

Ю. В. КЕРНАСЮК, кандидат економічних наук

Застосування методу DEA для оцінки розвитку аграрного сектору економіки

Мета статті - дослідити ефективність аграрного сектору економіки з погляду оцінки оптимальності використання обмежених ресурсів для забезпечення максимального рівня продовольчої безпеки в контексті досягнення цілей сталого розвитку.

Методика дослідження. При виконанні дослідження застосовано сукупність загальнонаукових методів і прийомів: монографічний - при вивченні вітчизняних і зарубіжних публікацій зі згаданої проблематики; Data Envelopment Analysis - для непараметричної оцінки відносної ефективності аграрного сектору економіки з погляду оптимальності використання обмежених ресурсів для забезпечення максимального рівня продовольчої безпеки в контексті досягнення цілей сталого розвитку; системного підходу на основі принципів системного аналізу і синтезу - для обґрунтування взаємозв'язку сталого розвитку і продовольчої безпеки, а також ефективності аграрного виробництва; абстрактно-логічний - для теоретичного узагальнення результатів досліджень; економічного аналізу - для вивчення ефективності аграрного виробництва.

Результати дослідження. Вивчено та проаналізовано наукометричну динаміку використання методу DEA. На основі системного аналізу досліджено ефективність аграрного сектору економіки з погляду оцінки оптимальності використання обмежених ресурсів для забезпечення максимального рівня продовольчої безпеки в контексті досягнення цілей сталого розвитку. Встановлено, що за період аналізу даних із 2015-го по 2019 р. жоден із регіонів не наблизився до межі ефективного використання аграрного потенціалу для забезпечення максимального рівня виробництва основних видів аграрної продукції з розрахунку на одну особу.

Елементи наукової новизни. На основі поєднання теорій соціоекономічного та сталого розвитку набули подальшого вивчення теоретико-методичні підходи до оцінки ефективного аграрного виробництва із застосуванням методу DEA.

Практична значущість. Результати дослідження матимуть практичне використання при розробці й обґрунтуванні регіональних і загальнодержавних стратегій розвитку агропромислового виробництва, а також у подальших наукових дослідженнях. Табл.: 3. Бібліогр.: 19.

Ключові слова: ефективність; розвиток; аграрне виробництво; продовольча безпека; регіон.

Кернасюк Юрій Валентинович - кандидат економічних наук, експерт-дорадник з аудиту, економіки та управління підприємством, старший науковий співробітник лабораторії біоадаптивних технологій в АПВ, Інститут сільського господарства Степу НААН (27602, Кіровоградська обл., Кропивницький р-н, с. Сосонівка, вул. Центральна, 2)
E-mail: y.v.kernasyuk@gmail.com
ORCID iD <http://orcid.org/0000-0001-8957-3769>

Постановка проблеми. Агропродовольчі системи слугують потужним важелем економічного та соціального розвитку. Сільське господарство, харчова промисловість та торгівля істотно змінилися в минулому столітті завдяки урбанізації, механізації та модернізації. Підвищення їх продуктивності та ефективності забезпечило глибоку трансформацію більшості економік світу [10]. Водночас поширення традиційних методів сільськогосподарського виробництва (монокультура, використання агрохімікатів) спричинило інтенсивну екологічну кризу в усьому світі, що змушує науку та вчених протистояти безпрецедентно новим викликам, таким як необхідність оцінювати в екологічному відношенні ефективність систем сільськогосподарського

виробництва (сільське господарство, тваринництво, лісове господарство та рибництво) в контексті їх відповідності сталому розвитку [17]. Проблеми, що постають перед світовою продовольчою системою в найближчі кілька десятиліть, включають: зростання та демографічні зміни населення; збільшення середнього рівня купівельної спроможності і, як наслідок, зміна харчового раціону; дефіцит ресурсів; глобальні трансформації навколишнього середовища (у тому числі клімат), а також необхідність зменшити викиди парникових газів, одночасно адаптуючись до їхніх наслідків [14].

Агропродовольчі системи нині функціонують в умовах обмеженої ресурсної бази, яка постійно зменшується. Вони повинні забезпечити підвищену продуктивність при раціональному використанні природних ре-

сурсів та збереженні екосистем. Парадигма економічного зростання повинна розширити свої можливості за межі первинного виробництва та включати підвищення ефективності в усьому харчовому ланцюгу, а також сприяти впровадженню сталого споживання [9, с. 10].

Для України, як і більшості країн світу, важливо об'єктивно оцінити ефективність сучасної моделі розвитку аграрного сектору економіки щодо її відповідності цілям сталого розвитку та оптимальності використання наявних обмежених ресурсів для забезпечення максимального рівня продовольчої безпеки. Також важливо визначити на регіональному рівні як використовуються виробничі можливості та аграрний потенціал з погляду досягнення межі його ефективності. Одним із передових інструментів для оцінки ефективності є метод Data Envelopment Analysis (DEA). У перекладі наявні дві його поширені назви - метод аналізу оболонки даних або метод огортаючих даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Метод DEA - це всесвітньо відомий непараметричний підхід для оцінки досягнення межі виробничих можливостей, що визначає відносну ефективність і резерви її підвищення на основі вирішення оптимізаційної задачі математичного програмування, коли присутні певна кількість входів і виходів при дослідженні групи показників, позначених як одиниці прийняття рішень (Decision Making Units - DMUs).

За понад 30 років метод DEA перетворився на потужний кількісний аналітичний інструмент для вимірювання та оцінки ефективності. Сьогодні DEA досить успішно застосовується для оцінки ефективності у багатьох країнах та регіонах різних типів організацій і підприємств, що займаються найрізноманітнішими видами діяльності по всьому світу [12, с. 1].

Станом на другу декаду листопада 2020 р., за даними проведеного наукометричного аналізу, налічувалося близько 30 800 різних згадувань DEA у наукових текстах публікацій, які індексуються в спеціалізованій міжнародній пошуковій системі Google Scholar. За майже 10 років кількість посилань на ці публікації зросла на 5200, або 20 %, що можна вважати досить помітним явищем у науці.

Пошуковий аналіз останніх наукових публікацій, пов'язаних із вивченням різних ас-

пектів застосування DEA для оцінювання ефективності розвитку економіки в цілому та окремо аграрного сектору, виявив досить значну їх кількість. Це зумовило необхідність проведення автором верифікації їх для літературного огляду.

Значний науковий інтерес для проведення дослідження становлять наступні роботи закордонних вчених, які вивчали згадане питання останніми роками: S. Blancard [8], W. D. Cook [11], W. Cooper [12], J. Gerdessen [13], A. Khoshroo [15], Z. Lukač [16], A. V. Mendes [18], J. Zhu [19] та ін.

У вітчизняному науковому середовищі метод DEA почав активно використовуватися від початку 2000-х років. Однією з перших вітчизняних наукових робіт, де досить змістовно було розглянуто основні теоретичні і методичні аспекти його застосування, стала монографія В. Г. Андрійчука «Ефективність діяльності аграрних підприємств: теорія, методика, аналіз» [1].

Нині метод DEA увійшов в практику багатьох досліджень, про що свідчить поява нових публікацій, де розглядаються різні аспекти його застосування в економічному аналізі та оцінці ефективності. Зокрема, варто відзначити наукові праці В. Г. Андрійчука [2], Я. В. Долгіх [4-5], А. В. Скрипника [6] та інших учених. Разом із тим цих робіт явно недостатньо для системного дослідження існуючих проблем вітчизняного аграрного сектору економіки в умовах появи нових глобальних викликів, які потребують зосередження зусиль економічної науки на пошуку нових моделей сталого та ефективного розвитку.

Мета статті - дослідити ефективність аграрного сектору економіки з погляду оцінки оптимальності використання обмежених ресурсів для забезпечення максимального рівня продовольчої безпеки в контексті досягнення цілей сталого розвитку.

Виклад основних результатів дослідження. В основі розробки методу DEA знаходиться відома теоретична концепція ефективності В. Парето [2]. Згідно з принципом Парето - Купманса, виробничий процес на 100 відсотків ефективний, якщо жоден з його входів неможливо поліпшити без погіршення деяких інших входів або виходів [4].

Для вітчизняного аграрного сектору економіки актуальною залишається проблема оптимального поєднання двох взаємозалежних цілей його розвитку - забезпечення про-

довольчої безпеки та підтримання на високому рівні експорту аграрної продукції без завдання шкоди першій цілі, яка тісно взаємопов'язана з ефективністю використання наявного аграрного потенціалу регіонів. Окрім цього, в умовах кліматичних змін згадана проблема як ніколи актуалізується, і держава постає перед непростю дилемою вибору.

Зазначене свідчить, що вітчизняному аграрному сектору притаманна організаційно-структурна дихотомія, яка створює реальні загрози його сталому розвитку, оскільки зростання виробництва, експорту та доходів окремих господарюючих суб'єктів супроводжується обезлюдненням сіл, техногенним навантаженням на сільські громади і території, що становлять просторову, соціальну і природо-ресурсну базу агропродовольчого забезпечення країни. Передусім проблема соціально-економічної модернізації вітчизняного аграрного сектору набуває більшої актуальності з огляду на європейський досвід аграрного розвитку та на сучасне зростання важливості продовольчого самозабезпечення країн в умовах глобальних кліматичних змін [3].

Україна, як частина міжнародного співтовариства, певною мірою несе відповідальність разом з іншими країнами світу за підтримання глобальної продовольчої безпеки. Від ефективності та сталого розвитку аграрного сектору економіки залежить як внутрішня продовольча безпека, так і можливість збереження його конкурентних позицій на глобальному рівні. Це потребує застосування нових підходів до оцінки його ефективності.

Прийнято вважати, що глобальна агропродовольча система може бути екологічно стійкою як для довкілля, так і для здоров'я та добробуту людини за умов дотримання чотирьох вимог. Виробництво продовольства повинно бути достатнім за кількістю та якістю, щоб прогодувати населення світу без неприйнятних впливів на навколишнє середовище. Розподіл їжі має бути досить ефективним, щоб усім став доступним різноманітний асортимент продуктів для повноцінного харчування, знову ж таки без неприйнятних впливів на навколишнє середовище. Соціально-економічні умови повинні бути достатньо рівними, щоб усі споживачі мали доступ до кількості та асортименту продуктів, необхідних для здорового харчування. Нарешті, споживачі повинні мати змогу зробити усвідомлений і раціональний вибір, а також споживати здорову й екологічно безпечну їжу [7].

Закономірно виникає питання, наскільки вітчизняний аграрний сектор ефективно використовує власний аграрний потенціал для забезпечення потреб внутрішнього продовольчого ринку та нарощування експорту?

Якщо аналізувати регіональний рівень середньорічного виробництва основних видів агропродовольчої продукції з розрахунку на одну особу, то за окремими їх видами спостерігалось досить суттєве відставання від рекомендованих норм забезпечення споживання населенням (табл. 1). Фактично окремі регіони не повною мірою самодостатні у питанні забезпечення продовольчої безпеки.

1. Аналіз середньорічного рівня виробництва і норм споживання основних видів аграрної продукції на одну особу в 2015-2019 рр., кг

Природно-кліматична зона	Зерно	Картопля	Овочі	Молоко	М'ясо
Дніпропетровська	1157,9	166,7	225,4	95,6	76,0
Донецька	405,7	92,6	54,9	46,0	20,4
Запорізька	1599,6	133,9	199,6	144,0	30,6
Кіровоградська	3752,9	577,1	256,4	319,3	53,6
Луганська	564,4	110,0	79,0	59,4	6,4
Миколаївська	2465,0	174,2	442,6	288,5	27,9
Одеська	1695,7	177,5	137,1	147,0	18,6
Херсонська	2368,8	265,4	1225,8	277,5	40,4
Разом у зоні Степу	1325,5	169,0	227,4	127,8	33,7
Вінницька	3297,4	1176,8	295,6	522,5	223,2
Київська	730,6	349,5	123,6	91,9	46,7
Полтавська	3923,1	745,8	353,7	550,0	52,0
Сумська	3668,6	946,0	178,1	374,4	41,2
Тернопільська	2387,8	929,0	253,3	430,2	52,3

Харківська	1530,2	378,9	255,2	194,5	33,0
Хмельницька	2650,7	977,7	186,8	473,3	51,8
Черкаська	3261,5	636,5	285,2	409,6	266,0
Чернівецька	631,4	659,2	258,0	307,7	44,9
Разом у зоні Лісостепу	1732,6	524,6	191,5	250,1	57,4
Волинська	1129,5	1099,1	275,2	386,9	112,5
Житомирська	1735,3	1234,7	264,0	447,8	44,0
Закарпатська	302,6	418,8	216,4	270,3	43,5
Івано-Франківська	546,6	716,4	127,0	330,2	61,3
Львівська	577,1	649,0	215,5	208,0	49,9
Рівненська	1097,0	1100,6	216,0	355,6	48,0
Чернігівська	4144,4	1306,0	183,7	526,3	32,9
Разом у зоні Полісся	4060,1	1746,5	529,8	750,0	149,8
Україна	1569,9	506,6	221,8	240,3	55,6
Довідково					
Мінімальна норма споживання	800	96	105	341	52
Раціональна норма споживання	1000	124	161	380	80

Джерело: Розроблено автором за даними аналізу інформації Державної служби статистики України та на основі узагальнення результатів дослідження.

Це, зокрема стосується питання можливостей окремих регіонів забезпечити населення картоплею, овочами, молоком і м'ясом. Також існують проблеми із забезпеченням навіть мінімального рівня виробництва зерна з розрахунку на одну особу, який визначено Постановою Кабінету Міністрів України від 5.12.2007 р. № 1379 «Методика визначення основних індикаторів продовольчої безпеки» як критичний поріг продовольчої безпеки і становить 800 кг. Саме тому виникає необхідність звернутися до методології аналізу ефективності розвитку аграрного сектору економіки з погляду оцінки оптимальності використання його обмежених ресурсів для забезпечення максимального рівня продовольчої безпеки.

За допомогою методу DEA наявна можливість визначити ефективність за двома критеріями: максимізувати виробництво продукції за певної кількості ресурсів (output-oriented model) або ж досягти певного обсягу виробництва продукції за мінімального витрачання ресурсів (input-oriented model). У першому випадку йдеться про технічну ефективність виробництва продукції, у другому - технічну ефективність використання ресурсів [2].

У цьому дослідженні використано output-орієнтовану модель визначення технічної ефективності розвитку регіональних аграрних секторів економіки з погляду оцінювання ступеня досягнення ними кривої виробничих можливостей забезпечення продовольчої безпеки. Показник досягнення межі технічної ефективності в цій моделі набуває

значення від одиниці до нескінченості. Тобто вказує, наскільки регіональний сектор економіки спроможний збільшити обсяги виробництва основних агропродовольчих видів продукції за того самого обсягу ресурсів, які вже залучені у виробництві. Регіони, що мають наближене значення до 1, вважаються технічно ефективними. Для аналізу використано статистичні дані Державної служби статистики України за 2015-2019 рр. Основними вхідними змінними (X) моделі стали визначені розрахунковим шляхом показники:

- 1) забезпеченість сільськогосподарськими угіддями населення регіону, га/особу;
- 2) забезпеченість поголів'ям корів населення регіону, голів/особу;
- 3) забезпеченість птицею всіх видів населення регіону, голів/особу;
- 4) середня кількість усього населення регіону, що припадає на одного зайнятого в сільському господарстві, осіб;
- 5) капітальні інвестиції в економіку регіону, тис. грн/особу.

Вихідними змінними (Y) в моделі обрано такі показники:

- 1) середнє виробництво зернових культур на одну особу в рік, кг;
- 2) середнє виробництво картоплі на одну особу в рік, кг;
- 3) середнє виробництво овочів на одну особу в рік, кг;
- 4) середнє виробництво молока на одну особу в рік, кг;
- 5) середнє виробництво м'яса і м'ясних продуктів на одну особу в рік, кг;

6) калорійність середньодобового раціону населення за регіонами із розрахунку на одну особу в рік, ккал.

Основні середні значення вхідних та вихідних змінних моделі наведено нижче (табл. 2).

2. Середнє значення показників оцінки ефективності розвитку аграрного сектору досліджуваних регіонів за 2015-2019 рр.

Регіон	X1	X2	X3	X4	X5	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
Вінницька	1,29	0,09	19,8	7,5	7,7	3302	1177	296	522	224	2997
Волинська	1,03	0,09	7,4	13,4	7,9	1130	1099	275	387	112	2867
Дніпропетровська	0,79	0,02	5,7	29,6	14,2	1158	167	225	96	76	2757
Донецька	0,49	0,01	1,1	65,6	4,5	406	93	55	46	20	2572
Житомирська	1,26	0,09	5,8	16,4	5,6	1739	1236	264	448	44	2890
Закарпатська	0,37	0,07	2,6	9,8	4,9	303	419	216	270	44	2828
Запорізька	1,31	0,03	3,1	14,2	7,6	1601	134	199	144	31	2580
Івано-Франківська	0,46	0,07	3,3	8,4	6,7	547	716	127	330	61	2951
Київська	0,99	0,04	16,6	36,1	20,9	730	349	124	92	47	2644
Кіровоградська	2,15	0,05	5,2	8,9	6,8	3759	577	257	319	54	2844
Луганська	0,89	0,01	0,4	56,2	1,5	565	110	79	59	6	2276
Львівська	0,51	0,04	3,4	13,3	9,2	577	649	216	208	50	2785
Миколаївська	1,78	0,06	2,3	8,1	8,7	2466	174	443	288	28	2776
Одеська	1,10	0,04	1,6	14,5	7,9	1696	177	137	147	19	2710
Полтавська	1,55	0,09	3,7	11,4	11,5	3927	746	354	550	52	2748
Рівненська	0,82	0,08	6,1	13,6	5,0	1097	1101	216	356	48	2607
Сумська	1,57	0,07	4,6	9,7	5,8	3673	946	178	374	41	2751
Тернопільська	1,01	0,09	4,8	8,2	6,4	2389	929	253	430	52	2753
Харківська	0,91	0,03	2,8	15,9	7,0	1530	379	255	194	33	2617
Херсонська	1,91	0,06	6,5	7,9	6,9	2370	265	1226	278	40	2848
Хмельницька	1,24	0,10	6,2	9,0	7,6	2655	978	187	474	52	2907
Черкаська	1,20	0,06	20,2	8,4	6,8	3265	636	285	409	266	3042
Чернівецька	0,53	0,06	3,7	8,3	3,6	632	659	258	308	45	2870
Чернігівська	2,05	0,10	3,4	9,6	6,7	4156	1306	184	526	33	2953

Джерело: Розроблено автором за даними аналізу інформації Державної служби статистики України та на основі узагальнення результатів дослідження.

Розрахунки проводилися в спеціалізованій програмі EMS 1.3.0. Використовувалася модель типу CCR. Отримані результати дос-

лідження технічної ефективності представлено по регіонах (табл. 3). Коефіцієнти технічної ефективності наведено у відсотках.

3. Технічна ефективність розвитку аграрного сектору за output-орієнтованої моделі оцінки в 2015-2019 рр., %

Регіон	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	69,00%	67,00%	67,37%	68,25%	54,40%
Волинська	89,45%	93,18%	92,47%	91,53%	95,54%
Дніпропетровська	73,90%	74,36%	74,76%	74,40%	79,21%
Донецька	50,57%	50,62%	51,35%	53,47%	56,89%
Житомирська	92,54%	96,03%	91,85%	81,45%	87,91%
Закарпатська	74,62%	74,33%	73,58%	71,54%	74,08%
Запорізька	92,75%	94,71%	90,88%	90,97%	83,75%
Івано-Франківська	76,98%	76,95%	76,41%	76,50%	72,91%
Київська	135,10%	125,51%	127,70%	122,44%	130,48%
Кіровоградська	76,07%	69,26%	84,41%	77,45%	68,32%
Луганська	48,78%	45,25%	39,78%	27,66%	24,18%
Львівська	85,11%	82,68%	80,15%	79,45%	76,07%
Миколаївська	69,24%	67,62%	66,43%	71,39%	72,65%
Одеська	83,47%	82,63%	78,65%	73,03%	66,41%
Полтавська	70,85%	69,34%	81,30%	78,02%	79,95%
Рівненська	82,07%	78,94%	88,54%	93,03%	83,32%
Сумська	83,43%	84,92%	87,32%	88,50%	93,38%
Тернопільська	88,72%	82,53%	83,66%	91,46%	84,02%

Харківська	80,36%	81,21%	83,17%	87,64%	86,80%
Херсонська	20,12%	24,28%	31,38%	34,34%	32,18%
Хмельницька	113,45%	109,41%	97,51%	95,00%	88,71%
Черкаська	55,04%	54,01%	55,19%	58,54%	72,61%
Чернівецька	83,21%	74,26%	66,48%	64,92%	66,34%
Чернігівська	50,54%	60,12%	54,94%	56,30%	56,89%

Джерело: Розроблено автором на основі узагальнення результатів дослідження.

Аналіз отриманих даних технічної ефективності по регіонах виявив, що в більшості із них рівень оптимальності використання обмежених ресурсів для забезпечення максимального виробництва аграрної продукції та досягнення необхідного рівня продовольчої безпеки знаходиться поза межею виробничих можливостей. При цьому в двох регіонах - Київській та Хмельницькій областях аграрний сектор спроможний збільшити обсяги виробництва основних видів агропродовольчих продукції за того самого обсягу використання ресурсів, які вже задіяні у виробництві в середньому відповідно на 22 - 35 % та 9 - 13 %. Найближче до межі виробничих можливостей у 2019 р. виявився аграрний сектор Волинської та Сумської областей, що пояснюється максимальним використанням аграрного потенціалу за порівняно нижчого з іншими регіонами ресурсного забезпечення.

Висновки. Останнім часом зростає кількість досліджень, пов'язаних із вивченням різних аспектів застосування DEA для оцінювання ефективності розвитку економіки в

цілому та окремо аграрного сектору. Застосування вказаного методу для непараметричної оцінки відносної ефективності аграрного сектору економіки дозволяє об'єктивно визначити оптимальність використання обмежених ресурсів для забезпечення максимального рівня продовольчої безпеки в контексті досягнення цілей сталого розвитку.

Із дотриманням принципів системного аналізу досліджено ефективність аграрного сектору економіки України з погляду оцінки оптимальності використання його обмежених ресурсів. Встановлено, що за період аналізу даних із 2015-го по 2019 р. жоден із регіонів не наблизився до межі ефективного використання аграрного потенціалу для забезпечення максимального рівня виробництва основних видів аграрної продукції з розрахунку на одну особу. Залучення цього методу відкриває значні перспективи для оцінки ефективності досягнутого рівня розвитку аграрного сектору економіки та визначення резервів його підвищення.

Список бібліографічних посилань

1. Андрійчук В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств: теорія, методика, аналіз : монографія. Вид. 2-ге, без змін. Київ : КНЕУ, 2006. 292 с.
2. Андрійчук В. Г., Андрійчук Р. В. Метод аналізу оболонки даних (DEA) у вимірі та оцінці ефективності діяльності підприємств. *Економіка АПК*. 2011. № 7. С. 81-88.
3. Бородіна О. М. Науково-прикладні засади реконструктивного розвитку сільського господарства та села в Україні. *Економіка і прогнозування*. 2016. № 4. С. 70-80.
4. Долгих Я. В. Оцінка ефективності виробництва та реалізації зерна та зернобобових культур в Україні методом DEA. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2015. № 5 (64). С. 126-130.
5. Долгих Я. В. Алгоритмізація процедури оцінки ефективності сільськогосподарських підприємств методом DEA. *Економіка АПК*. 2018. № 10. С. 50-57.
6. Скрипник А. В., Жемойда О. В., Букін Е. К. Аналіз ефективності виробництва пшениці за методом Data Envelopment Analysis (DEA). *Економіка АПК*. 2017. № 1. С. 50-57.
7. Current global food production is sufficient to meet human nutritional needs in 2050 provided there is radical societal adaptation / Berners-Lee, M., Kennelly, C., Watson, R., Hewitt, C. N., Kapuscinski, Anne R., Locke, Kim A., Peters Christian J. *Elementa: Science of the Anthropocene*. 2018. № 6 (52). <https://doi.org/10.1525/elementa.310>

References

1. Andriichuk, V.H. (2006). *Efektivnist diialnosti ahrarnykh pidpriemstv: teoriia, metodyka, analiz: monohrafiia* [Efficiency of agrarian enterprises: theory, methods, analysis: monograph]. Kyiv: KNEU [In Ukrainian].
2. Andriichuk, V.H. & Andriichuk, R.V. (2011). *Metod analizu obolonky danykh (DEA) u vymiri ta otsyntsi efektyvnosti diialnosti pidpriemstv* [Data envelope analysis (DEA) method in measuring and evaluating enterprise performance]. *Ekonomika APK, 7, pp. 81-88* [In Ukrainian].
3. Borodina, O.M. (2016). *Naukovo-prykladni zasady rekonstruktyvnoho rozvytku silskoho hospodarstva ta sela v Ukraini* [Scientific and applied principles of reconstructive development of agriculture and rural areas in Ukraine]. *Ekonomika i prohozuvannia, 4, pp. 70-80* [In Ukrainian].
4. Dolhikh, Ya.V. (2015). *Otsinka efektyvnosti vyrobnytstva ta realizatsii zerna ta zernobobovykh kultur v Ukraini metodom DEA* [Evaluation of efficiency of production and sale of grain and legumes in Ukraine by DEA method]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seria: Ekonomika i menedzhment, 5 (64), pp. 126-130* [In Ukrainian].
5. Dolhikh, Ya.V. (2018). *Alhorytmizatsiia protsedury otsinky efektyvnosti silskohospodarskykh pidpriemstv metodom DEA* [Algorithmizing of an efficiency estimation's procedure in agricultural enterprises by the DEA method]. *Ekonomika APK, 10, pp. 50-57* [In Ukrainian].

8. Blancard, S., Hoarau, J.-F. A new sustainable human development indicator for small island developing states: A reappraisal from data envelopment analysis. *Economic Modelling*, 2013. Vol. 30. P. 623-635. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.10.016>

9. Bortoletti M., Lomax J. Collaborative Framework for Food Systems Transformation. A multi-stakeholder pathway for sustainable food systems. 2019. UN Environment. 57 p.

10. Caron P., Ferrero y de Loma-Osorio G., Nabarro D. et al. Food systems for sustainable development: proposals for a profound four-part transformation. *Agron. Sustain. Dev.* 2018. № 38 (41). P. 1-12. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0519-1>

11. Cook W. D., Tone K., Zhu J. Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *Omega*, 2014. Vol. 44. P. 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2013.09.004>

12. Cooper W. W., Seiford L. M., Zhu J. Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. *Handbook on Data Envelopment Analysis*, 2011. P. 1-39. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_1

13. Gerdessen J. C., Pascucci S. Data Envelopment Analysis of sustainability indicators of European agricultural systems at regional level. *Agricultural Systems*, 2013. Vol. 118. P. 78-90. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.03.004>

14. Godfray H. C., Garnett T. Food security and sustainable intensification. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. 2014. Vol. 369(1639). <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0273>

15. Khoshroo A., Mulwa R., Emrouznejad A., Arabi B. A non-parametric Data Envelopment Analysis approach for improving energy efficiency of grape production. *Energy*, 2013. Vol. 63. P. 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.09.021>

16. Lukač Z., Gardijan M. Measuring the Efficiency of the Food Industry in Central and East European Countries by using the Data Envelopment Analysis Approach. In *Proceedings of the 6th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems*, 2017. Vol. 1: ICORES, ISBN 978-989-758-218-9. P. 385-392. <https://doi.org/10.5220/0006196303850392>

17. Martínez-Castillo Róger. Sustainable agricultural production systems. *Revista Tecnología en Marcha*. 2016. Vol. 29 (Suppl. 1). P. 70-85. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i5.2518>

18. Mendes A. B., Soares da Silva Emiliana L.D.G., Azevedo Santos J. M. Efficiency Measures in the Agricultural Sector. Springer Dordrecht Heidelberg New York London, 2013. 197 p.

19. Zhu J. DEA under big data: data enabled analytics and network data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03668-8>

6. Skrypnyk, A.V., Zhemoida, O.V. & Bukin, E.K. (2017). Analiz efektyvnosti vyrobnytstva pshenytsi za metodom Data Envelopment Analysis (DEA) [The analysis of efficiency of wheat production by Data Envelopment Analysis (DEA)]. *Ekonomika APK*, 1, pp. 50-57 [In Ukrainian].

7. Berners-Lee, M., Kennelly, C., Watson, R., Hewitt, C. N., Kapuscinski, Anne R., Locke, Kim A. & Peters, Christian J. (2018). Current global food production is sufficient to meet human nutritional needs in 2050 provided there is radical societal adaptation. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 6 (52) [In English]. doi: <https://doi.org/10.1525/elementa.310>.

8. Blancard, S. & Hoarau, J.-F. (2013). A new sustainable human development indicator for small island developing states: A reappraisal from data envelopment analysis. *Economic Modelling*, 30, pp. 623-635 [In English]. doi:10.1016/j.econmod.2012.10.016.

9. Bortoletti, M. & Lomax, J. (2019). Collaborative Framework for Food Systems Transformation. A multi-stakeholder pathway for sustainable food systems. UN Environment [In English].

10. Caron, P., Ferrero y de Loma-Osorio, G., Nabarro, D., et al. (2018). Food systems for sustainable development: proposals for a profound four-part transformation. *Agron. Sustain. Dev.*, 38 (41), pp. 1-12 [In English]. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0519-1>.

11. Cook, W.D., Tone, K. & Zhu, J. (2014). Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *Omega*, 44, pp. 1-4 [In English]. doi:10.1016/j.omega.2013.09.004.

12. Cooper, W.W., Seiford, L.M. & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. *Handbook on Data Envelopment Analysis*, pp. 1-39 [In English]. doi:10.1007/978-1-4419-6151-8_1.

13. Gerdessen, J.C. & Pascucci, S. (2013). Data Envelopment Analysis of sustainability indicators of European agricultural systems at regional level. *Agricultural Systems*, 118, P. 78-90 [In English]. doi:10.1016/j.agsy.2013.03.004.

14. Godfray, H.C. & Garnett, T. (2014). Food security and sustainable intensification. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 369(1639), 20120273 [In English]. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0273>.

15. Khoshroo, A., Mulwa, R., Emrouznejad, A. & Arabi, B. (2013). A non-parametric Data Envelopment Analysis approach for improving energy efficiency of grape production. *Energy*, 63, P. 189-194 [In English]. doi:10.1016/j.energy.2013.09.021.

16. Lukač, Z. & Gardijan, M. (2017). Measuring the Efficiency of the Food Industry in Central and East European Countries by using the Data Envelopment Analysis Approach. In *Proceedings of the 6th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems*, Volume 1: ICORES, ISBN 978-989-758-218-9, pp. 385-392 [In English]. DOI: 10.5220/0006196303850392.

17. Martínez-Castillo, Róger (2016). Sustainable agricultural production systems. *Revista Tecnología en Marcha*, 29 (Suppl. 1), pp. 70-85 [In English]. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v29i5.2518>.

18. Mendes, A.B., Soares da Silva Emiliana, L.D.G. & Azevedo Santos, J.M. (2013). Efficiency Measures in the Agricultural Sector. Springer Dordrecht Heidelberg New York London [In English].

19. Zhu, J. (2020). DEA under big data: data enabled analytics and network data envelopment analysis. *Annals of Operations Research* [In English]. doi:10.1007/s10479-020-03668-8.

Kernasiuk Yu. V. Application of the DEA method to assess the agricultural sector development

The purpose of the article is to study the efficiency of the agricultural sector of the economy in terms of assessing the optimal use of limited resources to ensure the maximum level of food security in the context of achieving sustainable development goals.

Research methods. When carrying out the research, a set of general scientific methods and techniques were used: monographic - in the study of domestic and foreign publications on the above-mentioned problems; Data Envelopment Analysis - for a non-parametric assessment of the relative efficiency of the agricultural sector of the economy in terms of the optimal use of limited resources to ensure the maximum level of food security in the context of achieving sustainable development goals; a systematic approach based on the principles of systems analysis and synthesis - to substantiate the relationship between sustainable development and food security, as well as the efficiency of agricultural production; abstract logical - for theoretical generalization of research results; economic analysis - to study the efficiency of agricultural production.

Research results. The dynamics of the use of the DEA method has been studied and analyzed. On the basis of a system analysis, the efficiency of the agricultural sector of the economy has been investigated in terms of assessing the optimal use of limited re-

sources to ensure the maximum level of food security in the context of achieving sustainable development goals. It was found that for the period of data analysis from 2015 to 2019, none of the regions approached the border of the effective use of agricultural potential to ensure the maximum level of production of the main types of agricultural products per person.

Scientific novelty. Based on a combination of the theory of socioeconomic and sustainable development, further study of theoretical and methodological approaches to assessing effective agricultural production using the DEA method was obtained.

Practical significance. The research results will have practical use in the development and substantiation of regional and national strategies for the development of agro-industrial production, as well as in further scientific research. *Tabl.: 3. Refs.: 19.*

Keywords: efficiency; development; agricultural production; food security; region.

Kernasiuk Yurii Valentynovych - candidate of economic sciences, expert-advisor on audit, economics and enterprise management, senior researcher fellow of the laboratory of bioadaptive technologies in AIC, Institute of Agriculture of Steppe Zone NAAS (2, Tsentralna St., Sozonivka village, Kropyvnytskyi district, Kirovohrad region, 27602)

E-mail: y.v.kernasyuk@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0001-8957-3769>

Кернасук Ю. В. Применение метода DEA для оценки развития аграрного сектора экономики

Цель статьи - исследовать эффективность аграрного сектора экономики с точки зрения оценки оптимальности использования ограниченных ресурсов для обеспечения максимального уровня продовольственной безопасности в контексте достижения целей устойчивого развития.

Методика исследования. При выполнении исследования применена совокупность общенаучных методов и приёмов: монографический - при изучении отечественных и зарубежных публикаций по упомянутой проблематике; Data Envelopment Analysis - для непараметрической оценки относительной эффективности аграрного сектора экономики с точки зрения оптимальности использования ограниченных ресурсов для обеспечения максимального уровня продовольственной безопасности в контексте достижения целей устойчивого развития; системного подхода на основе принципов системного анализа и синтеза - для обоснования взаимосвязи устойчивого развития и продовольственной безопасности, а также эффективности аграрного производства; абстрактно-логический - для теоретического обобщения результатов исследований; экономического анализа - для изучения эффективности аграрного производства.

Результаты исследования. Изучена и проанализирована наукометрическая динамика использования метода DEA. На основе системного анализа исследована эффективность аграрного сектора экономики с точки зрения оценки оптимальности использования ограниченных ресурсов для обеспечения максимального уровня продовольственной безопасности в контексте достижения целей устойчивого развития. Установлено, что за период анализа данных с 2015-го по 2019 г. ни один из регионов не приблизился к границе эффективного использования аграрного потенциала для обеспечения максимального уровня производства основных видов аграрной продукции в расчёте на одного человека.

Элементы научной новизны. На основе сочетания теории социоэкономического и устойчивого развития получили дальнейшее изучение теоретико-методические подходы к оценке эффективного аграрного производства с применением метода DEA.

Практическая значимость. Результаты исследования будут иметь практическое использование при разработке и обосновании региональных и общегосударственных стратегий развития агропромышленного производства, а также в дальнейших научных исследованиях. *Tabl.: 3. Библиогр.: 19.*

Ключевые слова: эффективность; развитие; аграрное производство; продовольственная безопасность; регион.

Кернасук Юрий Валентинович - кандидат экономических наук, эксперт-консультант по аудиту, экономике и управлению предприятием, старший научный сотрудник лаборатории биоадаптивных технологий в АПП, Институт сельского хозяйства Степи НААН (27602, Кировоградская обл., Кропивницкий р-н, п. Созоновка, ул. Центральная, 2)

E-mail: y.v.kernasyuk@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0001-8957-3769>

Стаття надійшла до редакції 02.10.2020 р.

Фахове рецензування: 10.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кернасук Ю. В. Застосування методу DEA для оцінки розвитку аграрного сектору економіки. *Економіка АПК*. 2020. № 10. С. 14 – 21. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202010014>

Kernasiuk, Yu.V. (2020). Zastosuvannia metodu DEA dlia otsinky rozvytku ahrarynoho sektoru ekonomiky [Application of the DEA method to assess the agricultural sector development]. *Ekonomika APK*, 10, pp. 14 – 21 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202010014>

*