	95,4	0,52	124,94
Харківська	59,19	4,94	47	0,52	89,27
Херсонська	66,75	3,75	33,2	0,08	103,34
Хмельницька	51,29	6,57	72	1,06	95,88
Черкаська	30,06	6,88	75,4	1,12	65,99
Чернівецька	64,81	5,55	52,2	0,96	159,36
Чернігівська	50,81	5,23	60,4	1,18	69,71

* Сільське господарство України: Стат. зб. – К., 2010.

Розглядаючи метод DEA, можна виділити основні переваги його використання при аналізі ефективності господарюючих одиниць, що дає змогу:

проводити аналіз ефективності у випадках, коли досить важко формально визначити взаємозв'язок між численними видами ресурсів та численними результатами функціонування виробничої системи;

включити в аналіз велику кількість ресурсів і видів продукції;

оцінити внесок кожного з видів ресурсів у сукупну ефективність (або неефективність) підприємства (сукупність однотипних підприємств) та рівень неефективності використання того чи іншого ресурсу.

Обробку даних проводили в програмі KonSi – DATA ENVELOPMENT ANALYSIS, що дало змогу одержати конкретні результати поставленої задачі та згрупувати адміністративні регіони України за ефективністю використання ресурсів у три групи (табл. 2).

2. Групування областей України за коефіцієнтом технічної ефективності

Регіон	Середній коефіцієнт ефективності	Групи регіонів за рівнем ефективності в галузі рослинництва
Полтавська	0,88	Високий рівень
Вінницька	0,85	
Київська	0,84	
Черкаська	0,80	
Одеська	0,79	
Дніпропетровська	0,71	
Миколаївська	0,68	
Хмельницька	0,53	Середній рівень
Харківська	0,48	
Херсонська	0,45	
Донецька	0,43	
Кіровоградська	0,41	
Житомирська	0,40	
АР Крим	0,39	
Чернігівська	0,38	
Запорізька	0,36	
Луганська	0,33	
Тернопільська	0,31	
Сумська	0,30	
Рівненська	0,29	Низький рівень
Чернівецька	0,29	
Волинська	0,28	
Львівська	0,22	
Закарпатська	0,21	
Івано-Франківська	0,20	

* Сільське господарство України: Стат. зб. – К., 2010.

Результати аналізу з використанням методики DEA показують, що лише сім областей України найефективніше використовують наявні ресурси в галузі рослинництва й належать до першої групи, де лідерами є Полтавська, Вінницька та Київська області. Показник їхньої технічної ефективності становить 88, 85 і 84% відповідно. Дванадцять областей, що входять у другу групу, вико-

ристовують свій потенціал менше, ніж на половину. Показник ефективності в цих областях коливається в межах 53-30%. Решта областей, що потрапили до третьої групи, неефективно використовують ресурси в галузі рослинництва.

За аналогічною методикою нами проведено групування адміністративних районів Черкаської області (табл. 3).

3. Групування районів Черкаської області за коефіцієнтом ефективності

Адміністративні райони	Середній коефіцієнт ефективності	Групи районів за рівнем ефективності в галузі рослинництва
Чорнобаївський	0,79	Високий рівень
Уманський	0,76	
Золотоніський	0,70	
Жашківський	0,67	
Черкаський	0,65	
Маньківський	0,62	
Шполянський	0,60	
Христинівський	0,56	Середній рівень
Звенигородський	0,55	
Монастирищенський	0,54	
Городищенський	0,54	
Смілянський	0,50	
Тальнівський	0,48	
Драбівський	0,46	
Катеринопільський	0,46	
Корсунь - Шевченківський	0,38	
Канівський	0,30	Низький рівень
Лисянський	0,30	
Кам'янський	0,29	
Чигиринський	0,29	

* Сільське господарство України: Стат. зб. – К., 2010.

Результати аналізу з використанням методики DEA показують, що лише сім районів Черкаської області найефективніше використовують наявні ресурси в галузі рослинництва та входять у першу групу, де лідерами є Чорнобаївський, Уманський і Золотоніський райони, показник їхньої ефективності становить 79, 76 та 70% відповідно. Дев'ять районів, що входять у другу групу, використовують свій потенціал менше, ніж на половину. Показник ефективності в цих районах коливається в межах 56-38%. Решта районів, що потрапили до третьої групи, неефективно використовують ресурси в галузі рослинництва.

Для перевірки запропонованої методики DEA скористаємося коефіцієнтом кореляції рангів – непараметричним критерієм показників тісноти зв'язку (ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена), який за умови відсутності зв'язаних рангів обчислюють за формулою:

$$r_{\rho} = 1 - \frac{\sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (5)$$

де d – різниця між величинами рангів у порівнюваних рядах;

n – число спостережень.

Коефіцієнт кореляції рангів може набувати значення від -1 до +1. Якщо ранги двох паралельних рядів повністю збігаються, то

$\sum d^2 = 0$, тоді має місце прямий функціональний зв'язок, а $r_p = 1$ [5]. Розрахунок коефіцієнта кореляції для адміністративних регіонів України має вигляд:

$$r_p = 1 - \frac{6 \cdot 301}{25(25^2 - 1)} = 1 - \frac{1806}{15600} = 0,884.$$

Розрахований коефіцієнт кореляції рангів свідчить про наявність тісного зв'язку між валовим збором продукції рослинництва й ефективністю діяльності сільськогосподарських підприємств України. Достовірність коефіцієнта кореляції рангів перевіряється за таблицею Фішера [4]. Табличне значення коефіцієнта кореляції при $\alpha = 0,05$ і $k = n - m = 25 - 2 = 23$ становить $r_{p,0,01} = 0,396$. Оскільки $r_{факт} > r_{0,01}$ ($0,884 > 0,396$), можна зробити висновок про те що вибіркового коефіцієнта кореляції рангів є достовірним.

Коефіцієнт кореляції рангів за середніми показниками валового збору продукції рослинництва та ефективністю діяльності сільськогосподарських підприємств Черкаської області за 2006-2010 роки становить:

$$r_p = 1 - \frac{6 \cdot 416}{20(20^2 - 1)} = 1 - \frac{2496}{7980} = 0,687.$$

Коефіцієнт кореляції рангів показує наявність тісного зв'язку між валовим збором продукції рослинництва й ефективністю діяльності сільськогосподарських підприємств Черкаської області. Табличне значення коефіцієнта кореляції при $\alpha = 0,05$ і $k = n - m = 20 - 2 = 18$ становить $r_{p,0,01} = 0,444$.

Висновки. Для виявлення факторів ефективного використання наявних ресурсів підприємства одночасно з традиційними методами аналізу доцільно використовувати непараметричний метод Data Envelopment Analysis (DEA).

Запропонований метод уможливорює за обмеженої наявності даних одержати об'єктивні результати технічної ефективності діяльності підприємств.

При глибшому аналізі наявних ресурсів і результативних показників підприємств з урахуванням різних природно-кліматичних зон, неоднакової структури посівів сільськогосподарських культур необхідно використовувати різні методи економічного аналізу.

При проведенні розрахунків з використанням методу DEA можуть виникнути деякі проблемні питання, які слід враховувати:

виключення з моделі важливих видів ресурсів може призвести до певних неточностей результативних показників;

включення додаткових одиниць спостереження може спричинити зміну значень показників ефективності;

при аналізі певних ресурсів та видів продукції підприємств або їхньої сукупності, як при їх неоднорідності, кінцеві результати можуть мати деякі похибки;

доцільно враховувати вплив інших зовнішніх факторів, які можуть суттєво вплинути як на процес виробництва продукції, так і на результативні показники ефективності.

Список використаних джерел

1. Afriat, S.N. (1972), "Efficiency Estimation of Production Functions", *International Economic Review*, 13, 568-598.
2. Boles, J.N. (1966), "Efficiency Squared – Efficiency Computation of Efficiency Indexes", *Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Western Farm Economics Association*, pp. 137-142.
3. Charnes A. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" / Charnes A., Cooper W., Rhodes E. // *European Journal of Operational Research*. – 1978. – № 2. – P. 429-444.
4. Мармоза А.Т. Теорія статистики: навч. посіб. / А.Т. Мармоза. – К: Ельга Ніка-Центр, 2003.
5. Моторин Р.М. Статистика для економістів: навч. посіб. / Р.М. Моторин, Е.В. Чекотовський. – К: Знання, 2009.
6. Новожилів А.А. Использование метода DEA для анализа эффективности перерабатывающей отрасли / А.А. Новожилів // *Современные наукоемкие технологии*, 2009. – № 2 – С. 43-44.
7. Светлов Н. Оценка функции полезности сельскохозяйственного предприятия посредством линейного программирования / Н. Светлов. – М.: Никоновские чтения, 2002.
8. Сільське господарство України: Стат. зб. – К: 2010.
9. Федотов Ю.В. Методы и модели построения эмпирических производственных функций / Ю.В. Федотов. – СПб: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2007.

Стаття надійшла до редакції 07.07.2012 р.

*