



eISSN 2413-9009

TRAEKTORIÂ NAUKI

International Electronic Scientific Journal

Vol. 8, No 11, 2022

AGRIS
CAB Abstract
CEEOL
CEJSH
Dialnet
DOAJ
EBSCO
FSTA®
Index Copernicus
RePEc
CNKI Scholar
Ulrich's Periodical Directory

pathofscience.org

TRAEKTORIĀ NAUKI = PATH OF SCIENCE**Vol. 8****No 11****2022**

Founded in August 2015. Publishing monthly.

Publisher

Altezero, s.r.o. & Dialog
 4B, Južná trieda, Košice mestská časť Juh, 04001, Slovak Republic
 Ph.: (421) 905-38-36-97.

Founders:

Altezero, s.r.o., 4B, Južná trieda, Košice mestská časť Juh, 04001, Slovak Republic
 Publishing Center "Dialog", 2 Club Street, Solonitseвка, 62370, Ukraine

The journal is abstracted in the following international databases: AGORA, AGRIS, AiritiLibrary, Baidu Scholar, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CAB Abstract, Central and Eastern European Online Library (CEEOL), Food Science and Technology Abstracts, Index Copernicus (ICV 2021 = 100,0), Google Scholar, J-Gate, OpenAIRE, Polska Bibliografia Naukowa, ResearchBib, ScienceOpen, The Central European Journal of Social Sciences and Humanities (CEJSH), Türk Eğitim İndeksi, Ulrichsweb Global Serials Directory, WorldCat.

Editor in Chief:

Kataiev A., PhD, Ass. Prof.

Editorial Board:

Aksenova E., PhD, Ass. Prof.
 Bobro N., PhD, Ass. Prof.
 Bolotnaya O., PhD, Ass. Prof.
 Holoborodko K., Doctor of Science, Prof.
 Holubov A., PhD, Ass. Prof.
 Horoshev A., PhD, Ass. Prof.
 Khytra O., Doctor of Science, Prof.
 Kniaz S., Doctor of Science, Prof.
 Kolos N., Doctor of Science, Prof.
 Krupin V., PhD, Ass. Prof.
 Malenko E., Doctor of Science, Prof.
 Mygal S., PhD, Prof.
 Olipas C. N. P., PhD
 Palchyk O., PhD, Ass. Prof.
 Shatrovskiy A., PhD, Ass. Prof.
 Skrynkovskyy R., PhD, Prof.
 Yuzevych V., Doctor of Science, Prof.
 Zelenskaya L., Doctor of Science, Prof.

Editorial office 1:

4B, Južná trieda, Košice mestská časť Juh, 04001, Slovak Republic

Editorial office 2:

2 Club Street, Solonitseвка, 62370, Ukraine

E-mail: editor@pathofscience.org. Site: <http://pathofscience.org>

The journal is an international open-access, peer-reviewed electronic journal created to fully and promptly meet the information needs of society in the knowledge gained in the course of research and development, research and design, design and technology and production activities of scientists and experts.

The journal publishes original research papers, review articles and short communications papers in Social, Technical, Natural sciences and Humanities. The scope of problems of articles is not limited.

Responsibility for facts, quotations, private names, enterprises and organizations titles, and geographical locations is to be barred by the authors. The editorial office and board do not always share the views and thoughts expressed in published articles.

TABLE OF CONTENTS

SECTION "LAW AND SECURITY"

Fedir Hladkykh

Medical PhD Programs in Ukraine through the Prism of Accreditation and Licensing: Candidate of Medical Science or PhD in Healthcare	1001
[Медичні PhD програми в Україні крізь призму акредитації та ліцензування: кандидат медичних наук чи доктор філософії в галузі охорони здоров'я] (Language – Ukrainian)	1010

Grzegorz Pawlowski, Olha Barabash, Myroslav Kovaliv, Mariana Khmyz, Iryna Mysiuk, Alina Hryshchuk

Legal Aspects of Information Security in Telemedicine in Ukraine	1011
[Правові аспекти інформаційної безпеки у телемедицині в Україні] (Language – Ukrainian)	1017

SECTION "BIOLOGY AND ENVIRONMENTAL SCIENCES"

Oksana Palchyk

Pheromone Communication of Insects: an Ethological Approach	2001
[Феромонна комунікація комах: етологічний підхід] (Language – Ukrainian)	2005

Abubakar Shehu, Rahina Muhammad Baba, Ibrahim Muhammad Warji, Buhari Labaran, Bashir Ismail Olawale

Isolation and Identification of Bacterial Species Associated with Decayed Commonly Eaten Food Sold in ATAPOLY Restaurants Bauchi, Bauchi State	2006
(Language – English)	2009

Iswari Pauzi, Agus Abhi Purwoko

Organic Waste Management in the Hospitality Area for the Development and Conservation of Ecotourism in the Mandalika Special Economic Zone, Indonesia: Literature Review	2010
(Language – English)	2015

SECTION "ENGINEERING, MANUFACTURING AND CONSTRUCTION"

Jalaluddin, Hartana, Ery Setiawan

Simulation of Water Resources Utilization in the Jereweh Watershed, West Sumbawa Regency, Indonesia	3001
(Language – English)	3007

Abdulyakin Usman, Tukur Sani Gadanya, Abubakar Lawan Iliyasu

Wind Power Generation in Sudano-Sahelian Region of Nigeria: A Review	3008
(Language – English)	3014

SECTION “EDUCATION”

Ruth G. Luciano, Cris Norman P. Olipas

Impact Assessment on the Technology-Based Extension Projects: A Basis for Designing Sustainable Extension Activities	4001
(Language – English)	4006

**Cris Norman P. Olipas, Ruth G. Luciano, Rosalie B. Sison, Jefrain M. Padre,
Marcelino C. Collado Jr., Racquel L. Pula**

A Convergent-Parallel Analysis on the Technical Assistance Provided by Information Technology Faculty Extensionists: Basis for Training and Extension Activities Plan	4007
(Language – English)	4015

SECTION “CHEMISTRY”

**Aisha Saleh, Sulaiman U. Abubakar, Solomon Daniel, Zakiyya Rilwan Musa,
Warji Muhammad Ibrahim, Zubairu Ibrahim Hamidu, Buhari Labaran,
Abbas Muhammad Sani**

Determination of Heavy Metals and Ascorbic Acids in Some Soft Drinks Sold Within Bauchi Metropolis, Nigeria	5001
(Language – English)	5007

SECTION “LANGUAGES”

Nurlana Eldar kyizyi Gasanova

Interactive Communication of Common Vocabulary and Medical Terminology (in Theoretical Coverage)	6001
[Интерактивная связь общепотребительной лексики и медицинской терминологии (в теоретическом освещении)]	6005
(Language – Russian)	

Медичні PhD програми в Україні крізь призму акредитації та ліцензування: кандидат медичних наук чи доктор філософії в галузі охорони здоров'я

Medical PhD Programs in Ukraine through the Prism of Accreditation and Licensing: Candidate of Medical Science or PhD in Healthcare

Федір Гладких^{1, 2, 3}
Fedir Hladkykh

¹ *Vasyl' Stus Donetsk National University*

21 600-richchia Street, Vinnytsia, 21000, Ukraine

² *Grigoriev Institute for Medical Radiology the National Academy of Medical Sciences of Ukraine*

82 Pushkinska Street, Kharkiv, 61024, Ukraine

³ *Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine*

23 Pereyaslavska Street, Kharkiv, 61015, Ukraine

DOI: [10.22178/pos.87-1](https://doi.org/10.22178/pos.87-1)

JEL Classification: K49

Received 26.11.2022

Accepted 29.11.2022

Published online 30.11.2022

Corresponding Author:
fedir.hladkykh@gmail.com

© 2022 The Author. This article
is licensed under a Creative
Commons Attribution 4.0
License 

Анотація. Перші захисти дисертаційних досліджень на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD) в Україні відбулися у 2019 р. Станом на 01.11.2022 р. в Україні підготовку PhD за спеціальністю 222 «Медицина» провадять у 51 установі. Загальний ліцензований обсяг підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» становить 4784 місця, проте фактична кількість здобувачів, які здобувають ступінь доктора філософії втричі нижча та становить лише 33% від ліцензованого обсягу (1575 здобувачів). Крім того 120 здобувачів (8 %) станом на 01.11.2022 р. навчалися за неакредитованими освітньо-науковими програмами за спеціальністю 222 «Медицина».

Ключові слова: доктор філософії; охорона здоров'я; медицина; вища освіта.

Abstract. The first defence of dissertation studies for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Ukraine took place in 2019. As of November 1, 2022, 51 institutions are conducting PhD training in Ukraine's speciality 222 "Medicine". The total licensed amount of PhD training in the speciality 222 "Medicine" is 4,784 places. Still, the number of applicants who obtain the degree of Doctor of Philosophy is three times lower - 33% of the licensed amount (1,575 applicants). As of November 1, 2022, 120 applicants (8%) studied under non-accredited educational and scientific programs in the speciality 222 "Medicine".

Keywords: PhD; health care; medicine; higher education.

ВСТУП

На сьогоднішній день проблематика підготовка кадрів для системи охорони здоров'я охоплює декілька взаємопов'язаних площин: реформування системи охорони здоров'я, реформування системи освіти, зміна принципів надання медико-санітарної допомоги, впровадження страхової медицини та ін. Вказані аспекти зумовлюють необхідність багатовекторного підходу до удосконалення існуючої системи підготовки кадрів, які повинні відпо-

відати вимогам національної системи охорони здоров'я та сучасним світовим стандартам. Водночас підготовки професійних, компетентних фахівців якісно нового рівня неможлива без зміни підходів до організаційно-правового регулювання системи охорони здоров'я [5, 6]. Трансформація у 2016 р. підготовки кандидатів наук у підготовку докторів філософії (PhD) продиктована прагненнями України узгодити свої освітні та наукові програми з стандартами країн Європейського союзу. Згідно з Рамкою кваліфікацій Євро-

пейського простору, одержання першого наукового ступеня є одночасно третім і заключним циклом вищої освіти (перший цикл – бакалаврат, другий – магістратура) [2, 5].

Перші захисти дисертаційних досліджень на здобуття наукового ступеня PhD в Україні відбулися у 2019 р. відповідно до Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії та в подальшому – Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії [9]. У 2019 р. ступінь PhD присуджено 11 здобувачам, у 2020 р. – 346 особам, у першому півріччі 2021 р. – 1 551 дослідникові [1]. Кількість осіб, що вступають до аспірантури в Україні у 2016–2020 рр. становила близько 7 тис. на рік, що відповідає 4,0–4,9% від загальної кількості осіб, які у відповідні роки здобули ступінь магістра (спеціаліста) [1, 3].

Постановою Кабінету Міністрів № 44 [14] встановлено, що разова рада утворюється закладом, в якому здобувач виконав акредитовану освітньо-наукову програму (ОНП). Здобувач, який виконує неакредитовану ОНП, має право на переведення до іншого закладу, який має акредитовану ОНП за відповідною спеціальністю [1, 2, 9, 10].

ЗВО/НУ надано можливість створювати ОНП, окремі елементи яких забезпечуватимуться іншим закладом. У цьому разі разова рада утворюється в закладі, в якому вона виконувалася, із можливим залученням як рецензента особи, що за основним місцем роботи працює науково-педагогічним або науковим працівником закладу, який забезпечував окремі елементи ОНП. Крім того, на відміну від Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії [14], для формування разової спеціалізованої вченої ради достатня участь у її складі лише одного доктора наук – голови ради. Голова разової спеціалізованої вченої ради – особа, яка за основним місцем роботи працює науково-педагогічним або науковим працівником закладу, в якому утворена разова спеціалізована вчена рада, має науковий ступінь доктора наук та є компетентним вченим за тематикою дослідження здобувача ступеня PhD. Офіційними опонентами та рецензентами можуть виступати особи, які мають лише ступінь кандидата наук (PhD) за умови до-тримання інших вимог Порядку [14], зокрема, які отримала диплом PhD (кандидата наук) не менше ніж за три

роки до дати утворення разової ради: рецензент – особа, яка за основним місцем роботи працює науково-педагогічним або науковим працівником закладу, в якому утворена разова рада, має науковий ступінь та є компетентним вченим за тематикою дослідження здобувача; офіційний опонент – особа, яка є науково-педагогічним або науковим працівником і не працює у закладі, в якому утворена разова спеціалізована вчена рада, має науковий ступінь та є компетентним вченим за тематикою дослідження здобувача; тематика дослідження – частина предметної (дисциплінарної) області спеціальності (спеціальностей), у межах якої (яких) провадиться інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання і використання нових знань та за якою публікуються наукові результати.

Впродовж останніх 30 років відмічається стійке зниження частки осіб, які навчаються в аспірантурі в наукових установах (НУ) з 34,8% у 1991 р. до 7,4% у 2020 р. У 2016–2020 рр. майже у третині закладів вищої освіти (ЗВО) та майже у всіх НУ (95,5%) середньорічний прийом до аспірантури не перевищував 10 осіб на рік [1].

Впродовж 2016–2020 рр. підготовку PhD провадили 237 ЗВО та 157 НУ. За 5 років (2016–2020 рр.) до аспірантури ЗВО зараховано 30391 вступника на 1 904 ОНП, в той час як до НУ – 2 769 осіб на 239 ОНП. У 2020 р. до аспірантури, відкритій у 120 НУ, вступило в загальному 453 особи, тоді як до аспірантури, відкритій у 225 ЗВО, вступило 6220 осіб. При тому варто зазначити, що 80,0% від всіх НУ у 2020 р. прийняли на навчання від 1 до 5 аспірантів кожна [1, 4, 15].

Аналіз результатів акредитаційних експертиз Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО) 114 ОНП, з прийомом до 5 аспірантів на рік, впродовж 2019–2021 рр. показав, що успішно акредитовано 92 ОНП у ЗВО та лише 10 ОНП у НУ; умовну (відкладену) акредитацію отримали 8 ОНП у ЗВО та 4 – у НУ; відмовлено в акредитації однієї ОНП, яка провадилась у Інституті проблем кріобіології і кріомедицини Національної академії наук України (НАК України) (акредитаційна справа № 1143/АС-21) [1, 2, 3, 13].

Положенням про акредитацію освітніх програм [13] визначається, що ЗВО (НУ) має забезпечити повноцінну підготовку аспірантів

до дослідницької та викладацької діяльності. Мінімальні вимоги, що висуваються до кадрового забезпечення як під час ліцензування, так і під час акредитації ОНП рівня PhD, полягають у наявності у ЗВО (НУ) не менше двох докторів наук з відповідного наукового напрямку [1, 7, 13].

Мета: охарактеризувати розподіл ліцензованих обсягів підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» галузі знань 22 «Охорона здоров'я» станом на 01.11.2022 р. за даними Єдиної державної електронної бази з питань освіти (ЄДЕБО) [8, 17] крізь призму успішності проходження акредитації ОНП НАЗЯВО.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Спроможність функціонування ОНП оцінювали за результатами акредитаційних експертиз та за фактичною кількістю PhD-здобувачів, які обрали цю програму. Аналіз розподілу ліцензованого обсягу підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» [7, 12] та фактичної кількості здобувачів проведено залежно від відомчого підпорядкування та форми власності ЗВО/НУ:

- організації, підпорядковані Міністерству охорони здоров'я України (МОЗ України);

- установи, підпорядковані Міністерству освіти і науки України (МОН України);

- установи, підпорядковані НАН України;

- установи підпорядковані Національній академії медичних наук України (НАМН України);

- інші (установи, підпорядковані Державному управленню справами, Міністерству оборони України та приватні вищі навчальні заклади (ПВНЗ)).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За даними ЄДЕБО станом на 01.11.2022 р. в Україні підготовку PhD за спеціальністю 222 «Медицина» ліцензовано МОН України у 51 установі (таблиця):

- 20 ЗВО/НУ підпорядкованих МОЗ України (39%);

- 20 НУ підпорядкованих НАМН України (39%);

- чотири НУ підпорядкованих НАН України (8%);

- чотири ЗВО підпорядкованих МОН України (8%);

- три ЗВО/НУ іншого підпорядкування (6%).

Таблиця 1 – Підготовка PhD за спеціальністю 222 «Медицина» в Україні станом на 01.11.2022 р.

Відомство	Установа	Акредитація НАЗЯВО	Ліцензований обсяг	Обсяг на 4 р.	Фактична кількість здобувачів	%
МОЗ України	Інститут психіатрії, судово-психіатричної експертизи та моніторингу наркотиків	Не акредитовано	8 / на рік	32	–	–
МОЗ України	Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії	Не акредитовано	16 / на 4 роки	16	–	–
МОЗ України	Національний інститут раку	Не акредитовано	4 / на рік	16	–	–
МОЗ України	Національний медичний університет імені О. О. Богомольця	Сертифікат №2027	150 / на рік	600	87	15
МОЗ України	Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика	Сертифікат №1298	105 / на рік	420	212	50
МОЗ України	Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова	Сертифікат № 626	130 / на рік	520	132	25
МОЗ України	Дніпровський державний медичний університет	Сертифікат №1491	25 / на рік	100	69	69

Відомство	Установа	Акредитація НАЗЯВО	Ліцензований обсяг	Обсяг на 4 р.	Фактична кількість здобувачів	%
МОЗ України	Запорізький державний медичний університет	Сертифікат №2244	50 / на рік	200	76	38
МОЗ України	Запорізька медична академія післядипломної освіти	Умовна	–	–	34	–
МОЗ України	Івано-Франківський національний медичний університет	Сертифікат №2249	50 / на рік	200	90	45
МОЗ України	Донецький національний медичний університет	Не акредитовано	19 / на рік	76	9	12
МОЗ України	Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького	Сертифікат №2197	25 / на рік	100	80	80
МОЗ України	Одеський національний медичний університет	Умовна	40 / на рік	160	66	41
МОЗ України	Полтавський державний медичний університет	Сертифікат №1783	50 / на рік	200	40	20
МОЗ України	Луганський державний медичний університет	Не акредитовано	12 / на рік	48	2	4
МОЗ України	Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського	Сертифікат №1291	50 / на рік	200	134	67
МОЗ України	Буковинський державний медичний університет	Сертифікат №2248	50 / на рік	200	51	26
МОЗ України	Харківський національний медичний університет	Сертифікат №2203	50 / на рік	200	100	50
МОЗ України	Харківська медична академія післядипломної освіти	Не акредитовано	20 / на рік	80	30	38
МОЗ України	Національний фармацевтичний університет	Не акредитовано	15 / на рік	60	3	5
НАМН України	Інститут неврології, психіатрії та наркології	Не акредитовано	10 / на рік	40	–	–
НАМН України	Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка	Не акредитовано	10 / на рік	40	4	10
НАМН України	Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва	Не акредитовано	3 / на рік	12	1	8
НАМН України	Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова	Сертифікат №2819	60 / на 4 роки	60	16	27
НАМН України	Інститут нефрології	Не акредитовано	10 / на рік	40	1	3
НАМН України	Інститут отоларингології ім. проф. О. С. Коломійченка	Умовна	10 / на рік	40	1	3
НАМН України	Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О. М. Лук'янової	Умовна	8 / на рік	32	12	38
НАМН України	Національний інститут хірургії та	Не акредитована	7 / на рік	28	9	32

Відомство	Установа	Акредитація НАЗЯВО	Ліцензований обсяг	Обсяг на 4 р.	Фактична кількість здобувачів	%
	трансплантології ім. О. О. Шалімова					
НАМН України	Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова	Не акредитована	10 / на рік	40	8	20
НАМН України	Інститут фармакології та токсикології	Не акредитована	4 / на 4 роки	4	1	25
НАМН України	Інститут травматології та ортопедії	Сертифікат №3484	10 / на рік	40	16	40
НАМН України	Інститут гастроентерології	Не акредитовано	–	–	–	–
НАМН України	Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова	Не акредитовано	10 / на рік	40	6	15
НАМН України	Інститут дерматології та венерології	Не акредитовано	–	–	–	–
НАМН України	Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В.Т. Зайцева	Не акредитовано	–	–	–	–
НАМН України	Інститут мікробіології і імунології імені І. І. Мечникова	Не акредитовано	12 / на 4 роки	12	3	25
НАМН України	Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої	Не акредитовано	–	–	–	–
НАМН України	Інститут проблем ендокринної патології ім. В. Я. Данилевського	Не акредитовано	10 / на рік	40	3	8
НАМН України	Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка	Не акредитовано	10 / на рік	40	1	3
НАМН України	Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків	Не акредитовано	10 / на рік	40	–	–
НАН України	Центр інноваційних медичних технологій	Не акредитовано	6 / на рік	24	1	4
НАН України	Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького	Не акредитовано	20 / на рік	80	3	4
НАН України	Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця	Не акредитовано	7 / на рік	28	9	32
НАН України	Інститут проблем кріобіології і кріомедицини	Не акредитовано*	2 / на рік	8	7	88
МОН України	Ужгородський національний університет	Сертифікат № 843	30 / на рік	120	128	106
МОН України	Чорноморський національний університет імені Петра Могили	Не акредитовано	6 / на рік	24	12	50
МОН України	Сумський державний університет	Сертифікат №2026	30 / на рік	120	75	63
МОН України	Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна	Сертифікат №2983	50 / на рік	200	33	17

Відомство	Установа	Акредитація НАЗЯВО	Ліцензований обсяг	Обсяг на 4 р.	Фактична кількість здобувачів	%
ДУС	Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини	Умовна	15 / на рік	60	3	5
МО України	Українська військово- медична академія	Сертифікат №2029	6 / на рік	24	–	–
ПВНЗ	Київський медичний університет	Не акредитовано	30 / на рік	120	7	6

Примітки: «–» – заклад освіти заблокований або не вносить актуальну інформацію в Єдину державну електронну базу з питань освіти; % – відношення фактичної кількості здобувачів PhD до ліцензованого обсягу на відповідному рівні; * – рішення про акредитацію ОНП "222 Медицина" ІПКіК НАН України ухвалене на засіданні НАЗЯВО 22 листопада 2022 р. (протокол № 20 (25), акредитаційна справа № 1089/АС-22).

Загальний ліцензований обсяг підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» станом на 01.11.2022 р. в Україні становив 4784 місця, проте фактична кількість здобувачів, які здобувають ступінь доктора філософії була у 3 рази нижча та становить лише 33% від ліцензованого обсягу – 1575 здобувачів.

Розподіл ліцензійних на 4 роки обсягів підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» у ЗВО/НУ за підпорядкуванням є наступним:

- МОЗ України: 3428 місць;
- НАМН України: 548 місць;
- НАН України: 140 місць;
- МОН України: 464 місця;
- інші: 204 місця.

Найбільші ліцензовані обсяги підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» мають 3 ЗВО, підпорядковані МОЗ України, на які сумарно припадає 32% від загального ліцензованого обсягу за вказаною спеціальністю в Україні (1540 місць):

- Національний медичний університет (НМУ) імені О. О. Богомольця (600 місць; наказ МОН України від 05.05.2021 № 55-л);
- Вінницький національний медичний університет (ВНМУ) ім. М. І. Пирогова (520 місць; наказ МОН України від 30.03.2021 № 37-л);
- Національний університет охорони здоров'я (НУОЗ) України імені П. Л. Шупика (420 місць; наказ МОН України від 30.03.2021 № 37-л).

Сумарний ліцензований обсяг підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» у трьох вказаних ЗВО втричі перевищує сумарний ліцензований обсяг підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» у 20 НУ НАМН України та в 11 разів перевищує сумарний ліцен-

зований обсяг підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» в системі НАН України.

Фактична кількість здобувачів PhD за спеціальністю 222 «Медицина», які навчались станом на 01.11.2022 р. становила:

- МОЗ України: 1215 PhD здобувачів (35 % від ліцензії);
- НАМН України: 82 PhD здобувачі (15 % від ліцензії);
- НАН України: 20 PhD здобувачів (14 % від ліцензії);
- МОН України: 248 PhD здобувачів (53 % від ліцензії);
- інші: 10 PhD здобувачів (5 % від ліцензії).

Проведений аналіз відомостей про вказані вище ЗВО з найбільшими ліцензованими обсягами підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» (НМУ ім. О. О. Богомольця, Вінницький НМУ ім. М. І. Пирогова та НУОЗ України ім. П. Л. Шупика) в контексті фактичної кількості здобувачів та її співвідношення до ліцензованого обсягу показав, що фактична кількість здобувачів є значно нижчою за ліцензовані обсяги:

- НМУ ім. О. О. Богомольця – 87 здобувачів PhD (15% від ліцензії);
- ВНМУ ім. М. І. Пирогова – 132 здобувачі PhD (25% від ліцензії);
- НУОЗ України ім. П. Л. Шупика – 212 здобувачів PhD (50% від ліцензії).

Необхідно відзначити, що всі три вказані ЗВО провадять акредитовані ОНП, проте ліцензовані обсяги та їх фактичне виконання не узгоджується з п. 11 Постанови Кабінету Міністрів України № 1187 [11]: «У разі встановлення факту використання за календарний

рік менше 50 відсотків ліцензованого обсягу за певним рівнем вищої освіти або за певною освітньою програмою, що передбачає присвоєння професійної кваліфікації з професій, для яких запроваджено додаткове регулювання, на відповідному рівні вищої освіти, орган ліцензування приймає рішення про звуження провадження освітньої діяльності у закладі освіти з урахуванням найбільшої фактичної кількості здобувачів вищої освіти протягом одного календарного року навчання за певним рівнем вищої освіти або за певною освітньою програмою, що передбачає присвоєння професійної кваліфікації з професій, для яких запроваджено додаткове регулювання, на відповідному рівні вищої освіти.

Зважаючи, що кількість дисертаційних робіт в галузі «22 – Охорона здоров'я», поданих до захисту впродовж останніх років за даними [1] стабільно є однією з найвищих серед всіх галузей знань, постає необхідність аналізу фактичного виконання ліцензійних обсягів підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина». Оцінка співвідношення фактичної кількості здобувачів та ліцензованого обсягу підготовки PhD (виконання ліцензії) за спеціальністю 222 «Медицина» окремо по кожному закладові показала наступні середні показники по відомствам:

установи, МОЗ України – $36,6 \pm 5,8$ (95% ДІ: 25,3–47,9) %;

установи НАМН України – $18,4 \pm 3,5$ (95% ДІ: 11,5–25,2) %;

установи НАН України – $32,0 \pm 19,8$ (95% ДІ: 6,8–70,8) %;

установи МОН України – $59,0 \pm 18,4$ (95% ДІ: 22,9–95,1) %.

Серед усіх ЗВО/НУ станом на 01.11.2022 р. у 20 установах (39 %) навчалось не більше 10 здобувачів PhD за спеціальністю 222 «Медицина»:

- Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН України (1 PhD здобувач);

- Інститут нефрології НАМН України (1 PhD здобувач);

- Інститут отоларингології ім. проф. О. С. Коломійченка НАМН України (1 PhD здобувач);

- Інститут фармакології та токсикології НАМН України (1 PhD здобувач);

- Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України (1 PhD здобувач);

- Центр інноваційних медичних технологій НАН України (1 PhD здобувач);

- Луганський державний медичний університет МОЗ України (2 PhD здобувачі);

- Національний фармацевтичний університет МОЗ України (3 PhD здобувачі);

- Інститут мікробіології і імунології імені І. І. Мечникова НАМН України (3 PhD здобувачі);

- Інститут проблем ендокринної патології ім. В. Я. Данилевського НАМН України (3 PhD здобувачі);

- Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України (3 PhD здобувачі);

- Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини ДУС (3 PhD здобувачі);

- Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України (4 PhD здобувачі);

- Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України (6 PhD здобувачів);

- Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України (7 PhD здобувачів);

- ПВНЗ «Київський медичний університет» (7 PhD здобувачів);

- Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України (8 PhD здобувачів);

- Донецький національний медичний університет МОЗ України (8 PhD здобувачів);

- Національний інститут хірургії та трансплантології ім. О. О. Шалімова НАМН України (9 PhD здобувачів);

- Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України (9 PhD здобувачів).

Привертає увагу, що серед 20 ЗВО/НУ з найнижчою фактичною кількістю здобувачів PhD за спеціальністю 222 «Медицина» станом на 01.11.2022 р. жодна установа не мала успішного досвіду акредитації ОНП за вказаною спеціальністю на 5 років та лише дві установи мали умовну акредитацію – Інститут отоларингології ім. проф. О. С. Коломійченка НАМН України та Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини ДУС, а 18 інших ЗВО/НУ провадили неакредитовані ОНП (таблиця).

Серед установ НАН України, які провадять підготовку PhD за спеціальністю 222 «Медицина» привертає увагу Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, який, маючи найменший ліцензований обсяг прийому (2 здобувачі на рік) має найвищу ефективність виконання ліцензованого обсягу на

рівні 88% (7 здобувачів на 8 місць). Крім того, за результатами розгляду ОНП Галузевою експертною радою НАЗЯВО, отримано рекомендацію щодо акредитації ОНП «222 «Медицина» (акредитаційна справа № 1089/АС-22) та вказаний Інститут ймовірно отримає першу та єдину на сьогодні акредитовану ОНП за спеціальністю 222 «Медицина» в системі НАН України (рішення про акредитацію ОНП ухвалене на засіданні НАЗЯВО 22.11.2022 р. (протокол № 20).

Нижче наведено перелік установ з виконанням ліцензійного обсягу менше ніж на 25%, який налічує 21 установу:

- Інститут нефрології НАМН України (3 %);
- Інститут отоларингології ім. проф. О. С. Коломійченка НАМН України (3 %)
- Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України (3 %)
- Луганський державний медичний університет МОЗ України (4 %);
- Центр інноваційних медичних технологій НАН України (4 %);
- Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України (4 %);
- Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини ДУС (5 %);
- Національний фармацевтичний університет МОЗ України (5 %);
- ПВНЗ «Київський медичний університет» (6 %);
- Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН України (8 %);
- Інститут проблем ендокринної патології ім. В.Я. Данилевського НАМН України (8 %);
- Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України (10 %);
- Донецький національний медичний університет МОЗ України (12 %);
- Національний медичний університет імені О. О. Богомольця МОЗ України (15 %);
- Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України (15 %);
- Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна МОН України (17 %);
- Полтавський державний медичний університет МОЗ України (20 %);
- Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України (20 %);
- Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова МОЗ України (25 %);

- Інститут фармакології та токсикології НАМН України (25 %);
- Інститут мікробіології і імунології імені І. І. Мечникова НАМН України (25 %).

З позиції норм п. 11 Постанови Кабінету Міністрів України № 1187 лише 18 % ЗВО/НУ, які провадять підготовку PhD за спеціальністю 222 Медицина», виконали ліцензований обсяг більше ніж на 50 %, серед яких зокрема три ЗВО, підпорядкованих МОН України та один Інститут, підпорядкований НАН України:

- Ужгородський національний університет МОН України (106% від ліцензії);
- Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України (88% від ліцензії);
- Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького МОЗ України (80% від ліцензії);
- Дніпровський державний медичний університет МОЗ України (69% від ліцензії);
- Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України (67% від ліцензії);
- Сумський державний університет МОН України (63% від ліцензії);
- Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика МОЗ України (50% від ліцензії);
- Харківський національний медичний університет МОЗ України (50% від ліцензії);
- Чорноморський національний університет імені Петра Могили МОН України (50% від ліцензії).

Вивчення розподілу PhD за спеціальністю 222 «Медицина» залежно від наявності акредитації ОНП за відомствами показав, що 120 здобувачів (8 %) на 01.11.2022 р. навчались за неакредитованими програмами:

- МОЗ України: 44 PhD здобувачі (4 %);
- НАМН України: 37 PhD здобувачів (45 %);
- НАН України: 20 PhD здобувачів (100 %);
- МОН України: 12 PhD здобувачів (5 %);
- інші: 7 PhD здобувачів (70 % від ліцензії).

ВИСНОВКИ

Результати дослідження вказують на доцільність перерозподілу ліцензійних обсягів підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» з урахуванням результатів акредитації ОНП та фактичної кількості здобувачів, які виявили бажання здобувати ступінь доктора

філософії в конкретному ЗВО/НУ. Є доцільною активізація акредитації ОНП НУ НАН України та збільшення ліцензованих обсягів

підготовки PhD за спеціальністю 222 «Медицина» у ЗВО, підпорядкованих МОН України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Breus, Yu., Kolisnyk, L., Meniailo, V., & Nikolaiev, Ye. (2021). *Zdobutky i vyklyky eksperymentu z prysudzhennia naukovooho stupenia doktora filosofii* [Achievements and challenges of the experiment on awarding the scientific degree of Doctor of Philosophy]. Kyiv: Kyivskyi universytet imeni Borysa Hrinchenka (in Ukrainian).
2. Hladkykh, F. (2021). The System of Training Doctors of Philosophy in the Field of Health Care of Ukraine and Analysis of the Results of Accreditation Examinations of Structured Educational and Scientific Programs. *Path of Science*, 7(12). doi: [10.22178/pos.77-13](https://doi.org/10.22178/pos.77-13)
3. Hladkykh, F. (2022). Porivnialna otsinka yakosti ta perspektyvnosti provadzhennia osvitno-naukovykh prohram pidhotovky PhD za spetsialnistiu «222 – Medytsyna» haluzi znan «22 – Okhorona zdorovia» za rezultatamy akredytatsiinykh ekspertyz [Comparative assessment of the quality and prospects of the implementation of educational and scientific programs of PhD training in the specialty "222 - Medicine" of the field of knowledge "22 - Health care" according to the results of accreditation examinations]. Retrieved from <https://zenodo.org/record/7387334#.Y53Y233P2M8> (in Ukrainian).
4. Kvit, S., & Yeremenko, K. (2021). *Richnyi zvit Natsionalnoho ahentstva iz zabezpechennia yakosti vyshchoi osvity* [Annual report of the National Agency for Quality Assurance in Higher Education]. Kyiv: Natsionalne ahentstvo iz zabezpechennia yakosti vyshchoi osvity (in Ukrainian).
5. Meniailo, V. (2020). Kontseptualna model pidhotovky maibutnikh doktoriv filosofii do doslidnytsko-innovatsiinoi diialnosti [Conceptual model of training future doctors of philosophy for research and innovation activities]. *Naukovi zapysky. Seriya: pedahohika*, 1, 129–36 (in Ukrainian).
6. Nikolaiev, Ye. (2016). *Yak stvoryty v Ukraini suchasnu systemu pidhotovky doktoriv filosofii (PhD)?* [How to create a modern system of PhD training in Ukraine] Kyiv: Yevropeyskyi informatsiino-doslidnytskyi tsentr (in Ukrainian).
7. Polozhennia pro Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy [Regulations on the Ministry of Education and Science of Ukraine] (Ukraine), 16.10.2014, No 630. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/630-2014-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
8. Polozhennia pro Yedynu derzhavnu elektronnu bazu z pytan osvity (Ukraine), 08.06.2018, No 620. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1132-18#Text> (in Ukrainian).
9. Pro prysudzhennia stupenia doktora filosofii [About awarding the degree of Doctor of Philosophy] (Ukraine), 06.03.2019, № 167. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2019-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
10. Pro utvorennia Natsionalnoho ahentstva iz zabezpechennia yakosti vyshchoi osvity [On the establishment of the National Agency for Quality Assurance in Higher Education] (Ukraine), 15.04.2015, № 244. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/244-2015-%D0%BF#n15> (in Ukrainian).
11. Pro zatverdzhennia litsenziinykh umov provadzhennia osvitnoi diialnosti [About the statement of License conditions of carrying out educational activity] (Ukraine), 30.12.2015, No 1187. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1187-2015-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).

12. Pro zatverdzhennia pereliku haluzei znan i spetsialnostei, za yakymy zdiisniuietsia pidhotovka zdobuvachiv vyshchoi osvity (Ukraine), 29.04.2015, No 266. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
13. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro akredytatsiiu osvitnikh prohram, za yakymy zdiisniuietsia pidhotovka zdobuvachiv vyshchoi osvity [On approval of the Regulations on accreditation of educational programs, which are used to train applicants for higher education] (Ukraine), 11.07.2019, No 977. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#Text> (in Ukrainian).
14. Pro zatverdzhennia Poriadku prysudzhennia stupenia doktora filosofii ta skasuvannia rishennia razovoi spetsializovanoi vchenoi rady zakladu vyshchoi osvity, naukovoï ustanovy pro prysudzhennia stupenia doktora filosofii [On approval of the Procedure for awarding the degree of Doctor of Philosophy and cancellation of the decision of a one-time specialized academic council of a higher education institution, scientific institution to award the degree of Doctor of Philosophy] (Ukraine), 12.01.2022, No 44. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/44-2022-%D0%BF> (in Ukrainian).
15. Salata, I., & Horachuk, V. (2021). Training for the healthcare system: organizational and legal aspects. *Investytsiyi: Praktyka Ta Dosvid*, 5, 102. doi: [10.32702/2306-6814.2021.5.102](https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.5.102)
16. Volosovets, O. P. (2016). PhD prohramy v okhoroni zdorov'ia [PhD programs in health care]. *Medychna Osvita*, 2. doi: [10.11603/me.v0i2.6211](https://doi.org/10.11603/me.v0i2.6211) (in Ukrainian).
17. Yedyna derzhavna elektronna baza z pytan osvity. (2022). *Information*. Retrieved September 01, 2022, from <https://info.edbo.gov.ua> (in Ukrainian).

Правові аспекти інформаційної безпеки у телемедицині в Україні

Legal Aspects of Information Security in Telemedicine in Ukraine

Гжегож Павловські¹, Ольга Барабаш², Мирослав Ковалів², Мар'яна Хмиз³,
Ірина Мисюк³, Аліна Грищук²

Grzegorz Pawlowski, Olha Barabash, Myroslav Kovaliv, Mariana Khmyz, Iryna Mysiuk, Alina Hryshchuk

¹ *Zakład Handlowo-Uslugowy BHP*

17 Kostrzynska Street, Gorzysca, 69-113, Poland

² *Lviv State University of Internal Affairs*

26 Horodotska Street, Lviv, 79007, Ukraine

³ *Ivan Franko National University of Lviv*

1 Uniwersytetska Street, Lviv, 79000, Ukraine

DOI: [10.22178/pos.87-2](https://doi.org/10.22178/pos.87-2)

JEL Classification: K30

Received 10.10.2022

Accepted 20.11.2022

Published online 30.11.2022

Corresponding Author:

Myroslav Kovaliv

mkovaliv1@ukr.net

© 2022 The Authors. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License 

Анотація. У статті з позиції сучасної теорії інформаційного права, на основі чинного українського законодавства та нормативно-правових актів Європейського Союзу, розглянуто правові аспекти інформаційної безпеки у телемедицині в Україні. Актуальність теми зумовлена необхідністю удосконалення законодавства України з метою комплексного теоретичного обґрунтування підвищення ефективності забезпечення інформаційної безпеки. У ході дослідження застосовано методологію системного комплексного аналізу правових явищ із застосуванням факторного та еволюційного методів дослідження. Зазначено, сучасні інформаційні технології дозволяють лікарям надавати дистанційну медичну допомогу, здійснювати постійний моніторинг стану здоров'я пацієнтів. У період пандемії COVID-19 зросла потреба у наданні віддаленої медичної допомоги. Вказано, що телемедичні технології використовуються для проведення досліджень та виявлення захворювань на основі автоматизованої обробки великих масивів персональних і медичних даних. В умовах цифровізації медицини зростає значення інформаційної безпеки пацієнтів та інших суб'єктів телемедичної діяльності. Обробка великих обсягів персональних даних про здоров'я пацієнтів в інформаційних системах підвищує ризики порушення недоторканності приватного життя та потребує більш високих стандартів захисту інформації.

Ключові слова: інформаційні системи; інформаційно-комунікаційні технології; медицина; медичні пристрої; персональні дані; кіберзагрози; Україна.

Abstract. In the article, the legal aspects of information security in telemedicine in Ukraine are considered from the modern theory of information law based on current Ukrainian legislation and regulations of the European Union. The topic's relevance is due to the need to improve the legislation of Ukraine to provide a comprehensive theoretical justification for enhancing the effectiveness of information security. In the course of the study, the methodology of the systematic, comprehensive analysis of legal phenomena using factor and evolutionary research methods was applied. It is noted that modern information technologies allow doctors to provide remote medical care to monitor patients' health constantly. During the COVID-19 pandemic, the need for remote medical care has increased. It is indicated that telemedicine technologies are used to conduct research and detect diseases based on the automated processing of large amounts of personal and medical data. In the digitalization of medicine, the importance of information security of patients and other subjects of telemedicine activities is growing. The processing of large amounts of personal data on patients' health in information systems increases the risks of privacy violations and requires higher standards of information protection.

Keywords: information systems; information and communication technologies; medicine; medical devices; personal data; cyber threats; Ukraine.

ВСТУП

Впровадження інформаційних технологій в медицину впливає на управління системою охорони здоров'я, трансформує ринок медичних послуг, залучає до економіки охорони здоров'я нових учасників економічних відносин – власників телемедичних платформ, операторів зв'язку, операторів хмарних сервісів, виробників телемедичних пристроїв, розробників програмного забезпечення. Дані процеси трансформації суспільних відносин у медицині вимагають адекватних механізмів правового регулювання, що закріплюють правовий статус суб'єктів правовідносин у сфері застосування інформаційних технологій в медицину (телемедицині), захищають права пацієнтів та публічні інтереси у сфері охорони здоров'я.

Важливе значення для розробки проблеми мали праці вчених-правознавців і практиків: В. Б. Авер'янова, О. О. Баранова, О. І. Берлача, Н. П. Бортник, Ю. П. Битяка, І. С. Гриценко, П. В. Діхтієвського, С. С. Єсімова, Р. А. Калюжного, Т. О. Коломоєць, В. К. Колпакова, О. В. Кузьменко, В. І. Курила, Є. В. Курінного, Р. С. Мельника, В. Я. Настюка, Н. М. Оніщенко, О. І. Остапенка, О. О. Селіванова, Р. М. Скриньковського, О. І. Харитоновой, Я. М. Шевченка та інших.

Розвиток інформаційних технологій та поява нових технологій у охороні здоров'я потребує вивчення правовідносин, що виникають у цій сфері.

Отже, з огляду на викладене вище, *метою статті* є вивчення особливостей правовідносин у сфері інформаційної безпеки у телемедицині в Україні.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Стаття 3 Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» визначає поняття «телемедицина» як комплекс дій, технологій та заходів, що застосовуються під час надання медичної допомоги [1, с. 723]. Незважаючи на широкий спектр правових питань, пов'язаних із здійсненням телемедичної діяльності, найбільша кількість досліджень та наукових дискусій у галузі телемедицини та електронної охорони здоров'я сконцентрована на питаннях інформаційної безпеки (захист персональних даних, забез-

печення безпеки інформаційних систем охорони здоров'я, організація електронного документообігу в медицині тощо).

Така увага до інформаційної безпеки в телемедицині пояснюється причинами етико-правового характеру. Ігнорування проблем інформаційної безпеки перекреслює всі переваги телемедичних технологій, оскільки від ступеня забезпечення інформаційної безпеки залежить довіра громадян до нових технологій, їхня готовність передати надзвичайно важливу сферу свого життя в «руки» комп'ютерів, мереж зв'язку, інформаційних систем та алгоритмів.

Від інформаційної безпеки телемедицини у результаті залежить фізична безпека пацієнтів. Тільки високі стандарти захисту інформації, розумний баланс між публічними та приватними інтересами в інформаційній сфері здатні легітимувати використання нових технологій в охороні здоров'я.

Інші правові аспекти телемедичної діяльності тим чи іншим чином пов'язані з питаннями інформаційної безпеки та опосередковано виконують функцію забезпечення інформаційної безпеки.

Ліцензійні вимоги до телемедичної діяльності повинні охоплювати: вимоги до інформаційної безпеки медичних виробів (пристроїв та програмного забезпечення), до кваліфікації працівників у сфері поводження з телемедичними технологіями; встановлення належного контакту з пацієнтом та ознайомлення з історією хвороби пацієнта, яке здійснюється через процедури ідентифікації та автентифікації; питання відповідальності, які включають відповідальність за неналежну експлуатацію інформаційних систем, незаконне опрацювання персональних даних, розголошення лікарської таємниці, а також інші правопорушення в інформаційній сфері, які можуть спричинити негативні наслідки для пацієнтів; страхування, яке може передбачати покриття ризиків інформаційної безпеки під час надання телемедичних послуг.

Міждисциплінарна природа означених питань характеризує інформаційну безпеку не як приватну, другорядну чи факультативну проблему, а як загальну та невід'ємну частину процесу переходу від традиційної охорони здоров'я до телемедичної та електронної охорони здоров'я.

Доктрина інформаційної безпеки України визначає інформаційну безпеку як стан захищеності особистості, суспільства та держави від внутрішніх та зовнішніх інформаційних загроз, при якому забезпечуються реалізація конституційних прав і свобод людини та громадянина, гідна якість та рівень життя громадян, суверенітет, територіальна цілісність, оборона та безпека держави [2].

Назване визначення є похідним від визначення національної безпеки, що охоплює питання забезпечення інформаційної безпеки в масштабах держави. У Стратегіях національної та інформаційної безпеки України наголошується на створенні умов для реалізації прав і свобод, сталого соціально-економічного розвитку [3; 4]. Такий позитивний підхід до розуміння безпеки є прогресивним та відповідає потребам суспільства. У такій парадигмі розвиток телемедицини може бути віднесений до напрямів забезпечення інформаційної безпеки в економічній сфері, у сфері суспільної безпеки, науки та технологій. Захист від зовнішніх та внутрішніх загроз не повинен недооцінюватися при забезпеченні інформаційної безпеки.

Як зазначають дослідники питань правового забезпечення інформаційної безпеки, світоглядна парадигма, де перевага надається терміну «захищеність», не втрачає значущості з урахуванням появи нових ризиків та загроз.

Стан захищеності не є статичним, а вимагає постійного вдосконалення у зв'язку з новими викликами та погрозами, що виникають у динамічний інформаційний вік, їх транскордонністю, надзвичайно швидким розвитком, трансформацією, коли інформаційні технології стрімко розвиваються та приносять суспільству не тільки благо, а й безліч проблем, а також використовуються у злочинних цілях. Телемедицина є однією з найбільш схильних до кіберзагроз сфер.

Статистика демонструє стрімке зростання кількості кібератак на інформаційні системи охорони здоров'я у всьому світі, а загальна шкода від інцидентів для галузі вимірюється мільярдами доларів США. Основними методами атак на медичні установи є зараження шкідливим програмним забезпеченням та злом облікових записів співробітників.

В Україні відзначається зростання кількості внутрішніх витоків медичних даних з вини

співробітників медичних організацій, що підтверджує актуальність протидії не лише зовнішнім, а й внутрішнім загрозам безпеці.

У зарубіжній доктрині та закордонних правових актах поширений підхід до розуміння інформаційної безпеки, за якого інформаційна безпека охоплює питання захисту інформації та інформаційних систем від кіберзагроз.

У цьому контексті забезпечення інформаційної безпеки передбачає захист інформаційних систем від несанкціонованого доступу, спотворення, модифікації, знищення інформації.

Наприклад, у правових документах Європейського Союзу до інформаційної безпеки відносять безпеку мереж та інформаційних систем, що означає здатність протидіяти будь-якій дії, яка наражає на небезпеку доступність, автентичність, цілісність або конфіденційність інформації, що зберігається, передається або обробляється. У українському законодавстві дана діяльність охоплюється поняттям «захист інформації», що розкривається у Законі України «Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах» [5].

Окремі вимоги щодо захисту інформаційних систем містяться у законодавстві України про безпеку критичної інформаційної інфраструктури. У національній доктрині інформаційного права України наголошується, що відносини щодо забезпечення інформаційної безпеки недоцільно зводити лише до правовідносин із захисту інформації [6].

Особливістю даного підходу до інформаційної безпеки є комплексне охоплення всіх питань, пов'язаних з інформаційними правовідносинами охоронного та регулятивного характеру. У такому значенні до інформаційної безпеки належать відносини суб'єктів інформаційно-правової діяльності щодо: формування та розвитку інформаційної інфраструктури; реалізації права на інформацію; захисту особистості, суспільства, держави від недоброякісної, хибної інформації та дезінформації; захисту інформації, зокрема персональних даних, в інформаційних системах; захисту прав споживачів та розвитку конкуренції в інформаційній сфері; реалізації відповідальності за правопорушення в інформаційній сфері; стандартизації як засобу забезпечення сумісності у комунікаційних мережах [7, 8, 9, 10, 11].

Таке визначення інформаційної безпеки є виправданим у контексті вибудовування державної політики в інформаційній сфері, як це реалізовано у Доктрині інформаційної безпеки України.

Такий підхід ототожнює правове забезпечення інформаційної безпеки з інформаційним правом та не дозволяє відокремити специфічний предмет правового регулювання. З метою дослідження правових аспектів інформаційної безпеки доцільно провести внутрішнє розмежування питань інформаційної безпеки групи питань, мають загальне цільове призначення.

Методологічно правові аспекти інформаційної безпеки можна поділити на дві групи. Перші покликані забезпечувати інформаційну взаємодію (оборот даних) з метою реалізації прав і законних інтересів суб'єктів права. Друга група питань стосується протидії кіберзагроз. Якщо раніше основними питаннями інформаційної безпеки були питання протидії кіберзагрозам, то в умовах розвитку цифрової економіки важливими є питання забезпечення інформаційної взаємодії, обороту даних.

Оборот даних є необхідною умовою для сталого соціально-економічного розвитку в інформаційному суспільстві. У правовій доктрині Європейського Союзу питання правового забезпечення інформаційної взаємодії та обороту даних охоплюються поняттям інтероперабельності.

Стосовно медицини правові аспекти кібербезпеки включають питання правового забезпечення безпеки критичної інформаційної інфраструктури у сфері охорони здоров'я, вимоги до захисту інформаційних систем охорони здоров'я, питання відповідальності за правопорушення у сфері використання інформаційних систем охорони здоров'я.

Дані питання не мають вираженої специфіки у сфері електронної охорони здоров'я, які істотно відрізняли б підходи до забезпечення кібербезпеки телемедицини від інших областей. Правові аспекти обігу даних включають питання правового режиму інформації, що використовується в телемедицині, та правового забезпечення електронного документообігу в телемедицині. Правовий режим інформації встановлює юридичні властивості інформації. Інші правові засоби забезпечення

інформаційної безпеки встановлюють правові умови, у яких реалізується правовий режим інформації.

Електронний документообіг у телемедицинській установі становить інфраструктурну базу інформаційного обміну, без якого неможлива телемедична діяльність. Ключові аспекти правового забезпечення інформаційної безпеки електронного документообігу в телемедицинській галузі включають правові основи створення електронних записів про здоров'я пацієнтів, організації інформаційних систем охорони здоров'я та їх взаємодії, вимоги до ідентифікації та автентифікації суб'єктів [12, с. 119].

Для забезпечення інформаційної безпеки важливо гарантувати безпеку медичного обладнання, пристроїв та програмного забезпечення, що використовуються для передачі інформації між суб'єктами телемедичної діяльності та її обробки.

Особливо це питання набуває актуальності у зв'язку з розвитком «Інтернету речей» у медицині (включаючи пристрої, що імплантуються в організм людини, що формують «Інтернет людей»), архітектура якого вимагає додаткових рішень у сфері інформаційної безпеки. Подібний підхід характерний для Національної економічної стратегії на період до 2030 року [13].

У телемедицині велике значення мають вимоги, які пред'являються до виробників телемедичних пристроїв та розробників програмного забезпечення. На прикладі даних суб'єктів найбільш чітко простежується необхідність у визнанні дуалізму правовідносин у сфері телемедицини про розмежування правовідносин у сфері професійної медичної діяльності та правовідносин, не пов'язаних з професійною медичною діяльністю.

Традиційно виробники медичних пристроїв підпадають під сферу спеціального регулювання у сфері безпеки медичних інформаційних технологій та систем (далі – медичних пристроїв). У Європейському Союзі безпека медичних пристроїв та додатків підпадає не тільки під регулювання універсальної Директиви про загальну безпеку продуктів, а й спеціального законодавства, включаючи Директиву про медичні вироби [14].

В Україні передбачено процедуру реєстрації медичних пристроїв, у тому числі програмно-

го забезпечення, що включає експертизу якості, безпеки та ефективності. Якщо пристрій або програмний додаток не підпадає під законодавче визначення медичного пристрою, то на нього поширюється загальне регулювання безпеки продуктів та законодавство про захист прав споживачів. У правовій літературі країн Європейського Союзу наголошується на необхідності диференціації медичних пристроїв та програмних додатків, що використовуються в телемедичній медицині, на спеціалізовані та загального використання (гаджети, девайси та додатки для підтримки здорового способу життя, що вимірюють пульс, тиск, фізичну активність).

Відповідно, диференціації повинні піддатися вимоги, які пред'являються до виробників пристроїв та розробників програмних додатків у телемедичній медицині. Одним із критеріїв такої диференціації може бути обумовлена виробником мета використання пристроїв та додатків. Якщо пристрій/додаток призначений для використання в терапевтичних, діагностичних, клінічних та інших медичних професійних цілях, він підпадає під режим медичних пристроїв.

Якщо виріб, наприклад, дозволяє здійснювати моніторинг фізіологічних параметрів, але не призначений для спеціалізованого використання, під спеціальний режим медичних пристроїв він не підпадає. Для введення в цивільний обіг не потрібно проходити встановлені для медичних пристроїв дозвільні процедури. Неякісні пристрої та програми загального використання можуть заподіяти шкоду здоров'ю людини, спотворюючи інформацію про параметри здоров'я людини. Доцільно запровадити спеціальні вимоги щодо забезпечення безпеки таких медичних виробів, включивши до Плану заходів з реалізації угоди про асоціацію відповідну Директиву Європейського Союзу [15].

Одним із правових засобів встановлення таких вимог може бути прийняття технічного регламенту безпеки пристроїв і додатків загального користування для моніторингу фізіологічних параметрів.

Умовою введення таких пристроїв та програмного забезпечення у цивільний обіг має бути обов'язок виробника та продавця з інформування споживача про цілі використання пристрою/дodatка, обмеження використання, можливі похибки у вимірі фізіологічних

параметрів. Принципи забезпечення безпеки та конфіденційності повинні враховуватись при розробці стандартів, технічних регламентів, підготовці технічних завдань на розробку пристроїв.

Основну частину медичної інформації, що обробляється у процесі здійснення телемедичної діяльності, становлять персональні дані пацієнтів. Ця категорія інформації є найбільш чутливою та вразливою перед загрозами інформаційної безпеки.

Інформація про стан здоров'я пацієнтів є найбільш цінною інформацією, в обробці якої зацікавлені багато суб'єктів.

Існуючі гарантії права на недоторканність приватного життя, правовий режим персональних даних та правовий режим лікарської таємниці певною мірою виступають обмежувачами для впровадження інформаційних технологій у медицину, яка потребує більш вільного інформаційного обміну.

Дистанційний моніторинг стану здоров'я, забезпечення повсюдного доступу до електронних медичних карт пацієнтів, проведення медичних досліджень з використанням електронних записів про здоров'я пацієнтів потребують гнучкого підходу до правового регулювання відносин у сфері медичних даних. Зміна технології ставить питання щодо пошуку іншого балансу між правом на доступ до інформації та правом на недоторканність приватного життя у сфері охорони здоров'я. Найбільш гостро проблема співвідношення публічних інтересів у сфері охорони здоров'я та недоторканності приватного життя поставила під час пандемії COVID-19.

Активне вторгнення у приватне життя громадян з метою забезпечення охорони громадського здоров'я порушило питання про можливе усунення балансу приватних та публічних інтересів у сфері персональних даних.

Чинне законодавство про персональні дані виявилось недостатньо підготовленим до надзвичайних обставин, подібних до пандемії COVID-19, внаслідок чого заходи, що вживаються урядами в терміновому порядку, виходили за рамки встановленого правового режиму, нерідко носили неконтрольований характер і викликали занепокоєння громадян за збереження кордонів приватного життя не тільки під час пандемії, а й після неї. Вразли-

вою виявилася та система безпеки даних, що збиралася, мала місце витоку інформація щодо пацієнтів з COVID-19.

Зміни правового режиму персональних даних про стан здоров'я повинні здійснюватися в рамках конституційних засад: будь-які обмеження прав і свобод повинні обґрунтовуватися необхідністю захисту цінностей, що охороняються конституцією, бути справедливими, адекватними, пропорційними і не порушувати права і свободи, що обмежуються.

ВИСНОВКИ

1. У системі правового забезпечення телемедицини інформаційна безпека є важливим

елементом, оскільки у сучасних умовах, коли інформаційні технології проникають у життя людини, від інформаційної безпеки безпосередньо залежить його фізична безпека, реальна захищеність прав і законних інтересів. Усі інші правові питання телемедицини включають аспекти інформаційної безпеки.

2. З урахуванням розуміння інформаційної безпеки в правовій доктрині з метою дослідження правового забезпечення інформаційної безпеки в медичній галузі запропоновано розмежувати коло питань, пов'язаних з обігом інформації між суб'єктами правовідносин та питання протидії кіберзагрозам в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Katynska, L. (2022). Poniattia telemedytsyny v zakonodavstvi Ukrainy [The concept of telemedicine in the legislation of Ukraine]. In *Yevropeyskyi vybir Ukrainy, rozvytok nauky ta natsionalna bezpeka v realiiakh masshtabnoi viiskovoi ahresii ta hlobalnykh vyklykiv XXI stolittia* (pp. 722–725). Retrieved from <http://dspace.onua.edu.ua/handle/11300/19771> (in Ukrainian).
2. Doktryna informatsiinoi bezpeky Ukrainy [Information Security Doctrine of Ukraine] (Ukraine), 25.02.2017, No 47/2017. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/47/2017#Text> (in Ukrainian).
3. Stratehiia natsionalnoi bezpeky Ukrainy [National security strategy of Ukraine] (Ukraine), 14.09.2020, No 392/2020. Retrieved September 01, 2022, from <https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037> (in Ukrainian).
4. Stratehiia informatsiinoi bezpeky [Information security strategy] (Ukraine), 28.12.2021, No 685/2021. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/685/2021#Text> (in Ukrainian).
5. Pro zakhyst informatsii v komunikatsiinykh systemakh [On the protection of information in communication systems] (Ukraine), 05.07.1994, No 80/94-BP. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80/94-%D0%B2%D1%80#Text> (in Ukrainian).
6. Malashko, O., & Yesimov, S. (2017). Content of state activities to ensure information security. *Internauka*, 15. doi: [10.25313/2520-2057-2020-15-6341](https://doi.org/10.25313/2520-2057-2020-15-6341)
7. Skrynkovskyy, R., & Malashko, O. (2020). Structural and classification characteristics of providing information security. *Internauka. Series: "Juridical Sciences,"* 7(29). doi: [10.25313/2520-2308-2020-7-6200](https://doi.org/10.25313/2520-2308-2020-7-6200)
8. Sopilnyk, L., Skrynkovskyy, R., Malashko, O., & Sopilnyk, R. (2017). Features of providing information security: the experience of individual countries of Eastern Europe. *Internauka*, 12. doi: [10.25313/2520-2057-2020-12-6226](https://doi.org/10.25313/2520-2057-2020-12-6226)
9. Malashko, O. (2017). Priority areas for improving information security in Ukraine. *Internauka. Series: "Juridical Sciences,"* 6(28). doi: [10.25313/2520-2308-2020-6-6163](https://doi.org/10.25313/2520-2308-2020-6-6163)
10. Sopilnyk, L., Skrynkovskyy, R., Vikonskyi, V., Kovaliv, M., Zayats, R., Yesimov, S., & Malashko, O. (2020). Features of Legal Support of Information Security in the Use of Cloud Technologies by Public Authorities. *Path of Science*, 6(6), 5006–5013. doi: [10.22178/pos.59-6](https://doi.org/10.22178/pos.59-6)

11. Skrynkovskyy, R., Sopilnyk, R., Malashko, O., Vikonskyi, V., Kovaliv, M., Protsiuk, T., Yesimov, S., & Zayats, R. (2020). Principles of Legal Regulation of the Use of Cloud Technologies for Personal Data Processing. *Path of Science*, 6(7), 2022–2029. doi: [10.22178/pos.60-9](https://doi.org/10.22178/pos.60-9)
12. Kovaliv, M., Yesimov, S., & Yarema, O. (2022). *Informatsiine pravo Ukrainy* [Information law of Ukraine]. Lviv: Lvivskyi derzhavnyi universytet vnutrishnikh sprav (in Ukrainian).
13. Pro zatverdzhennia Natsionalnoi ekonomichnoi stratehii na period do 2030 roku [On approval of the National Economic Strategy for the period until 2030] (Ukraine), 03.03.2021, No 179. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
14. Concerning measures for a high common level of security of network and information systems across the Union (EU), 06.07.2016, No 2016/1148. Retrieved September 01, 2022, from <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/1148/oj>
15. Pro vykonannia Uhody pro asotsiatsiiu mizh Ukrainoiu, z odniiei storony, ta Yevropeiskym So-iuzom, Yevropeiskym spivtovarystvom z atomnoi enerhii i yikhnimy derzhavamy-chlenamy, z inshoi storony [On the implementation of the Association Agreement between Ukraine, of the one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, of the other part] (Ukraine), 25.10.2017, No 1106. Retrieved September 01, 2022, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1106-2017-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).

Феромонна комунікація комах: етологічний підхід

Pheromone Communication of Insects: an Ethological Approach

Оксана Пальчик¹
Oksana Palchik

¹ *Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy*
7 Rustaveli Lane, Kharkiv, 61050, Ukraine

DOI: [10.22178/pos.87-3](https://doi.org/10.22178/pos.87-3)

LCC Subject Category:
QH301-705.5

Received 10.10.2022
Accepted 20.11.2022
Published online 30.11.2022

Corresponding Author:
oksanapalchik@ukr.net

© 2022 The Author. This
article is licensed under a
Creative Commons Attribution
4.0 License 

Анотація. У статті розглядаються різні підходи щодо феромонної комунікації комах як однієї з форм соціальної поведінки, а саме зоологічний, фізіологічний, генетичний та зоопсихологічний. Вказано, що для комах соціальна поведінка розповсюджується на процес спарювання, який в даній роботі проаналізовано з точки зору різних наукових підходів. Розглянуто процес пошуку статевго партнера фізіологічно як феромонну комунікацію, генетично – особливості статевих хромосом, зоологічно – з одного боку безпосередньо процес залицяння, а з іншого вплив факторів середовища. На конкретних прикладах розглянуто залежність процесу спарювання від фізіологічних внутрішніх стимулів та факторів навколишнього середовища таких як освітлення (місячне або сонячне), нестандартний фотоперіод, наявність субстрату певного кольору, температура, швидкість вітру, наявність харчових об'єктів, просторове розміщення статевих партнерів над поверхнею землі, особливостей предметів, на яких знаходяться комахи, зорового образу, пов'язаного з феромонами, від харчування, статевої зрілості особин, а також комплексної дії факторів. Залежність процесу спарювання як від фізіологічних внутрішніх стимулів, генетичних особливостей так і від факторів навколишнього середовища пояснює не випадковість цього процесу і його соціальну площину. Саме застосування різноманітних етологічних підходів дозволяє здійснювати аналіз найчастіше супутньої інформації, отриманої в ході хіміко-біологічних досліджень, тоді як з'ясування цілісності процесу соціальної поведінки можливе завдяки етологічному підходу, який дозволяє синтезувати отримані дані в єдине ціле.

Ключові слова: соціальна поведінка комах; пошук статевго партнера; спарювання; феромонна комунікація; етологічний підхід.

Abstract. The article considers different approaches to insect pheromone communication as a form of social behaviour: zoological, physiological, genetic and zoopsychological. It is indicated that social behaviour extends to the mating process for insects, which is analysed in this paper from the point of view of various scientific approaches. Finding a sexual partner is considered physiologically as pheromone communication, genetically – features of sex chromosomes, zoologically – on the one hand directly, it's the process of courtship, and on the other one, it's the influence of environmental factors. The dependence of the mating process on internal physiological stimuli and environmental factors such as lighting (lunar or solar), non-standard photoperiod, the presence of a substrate of a specific colour, temperature, wind speed, the presence of food objects, the spatial placement of sexual partners above the surface of the earth is considered on particular examples. The features of things on which insects are found, the visual image associated with pheromones, from nutrition, sexual maturity of individuals, and the complex action of factors. The dependence of the mating process on internal physiological stimuli, genetic characteristics, and environmental factors explains the non-randomness of this process and social dimension. The application of various ethological approaches allows for analysing often accompanying information obtained during chemical and biological research. At the same time, clarifying the integrity of the process of social behaviour is possible thanks to the ethological approach, which allows synthesising the obtained data into a single whole.

Keywords: social behavior of insects; search for a sexual partner; mating; pheromone communication; ethological approach.

ВСТУП

На сучасному етапі вивчення соціальної поведінки тварин виділяють різні підходи, які обумовлюють міждисциплінарний характер даного наукового напрямку. З точки зору зоологічного підходу поведінка розглядається як механізм виживання живого організму в середовищі, яке постійно змінюється. Генетичний підхід дає можливість визначати поведінку як специфічний механізм, обумовлений взаємодією генів, фізіологічний – розглядає фізіолого-біохімічні механізми поведінки як показник фізіологічних процесів, а поведінка з точки зору зоопсихологічного підходу це показник процесу навчання [1]. Ряд відомих етологів виділяють єдиний етологічний підхід, який виникає внаслідок взаємодії різних підходів, що дозволяє зберегти етології свою внутрішню цілісність, бути відкритою для взаємодії з іншими дисциплінами й підходами та відігравати інтегративну роль у всіх дослідженнях, присвячених біології поведінки [2].

Але незалежно від напрямку наукового підходу проблема соціальної складової поведінки залишається незмінною, це проблема «біологічного сенсу». Ніколас Тінберген визначає біологічний сенс як проблему збереження особини, групи особин та виду в цілому. На його думку це сутність збереження групи окремими індивідами [3].

Розглядаючи особливості соціальної поведінки тварин різних класів, стосовно комах Тінберген відмічає, що для цієї групи живих організмів соціальна поведінка розповсюджується на процес спарювання. На нашу думку доцільно проаналізувати процес спарювання комах з точки зору різних наукових підходів, що дозволить здійснити аналіз і синтез наукової інформації.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Проведено аналіз та узагальнення вітчизняних та зарубіжних літературних публікацій стосовно феромонної комунікації комах як однієї з форм соціальної поведінки комах.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Процес спарювання полягає у пошуку статевго партнера, який проявляється у комах у безадресній призивній поведінці, яка викликається внутрішніми стимулами. Фізіологічно це феромонна комунікація, генетично – особливості статевих хромосом, з точки зору зоологічного підходу це з одного боку безпосередньо процес залицяння, а з іншого вплив факторів середовища.

Доведено, що феромонна система зв'язку характерна для більшості комах і заснована на узгоджуваному виконанні самцями та самками дій, які ведуть до спарювання, що здійснюється за допомогою хімічних засобів зв'язку – статевих феромонів [4]. Феромони – це біологічно активні речовини, що виділяють тварини у навколишнє середовище і викликають специфічні біологічні реакції – активний вплив на фізіологічний стан інших особин [5]. Саме ця особливість дії феромонів є дієвим стимулом у системі соціальної поведінки комах.

Успішність процесу спарювання, відповідно, і феромонного зв'язку залежить від багатьох факторів навколишнього середовища: освітлення, температури, вітру, харчових об'єктів, розташування статевих партнерів над поверхнею землі, предметів, на яких знаходяться комахи, а також від харчування, статевої зрілості особин та ін. [6; 7].

Існують літературні дані, що світло або темрява можуть частково або повністю пригнічувати феромонний зв'язок. Так, у капустяної совки при повному місяці гальмується як виділення феромона самками, так і реакція самців на нього [8]. Навпаки, самці *Rhyacionia buoliana* відповідають на феромон краще при достатньо сильному освітленні [9]. При вивченні впливу фактора освітлення на продукцію статевго феромона і закличну поведінку самок *Helicoverpa armigera* було доведено, що нестандартний фотоперіод, червоний, оранжевий, жовтий, зелений, голубий, фіолетовий і білий кольори знижували пік і ритм закличної поведінки, зменшували титр феромона й активність підглоткового ганглія мозку [10]. Для медоносних бджіл *Apis mellifera* L. феромонні пастки білого кольору виявились більш привабливими в порівнянні з блакитними, червоними та зеленими, тоді як для джмелі *Bombus spp.* надавали перевагу

блакитним пасткам [11]. У дослідженнях з феромонними пастками Hartstack, які не мають кольорових ознак, не відмічалось різниці привабливості для бджіл у порівнянні з білими пастками, тому дослідниками зроблено припущення про існування інших причин окрім візуальних [12].

Відносно впливу температури було відмічено зменшення улову листовійок та багатьох інших комах чоловічої статі в пастки з феромонами при зниженні температури повітря нижче від визначеної для кожного виду межі [6; 13]. Для капустяної совки [14], жуків короїдів [15], кукурудзяного стеблового метелика [16] характерно, що самці при температурі нижче +14°C не реагують на феромон самок.

Для кожної комахи існує швидкість вітру, оптимальна для феромонного зв'язку [17]. Так, наприклад, самці хруща здатні орієнтуватися проти вітру при знаходженні самок, які виділяють феромон, лише при його швидкості понад 1,3 м/с, при меншій швидкості напрямок їхнього польоту випадковий [18].

Цікавий вплив на феромонний зв'язок місцезнаходження статевих партнерів. Вилов самців капустяної совки максимальний при висоті пасток 2 м від землі [19], смолівок (рід *Pissodes*) – 1,5 м, короїда – 1,3-1,5 м від землі або на похилих кілках на відстані не менше 20 м від живих хвойних дерев [15]. Більшість самців *Grapholitha funebrana* Tr. (*Lepidoptera: Tortricidae*) прилітали в пастки, встановлені на висоті 2–2,5 м від землі [13]. Відомі випадки крайньої обумовленості феромонного зв'язку висотою. Так, феромон матки медоносної бджоли є статевим аттрактантом для трутнів тільки на висоті приблизно від 5 до 15 м [20].

Роль предметів, на яких знаходяться комахи, також важлива. В пастки на стовбурах дерев потрапляло значно більше самців непарного шовкопряда, ніж у розташовані на гілках [15]. Припускають, що при пошуку самок самці використовують, крім нюху, зір, орієнтуючись на стовбури дерев, де зазвичай знаходяться самки [21]. Певний зоровий образ, пов'язаний із джерелом феромона, закріплений у деяких короїдів, які переважно нападають на лежачі дерева [22].

У деяких комах відмічено особливість надання переваги субстрату певного кольору [23; 24]. При вивченні поведінкових реакцій імаго *Helicoverpa armigera* за допомогою ольфактометричного методу показано, що запах в'ялого листа *Pterocarya stenoptera* приваблює тільки незайманих самок. Запах листа в присутності незайманих самок був більш атрактивним для самців, ніж запах лише самок [25].

Керуючись нюхом, самці тутового шовкопряда можуть на значній відстані визначати місцезнаходження самки. В свою чергу рухливість самців це звуковий стимул феромонної активності самок. Самці дрозюфіли перед копуляцією видають звуки, вібруючи крилами. Дослідженнями низки авторів доведено, що самки, спарюючись із самцями, що видають короткі сигнали, мають краще потомство. Цими ж дослідженнями доведено, що параметри сигналу, важливі для вибору статевого партнера, менше підлягають генетичним варіаціям, ніж інші характеристики звукових сигналів [26].

Цікавим виявляється феномен віддання самками переваги самцям нечисленної раси. Цей феномен описаний у всіх вивчених видів дрозюфіли, деяких видів жуків та паразитичних перетинчастокрилих. Для вивчення цього феномену в метеликів-самок шовковичного шовкопряда порівнювали репродуктивний успіх самців двох різних рас. Було показано, якщо самці двох рас присутні в рівній кількості, то їхній репродуктивний успіх приблизно однаковий, якщо співвідношення самців різних рас різне, то перевагу при спарюванні отримують самці нечисленної раси [20].

ВИСНОВКИ

Отже, процес спарювання залежить як від фізіологічних внутрішніх стимулів, генетичних особливостей так і від факторів навколишнього середовища. Саме застосування різноманітних етологічних підходів дозволяє здійснювати аналіз інформації, отриманої в ході хіміко-біологічних досліджень, тоді як з'ясування цілісності процесу соціальної поведінки можливе завдяки етологічному підходу, який дозволяє синтезувати отримані дані в єдине ціле.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Ihnatenko, I. (2009). *Etolohiia* [Ethology]. Cherkasy: n. d. (in Ukrainian).
2. Sliusar, M., Kovalchuk, V., Sliusarenko, Yu. (2017). Istoriia stanovlennia etolohii yak nauky pro povedinku tvaryn [The history of the formation of ethology as a science of animal behavior]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*, 53, 190–196 (in Ukrainian).
3. Tinbergen, N. (1953). (Ed.). *Socialnoe povedenie zhivotnyh* [Social Behavior in Animals]. Moscow: Mir (in Russian).
4. Jacobson, M. (1965). *Insect sex attractants*. New York: Interscience publishers.
5. Pishak, V. (2013). Feromony: vid morfolohichnoi prezentatsii do molekuliarnoi identyfikatsii [Pheromones: from morphological presentation to molecular identification]. *Klinichna ta eksperymentalna patolohiia*, 12(4), 158–160 (in Ukrainian).
6. Borzykh, O., Tkalenko, H., Kyrychuk, I., & Chelombitko, A. (2020). Metodyky provedennia feromonnoho monitorynhu shkidnykiv plodovoho sadu z riadiv Lepidoptera ta Hemiptera [Methods of pheromone monitoring of orchard pests from the orders of Lepidoptera and Hemiptera]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 66, 3–16 (in Ukrainian).
7. Poznanin, L. (1973). (Ed.). *Entomologiya* [Entomology]. Moscow: Mir (in Russian).
8. Shorey, H. H., & Gaston, L. K. (1964). Sex Pheromones of Noctuid Moths. III. Inhibition of Male Responses to the Sex Pheromone in *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) 12. *Annals of the Entomological Society of America*, 57(6), 775–779. doi: [10.1093/aesa/57.6.775](https://doi.org/10.1093/aesa/57.6.775)
9. Datterman, G. E. (1972). Laboratory Bioassay for Sex Pheromone of the European Pine Shoot Moth, *Rhyacionia buoliana* 1,2. *Annals of the Entomological Society of America*, 65(1), 119–123. doi: [10.1093/aesa/65.1.119](https://doi.org/10.1093/aesa/65.1.119)
10. Liu, Yun-Cuo, Xu, Shao-Pu, Pu, Jia-Wei. (2003). Influence of the Illumination Factor on the Production of Sex Pheromone and on Calling Behavior. *Acta Ecologica Sinica*, 23(1), 112–116.
11. Clare, G., Suckling, D. M., Bradley, S. J., Walker, J. T. S., Shaw, P. W., Daly, J. M., McLaren, G. F., & Wearing, C. H. (2000). Pheromone trap colour determines catch of nontarget insects. *New Zealand Plant Protection*, 53, 216–220. doi: [10.30843/nzpp.2000.53.3638](https://doi.org/10.30843/nzpp.2000.53.3638)
12. Parys, K. A., Elkins, B. H., Little, N. S., Allen, K. C., Crow, W., Cook, D., Wright, K. W., Zhu, Y. C., & Griswold, T. (2021). Landscape Effects on Native Bees (Hymenoptera: Anthophila) Captured in Pheromone Traps for Noctuid Crop Pests (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*, 50(4), 860–867. doi: [10.1093/ee/nvab040](https://doi.org/10.1093/ee/nvab040)
13. Saringer, Gy., Wegh, Gy., & Rada, K. (1968). Sexual attractiveness of virgin plum fruit moth, *Grapholitha funebrana* Tr. (Lepidoptera: Tortricidae) females examined by 32P labeled males. *Acta phytopathologica*, 3(3), 373–385.
14. Shorey, H. H. (1970). Sex Pheromones of Lepidoptera. *Control of Insect Behavior by Natural Products*, 249–284. doi: [10.1016/b978-0-12-762650-5.50018-2](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-762650-5.50018-2)
15. Symonov, V., Romanchenko, V., Chelombitko, A., Yaremenko, V., Melnychenko, L., Mokrii, S., & Korchma, O. (2012). [Feromonnyi monitorynh lisovykh nasadzhen Chernihivskoi oblasti](#) [Pheromone monitoring of forest plantations of Chernihiv region]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, 12, 22–24 (in Ukrainian).
16. Mysko, O., & Zalizniak, O. (2013). Feromonnyi monitorynh kukurudzianoho steblovoho metelyka v ahroekolohichnykh umovakh Zakarpattia [Pheromone monitoring of the corn stalk butterfly in the agro-ecological conditions of Transcarpathia]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 55(1), 79–86 (in Ukrainian).
17. Stockel, J. (1971). Utilisation du piegeage sexual pour l'etude du deplacement i`Alucite Sitotroga cerealella de (Lepidoptera: Gelechiidae) vers les cultures de Mais. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 14(1), 39–56. doi: [10.1111/j.1570-7458.1971.tb00140.x](https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1971.tb00140.x)

18. Kaae, R. S., & Shorey, H. H. (1972). Sex Pheromones of Noctuid Moths. Xxvii. Influence of Wind Velocity on Sex Pheromone Releasing Behavior of *Trichoplusia ni* Females^{1,2}. *Annals of the Entomological Society of America*, 65(2), 436–440. doi: [10.1093/aesa/65.2.436](https://doi.org/10.1093/aesa/65.2.436)
19. Shorey, H. H., Gaston, L. K., & Jefferson, R. N. (1968). Insect sex pheromones. *Advances in pest control research*, 8, 57–126.
20. Pai, I., Hegde, S. (1995). Rare male mating phenomenon in mulberry silkworm *Bombyx mori* L. *Annals of Entomology*, 13(1), 43–45.
21. Holbrook, R. F., Beroza, M., & Burgess, E. D. (1960). Gypsy Moth (*Porthetria dispar*) Detection with the Natural Female Sex Lure. *Journal of Economic Entomology*, 53(5), 751–756. doi: [10.1093/jee/53.5.751](https://doi.org/10.1093/jee/53.5.751)
22. Seybert, J. P., & Gara, R. I. (1970). Notes on Flight and Host-Selection Behavior of the Pine Engraver, *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 63(4), 947–950. doi: [10.1093/aesa/63.4.947](https://doi.org/10.1093/aesa/63.4.947)
23. Falach, L. & Shani, A. (2000). Trapping efficiency and sex ratio of *Maladera matrida* beetles in yellow and black traps. *Journal of Chemical Ecology*, 29(11), 2619–2624. doi: [10.1023/A:1005597031681](https://doi.org/10.1023/A:1005597031681)
24. McEwen, P. K. (1995). Attractiveness of yellow sticky traps to Green lacewings (Neuropt., Chrysopidae). *The Entomologist's Monthly Magazine*, 131, 163–166.
25. Xido, C., Hu, Chun-Hua, Du, Jia-Wei, Zhang, Zhong-Ning. (2002). Povedencheskie reakcii imago *Helicoverpa armigera* na zapah uvjadshih list'ev *Pterocarya stenoptera* [Behavioral reactions of adults *Helicoverpa armigera* the smell of withered leaves *Pterocarya stenoptera*]. *Kunchong Zhishi*, 39(4), 278–281 (in Russian).
26. Hoikkala, A., Aspi, J., & Suvanto, L. (1998). Male courtship song frequency as an indicator of male genetic quality in an insect species, *Drosophila montana*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1395), 503–508. doi: [10.1098/rspb.1998.0323](https://doi.org/10.1098/rspb.1998.0323)

Isolation and Identification of Bacterial Species Associated with Decayed Commonly Eaten Food Sold in ATAPOLY Restaurants Bauchi, Bauchi State

Abubakar Shehu¹, Rahina Muhammad Baba¹, Ibrahim Muhammad Warji¹, Buhari Labaran¹, Bashir Ismail Olawale²

¹ Abubakar Tatari Ali Polytechnic

P. M. B. 0094, Bauchi, 740272, Nigeria

² Abubakar Tafawa Balewa University

Tafawa Balewa Way, P. M. B. 0248, Bauchi, 740272, Nigeria

DOI: [10.22178/pos.87-8](https://doi.org/10.22178/pos.87-8)

LCC Subject Category: L7-991

Received 21.10.2022

Accepted 25.11.2022

Published online 30.11.2022

Corresponding Author:

Abubakar Shehu

aminuinuwaabubakar@gmail.com

© 2022 The Authors. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License



Abstract. Isolation and identification of bacterial species associated with decayed, commonly eaten food are paramount to reducing the risk of infection among the populace of the institution. Fifty samples were aseptically collected from the food vendors and subjected to culturing and sub-culturing on nutrient agar. The colonies were then observed for morphological characteristics, followed by biochemical tests and gram staining to ascertain their tentative identity. The results indicated that *Staphylococcus aureus* (37.2%) has the highest occurrence, followed by *Bacillus spp* (18.6%), while *Clostridium botulinum* has a minor event (2.3%). The presence of these organisms could be attributed to the dirty and unkempt behaviour of the food handlers, which in turn will impose serious health hazards to the immediate community and consumers at large. To reduce the risk associated with these organisms, all personal hygiene measures and the materials involved in the cooking procedures should be sterilised and free from any form of organisms before the cooking process.

Keywords: isolation, identification, bacteria, biochemical, aseptically.

INTRODUCTION

Food is usually composed of carbohydrates, fats, proteins and water that animals or humans can eat for nutrition or pleasure [1]. Food composition is essential for human survival, but along with gaining good nutrition and satisfaction from eating food, humans occasionally consume undesirable biological agents and toxins [2]. Inadequate cleaning of storage and preparation and preparation areas and unclean Kitchen utensils contaminates raw and cooked foods [3]. Contamination can occur even during cooking due to various sources of contamination, and bacteria multiply rapidly if food is kept at room temperature for more than 2 hours. Most bacteria grow undetected because they do not produce an "off" odour or change the colour or texture of the food. Freezing food retards or halts bacteria growth but does not eradicate the bacteria. The microbes can become reactivated when the food is thawed [4].

The current concern in public health is food safety. Consumers are aware of the potential for large-scale food-borne outbreaks because of mishandling or improper food processing and demand a safer supply [5, 6]. The sources of microbial contaminations in the food supply include the environment, food handler, food sources and food itself [7], with kitchen surfaces and taps being the primary sources of cross contaminations [4].

In developing countries such as Nigeria, there are severe concerns about the sanitation of ready-to-eat foods, mainly as portable water is seldom available at preparation sites and fast food stands. Also, most food handlers need basic knowledge of proper personal and environmental hygiene [8].

The research aimed to isolate and identify bacterial pathogens associated with decayed food being solo and eaten at a restaurant within Abubakar Tatari Ali Polytechnic Bauchi, Bauchi State.

MATERIALS AND METHOD

The study area was Abubakar Tattari Ali Polytechnic Bauchi, Bauchi State Nigeria.

A total of fifty samples of the food were collected from the restaurants within the campus. The samples were collected using a sterile cotton wool Swab and then taken to the laboratory for immediate analysis as described by [9].

All materials used were adequately and appropriately sterilised before and after use. Glass wares, such as test tubes, conical flasks, pipettes, etc., were thoroughly washed with detergents, adequately rinsed with water and drained. They were wrapped in aluminium foil and sterilised in a hot air oven at 170 °C for 1 hour. Prepared media and distilled water were autoclaved at 121°C for 15 minutes. Metal equipment, like the inoculating loop, was heated to redness in an open flame before and after use. Before analysis was made, the laboratory bench was always cleaned using 70% ethanol for disinfection. Every isolation and injection was done near the flame to reduce contamination of the agar plate tubes.

The nutrient agar was prepared according to the manufacturer's instructions and Sterilised by autoclaving at 121 °C for 15 minutes. The Swab was then Streaked onto the media and incubated at 37 °C for 24 hours for bacterial growth. Each colony was isolated in a pure form by subculturing in a fresh nutrient agar plate for further studies and identification. Distinctive morphological properties of each pure culture, such as colony form, the elevation of the colony and Colony margin, were observed [10].

The discreet colonies from these subcultured plates were identified by bacteriological analysis using the particular media method described by [11, 12]. Identification and confirmation of Mi-

croorganisms Colonial morphology, also termed macroscopic examination for identifying bacterial isolates based on their colony morphology or cultural characteristics (colour, shapes, elevation, margin and pigment formation on the colonies), was done using an experimental microbiology manual. The microscopic investigation included were determination of the bacterial cell wall's gram reaction status (either Gram-positive or negative) after gram staining, aside from examining the cell morphology under the microscope (microscopic morphology). Before the bacterial cell observation under the microscope, gram staining was performed according to the standard gram staining protocol described by [13]. Afterwards, bacterial gram reaction and cell morphology were observed under the microscope with x100 objective lens. On the other hand, the cellular morphology of fungi morphological characterised based on simple staining and staining [10, 12]. Further confirmation of bacteria isolates was achieved by biochemical tests, including Catalase, Coagulase, Indole, Citrate Utilization, Motility and Urease tests to confirm the identified bacteria isolated from the various food samples. Protocols for biochemical analysis were carried out as described by [10, 12].

The present research aimed to isolate and identify bacteria associated with spoiled consumed food sold at the restaurant within Abubakar Tattari Ali Polytechnic Bauchi in Bauchi Metropolis.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 43 Bacterial isolates were recovered. The bacterial isolates were identified and characterised based on their colonial morphology and gram-staining characteristics, as shown in (Tables 1–3).

Table 1 – Morphological Characterisation of the Bacterial Isolates

Isolate code	Colonial Appearance	Morphological Appearance	Gram Staining	Suspected Organisms
AM 1	Dark green and solute colour	Flagella Present	-ve rods	<i>Salmonella spp.</i>
AM 2	Red and purple colouration	straight rod-shaped	-ve rods	<i>E. coli</i>
AM 3	Irregular flat growth	Rod-shaped motile cells present	+ve rod	<i>Bacillus spp.</i>
AM 4	Grey-green with Sunken black centre	Rod-shaped Bacilli Bacteria	+ve rod	<i>Listeria monocytetes</i>
AM 5	Gram-positive spore-forming rod	Irregular edges swarming growth	+ve rod	<i>Clostridium botulinum</i>

Isolate code	Colonial Appearance	Morphological Appearance	Gram Staining	Suspected Organisms
AM 6	Produce opaque cream Hemolysis	Round resembles that of cocci	+ve rod	<i>Staphylococcus aureus</i>
AM 7	Wide zone of beta-hemolysis	Cocci circle	+ve rod	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
AM 8	Anaerobic rod shape	Swarming motility present	-ve rod	<i>Proteus mirabilis</i>

Table 2 – Biochemical characterisation of the recovered bacterial isolates

Sample code	IN	MR	VP	CI	CA	OX	CO	MF	LF	Suspected Organisms
AM 1	-	+	+	-	+	-	+	+	-	<i>Salmonella spp.</i>
AM 2	-	-	-	-	+	+	-	-	-	<i>E. coli</i>
AM 3	-	+	-	+	+	-	-	-	-	<i>Bacillus spp.</i>
AM 4	+	+	-	-	+	-	-	+	-	<i>Listeria monocytogenes</i>
AM 5	+	+	-	-	+	-	-	+	-	<i>Clostridium botulinum</i>
AM 6	-	-	-	+	+	+	-	-	-	<i>Staphylococcus aureus</i>
AM 7	-	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
AM 8	+	+	-	-	+	-	-	-	-	<i>Proteus mirabilis</i>

Notes: IN – Indole, MR – Methyl Red, VP – Vogues proskauer, CI – Citrate, CA – Catalase, OX – Oxidase, CO – Coagulase, LF – Lactose Fermentation, MF – Mannitol fermentation.

Table 3 – Number and percentage occurrence of bacterial isolates in spoiled food samples collected

Tentative Organisms	Number of occurrences, n=43	% Occurrence
<i>Salmonella spp.</i>	05	11.6
<i>E. coli</i>	04	9.3
<i>Bacillus spp.</i>	08	18.6
<i>Listeria monocytogenes</i>	03	6.9
<i>Clostridium botulinum</i>	01	2.3
<i>Staphylococcus aureus</i>	16	37.2
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	03	6.9
<i>Proteus mirabilis</i>	03	6.9

Out of the isolates recovered, 31 were gram-positive bacteria, while 12 were gram-negative. The forty-three bacterial isolates were characterised based on the biochemical test rather than the morphological and colonial features alone.

The results obtained from the research show that the bacteria found in the spoiled food include *Salmonella* (11.6 %), *Escherichia coli* (9.3%), *Bacillus spp* (18.6 %), *Listeria monocytogenes* (6.9%), *Clostridium botulinum* (2.3%), *Staphylococcus aureus* (37.2%), *Pseudomonas fluorescens* (6.9 %) and *Proteus mirabilis* (6.9 %) respectively.

The result also indicates that *Staphylococcus aureus* (37.2 %) has the highest occurring organisms, while *Clostridium botulinum* (2.3 %) has a minor occurrence. The result agrees with the works of [14], who works on determining and identifying microorganisms responsible for the

spoilage of vegetables. The development also concurs with the work conducted by [15], who investigated the microorganisms associated with food spoilage in Uyo Metropolis, Akwa-Ibom, Nigeria, having *Escherichia coli* (28.6%) or the most predominant bacterial isolates.

Staphylococcus aureus in food is a primary bacterial food-borne disease. Its presence in food samples could result from the food handlers' dirty and unkempt behaviour. Symptoms could include vomiting of the bacterial toxin [16].

CONCLUSIONS

Food is essential to the survival of humans. The nutrients obtained from these help in the normal functioning of healthy growth and development of individuals. At the same time, the presence of the bacteria isolated from the research can im-

pose a severe health risk-hazard if proper hygiene, sanitation and measures are not implemented.

To reduce the risk of the outbreak of diseases caused by microbial food contaminations, all measures, such as proper cooking and clean utensils and storage facilities, must be put in place.

Acknowledgement

A big thank you to the contributors to this research for their time spent making it a success.

Conflict of interest

The authors declare no conflicting interests.

REFERENCES

- Davidson, A. (2006). *The Oxford Companion to Food* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Ali, M., & Samuel, A. (2004). *Food Science*. Washington: American Society for Microbiology.
- Davis, C., & Samuel, C. (1997). Detecting Bacterial Contamination. N. d.: Biological Technology International.
- Chen, Y., Jackson, K. M., Chea, F. P., & Schaffner, D. W. (2001). Quantification and Variability Analysis of Bacterial Cross-Contamination Rates in Common Food Service Tasks. *Journal of Food Protection*, 64(1), 72–80. doi: [10.4315/0362-028x-64.1.72](https://doi.org/10.4315/0362-028x-64.1.72)
- WHO. (2000). *International Guidelines for food* (3rd ed.). Geneva: WHO.
- WHO. (2011). *WHO estimates of the global burden of food-borne diseases*. Geneva: WHO.
- Beuchat, L. R. (1996). Pathogenic Microorganisms Associated with Fresh Produce. *Journal of Food Protection*, 59(2), 204–216. doi: [10.4315/0362-028x-59.2.204](https://doi.org/10.4315/0362-028x-59.2.204)
- Bukar, A., Uba, A., & Oyeyi, T. (2010). Occurrence of some enteropathogenic bacteria in some minimally and fully processed ready-to-eat foods in Kano metropolis, Nigeria. *African Journal of Food Science*, 4(2), 32–36.
- Anita, T. (1997). *Food and nutrition* (3rd ed.). Oxford: Oxford Press.
- Krieg, N. R., Staley, J. T., Brown, D. R., Hedlund, B. P., Paster, B. J., Ward, N. L., Ludwig, W., & Whitman, W. B. (Eds.). (2010). *Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology*. doi: [10.1007/978-0-387-68572-4](https://doi.org/10.1007/978-0-387-68572-4)
- Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (2002). *Microbiology* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Sherman, N. (2005). *Microbiology: A laboratory manual* (6th ed.). New York: Pearson/Benjamin Cummings
- Cheesbrough, M. (2006). *District Laboratory practice in tropical countries* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Manani, T. A., Collison, E. K., & Mpuchane, S. (2006). Microflora of Minimally Processed Frozen Vegetables Sold in Gaborone, Botswana. *Journal of Food Protection*, 69(11), 2581–2586. doi: [10.4315/0362-028x-69.11.2581](https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.11.2581)
- Adebayo-Tayo, B., Esen, C., & Okonko, I. (2012). *Microorganisms Associated With Spoilage Of Stored Vegetables in Uyo Metropolis, Akwa Ibom State, Nigeria*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/266068822_Microorganisms_Associated_With_Spoilage_Of_Stored_Vegetables_In_Uyo_Metropolis_Akwa_Ibom_State_Nigeria
- Stewart, G. C. (2008). *Staphylococcus aureus*. In P. Fratamico, A. Bhunia & J. Smith, *Foodborne Pathogens: Microbiology and Molecular* (section 13). N. d.: Caister Academic Press.

Organic Waste Management in the Hospitality Area for the Development and Conservation of Ecotourism in the Mandalika Special Economic Zone, Indonesia: Literature Review

Iswari Pauzi¹, Agus Abhi Purwoko¹

¹ University of Mataram

Jl. Majapahit No 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

DOI: [10.22178/pos.87-7](https://doi.org/10.22178/pos.87-7)

LCC Subject Category:
QH301-705.5

Received 21.10.2022
Accepted 28.11.2022
Published online 30.11.2022

Corresponding Author:
Iswari Pauzi
iswari.pauzi69@gmail.com

© 2022 The Authors. This article
is licensed under a Creative
Commons Attribution 4.0
License 

Abstract. The Mandalika Special Economic Zone is included in five super Priority Travel Destinations throughout Indonesia. Mandalika has two main potential tourist attractions: the beauty of white sand and green hills along the coastline that stretches for 7.2 km. The target for Mandalika for Total Hotels & Resorts is 10,000 units, and villas, condominiums, and townhouses are 3800 units which will potentially become a source of waste. The total landfill in Mandalika is 215.7 tonnes/per year. Waste management, including waste reduction and handling in Mandalika, must be of particular concern to area managers, tourism managers, communities, tourists and local governments. Efforts that the Regional Government has made are increasing the number of landfills, garbage collection vehicles and cleaners. In addition, what is no less important is the need to educate the public about cleanliness and training in organic and inorganic waste management. Community involvement around Mandalika will positively impact the local community's economy because the results of waste processing by recycling and composting can be re-sold.

Keywords: Organic Waste; Hotels; Ecotourism.

INTRODUCTION

The word trash is synonymous with things that are not good, such as smell, dirt, pollution, and so on. This is partially correct because waste can hurt living things and their environment. The definition of waste/waste is the residue of the production process whose existence is unwanted in the environment where humans live [1].

Currently, the government's efforts to promote Lombok tourism still have concerns about environmental problems, especially waste management. A discussion on Waste Business and Management System in Kuta Mandalika revealed that Indonesia Tourism Development Corporation still needed a specific strategy for managing waste and tourism waste at the Mandalika SEZ [2, 3, 4].

Administratively, the Mandalika Special Economic Zone is located in Pujut District, Central Lombok Regency, West Nusa Tenggara Province, Indonesia. It is based on the 16 villages in the Pujut District. Six villages are part of the Mandalika SEZ, divided into two areas: the core area and the buffer zone [5, 6, 7].



Figure 1 – Map of Pujut District

The economic activity of the population in the core area is dominated by farmers (20.28 %), followed by fishermen (3.83 %) and work carried out by residents with the status of wives, namely as housewives (21.42 %). Opportunities from tourism activities on the beach are residents who work as tour guides (1.13 %), hotel managers and employees. Other activities around the planned Mandalika SEZ are residential areas, Islamic boarding school activities, salt farming activities, aquaculture, illegal livestock activities, mangrove forest development activities, the Novotel Lombok Hotel and other activities [8].

The target for Mandalika SEZ for Total Hotels & Resorts is 10,000 available room units. These rooms will become a source of waste that can disrupt tourism and environmental activities, especially the sea, if they are not appropriately managed. The target for Mandalika SEZ for villas, condominiums, and townhouses is 3,800 units which will have the potential to become a source of waste. Waste management, including reducing and handling waste in the Mandalika SEZ, especially plastic waste in the sea, needs special attention for area managers, tourism managers, communities, tourists, and local governments [9, 10].

Tourism activity can be seen in the graph above. The construction of the Mandalika SEZ indicates the surge in tourists coming to Central Lombok Regency. In 2009 as many as 37,897 tourists came, and in 2019 as many as 618,120 tourists took a vacation. Suppose we project using the arithmetic or geometric method without anything hitting the pandemic. In that case, it is projected that in 2025 the number of tourists vacationing in the Mandalika SEZ will be 2,572,463 tourists. The results of research conducted at the Mandalika SEZ during the pandemic, waste from land amounted to 215.7 tons/per year.

In contrast, for plastic waste found, 80% was added to waste originating from land (land base), namely 107.8 tons/year. Suppose it is assumed that the increase in tourists is directly proportional to the rise in plastic waste. In that case, it is also believed that the surge in plastic waste will be four times as the number of tourist's increases in 2025.

The population growth rate in Central Lombok Regency is 1.15%, so in 2025 the projected population in Central Lombok Regency will increase to 1,021,461 people. The generation and weight of waste will always increase along with the increase in population. Based on a scale analysis of Central Lombok Regency for the next four years (2021–2025), an average waste generation of 4259 m³/day is obtained [11].

The generation and weight of waste will always increase along with an increase in population. Based on the analysis results, the population growth rate from 2017 to 2030 in Mandalika SEZ is 1%. In 2020, the area had 46,432 people with a waste of 200 m³/day. Compared to the amount of waste in the 2017 base year, it has increased by 4%. Based on the analysis results, in the next ten years, in 2030, the amount of waste is predicted to increase by 4.7% [12].

METHOD

This paper is a literature review, conducting an in-depth study of various scientific articles published in national and international journals related to the keywords "hotel waste, Mandalika SEZ, and ecotourism". Then filter the search for authors again by limiting the year of publication between 2012 and 2022. This is done by the author so that the articles being reviewed are still relevant. The writer finds several similar articles from several of these articles, then reads the abstracts of each piece and selects the theme, which is empirical research. The purpose of this study is to look for efforts made to manage organic waste in the Mandalika SEZ ecotourism area so that it can help maintain and preserve the environment in the tourism area.

RESULTS AND DISCUSSION

Community Awareness and Knowledge Level. Most people who know about a good waste management process are people from the non-domestic sector, such as managers of tourism services, hotels, cafes, restaurants and the like. Most of them are people who come from somewhere other than villages around the Mandalika SEZ. Meanwhile, most indigenous people and those who live in villages in the Mandalika SEZ area need to fully understand the mechanism for excellent and correct waste management. People from the non-domestic sector have more knowledge of waste management procedures compared to the domestic industry. The highest level of knowledge is owned by the community group aged 15–30 years, followed by those aged 50–60 in the non-domestic sector. Almost all people have a basic understanding of the types of waste. The basic knowledge in question is the type of waste based on organic and inorganic categories. Meanwhile, a small portion of the community understands more in-depth types of waste such as paper, plastic, glass, metal, cloth and B3. People with a high school education level in the age range of 15–30 have the best level of understanding about the types of waste among people with other age ranges and levels of education [10].

Facilities and infrastructure in the Mandalika SEZ, from the supporting villages to the core and tourist areas, are still relatively simple. The buffer villages themselves are still implementing a waste management system. In addition, some people burn and throw their plastic waste into

the river. Mandalika SEZ has 26 trash bins scattered in the office and Kuta Beach area, which have been managed. Then the cleaning manager cleans up the SEZ 3 times, namely in the morning, afternoon and evening. This is still with the exhaust system. The SEZ TPA around the Mandalika area is located in Teruwai Village, Pujut District, about 15 kilometres from the core area of the Mandalika SEZ.

Projection of Waste Generation at Mandalika SEZ. Of the total generation of plastic waste in the sea, 69.57% of PP was found mainly in food containers, yoghurt drinking bottles, straws, bottle caps, sauce bottles, ice cream containers and also found several baby bottles and others. PET / PETE type plastic waste is 4.46%, often found in mineral water drinking bottles and glasses. PE plastic waste is mostly found in the form of nylon from fishing waste [9, 6, 13].

Projection of Waste Generation Plastic waste generation is getting higher because it is influenced by the number of people who use plastic products for daily consumption. Based on the results of an analysis of actual plastic waste generation in 2021 in Mandalika SEZ, 91 m³/day. The age of plastic waste has increased by 5.5% since 2017. Within the next ten years in 2030, the amount of plastic waste is predicted to increase by 4.3% [14, 15, 16]. Based on the measurement results, it was found that the average plastic waste generation at Aan Beach was 29 gr/m² per day. The middle plastic waste generation at Seger Beach is 4.25 gr/m² per day. Observation of secondary plastic composition at the Tanjung Aan Beach and Seger Beach locations on average generated plastic waste between 3.22–249.11 gr/day [17, 18, 19].

Types of Organic Waste from Hotels. Organic waste can be regarded as environmentally friendly waste; even waste can be reprocessed into valuable something if appropriately managed. However, if not handled properly, waste will cause disease and an unpleasant odour resulting from the rapid decomposition of organic waste. Based on type of organic waste can be classified into 2, namely wet and dry organic waste. Wet Organic Waste, namely Wet organic waste, is organic waste that contains a lot of water. Examples of wet organic waste are leftover vegetables, banana skins, rotting fruit, onion skins and the like. Second, dry organic waste is dry organic waste, which is organic waste that contains little water. Examples of organic waste

include wood, tree branches, wood and dry leaves. Most organic waste is difficult to reprocess, so it is more often burned to destroy it. Examples: are rice, fruit peels, rotten fruit and vegetables, tea/coffee waste, animal carcasses, and animal/human waste [20, 21, 22].

Selection of Hotel Waste Treatment Methods. Community Awareness and Knowledge Level:

- 1) Reducing. Reducing the use of consumable items that can generate waste, because the more goods are wasted, the more destruction.
- 2) Reuse. Try to find items that can be reused, and avoid using disposable things to maximise an object's life.
- 3) Recycle. In addition to looking for items that can be reused, you can also look for things that can be recycled so that the goods can be used instead of being trash.
- 4) Replace. This method can be done by making observations around. Replace disposable items with more durable items, and use environmentally friendly items.

Waste processing is closely related to the community because disease-causing microorganisms (bacteria, pathogens) live from this waste, so waste must be appropriately processed, so it doesn't cause problems [23]. There are various ways to reduce the adverse effects of waste, including

- a) Stacking. This method piles up waste until it decomposes to become compost.
- b) Incineration. Incineration is a method that is often carried out, even in various landfills. The government often uses this method. The weakness of this method is that not all waste can be burned entirely.
- c) Sanitary Landfill. This method is also often used by the government. The way to implement it is by making new holes to bury waste.
- d) Composting. This method is highly recommended because it has a positive impact and produces valuable goods from waste that are useful for the environment.

Hotel waste processing with Integrated Waste Management System. The Integrated Waste Management System is a waste management system involving more community participation, is more environmentally friendly, operationally more energy and cost-efficient, and can productively increase community economic empowerment. The

method referred to here is one of the alternatives to various other waste management systems, which leads to solving the weaknesses that exist in the handling of urban waste and agricultural waste in rural areas so far [24, 25].

The Integrated Waste Management System is directed so that waste can be appropriately managed to answer the current waste problems that still need to be entirely resolved. It is also directed at empowering local communities so that they can be independent, especially regarding: Structuring and utilising community-based waste in an integrated manner, increasing the active participation of the community in waste management, exploring the economic potential of debris so that it is expected to expand employment [26, 27, 28].

Advantages of Integrated Waste Management System. Some of the benefits that can be obtained from this integrated waste management system include the following:

- 1) With the IPSK/IPSO system (Core-Plasma or Decentralisation pattern), there is an increase in environmental quality as well as the ecosystem can be well maintained because the system uses waste management without residue (zero waste);
- 2) The waste transportation chain becomes very small so that the transportation costs can be reduced;
- 3) Does not require land for large landfills or centralised landfills with incinerators or other equipment with high operational costs, enough

land for smaller IPSK/IPSO locations that are closer to service areas;

- 4) Can generate added value from the utilisation of waste into goods that have economic value and do not burden the local government excessively;
- 5) Can increase employment opportunities as well as improve the welfare of the managing community by establishing a business entity managed by the community that contains waste into valuable materials;
- 6) The burden on the District/City Regional Government Budget will be reduced or even non-existent (which is related to waste handling) [23, 13].

CONCLUSIONS

This literature review aims to look for efforts made in managing organic waste in the Mandalika SEZ so that it can help maintain and preserve the environment in tourism areas. Types of organic waste originating from hotels include food scraps, raw vegetables, and leaves that fall around the hotel. The waste management system originating from hotels in tourism areas uses an integrated management system. The integrated waste management system is directed so that waste can be appropriately managed to answer waste problems that have yet to be entirely resolved. It is also directed at empowering local communities to be independent, especially regarding: the structuring and utilisation of community-based waste in an integrated manner.

REFERENCES

1. Abdulredha, M., Khaddar, R. A. L., Jordan, D., & Alattabi, A. (2017). Facing Up to Waste: How Can Hotel Managers in Kerbala, Iraq, Help the City Deal with its Waste Problem? *Procedia Engineering*, 196, 771–778. doi: [10.1016/j.proeng.2017.08.006](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.006)
2. Ardhiati, Y. (2019). An Artificial Intelligence of Princess Mandalika Legend: A New Strategy to Sustain the Resort of Mandalika-Lombok. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(1), 1792–1800.
3. Aprilani, T. L., & Fathurrahman. (2021). Community Perception on the Development of the Tourism Industry in Improving the Welfare of the Community in Mandalika KEK. *Journal of Research in Business, Economics and Education*, 3(3).
4. Das, S., & Bhattacharyya, B. K. (2017). Selective organic fraction of municipal solid waste degradation under controlled composting conditions. *Journal of Environment and Waste Management*, 4(1), 156–163.
5. Ferza, R., & A. Hamudy, Moh. I. (2021). Policy Design of the Regional and Central Government for the Development of Mandalika SEZ. *CosmoGov*, 6(2), 167. doi: [10.24198/cosmogov.v6i2.29386](https://doi.org/10.24198/cosmogov.v6i2.29386)

6. Rustidja, E. S., Purnamawati, A., & Setiawati, R. (2017). Investment Promotion for Community Economic Development of Special Economic Zone: Study of Sez Mandalika and Bitung in Indonesia. *European Journal of Economics and Business Studies*, 8(1), 138. doi: [10.26417/ejes.v8i1.p138-147](https://doi.org/10.26417/ejes.v8i1.p138-147)
7. Rahmafritia, F., Purboyo, H., & Rosyidie, A. (2019). Agglomeration in Tourism: The Case of SEZs in Regional Development Goals. *MIMBAR: Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, 35(2), 342–351. doi: [10.29313/mimbar.v35i2.4871](https://doi.org/10.29313/mimbar.v35i2.4871)
8. Sintov, N., Geislar, S., & White, L. V. (2017). Cognitive Accessibility as a New Factor in Proenvironmental Spillover: Results From a Field Study of Household Food Waste Management. *Environment and Behavior*, 51(1), 50–80. doi: [10.1177/0013916517735638](https://doi.org/10.1177/0013916517735638)
9. Anand, C. K., & Apul, D. S. (2014). Composting toilets as a sustainable alternative to urban sanitation – A review. *Waste Management*, 34(2), 329–343. doi: [10.1016/j.wasman.2013.10.006](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.006)
10. Salahuddin, M. A. A., Rohayani, I. S., & Candri, D. A. (2021). Species diversity of birds as bioindicators for mangroves damage at Special Economic Zones (SEZ) Mandalika in Central of Lombok, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 913(1), 012058. doi: [10.1088/1755-1315/913/1/012058](https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012058)
11. Suryade, L., Fauzi, A., Achsani, N. A., & Anggraini, E. (2021). Towards Sustainable Development of the Mandalika Special Economic Zone, Central Lombok, Indonesia: Analysis of Actors. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 12(6), 1729. doi: [10.14505/jemt.v12.6\(54\).28](https://doi.org/10.14505/jemt.v12.6(54).28)
12. Syafruddin, S., Wadi, H., & Suud, S. (2020). Tourism Industry and Women's Employment Mobility in the Special Economic Zone (SEZ) of Mandalika Kuta Lombok. *Society*, 8(1), 136–146. doi: [10.33019/society.v8i1.175](https://doi.org/10.33019/society.v8i1.175)
13. Sealey, K. S., & Smith, J. (2014). Recycling for small island tourism developments: Food waste composting at Sandals Emerald Bay, Exuma, Bahamas. *Resources, Conservation and Recycling*, 92, 25–37. doi: [10.1016/j.resconrec.2014.08.008](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.08.008)
14. Hidayat, S., & Negara, S. D. (2020). Special Economic Zones and the Need for Proper Governance: Empirical Evidence from Indonesia. *Contemporary Southeast Asia*, 42(2), 251–275.
15. Yaser, A. Z., Lamaming, J., Suali, E., Rajin, M., Saalah, S., Kamin, Z., Safie, N. N., Aji, N. A. S., & Wid, N. (2022). Composting and Anaerobic Digestion of Food Waste and Sewage Sludge for Campus Sustainability: A Review. *International Journal of Chemical Engineering*, 2022, 1–14. doi: [10.1155/2022/6455889](https://doi.org/10.1155/2022/6455889)
16. Zangmo, C. (2017). *Life cycle assessment of solid waste management in Paro district, Bhutan* (Master's thesis). Retrieved from http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2017/TU_2017_5822042767_7545_5825.pdf
17. Mulay, Y. Owai, S., Chougule, P., & Pandit, A. (2020). Composting of floral waste by using indigenously isolated microbial consortium: An approach towards the Environment sustainability and waste management. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 6(4), 20–26.
18. Wu, T. Y., Lim, S. L., Lim, P. N., & Shak, K. (2014). Biotransformation of biodegradable solid wastes into organic fertilizers using composting or/and vermicomposting. *Chemical Engineering Transactions*, 39, 1579–1584.
19. Seng, B., Hirayama, K., Katayama-Hirayama, K., Ochiai, S., & Kaneko, H. (2013). Scenario analysis of the benefit of municipal organic-waste composting over landfill, Cambodia. *Journal of Environmental Management*, 114, 216–224. doi: [10.1016/j.jenvman.2012.10.002](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.002)
20. Lammi, D. K., & Tesfaye, Z. (2021). An Exploration of Environmental Practices in the Hospitality Industry. Evidence from Hotels in Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 12(2), 357. doi: [10.14505/jemt.v12.2\(50\).05](https://doi.org/10.14505/jemt.v12.2(50).05)

21. Tiwari, S, Dambhare, A., & Tripathi, R. (2020). *Eco-friendly practices in star category hotels of Lucknow: An exploratory study*. *AVAHAN: A Journal on Hospitality and Tourism*, 8(1), 09–16.
22. de Souza, L. C. G., & Drumond, M. A. (2022). Decentralized composting as a waste management tool connect with the new global trends: a systematic review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(12), 12679–12700. doi: [10.1007/s13762-022-04504-1](https://doi.org/10.1007/s13762-022-04504-1)
23. Atalia, K. R., Buha, D. M., Joshi, J. J., & Shah, N. K. (2015). *Microbial Biodiversity of Municipal Solid Waste of Ahmedabad*. *Journal of Material and Environmental Science*, 6(7), 1914–1923.
24. Gandhi, P., Yadav, M., Paritosh, K., Pareek, N., Lizasoain, J., Bauer, A., & Vivekanand, V. (2020). Food wastes from hospitality sector as versatile bioresources for bio-products: an overview. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22(4), 955–964. doi: [10.1007/s10163-020-01034-1](https://doi.org/10.1007/s10163-020-01034-1)
25. Khan, A. H., Sharholly, M., Alam, P., Al-Mansour, A. I., Ahmad, K., Kamal, M. A., Alam, S., Pervez, Md. N., & Naddeo, V. (2022). Evaluation of cost benefit analysis of municipal solid waste management systems. *Journal of King Saud University - Science*, 34(4), 101997. doi: [10.1016/j.jksus.2022.101997](https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101997)
26. Prashantha, A. (2015). *Pipe Composting – An Emerging solid waste disposal alternative*. Retrieved from https://sode-edu.in/wp-content/uploads/2015/07/Proceedings_GITA2K15.pdf#page=21
27. Awuor, F. O. (2020). *Suitability of Kibuye Market Organic Waste for Composting as a Means of Solid Waste Management for Kisumu City*. *Journal of Waste Resycling*, 4(3).
28. Loizidou, M. (2015). Waste Management and Symbiosis for Waste Valorization. *Waste and Biomass Valorization*, 6(5), 623–624. doi: [10.1007/s12649-015-9432-x](https://doi.org/10.1007/s12649-015-9432-x)
29. Sose, M. T., & Kulkarni, S. J. (2017). *Aerobic Composting: Studies on Variation in Parameters*. *International Journal of Chemical Engineering Research*, 9(1), 1–6.
30. St. Martin, C. C. G., Bekele, I., Eudoxie, G. D., Bristol, D., Brathwaite, R. A. I., & Campo, K.-R. (2013). Modelling response patterns of physico-chemical indicators during high-rate composting of green waste for suppression of *Pythium ultimum*. *Environmental Technology*, 35(5), 590–601. doi: [10.1080/09593330.2013.839719](https://doi.org/10.1080/09593330.2013.839719)

Simulation of Water Resources Utilization in the Jereweh Watershed, West Sumbawa Regency, Indonesia

Jalaluddin¹, Hartana¹, Ery Setiawan¹

¹ *University of Mataram*

Jl. Majapahit No 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

DOI: [10.22178/pos.87-4](https://doi.org/10.22178/pos.87-4)

LCC Subject Category: L7-991

Received 21.09.2022

Accepted 25.10.2022

Published online 30.11.2022

Corresponding Author:

Ery Setiawan

magistertekniksipil@unram.ac.id

© 2022 The Authors. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License



Abstract. This study aims to simulate using water resources in the Jereweh watershed to meet irrigation water needs. From the calculation results of the analysis of the annual average water availability at the Lang Desa Dam of 0.96 m³/sec (29.98 mln m³), the Tiu Bangkemah Embung of 1.53 m³/sec (47.60 mln m³), and the Murus I Embung of 0.06 m³/sec (1.79 million m³).

The optimal allocation of water based on the water balance in the Jereweh watershed system is as follows: cropping pattern MT- I: rice (100%); MT-II: 30% rice + secondary crops (70%); MT-III: beo with a planting intensity of 200%.

It was early planting November I, type of secondary crops: corn with reliability > 80%, namely Lang Desa Weir 88%, Tiu Bangkemah Embung 92% and Murus I Dam 92%.

The total area served is 650 ha: Lang Desa Dam - 300 ha, the Tiu Bangkemah Embung - 300 ha, Murus I Embung - 50 ha.

From the simulation results consists, it is necessary to add water reservoirs (dams) to maximize the performance of existing natural resources facilities in the Jereweh watershed system (there is a deficit of 150 ha). From the results, it can be seen that the value of benefits obtained in the existing condition is Rp. 6,840 bln, while the value of benefits received after the simulation is Rp. 14,82 bln so that the difference in the value of benefits is Rp. 7,98 bln.

Keywords: Irrigation Water Availability; Irrigation Water Needs; Water Balance Simulation.

INTRODUCTION

The availability of water resources is highly dependent on the regulation and management of the water resources themselves [1], [2]. Excessive water exploration of water resources results in reduced water potential in the future, so it is necessary to manage and use water resources as efficiently as possible in order to meet needs [1], [2]. The management of water resources includes water distribution, water supply and water demand [3], [4]. Utilization of water resources is used for agricultural irrigation, so that the development of agricultural facilities is very necessary such as irrigation networks, reservoirs, reservoirs, and weirs are increasingly expected to meet the irrigation needs of agricultural land [5].

Jereweh District is one of the sub-districts in the West Sumbawa Regency, NTB Province. The potential of agricultural land in this area is vast but needs to be utilised optimally. As a result of the large existing rural area, it is necessary to sup-

port the availability of water and the functioning of irrigation networks to drain irrigation water.

People rely on rainwater to meet their irrigation water needs in cultivating their land [6]. The potential for water discharge from the river is abundant in the rainy season, but its utilisation cannot be maximised [7]. For this reason, it is necessary to manage water with zero runoff by storing water during the rainy season as much as possible and using it during the dry season.

One of the existing irrigation infrastructures in Jereweh District is the Lang Desa Dam, built in 1996–1997 with a total area of 1300 ha of standard irrigation. From this area, the irrigation area currently irrigated is around 868 ha, with details of the Lang Desa irrigation area on the right of 411.5 ha and the Lang Desa irrigation area on the left with an area of 456.5 ha, with a planting intensity of 206% [8].

The Lang Desa Irrigation Area's current existence has experienced a performance decline (de-

creased efficiency) [9]. One of the causes is the lack of water supply in the Jereweh River, especially in the Lang Village Dam during MT-II and MT-III. Supporting the creation of optimal irrigation management in Jereweh District and its surroundings, especially Lang Desa requires an effort to supplement and regulate water from upstream to the Lang Desa Dam.

To support the performance of the Lang Desa Dam, in 2019, the Tiu Bangkemah Dam was built, which is located upstream. In 2012 Embung Murus I was constructed downstream of the Lang Desa Dam. The two reservoirs are expected to assist the performance of the Lang Desa Dam in irrigating irrigation water needs.

This *study aims* to simulate using water resources in the Jereweh watershed to meet irrigation water needs.

The optimisation is carried out on all buildings in the Jereweh watershed system. This simulation produces an optimal pattern of natural resource utilisation. The objectives of this study are 1) To determine the availability of water in the Jereweh watershed system; 2) Knowing the optimal water allocation based on the water balance in the Jereweh watershed system; 3) to know the reliability (reliability) of the Tiu Bangkemah Embung and Murus I Embungs in meeting water needs and supplementation to the Lang Desa Dam system;

Literature review

Rain Data Analysis. The rainfall data collected was selected based on considerations, including the proximity of the location and the similarity of the characteristics of the watershed at the rainfall station to the location and characteristics of the watershed in the reservoir, and the consideration of completeness of the data and sufficient length of the data.

One of the methods to determine the regional average rainfall is the Thiessen Polygon Method with the following (1):

$$d = \frac{A_1 \cdot d_1 + A_2 \cdot d_2 + \dots + A_n \cdot d_n}{A} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot d_i}{A} \quad (1)$$

where A – total area (km²); d – area average rainfall (mm); $a_1, a_2, \dots, a_n$ – rainfall at headings 1, 2, ..., n (mm); $A_1, A_2, \dots, A_n$ – area of influence post 1, 2, ..., n (km²).

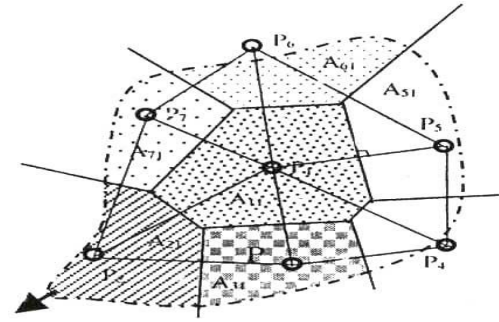


Figure 1 – Thiessen's Polygon Method

Water Availability Analysis. In this study, the runoff rain model used is the NRECA (USA) model developed by Crowfort. The Irrigation Research and Development Center in various drainage areas in Indonesia has widely applied this model. Besides, the model parameters are relatively few and easy to implement and provide satisfactory results reliable. In general, the fundamental equation of this model is formulated as follows (2):

$$Q = P - E + S, \quad (2)$$

where Q – runoff (mm); P – Average rainfall in the watershed (mm); E – Actual evapotranspiration (mm); S – Change in content (difference of water in the soil) (mm).

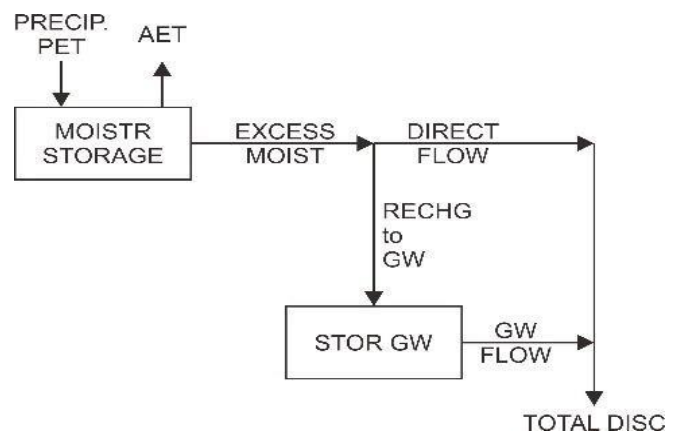


Figure 2 – The schematisation of the NRECA Model

Water Demand Analysis. Analysis of water needs is intended to determine the amount of water needed for irrigation and drinking water for the population so that it will be possible to simulate the reservoir operation to optimise the reservoir.

The amount of water needed by plants in a paddy field is expressed in the following equation (3):

$$NFR = LP + ET_c + P + WLR - R_e, \quad (3)$$

where NFR – water demand in paddy fields (mm/day); LP – water requirement for land management (mm/day); ET_c – plant water requirement (consumptive use) (mm/day); WLR – water layer replacement (mm/day); P – percolation (mm/day); R_e = effective rainfall (mm/day).

Water Balance Analysis. This study analyses the water balance of a reservoir operation simulation in the context of an optimisation study. That aims to find the relationship between reservoir storage volume and reservoir height, irrigation area, cropping patterns and cropping intensity. The reservoir operation simulation is intended to determine the water balance to obtain an optimal development scale. The basic principle of reservoir operation simulation is to use continuity equations (4).

$$S_t = S_{t-1} + I_t - E_t + WR_t + O_t, \quad (4)$$

where S_t – volume of reservoir water at time t ; S_{t-1} – reservoir water volume at time $t-1$; I_t – volume inflow which enters the reservoir at time t ; E_t – evaporation what happens to the reservoir at time t ; WR_t – plant water requirement at time t ; O_t – volume outflow supplied from the reservoir at time t .

METHOD

Research sites. The research area is in Jereweh District, West Sumbawa Regency, NTB. Based on the river area, it is located in the Sumbawa WS in the Jereweh watershed.

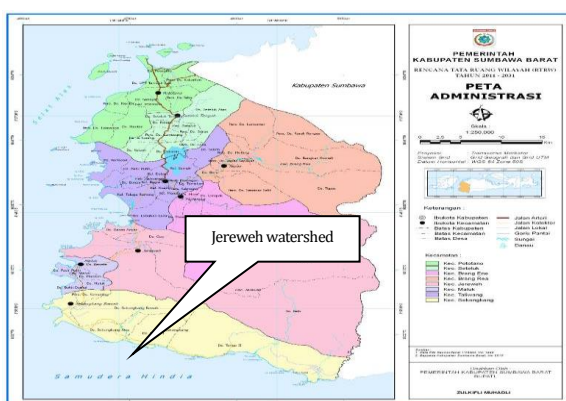


Figure 3 – Research Area Map

Data collection. The data collected in this study are as follows.

1. Topographical data in the form of a site map of the reservoir and the inundation of the Jelenga Reservoir. This data was obtained from the Department of Public Works of West Sumbawa Regency.
2. Hydroclimatological data consists of rain, climate, and discharge data. Rainfall data and climate data were obtained from the BMKG of NTB Province.
3. Data on watersheds and potential irrigation areas are obtained from digital RBI Maps from the Geospatial Information Agency (BIG) or Bakosurtanal.

Data analysis. After the data is collected, the data analysis is carried out. The data analysis carried out in this study is as follows:

1. The *regional average rainfall analysis* aims to determine the rainfall stations that affect the study location. The method of determining the regional average rainfall is calculated by the Thiessen Polygon method.
2. The *data consistency test* was carried out using the RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) method. This test aims to determine whether the rain data used is still within consistent limits based on the statistical parameter values.
3. **Effective Rain Analysis.** Effective rainfall is rainfall that falls on an area and can be used by plants for their growth.
4. Climatological data is used to calculate the potential *evapotranspiration* that occurs in the study area, and the amount of potential evapotranspiration is calculated using the Penman method (FAO Modification).
5. *Analysis of water availability* was calculated by the Nreca method. The study aims to determine the amount of potential inflow in the reservoir.
6. The *analysis of irrigation water demand* is intended to determine the amount of water needed for irrigation so that it can simulate the operation of the reservoir to optimise reservoirs.
7. The *analysis of the reservoir capacity* of the reservoir is intended to determine the Volume of the effective reservoir in the Jereweh watershed that can be used to meet the needs of irrigation water.
8. *Analysis of the water balance* in the Jereweh watershed focuses on the existing weir building,

the existing reservoir and the planned reservoir in the watershed.

9. *Optimisation of Natural Resources Utilization* in the Jereweh Watershed aims to optimise the use of natural resources by calculating irrigation water use in several buildings in the Jereweh watershed.

RESULTS AND DISCUSSION

Rain Data Analysis

The method used to calculate the regional average rainfall is the Thiessen Polygon method. From the results of plotting the Thiessen Polygon, it can be seen that the influential rain station is the Jereweh Rain Post.

Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
65	99	62	33	43	47	28	23	3	15	10	11
Jul		Aug		Sep		Oct		Nov		Dec	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
8	0	0	0	0	13	0	22	35	47	12	57
Average											753

Source : calculation results

Figure 4 – Jereweh Rain Station Average Rain Data

The average annual rainfall in the Jereweh watershed is 753 mm/year. The lowest yearly rain occurred in 2019 at 300.0 mm/year, while the most significant annual rain occurred in 2013 at 2,244 mm/year. From this data, it can be seen that the average yearly rainfall is relatively small, <1,000 mm/year.

Jereweh Rainfall Station	Q/n ^{0.5} (Calculation)	Q/n ^{0.5} (Table)	R/n ^{0.5} (Calculation)	R/n ^{0.5} (Table)	Description
maximum daily rainfall	1.03	< 1.29	1.03	< 1.29	consistent
annual rainfall	0.80	< 1.21	0.91	< 1.21	consistent

Source : calculation results

Figure 5 – Recap of Rain Data Consistency Test Results

From the calculation results of the rain data consistency test using the RAPS method, it can be seen that the Jereweh Station rain data is still within consistent limits so that it can be used for further analysis.

Water Availability Analysis

It is necessary to have flow rate data from observations. The discharge data used in this analysis is the debit recording data at the Lang Desa Dam

for the last ten years. For the calculation of the discharge at the Tiu Bangkemah Embankment and Murus I Reservoir, the method of comparing the area of the catchment area (DTA) was used. The recap of the calculation of water availability is as follows.

Description	Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Bendung Lang Desa	6.34	8.06	7.24	5.77	3.64	5.89	7.99	2.66	2.83	0.61	0.63	0.29
Embung Tiu Bangkemah	3.89	4.94	4.44	3.54	2.24	3.61	4.90	1.63	1.74	0.38	0.38	0.18
Embung Murus I	0.15	0.19	0.17	0.13	0.08	0.14	0.18	0.06	0.07	0.01	0.01	0.01

Description	Jul		Aug		Sep		Oct		Nov		Dec		Average (m ³ /sec)	average (million m ³)
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
Bendung Lang Desa	0.12	0.11	0.06	0.03	0.03	0.02	0.04	0.59	0.19	1.52	1.76	3.46	2.49	78.68
Embung Tiu Bangkemah	0.07	0.07	0.04	0.02	0.02	0.01	0.03	0.36	0.12	0.93	1.08	2.12	1.53	48.27
Embung Murus I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.04	0.08	0.06	1.80

Source : calculation results

Figure 6– Water Availability Calculation Recapitulation

From the calculation results of the analysis of the annual average water availability at the Lang Desa Dam of 0.96 m³/sec (29.98 mln m³), the Tiu Bangkemah Embung of 1.53 m³/sec (47.60 mln m³), and the Murus I Embung of 0.06 m³/sec (1.79 mln m³)

Water Demand Analysis

The existing cropping pattern at the study site is paddy-padi+palawija-bero with an intensity of 200%. In this study, water requirements are calculated by applying the existing cropping pattern with early planting alternatives, namely November 1, November 2, December 1, and December 2.

No.	Monthly	early planting							
		Nop 1		Nop 2		Des 1		Des 2	
		NFR	DR	NFR	DR	NFR	DR	NFR	DR
1	Jan-1	1.05	1.62	1.47	2.28	1.29	1.99	1.15	1.77
2	Jan-2	0.72	1.11	1.13	1.74	1.24	1.92	1.24	1.92
3	Feb-1	0.71	1.09	1.07	1.65	1.20	1.85	1.23	1.90
4	Feb-2	0.89	1.38	1.43	2.21	1.46	2.25	1.22	1.89
5	Mar-1	0.45	0.69	1.08	1.67	1.26	1.95	1.40	2.16
6	Mar-2	0.26	0.41	0.79	1.22	1.13	1.75	1.28	1.97
7	Apr-1	0.31	0.48	0.47	0.72	0.82	1.26	1.15	1.77
8	Apr-2	0.51	0.79	0.45	0.69	0.50	0.77	0.84	1.29
9	May-1	0.62	0.96	0.55	0.85	0.45	0.69	0.49	0.75
10	May-2	0.62	0.96	0.68	1.05	0.53	0.82	0.44	0.69
11	Jun-1	0.62	0.96	0.67	1.04	0.65	1.00	0.53	0.82
12	Jun-2	0.52	0.81	0.69	1.06	0.64	0.99	0.64	0.99
13	Jul-1	0.03	0.03	0.66	1.02	0.72	1.12	0.65	1.00
14	Jul-2	0.03	0.03	0.24	0.24	0.67	1.03	0.73	1.12
15	Aug-1	Bero	Bero	0.09	0.25	0.25	0.63	0.25	0.63
16	Aug-2	Bero	Bero	Bero	Bero	0.09	0.09	0.25	0.25
17	Sep-1	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	0.09	0.09
18	Sep-2	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero
19	Oct-1	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero
20	Oct-2	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero
21	Nov-1	0.75	1.16	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero	Bero
22	Nov-2	1.09	1.69	0.85	1.31	Bero	Bero	Bero	Bero
23	Dec-1	1.08	1.67	1.23	1.90	0.82	1.27	Bero	Bero
24	Dec-2	1.12	1.73	1.26	1.94	1.15	1.78	0.82	1.27
Maximum		1.12	1.73	1.47	2.28	1.46	2.25	1.40	2.16
Average		0.63	0.98	0.82	1.26	0.83	1.26	0.82	1.26

Source : calculation results

Description:

: crop season I (paddy)

: crop season II (paddy+palawija)

: crop season III (bero)

Figure 7 – Water Availability Calculation Recapitulation

Reservoir Capacity

Calculation of the effective water storage capacity is very necessary to determine the amount of water that must be stored in the reservoir so that when the river flows are small or dry, the water from the reservoir can be released as a substitute for the specified water needs to meet irrigation water needs.

The data for the reservoir capacity of the Tiu Bangkemah Embung is as follows: Elv. riverbed = +54.00 m; Elv. dead pool = +57.00 m; Elv. spillway = +63.00 m; Elv. top of reservoir = +66.00 m; Gross storage volume = 278.803.11 m³; Dead storage volume = 14,263.35 m³; Effective storage volume = 264,539.77 m³.

The data for the storage capacity of Murus I Embung is as follows: Elv. riverbed = +27.00 m; Elv. dead pool = +30.00 m; Elv. spillway = +37.00 m; Elv. top of reservoir = +39.00 m; Gross storage volume = 108,278.45 m³; Dead storage volume = 14,059.20 m³; Effective storage volume = 94,219.26 m³.

Water Balance Analysis

To determine the ability of each building to meet irrigation water needs in the Jereweh watershed, a thorough calculation of the existing buildings is carried out.

Lang Desa Dam Water Balance Analysis. Analysis of the water balance of the Lang Desa Dam, the existing condition is a condition where the Tiu Bangkemah Embung upstream of the weir does not yet exist. The calculation of water availability is based on the calculation results above. With a catchment area of 53.56 km², an annual inflow potential of 77.59 mln m³ is obtained with an average semi-monthly discharge of 2.5 m³/sec. The existing cropping pattern is paddy-paddy+plw-bero. A recap of the calculation results can be seen in Figure 8.

Description	plan type	early planting							
		Nov. 1		Nov. 2		Des. 1		Des. 2	
irrigation area		300 Ha		300 Ha		300 Ha		300 Ha	
crop season I	Paddy	300	100%	300	100%	300	100%	300	100%
	Palawija	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
crop season II	Paddy	90	30%	90	30%	90	30%	90	30%
	Palawija	210	70%	210	70%	210	70%	210	70%
crop season III	Paddy	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Palawija	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
intensity		200%		200%		200%		200%	
reability		88%		83%		79%		79%	

Source : calculation results

Figure 8 – Recap of Water Balance Calculation Results Weir Lang Village

From the water balance analysis results consists, the area that can be irrigated by the Lang Weir in the Existing Village is 300 ha, with the initial planting of November 1. The total area of Lang village is 800 ha, so there is still a deficit of 500 ha. For this reason, it is necessary to have other water structures in the Jereweh watershed system to assist the performance of the Lang Desa Dam. One of the existing buildings in the Jereweh watershed system is the Tiu Bangkemah Embung and Murus I Dam, so it is necessary to calculate the influence of the existence of the two reservoirs in helping the performance of the Lang Desa Dam.

Water Balance Analysis of the Tiu Bangkemah Reservoir. The recapitulation of the simulation results of the reservoir operation for the rice-paddy+palawija-bero cropping pattern can be seen in Figure 9.

Description	plan type	early planting							
		Nov. 1		Nov. 2		Des. 1		Des. 2	
irrigation area		300 Ha		300 Ha		300 Ha		300 Ha	
crop season I	Paddy	300	100%	300	100%	300	100%	300	100%
	Palawija	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
crop season II	Paddy	90	30%	90	30%	90	30%	90	30%
	Palawija	210	70%	210	70%	210	70%	210	70%
crop season III	Paddy	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Palawija	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
intensity		200%		200%		200%		200%	
reability		92%		75%		75%		79%	

Source : calculation results

Figure 9 – Recap of Water Balance Calculation Results Embung Tiu Bangkemah

The simulation results show that the selected cropping pattern is paddy-paddy+palawija-bero, which has the most considerable planting intensity of 200%, and the irrigated area is 300 ha with a statistical reliability level of 92%.

Water Balance Analysis of the Tiu Bangkemah Reservoir. The recapitulation of the simulation results of the reservoir operation for the rice-paddy+palawija-bero cropping pattern can be seen in Figure 10.

Awal Tanam		Nov. 1		Nov. 2		Des. 1		Des. 2	
Luas Areal		50.00 Ha		50.00 Ha		50.00 Ha		50.00 Ha	
Pola tanam									
MT I	Padi	50.00	100%	50.00	100%	50.00	100%	50.00	100%
MT II a	Padi	15.00	30%	15.00	30%	15.00	30%	15.00	30%
MT II b	Plw	35.00	70%	35.00	70%	35.00	70%	35.00	70%
MT III	Plw	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%
Intensitas		200%		200%		200%		200%	
Keandalan		92%		83%		83%		71%	

Sumber : Hasil Perhitungan

Figure 10 – Recap of Water Balance Calculation Results Murus I

The simulation results show that the selected cropping pattern is rice-paddy+palawija-bero, which has the most considerable planting intensity of 200%. The irrigated area is fulfilled by 50 ha with a statistical reliability level of 92%.

Jereweh Watershed Water Balance Analysis

Existing Condition (Weir Lang Desa). Figure 11 shows that the Lang Desa Dam's capacity can only serve an area of 300 ha. This condition is still far from the current location of 800 ha, experiencing a deficit of 500 ha, so other water storage buildings are needed to assist the performance of the Lang Desa Weir.

Description	plan type	early planting Nov. 1	
irrigation area		300	Ha
crop season I	Paddy	300	100%
	Palawija	0	0%
crop season II	Paddy	90	30%
	Palawija	210	70%
crop season III	Paddy	0	0%
	Palawija	0	0%
intensity		200%	
reability		88%	

Figure 11 – Recap of the calculation of the water balance in the existing Jereweh watershed

Optimization Conditions (Lang Desa Dam + Tiu Bangkemah Embung + Murus I Reservoir). Figures 12a shows that Embung Tiu Bangkemah can supply irrigation services covering an area of 300 ha and Embung Murus I covering an area of 50 ha. The total area added is 350 ha.

Figure 12.a – Water Balance Calculation Results of Embung Tiu Bangkemah			Figure 12.b – the calculation of the water balance of the Jereweh Watershed Optimization Results		
Description	plan type	early planting Nov. 1	Description	plan type	early planting Nov. 1
irrigation area		300 Ha	irrigation area		650 Ha
crop season I	Paddy	300	crop season I	Paddy	650
	Palawija	0		Palawija	0
crop season II	Paddy	90	crop season II	Paddy	195
	Palawija	210		Palawija	455
crop season III	Paddy	0	crop season III	Paddy	0
	Palawija	0		Palawija	0
intensity		200%	intensity		200%
reability		92%	reability		92%

Source : calculation results

Source : calculation results

a)

b)

Figure 12 – Recap of the calculation of the water balance: a) Bangkemah Tiu Reservoir
b) Murus I Embung I

Figure 13 shows the total irrigation area that can be served by the three existing natural resources infrastructure in the Jereweh watershed (Ben-

dung Lang Desa, Embung Tiu Bangkemah and Embung Murus I) is 650 ha.

Description	plan type	early planting Nov. 1	
irrigation area		650	Ha
crop season I	Paddy	650	100%
	Palawija	0	0%
crop season II	Paddy	195	30%
	Palawija	455	70%
crop season III	Paddy	0	0%
	Palawija	0	0%
intensity		200%	
reability		92%	

Figure 13 – Recap of the calculation of the water balance of the Jereweh Watershed Optimization Results

This condition is still experiencing a deficit of 150 ha. Thus, the existence of Embung Tiu Bangkemah and Embung Murus I have yet to be able to meet all the needs of the irrigation area in Lang Desa, so several other water structures (dams) are needed.

Value of Economic Benefits

After calculating the water balance analysis and obtaining the reservoir's optimal capacity, the project's economic benefits can be calculated. The value of the advantages is obtained by calculating the value of the benefits in the condition before and after the reservoir is built.

From the above calculation results, it can be seen that the value of the benefits obtained in the existing condition is Rp. 6,84 bln, while the value of the benefits obtained after optimisation is Rp. 14,82 bln, so a breakdown of the value of the benefits is Rp. 7,98 bln. In other words, there is an increase in agricultural production income from before optimisation to after optimisation.

CONCLUSIONS

From the results of the analysis and discussion, it can be concluded as follows:

1. The average annual water availability at Lang Desa Dam is 0.96 m³/s (29.98 mln m³), Tiu Bangkemah Embung is 1.53 m³/sec (47.60 mln m³), and Murus I Embung is 0.06 m³/sec (1.79 mln m³).

2. The optimal allocation of water based on the water balance in the Jereweh watershed system is as follows:

- Planting start: November 1;
- Cropping pattern: MT-I: rice (100%); MT-IIa: rice (30%); MT-IIb: palawija (70%); MT-III: bero;
- Planting Intensity: 200%;
- Weir Lang Village: 300 ha; Embung Tiu Bangkemah: 300 ha; Murus I: 50 ha; Total area served: 650 ha.

3. The reliability value (reliability) of the simulation results is > 80%, so it can be concluded that the simulation was carried out with the following details: Weir Lang Village 88%; Embung Tiu Bangkemah 92%; Murus I 92%.

From the analysis that has been done in this study, it can be concluded that:

1. The suggested cropping pattern to be applied to the Lang Desa Irrigation Area is rice – paddy+palawija – bero with early planting of November 1. By using this cropping pattern, it gives

optimal results according to the simulation results.

2. The implementation of water supply to irrigation areas must be monitored appropriately and correctly. So that the existence of the existing reservoir can be maximally useful to improve the welfare of the people around the reservoir.

3. There is a need for additional water reservoirs (dams) to maximise the performance of existing natural resources in the Jereweh watershed system, considering that the current capacity is only able to irrigate an area of 650 ha from the current size of 800 ha, meaning that there is a deficit of 150 ha.

4. With the addition of several other natural resource buildings, it is expected to optimise the existing area in terms of location, cropping patterns, and cropping intensity.

REFERENCES

1. Velasco-Muñoz, Aznar-Sánchez, Batlles-de-laFuente, & Fidelibus. (2019). Rainwater Harvesting for Agricultural Irrigation: An Analysis of Global Research. *Water*, 11(7), 1320. doi: [10.3390/w11071320](https://doi.org/10.3390/w11071320)
2. Chiarelli, D. D., D'Odorico, P., Müller, M. F., Mueller, N. D., Davis, K. F., Dell'Angelo, J., Penny, G., & Rulli, M. C. (2022). Competition for water induced by transnational land acquisitions for agriculture. *Nature Communications*, 13(1). doi: [10.1038/s41467-022-28077-2](https://doi.org/10.1038/s41467-022-28077-2)
3. Li, H., Qin, T., Wang, X., Wang, J., & Lei, X. (2018). Study on Water Resources Scheduling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 189, 052039. doi: [10.1088/1755-1315/189/5/052039](https://doi.org/10.1088/1755-1315/189/5/052039)
4. Boretti, A., & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the World Water Development Report. *Npj Clean Water*, 2(1). doi: [10.1038/s41545-019-0039-9](https://doi.org/10.1038/s41545-019-0039-9)
5. Angelakis, A. N., Zaccaria, D., Krasilnikoff, J., Salgot, M., Bazza, M., Roccaro, P., Jimenez, B., Kumar, A., Yinghua, W., Baba, A., Harrison, J. A., Garduno-Jimenez, A., & Fereres, E. (2020). Irrigation of World Agricultural Lands: Evolution through the Millennia. *Water*, 12(5), 1285. doi: [10.3390/w12051285](https://doi.org/10.3390/w12051285)
6. Hasan, M. R., Nuruzzaman, M., & Mamun, A. A. (2019). Contribution of Rainwater to the Irrigation Requirement for Paddy Cultivation at Tanore Upazila in Rajshahi, Bangladesh. *Air, Soil and Water Research*, 12, 117862211983754. doi: [10.1177/1178622119837544](https://doi.org/10.1177/1178622119837544)
7. Janssens, N., Schreyers, L., Biermann, L., van der Ploeg, M., Bui, T.-K. L., & van Emmerik, T. (2022). Rivers running green: water hyacinth invasion monitored from space. *Environmental Research Letters*, 17(4), 044069. doi: [10.1088/1748-9326/ac52ca](https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac52ca)
8. Ratnasari, D., Kusuma, Z., & Hanafi, I. (2018). The Management of Community-Based Irrigation System (A Case Study of Water Users' (Farmers) Association in Suak, Manis Raya Village, Sepauk District, Sintang Regency). *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, 9(2), 140–149. doi: [10.21776/ub.jp.al.2018.009.02.11](https://doi.org/10.21776/ub.jp.al.2018.009.02.11)
9. Nasution, A. K. (2022). Evaluation Of Water Delivery Performance In The Paya Sordang Irrigation Area, Padang Sidempuan Tenggara District, Tapanui Regency. *Jurnal Mekintek : Jurnal Mekanikal, Energi, Industri, Dan Teknologi*, 13(1), 01–06. doi: [10.35335/mekintek.v13i1.31](https://doi.org/10.35335/mekintek.v13i1.31)

Wind Power Generation in Sudano-Sahelian Region of Nigeria: A Review

Abdulyakin Usman¹, Tukur Sani Gadanya¹, Abubakar Lawan Iliyasu¹

¹ Federal University Dutsin-Ma

P. M. B. 5001 Dutsin-ma, Katsina State, Nigeria

DOI: [10.22178/pos.87-9](https://doi.org/10.22178/pos.87-9)

LCC Subject Category: L7-991

Received 21.10.2022

Accepted 25.11.2022

Published online 30.11.2022

Corresponding Author:

Abdulyakin Usman

ausman8@fudutsinma.edu.ng

© 2022 The Authors. This article

is licensed under a Creative

Commons Attribution 4.0

License 

Abstract. Over a couple of years, the world's energy demand has turned to renewable energy sources due to the menace of global warming, while some African countries still depend on fossil fuels despite their harmful effects. Out of approximately 4 trillion (kWh) of renewable energy that is expected to be generated by the year 2030, wind energy is projected to contribute up to 1.1 trillion (kWh). Wind energy studies will be the centre for future renewable engineering efforts, being one of the most likely economic and affordable alternate energy sources. Furthermore, wind resources analysis has also revealed that the Northern part of Nigeria, which occupies almost all the meteorological locations in the Sudano-Sahelian Ecological Zone, possesses enormous potential for harvesting wind energy. This paper involves a systematic review of relevant literature to identify the outcome of various initiatives of researchers at appraising the prospects of electricity production from wind for sustainable development in the region. It was established that the area is blessed with enormous opportunities for harnessing wind for various applications, having possible average wind speeds reaching as high as 8.70 m/s at 10 m above the ground. The region can adequately utilise wind for power generation if the fundamental challenges facing wind energy utilisation are addressed. There is a need to systematically model and simulate the system's feasibility before actual implementation to assist in other managerial and technical decisions. Wind energy integration will immensely contribute to providing lasting solutions to the energy situation in the region and the country at large.

Keywords: Wind Energy; Sudano-Sahelian Ecological Zone; Wind Turbine; Modeling; Simulation.

INTRODUCTION

The extended demand-supply gaps, heavy burden on the economy, worldwide depletion of fossil fuel reservoirs, devastating effects from climate change, carbon emissions, stormy rain, hurricane, a great flood, as well as other environmental hazards, result in the need for alternative sources of energy that is cost-effective, clean, sustainable and environmentally friendly.

Natural gas in gas turbines is not environmentally friendly as it damages the environment, yet it remains the means of power generation in many African countries. Wind energy is abundant on the earth and has a low or no impact on environmental pollution. The point is generated naturally from the wind; hence fuel needed for wind turbines is free and occurs every day [1]. Although wind power has been one of the most frequently used alternative energy, but still poses

the most immediate integration challenge among all modern renewable energy sources.

Since the energy crisis of the 1970, when wind power began its resurgence, wind power installed capacity has been growing drastically; because it has been proven that it is feasible that some countries may receive a reasonable percentage of their electrical energy from wind by 2030.

In Nigeria, especially in the dry season, sufficient water for hydroelectric power plants affects power availability. Climatic variables of high temperatures coupled with low rainfall and drought lead to evapotranspiration, resulting in reduced water volume and hydroelectric power generation and transmission capacities. Hence, exploring alternative renewable energy sources, such as wind or solar, is essential. Besides hydropower, Wind energy is currently the most economical renewable energy due to its versatili-

ty. Using it as a decentralised energy form makes its applications possible in rural areas where it is economically and technically viable in the country [2]. Renewable energy technologies that are gradually used to tackle energy deficiencies include wind, solar, biomass, hydropower etc. Still, one of these sources that need more concern is wind energy. Wind energy can be harnessed for electricity generation, water pumping, irrigation, and milling [3].

Promoting an energy mix from renewable resources will ensure a seamless transition into a low-carbon energy economy while enhancing climate change mitigation, livelihood improvement, poverty reduction and sustainable development. The advent of smaller technologies, such as wind power and the photovoltaic system, is currently challenging the conventional method of using large centrally located power plants and grid extension for rural electrification. Therefore, this paper highlights the importance of wind energy to accelerate the sluggish nature of rural electrification programmes in the Sudano-Sahelian region of Nigeria. The methodology adopted in the review involves searching for relevant literature related to the study objectives on search engines. The articles were screened and validated for inclusion or exclusion based on relevancy, content and context.

RESULTS AND DISCUSSION

Wind Energy for Wind Turbine and Wind Farms. Global warming and climate change have dominated seminars, conferences, and discourses for decades in almost all parts of Africa. Climate change is defined as identifiable changes in the average temperature, precipitation, and wind pattern that persists for an extended period, typically decades or longer [4]. The wind is a powerful and abundant source of renewable energy. Onshore and offshore wind power installations have expanded rapidly worldwide to harness wind energy [5]. Wind energy is an indirect form of solar energy, as it's constantly being renewed by the sun. This energy conversion occurs when the natural resource wind generates electricity. Energy is one of the cheapest renewable sources of energy produced. Its technology is one of the fastest-rising technologies in the world's energy generation industry, yet not so much in the Nigerian Sudano-Sahelian region.

The prominent renewable energy source in Nigeria has been restricted to solar energy. This is because wind energy's viability could be better due to low wind speeds in some countries' ecological zones. Wind speed is generally moderate in the southern region, except in coastal and offshore areas. On the other hand, Wind speed is usually considered vital in the northern part, which occupies almost all the states that fall within Nigeria's Sudano-Sahelian Ecological Zone (SSEZ). It is considered most critical in the hilly regions of the north. Wind speed data obtained from the Nigerian Meteorological agency utilised to analyse the viability of wind power in Kano State revealed that the high power supply cost and carbon emission reduction could be realised with the use of wind as the alternative energy source. A Journal article on the analysis of meteorological data collected from some selected weather stations in Nigeria shows that wind power prospect in Nigeria is high and cost-effective. The result demonstrated that the region's wind profiles and qualities are reasonable enough for wind power generation when several small turbines are connected at average wind speeds.

Wind turbine technology has been evolving gradually to resolve the declining rate of fossil fuels and the current emission levels. A wind turbine is an energy conversion device that converts kinetic energy in the wind to mechanical energy by way of shaft and gearbox arrangement. Wind turbine operation involves turning two or three blades (propeller-like shaped) by the wind around a rotor. The rotor, attached to the main shaft, turns a generator to generate electricity. Wind turbines (most miniature types) are used to charge battery units, while the more significant types are used to generate power for domestic applications. Most small-scale wind turbines control their direction using a tail vane. Still, due to high gyroscopic moments during sudden changes in wind direction, there is every possibility for blade breakage. As such, a proper study on the control of yaw movement was suggested for small-scale wind turbines [6]. Authors [5] classified wind turbines and their subsystems as follows:

1. Utility-scale systems. Wind systems that provide power larger than 100 kilowatts (kW) to a grid system.
2. Small-scale systems. Wind systems that use 100 kW or lower wind turbines to power a farm, home, etc.

3. Offshore systems are wind systems that comprise turbines installed on water bodies worldwide. Such a system can power a community, depending on the area's wind speed.

Subsystems of a typical wind turbine include the following:

1. Rotor (consists of blades and hub)
2. Drive train (gearbox, shafts, mechanical brake, electrical generator and couplings)
3. Mainframe and Nacelle (yaw system, bedplate and housing)
4. Tower and foundation
5. Electrical gadgets (converters, cables, transformers, and switchgear)

The four basic types of wind turbines are:

Type 1 – Fixed-speed wind turbines

Type 2 – Variable-slip wind turbines

Type 3 – Wind turbines with doubly fed induction generator (DFIG)

Type 4 – Full-converter wind turbines

Fixed-speed wind turbines are turbines in which the rotor is constrained to move at a particular constant speed, while variable-speed wind turbines are designed to run or operate at a different pace. In a wind turbine with a fixed rate, the rotor speed does not change regardless of wind speed changes. Hence for any other speed from the wind, the turbine efficiency is reduced because any variations in the speed of the wind are communicated as instabilities in the mechanical torque and as a disturbance to the stability of the power grid.

Variable speed wind turbine is aimed to operate at optimal efficiency constantly, consistent tip speed ratio, corresponding to the maximum performance coefficient, by adapting blades velocity at variable wind speed. Therefore, variable-speed wind turbines are the perfect standard for efficient power generation, irrespective of wind speed. However, in the rotor resistance, power lost in heat is problematic. Turbines with a Doubly-fed induction generator (DFIG) address this problem by using a back-to-back AC/DC/AC converter to regain the slip power in the rotor circuit. The Rotor current's flux-vector control lowers the mechanical stresses and maximises wind power extraction. Management in the rotor circuit is handled solely by the converter. Therefore, the machine's total output should not be consid-

ered while rating the converter. In complete converter wind turbines, the main power flow route to the grid from the wind turbine is the back-to-back AC/DC/AC converter. These turbines may employ synchronous or induction generators and offer independent real and reactive power control [1].

Wind turbines, based on the direction of spin, can be classified into two [7]: 1) horizontal axis wind turbines (HAWT); vertical axis wind turbines (VAWT).

Then again, considering how the turbine spins, two kinds of wind turbines can be defined. In both types of turbines, the direction of spin differs, but the mechanism remains the same. Horizontal axis wind turbines (HAWT) are wind turbines that rotate along their horizontal axis, while vertical axis wind turbines (VAWT) are wind turbines that spin about their vertical axis. In the horizontal axis wind turbine (HAWT), the rotor's rotational axis is parallel to the wind stream or ground. Its electrical generator and rotor shaft must directly face the wind at the tower's peak. The number of blades in HAWTs has no limit; it can be two, three or more, depending wholly on the designer. In the Soviet Union, in 1931, using one of the first modern horizontal-axis wind turbines. The turbine rated 100 kW connected to the country's 6.3 kV power distribution system was placed on a 30-m tall tower. It was accounted for to have had a yearly capacity factor of about 32%, which shares close similarity to the efficiency exhibited by current wind machines. A typical horizontal axis wind turbine rating ranges from 500 kW to 5 MW and remains the prevalent technology upon applications at the utility scale.

The main rotor shaft in vertical axis wind turbines is arranged vertically, hence the name. The fact that the turbine does not need to follow the wind direction to show high efficiency remains the major pro of this arrangement. Also advantageous is its ability to be mounted on a building because it is much less steerable. The drive train and electrical machine can also be positioned close to the ground with a direct drive from the rotor arrangement to the ground-based gearbox, enhancing availability for repairs. Its severe drawback is energy efficiency which still needs improvement over time. Another critical disadvantage also includes the relatively low rotational speed. The advantages of using a vertical axis turbine are simple and robust construction with

minimal moving parts, which allows for a cost-efficient wind power plant with respect to maintenance, investment and operation. Other advantages include lower noise levels, independence of wind direction, simple blade profiles and less sensitivity to turbulence.

Wear can reduce turbine efficiency. Examination of 3128 wind turbines about ten years or older in Denmark demonstrated that half of them did not diminish in efficiency, while the other observed a decrease of 1.2% per year. Vertical turbine efficiency is lower than their horizontal counterparts [8]. Arrays of large turbines, called wind farms, are being utilised to generate power to reduce fossil power generation in developed countries.

Nigerian Sudano-Sahelian Ecological Zone (SSEZ). One-third of Nigerian total land mass is occupied by a sizeable ecological zone called Sudano-Sahelian Ecological Zone (SSEZ). As depicted in figure 1, the area lies between longitudes 40 E and 140 E and latitudes 100 N and 140 N. The selected regional meteorological locations include Sokoto, Kano, and Katsina, which fall within the Sudan savanna, and Maiduguri and Nguru, which fall within the extreme Sahel savanna ecological zone [9].

The Northern part of Nigeria comprises three ecological zones: the Sudan savanna, Guinea savanna, and Sahel savanna. The Sudano-Sahelian Ecological Zone falls within the Sudan and Sahel savanna regions. Areas in this region enjoy a tropical continental climate with two distinct seasons, wet and dry. The dry season lasts about eight months, while the wet season lasts only 3–4 months. Temperatures are generally high, particularly during the dry season, with a mean maximum temperature of 39 °C and a mean minimum temperature of 19.5 °C. The region's mean annual rainfall ranges from 600 mm to only 400 mm in the Sudan savanna and extreme Sahel savanna zone, respectively [10]. Mean wind regimes in the north lie between 4.0–7.5 m/s at 10 m above the ground [11].

The climatic zone consisting of Sahel and Sudan vegetation is overlaid by Savanna vegetation with a density of scattered trees and other plants decreasing along the northward direction. These two ecological zones are in one place referred to as the Sudano-Sahelian Ecological Zone (SSEZ).

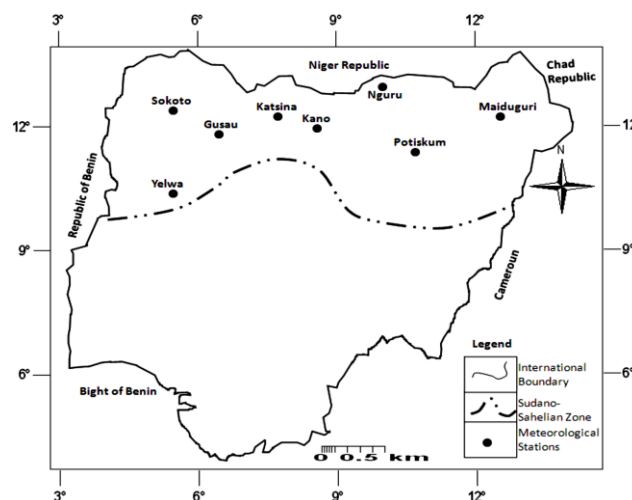


Figure 1 – The Sudano-Sahelian Ecological Zone of Nigeria [12]

Wind energy integrations in the zone will contribute immensely to achieving the sustainable development goals of 2030 (Table 1) proposed by the Nigerian energy sector.

Table 1 – Summary of renewable electricity sources and targets [13]

No	Energy resource	Short-term in MW (2015)	Medium-term in MW (2020)	Long-term in MW (2030)
1	Hydro (LHP)	2,121.00	4,549.00	4,626.9
2	Hydro (SHP)	140.00	1,607.22	8,173.81
3	Solar	117.00	1,343.17	6,830.97
4	Biomass	55.00	631.41	3,211.14
5	Wind	50.00	57.40	291.92

Notes: LHP – Large HydroPower; SHP – Small HydroPower.

Assessment of wind energy potentials. Models for wind turbines were developed and tested, yet the simulation of wind farms is scarce. Research that analysed the relationship between output power concerning wind speed and turbine speed was modelled by [8]. Matlab/Simulink was used to simulate this turbine to capture the wind energy associated with the wind for driving the electrical generator, which feeds the load. The model eventually demonstrates that wind energy could be extracted at varying wind speeds in the region. Another detailed model showing a wind energy conversion system was designed by modelling differential equations for each block and then

simulated in a SIMULINK environment. The Squirrel Case Induction Generator, a horizontal axis wind turbine system with complexities of all three parts of the wind turbine model, was analysed using mathematical equations. Ogoja community's wind speed data in the southern part of Nigeria was used to assess the simulation performance. The system simulation tested works satisfactorily with different wind speeds, giving proportionate mechanical torque and turbine speed [1].

An agent-based modelling and simulation framework that helps compose different model components, design valuation and forecasting energy generation cost-effectively and productively for the rapid prototyping of wind power plants was proposed by [7]. The model was demonstrated by conceptualising the design of the foundation wind energy plant in Sindh, Pakistan, and the development of its agent-based model. Five different time-series forecasting models were used on the actual data to further compare the forecasts with the time series analysis after the short-term and long-term electricity generation profiles obtained were validated with the actual data. The time series analysis and simulation model proposed was consistent with the real data having a root mean square deviation of about 9 MW. Modelling and simulating a grid-connected wind-driven electricity generation system with a wind-turbine-driven Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG), diode rectifier, and DC/AC inverter as unit features were developed and implemented in MATLAB/Simulink by [14]. The system was recommended to offer better performance due to the higher efficiency, less maintenance and cost-effectiveness of a Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) than other generators.

Using modelling and simulation as a tool for analysis can assist in managerial and technical decisions. This suggestion was made based on [15] findings after they modelled a small wind power plant connected to a grid in Modelica/Dymola. The mini power plant consists of an internal DC-grid interconnected with one grid connection and three wind power units with 3 kW nominal power. Models were developed, tested and evaluated by running several simulations to pull up the small grid. The research finally shows the essentiality of considering wake losses when positioning the turbines, as it maximises energy production. A systematic approach to simulate an offshore wind farm for intelligent

cities was developed by [16]. Rotor blades drive train, induction generator, and other variable-pitch wind turbine subsystems were modelled to form a wind farm. The total output power of the wind farm by considering multiple wind turbines with the wake losses (using the Jensen wake model) was simulated with any input wind speed. A study was conducted on a German offshore wind farm called NordseeOst. The simulation shows promising results with an average error of approximately 5% compared with the wind farm's real-time output. The simulation results disclosed that wind farm feasibility tests, which often needed more exact information, are viable before site implementation, especially in smart cities.

Authors [17] conducted a study on assessing wind potential in Nigerian south-south coastal states using the Weibull distribution. His findings, as depicted in Figure 2, revealed that better and higher values of wind energy density could only be achieved when meteorological data are collected above 10 m high.

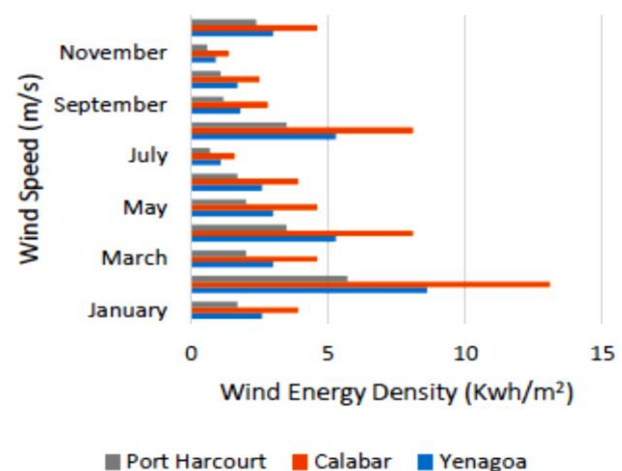


Figure 2 – Wind Energy Density versus Wind Speed at 10 m height [17]

A research paper that outlines some of the characteristics and layout of the Katsina wind farm described the wind as both an efficient and reliable form of a clean source of renewable energy, as well as an excellent method of harnessing renewable energy from locations where there is the availability of land [3]. Heipany, a town in Jos, was recommended as an ideal location to construct windmills. This suggestion by [2] resulted from a discovery that the maximum power intensity which could be extracted from the wind in

the area was found to be 14.23 W/m^2 out of the estimated available wind power intensity of 24.00 W/m^2 . The energy density available in the wind has also been calculated to be 1126.28 KWh/year .

In 2003, the federal government of Nigeria, after noticing the potential of wind utilisation as depicted in Table 2, introduced policies that support wind energy integration with other energy resources and provide necessary measures to ensure that wind energy is harnessed at a justifiable cost. Despite this fact, this cheap, easily accessible, naturally applicable, enormously available, environmentally friendly, non-depleting and non-toxic source of valuable and usable energy is still inadequate and inconsistent, particularly in the Sudano-Sahelian Ecological Zone of the country.

Table 2 - Potential of Wind Utilisation According to End Use [18]

No	AREA	Electric Power Supply
1	Semi-Arid, Hot, dry areas: Sokoto, Kano Katsina, and Borno States	GP
2	Along the shores of Lake Chad	GP
3	Temperate Areas: Plateau, Bauchi and Gongola States.	GP
4	Along the shores of Rivers Niger and Benue	LP
5	Offshore	GP

Notes: GP – Good Potential; LP – Limited Potential

Authors [18] researched the wind energy reserve at 10 m height based on data analysis from 10 wind stations across the North West, North East, North Central, South East and South West geopolitical zones. The research showed some promise as it inferred that the sites are potential wind farm areas with moderate wind regimes, having wind regimes between 3.6 and 5.1 m/s according to the Beaufort scale. This is because most wind turbines start generating electricity at wind speeds (cut in rate) of around $3\text{--}4 \text{ m/s}$.

Authors [11] looked into the wind energy potentials and the extent to which these potentials were utilised in Nigeria for a sustainable environment. It was established from their findings that the absence of local manufacturing for wind energy components, the reluctance of the government to encourage wind technologies, and low financing were the challenges facing wind energy utilisation in the country. Therefore, addressing the aforementioned associated challenges will put the country's energy situation in a better run.

CONCLUSIONS

Wind energy integration is increasing globally. Nigeria is blessed with enormous opportunities for harnessing wind for various applications, more specifically in the core northern region of the country. Renewable energy (wind) can effectively be produced in the Sudano-Sahelian Ecological Zone of Nigeria as suitable wind corridors are available. A mean wind regime in the region was found to lie between $4.0\text{--}7.5 \text{ m/s}$ at 10 m above the ground. Variable-speed wind turbines are preferable as they are ideal for efficient power generation, irrespective of wind speed. Model simulation of wind energy systems assists in estimating the extent of electrical energy produced at given conditions using the wind potential available at the region's corridors and aid in the realistic analysis of the future dynamics of electricity demand and supply, hence helping in effective energy planning. Poor government motivation for wind energy technology (WET) and lack of adequate research and development tailored towards WET, to mention just a few, remains the associated challenges hindering the technology despite its vast prospects. This transition into a low-carbon energy system in the Sudano-Sahelian Ecological Zone of Nigeria is feasible. It will help address the energy shortfall, enhance climate change mitigation, and assist in sustainable human development and continued economic growth, especially if the associated challenges are overcome.

REFERENCES

1. Modukpe, G., & Dei, D. (2020). Modeling and Simulation of a 10 kW Wind Energy in the Coastal Area of Southern Nigeria: Case of Ogoja. *Wind Solar Hybrid Renewable Energy System*. doi: [10.5772/intechopen.85064](https://doi.org/10.5772/intechopen.85064)

2. Okoro, O. I., & Govender, E. (2007, April). Prospects of wind energy in Nigeria. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228827644_Prospects_of_wind_energy_in_Nigeria
3. Okoronkwo, J. O., Ojo, O., & Davidson, I. (2016). Design considerations of the Katsina Wind Farm in Nigeria. *2016 IEEE PES PowerAfrica*. doi: [10.1109/powerafrica.2016.7556611](https://doi.org/10.1109/powerafrica.2016.7556611)
4. Ati, O., Aremu, K., F. Olatunde, A., B. Abaje, I., & O. Oladipo, E. (2022). Meteorological Drought and Temperature in Sudano-Sahelian Region of Nigeria under Increasing Global Warming. *The Nature, Causes, Effects and Mitigation of Climate Change on the Environment*. doi: [10.5772/intechopen.100108](https://doi.org/10.5772/intechopen.100108)
5. Singh, M. (2011). *Dynamic Models for Wind Turbines and Wind Power Plants Dynamic Models for Wind Turbines and Wind Power Plants*. Retrieved from <https://www.nrel.gov/docs/fy12osti/52780.pdf>
6. Tummala, A., Velamati, R. K., Sinha, D. K., Indraj, V., & Krishna, V. H. (2016). A review on small scale wind turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 1351–1371. doi: [10.1016/j.rser.2015.12.027](https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.027)
7. Mahmood, I., Mobeen, M., Rahman, A. U., Younis, S., Malik, A. W., Fraz, M. M., & Ullah, K. (2020). Modeling, simulation and forecasting of wind power plants using agent-based approach. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124172. doi: [10.1016/j.jclepro.2020.124172](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124172)
8. Ibrahim, M. A., Abdullah, F., & Salih, B. (2018). *Modeling and Simulation of 1.5 MW Wind Turbine*. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(10), 7882–7888.
9. Ifabiyi, I. P., & Ojoye, S. (2013). Rainfall Trends in the Sudano-Sahelian Ecological Zone of Nigeria. *Earth Science Research*, 2(2). doi: [10.5539/esr.v2n2p194](https://doi.org/10.5539/esr.v2n2p194)
10. Umar, A. T., Mashi, S. A., & Bako, M. M. (2019). Investigation of Rainfall Characteristics in Sudano-Sahelian Region of Nigeria (1971–2006). *Handbook of Climate Change Resilience*, 2595–2621. doi: [10.1007/978-3-319-93336-8_165](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93336-8_165)
11. Ajayi, O. O. (2010). The Potential for Wind Energy in Nigeria. *Wind Engineering*, 34(3), 303–311. doi: [10.1260/0309-524x.34.3.303](https://doi.org/10.1260/0309-524x.34.3.303)
12. Abaje, I. B., Ati, O. F., & Iguisi, E. O. (2012). *Recent Trends and Fluctuations of Annual Rainfall in the Sudano-Sahelian Ecological Zone of Nigeria: Risks and Opportunities*. *Journal of Sustainable Society*, 1(2), 45–51.
13. Olayide, O. E. (2021). *Nigeria - Land, climate, energy, agriculture and development a study in the Sudano-Sahel Initiative for Regional Development, Jobs, and Food Security*. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3769131
14. Raiambal, K., & Chellamuthu, C. (n.d.). Modeling and simulation of grid connected wind electric generating system. *2002 IEEE Region 10 Conference on Computers, Communications, Control and Power Engineering. TENCOM '02. Proceedings*. doi: [10.1109/tencon.2002.1182696](https://doi.org/10.1109/tencon.2002.1182696)
15. Petersson, J., Isaksson, P., Tummescheit, H., & Ylikiiskilä, J. (2012). Modeling and Simulation of a Vertical Wind Power Plant in Dymola/Modelica. *Proceedings of the 9th International MODELICA Conference, September 3-5, 2012, Munich, Germany*. doi: [10.3384/ecp12076631](https://doi.org/10.3384/ecp12076631)
16. Siong Chin, C., Ming Peh, C., & Venkateshkumar, M. (2020). Modeling and Simulation of Offshore Wind Farms for Smart Cities. *Modeling, Simulation and Optimization of Wind Farms and Hybrid Systems*. doi: [10.5772/intechopen.87008](https://doi.org/10.5772/intechopen.87008)
17. Amadi, H. N. (2018). Wind Energy Potential Assessment of Coastal States in South-South Nigeria Based on the Weibull Distribution Model. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 2(7). doi: [10.24018/ejece.2018.2.7.48](https://doi.org/10.24018/ejece.2018.2.7.48)
18. Baba, M., & Garba, I. (2014). *A Review of the Status of Wind Energy Utilisaton in Nigeria*. *International Journal of Renewable Energy Research*, 4, 11–14.

Impact Assessment on the Technology-Based Extension Projects: A Basis for Designing Sustainable Extension Activities

Ruth G. Luciano¹, Cris Norman P. Olipas¹

¹ Nueva Ecija University of Science and Technology
Sumacab Este, Cabanatuan City, 3100, Philippines

DOI: [10.22178/pos.87-5](https://doi.org/10.22178/pos.87-5)

LCC Subject Category: L7-991

Received 21.10.2022

Accepted 28.11.2022

Published online 30.11.2022

Corresponding Author:

Cris Norman P. Olipas

olipas.cris@gmail.com

© 2022 The Authors. This article
is licensed under a Creative
Commons Attribution 4.0

License 

Abstract. This study aimed to conduct an impact assessment on the technology-based extension projects undertaken by the faculty extensionists from the College of Information and Communications Technology to provide a basis for designing sustainable extension activities. Descriptive research was utilized for this study. The researchers employed a survey instrument via Google Form to gather data from the 25 respondents from the city of Cabanatuan, province of Nueva Ecija. Results show that the college caters to a diverse range of beneficiaries. Beneficiary respondents believed that the projects had contributed to their capacity building, computer literacy, and livelihood. Their participation in the extension project made them productive at work and allowed them to develop new knowledge and skills relevant to contributing to community building. The researchers suggest that the results be utilized to design sustainable extension projects, consider partnerships with other higher learning institutions, and conduct regular evaluations and assessments of different extension projects.

Keywords: Community Development; Extension; Impact Assessment; Technology-Based Projects.

INTRODUCTION

One of the fourfold duties of a state university in globalization has a crucial impact on the development of Philippine higher education institutions. It permits the cross-border and cross-cultural exchange of products, technology, information, and other resources [1]. It also enables diverse communities to collaborate and share ideas for improving and enhancing their lives. Higher education institutions (HEIs) are challenged by globalization to pursue excellence continuously.

The four roles of higher education institutions are effective instruction, research, community service, and production. These essential functions contribute to the holistic development of the learner and the community. Teaching is about giving students knowledge and skills, research is about coming up with new theories and practices for the university and the community, community service is about making the community better and affecting the lives of many different people, and production is about getting more resources and making more money [2].

One of the fundamental functions of higher education institutions is to conduct extension initia-

tives. The Commission on Higher Education of the Philippines issued Memorandum Order 52 series of 2016 articulating policies and guidelines on HEI community extension programs for the "provision of space to discover practical, evidence-based, and scientific solutions that can address real-world social, economic, and environmental challenges of partner citizens and communities" [3].

The purpose of extension projects is to assist many stakeholders with sustainable programs and activities. Authors [4] say that an extension project resulted in moderate changes in community knowledge, attitudes, and lifestyles, based on a survey they conducted to evaluate the impact of extension projects done between March 2009 and December 2015. The transfer of learning and the development of new information and skills among beneficiaries for their growth, improvement, and community development might be one of the activities undertaken in an extension project.

Information technology (IT) has become a crucial factor in several businesses' accelerated expansion and advancement. IT contributes to achieving sustainable growth and developing commu-

nities, whether in the health sector, governance, business and corporate industries, agriculture, or education. When extending IT-related activities, programs, and projects, an impact assessment must be done to determine the project's strengths and weaknesses and new opportunities for developing new projects, programs, and services for the community.

This article describes the evaluation of the extension projects completed by faculty extensionists from a higher learning institution in Nueva Ecija, Philippines. The impact assessment results provide a greater understanding of the project's effects on the various beneficiary groups. The study also allows faculty extensionists and the college to develop new initiatives, programs, and activities for the stakeholders' benefit and determine how well they have benefited the various community members.

Statement of the Problem

In general, this study aimed to conduct an impact assessment of the extension project undertaken by the faculty extensionists from the College of Information and Communications Technology.

Specifically, it sought to answer the following:

1. How may the profile of the beneficiaries be described in terms of age, civil status, sector, municipality, income?
2. How may the impact assessment of the extension project be described in terms of capacity-building, computer literacy, livelihood?
3. How may the overall impact assessment of the extension project conducted by faculty extensionists from the College of Information and Communications Technology be described?
4. Is there a significant difference in the beneficiaries' level of knowledge before and after the extension activity?
5. Is there a significant difference between the computer literacy level of the beneficiaries before and after the conduct of the extension activity?

METHODS

The descriptive research design is a quantitative research strategy employed in this study. To clearly understand the population and find solutions to the research topic, the researchers

sought to describe it methodically. Researchers were able to figure out how the projects that faculty extensionists from the College of Information and Communication Technology (CICT) worked on affected the community.

The study was conducted in Cabanatuan, Nueva Ecija Province, Philippines. It involved the beneficiaries of different extension projects undertaken by the CICT. From December 2021 to March 2022, twenty-five people volunteered to participate in the impact assessment. The instrument is composed of two parts. The first part includes the demographic profile of the respondents. The second part covers closed-ended questions inquiring about the impact of the extension projects on the respondents' capacity building, computer literacy, and Livelihood.

The instrument used was subjected to face and content validity tests. Reliability analysis was also conducted to assess the project's capacity building, computer literacy, Livelihood, and overall impact.

Table 1 presents the reliability analysis. Calculated Cronbach's alpha for the scales indicates that the instrument was valid and reliable.

Table 1 – Reliability Analysis

Scale	Cronbach's Alpha	No. of Items
Capacity Building	0.905	7
Computer Literacy	0.918	6
Livelihood	0.983	10
Overall Impact Assessment	0.973	9

In the conduct of data gathering, the researchers engaged in a series of activities:

1. Performed a review of related literature and studies relevant to understanding the topic under investigation and the essential steps to be conducted for impact assessment.
2. Sought permission to conduct the study.
3. Utilized Google Forms because the conduct of the data gathering happened during the time of a pandemic.
4. Informed the respondents of the objectives of this study. The implications and impact of their participation were also explained.
5. Respondents were assured that the data gathered were treated with the utmost confidentiality

and anonymity and that their involvement would not cause any harm to them.

6. The researchers collected, analyzed, and interpreted the data using appropriate statistical tools.

Table 2 presents the response mode and scoring guide used for this study.

Table 2 – Response Mode and Scoring Guide

Numerical Rating	Range	Level of Agreement	Level of Impact
4	3.25-4.00	Strongly Agree	Very High Impact
3	2.50-3.24	Agree	High Impact
2	1.75-2.49	Disagree	Low Impact
1	1.00-1.74	Strongly Disagree	Very Low Impact

RESULTS AND DISCUSSION

Profile of the Respondents. The following data show the shape of the CICT's Extension Program beneficiaries from 2016–2020.

Figure 1 presents the age distribution of the beneficiary respondents who participated in the survey conducted by the college. Data show that the beneficiaries came from different age groups: early adults (ages between 20 and 40), middle adults (ages between 40 and 60), and late adults (above 60).

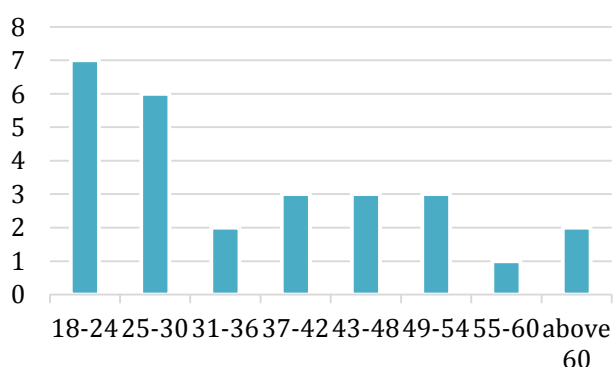


Figure 1 – Age Distribution

This finding implies that the college could reach out to different groups of people through the extension projects and activities that the faculty extensionists had conducted.

Figure 2 below depicts the data on the civil status of the respondents. More than half of the respondents are married (58%).

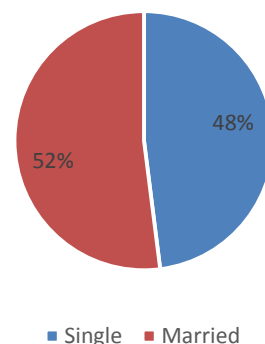


Figure 2 – Civil Status

This finding shows that ICT proficiency is needed by everyone. Even married individuals and/or working parents must gain essential competencies and skills.

Regarding the beneficiaries' place of residence, Figure 3 below shows that most of them, 56%, reside in municipalities outside of Cabanatuan City but still within the province of Nueva Ecija. It is noteworthy that there were also a few beneficiaries who lived outside of the area.

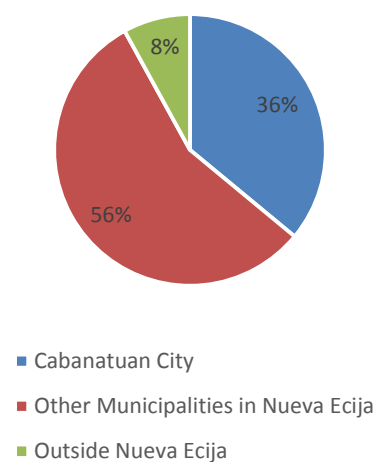


Figure 3 – Place of Residence

This is a good indicator that the college was able to design and implement extension projects that are relevant and interesting to individuals and working professionals who do not reside in the province.

Figure 4 below presents the data on the sectors represented by the extension beneficiaries of the college.

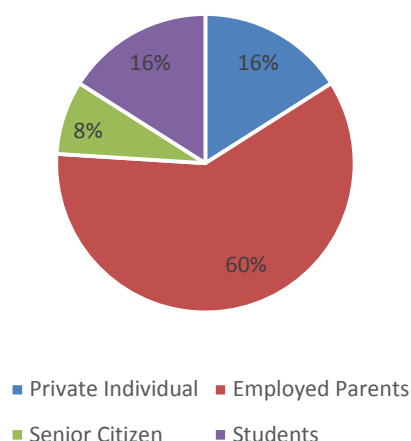


Figure 4 – Sectors They Belong

It can be seen from Figure 4 that 60% of the respondents describe the industry of employed parents. This means that the extension projects designed and conducted by the CICT faculty extensionists focused on the ICT skill- and capability-building of employed individuals and parents.

The data on the monthly family income is shown in figure 5 below. As can be gleaned from the figure, the payment of the respondent-beneficiaries did not have a significant increase from 2016–2020.

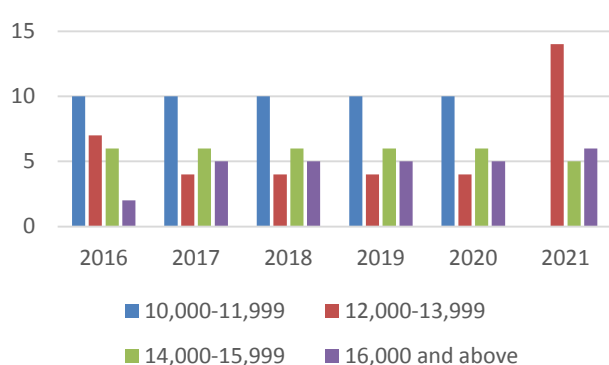


Figure 5 - Monthly family income

This implies that the skills- and capacity-building seminars, training and workshop sessions, and other skill-based extension activities will not immediately impact the individuals' incomes. This further suggests that these individuals be trained or exposed to entrepreneurship training or workshops so they will be able to gain

knowledge on how they can use their technical knowledge to get additional income for their families.

Impact Assessment on Capacity-Building, Computer Literacy, and Livelihood. Table 3 presents the impact assessment results on the extension project in terms of capacity-building for the beneficiaries. Findings show that the overall impact of the extension activity on capacity building has a very high impact on the overall mean score of 3.62. Specifically, the beneficiaries expressed that the learning they had acquired from the extension projects was beneficial to their professions and hobbies ($\mu = 3.76$). The knowledge that the beneficiaries developed from the extension project was relevant ($\mu = 3.72$) and essential for them to start new business ventures ($\mu = 3.72$).

Furthermore, the beneficiaries expressed that the extension projects helped them to land better jobs ($\mu = 3.60$), develop their confidence ($\mu = 3.52$), and produce a new source of possible personal income generation activities ($\mu = 3.52$). Lastly, results show that the knowledge they have developed through the extension project can be shared with others to empower other individuals as well ($\mu = 3.52$). These findings imply that the CICT's extension projects on capability building have been implemented successfully.

Table 3 – Impact Assessment of Extension Project relating to Capacity Building

Item Statements	Mean	Verbal Interpretation
CB1	3.76	Strongly Agree
CB2	3.52	Strongly Agree
CB3	3.52	Strongly Agree
CB4	3.52	Strongly Agree
CB5	3.60	Strongly Agree
CB6	3.72	Strongly Agree
CB7	3.72	Strongly Agree
Grand Mean	3.62	
Verbal Interpretation	Very High Impact	

Table 4 shows the result of the impact assessment of the extension project on computer literacy. The data in table 4 reveals that the overall impact of the extension projects on computer literacy is very high, as reflected in the overall computed mean score of 3.73. Specifically, through these projects, the beneficiaries learned new technological knowledge and developed skills essential to becoming empowered citizens ($\mu = 3.76$). Further, beneficiaries expressed that

their acquired knowledge helped them improve their work quality ($\mu = 3.76$) and expand their computer literacy and skills ($\mu = 3.76$).

Table 4 – Impact Assessment of Extension Project relating to Computer Literacy

Item Statements	Mean	Verbal Interpretation
CL1	3.76	Strongly Agree
CL2	3.72	Strongly Agree
CL3	3.76	Strongly Agree
CL4	3.76	Strongly Agree
CL5	3.68	Strongly Agree
CL6	3.68	Strongly Agree
Grand Mean	3.73	
Verbal Interpretation	Very High Impact	

The knowledge they have gained also assists them in effectively using computers, allowing them to increase their productivity and work efficiency.

Table 5 shows the data on the impact of the extension projects of the college on the Livelihood of the beneficiary-respondents.

Table 5 – Impact Assessment of Extension Project relating to Livelihood

Item Statements	Mean	Verbal Interpretation
L1	3.04	Agree
L2	2.84	Agree
L3	2.64	Agree
L4	2.64	Agree
L5	2.60	Agree
L6	2.64	Agree
L7	2.60	Agree
L8	2.64	Agree
L9	2.60	Agree
L10	2.60	Agree
Grand Mean	2.68	
Verbal Interpretation	High Impact	

As seen from the table, the respondents believed that the extension projects and/or programs they attended impacted their Livelihood, as evidenced by the overall computed mean of 2.68, described as "High Impact". This may not be solely due to their attendance and participation in the extension projects of the college. Still, the learning they have gained from these activities has helped them become more confident in doing their work, making them more productive.

Overall Impact of the Extension Projects. Table 6 below shows the overall impact of the extension projects implemented by the college from 2016-2020.

Table 6 – Overall Impact Assessment of the Extension Project Rendered to the Beneficiaries

Item Statements	Mean	Verbal Interpretation
OIA1	3.04	Agree
OIA2	2.92	Agree
OIA3	2.88	Agree
OIA4	2.80	Agree
OIA5	2.88	Agree
OIA6	2.72	Agree
OIA7	2.80	Agree
OIA8	2.84	Agree
OIA9	2.84	Agree
Grand Mean	2.86	
Verbal Interpretation	High Impact	

The findings reveal that these projects were meaningful to the respondents for the following top three reasons:

- 1) they increased their productivity ($\mu = 3.04$);
- 2) they provided an opportunity to help the community ($\mu = 2.92$);
- 3) they sparked their sense of volunteerism ($\mu = 2.88$). It is, therefore, safe to say that the extension projects of the CICT helped these individuals become productive members of the organizations, in particular, and the community, in general.

Comparison of the Level of Knowledge Before and After the Extension Projects. The table 7 below shows the comparison of the levels of knowledge and capacity of the beneficiaries before and after the conduct of the extension projects.

Table 7 – Difference between the Level of Knowledge/Capacity before and after the Extension Activity

Item	t	df	Sig (2-tailed)	Decision
Before and After the Extension Activity	-20.189	24	0.000	Significant

As seen from the table, the computed p-value of 0.000 indicates a significant difference in the scores given by respondents. This implies that

the respondents believe that their knowledge and capacity have been strengthened after attending the extension program/s of the college.

Comparison of the Level of Computer Literacy Before and After the Extension Projects. Similarly, table 8 shows a significant difference in the rating given by the beneficiaries regarding their computer literacy level before and after the extension activity, as evidenced by the computed p-value of 0.000. This means that the computer literacy level of the respondents has improved significantly.

Table 8 – Difference between the Computer Literacy Level before and after the Extension Activity

Item	t	df	Sig (2-tailed)	Decision
Before and After the Extension Activity	-12.273	24	0.000	Significant

CONCLUSIONS

After the data had been collated and interpreted, the researchers arrived at the following conclusions:

They thought that: 1) the College of Information and Communications Technology's extension projects helped a wide range of people; 2) the people who took part in the projects thought that they helped them build their skills, learn how to use computers, and make a living; 3) their participation in the college's skills training and workshops made them more productive at work; 4) the extension projects were a good idea.

Based on the conclusions presented above, the following are recommended: 1) To use the results of this study as a starting point for making community-based extension projects that will last; 2) Think about forming ties or partnerships with other colleges or institutions to make the CICT's extension program better and more valuable; 3) Conduct regular evaluations or assessments of the college's various extension projects so that satisfaction surveys or research can be conducted each school year. This can be a good data source for the following impact assessment survey.

REFERENCES

1. Fernando, J. (2022, June 29). Globalization in Business with History and Pros and Cons. *Investopedia*. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/g/globalization.asp>
2. Chua, C. (2014). Digital Governance Implementation and Institutional Performance of State Universities and College (SUCs) in the Philippines. *Computer Engineering and Intelligent Systems*, 5(2), 53–61.
3. Pathway to Equity, Relevance, and Advancement in Research, Innovation, and Extension in Philippine Higher Education (Philippines), No 52, 2016. Retrieved October 1, 2022, from <http://archive.ovcrd.upd.edu.ph/wp-content/uploads/2016/10/CMO-52-s.-2016.pdf>
4. Llenares, I. I., & Deocaris, C.C. (2018). Measuring the Impact of an Academe Community Extension Program in the Philippines. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 15(1), 35-55.
5. Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed). Upper Saddle River: Pearson Education.
6. Morse, J. M. (1991). Approaches to Qualitative-Quantitative Methodological Triangulation. *Nursing Research*, 40(2), 120–123. doi: 10.1097/00006199-199103000-00014
7. Caulfield, J. (2019, September 6). *How to do thematic analysis. Step-by-step guide & examples*. Retrieved from <https://www.scribbr.com/methodology/thematic-analysis>
8. Kent State University, (2022). SPSS tutorials: Paired samples t-test. Retrieved October 1, 2022, from <https://libguides.library.kent.edu/spss/pairedsamplesttest>

A Convergent-Parallel Analysis on the Technical Assistance Provided by Information Technology Faculty Extensionists: Basis for Training and Extension Activities Plan

Cris Norman P. Olipas¹, Ruth G. Luciano¹, Rosalie B. Sison¹, Jefrain M. Padre¹,
Marcelino C. Collado Jr.¹, Racquel L. Pula¹

¹ Nueva Ecija University of Science and Technology
Sumacab Este, Cabanatuan City, 3100, Philippines

DOI: [10.22178/pos.87-6](https://doi.org/10.22178/pos.87-6)

LCC Subject Category: L7-991

Received 21.10.2022

Accepted 28.11.2022

Published online 30.11.2022

Corresponding Author:

Cris Norman P. Olipas

olipas.cris@gmail.com

© 2022 The Authors. This article
is licensed under a Creative
Commons Attribution 4.0

License 

Abstract. The study determined the satisfaction of the technical assistance conducted by faculty extensionists from a higher learning institution in Nueva Ecija, Philippines, during the academic year 2021-2022. It employed a mixed-method convergent-parallel method of study. It sought to describe the timeliness, quality of work, professionalism, courtesy, and achievement of the objectives of the technical assistance. Furthermore, it expressed the overall satisfaction of the beneficiaries with the conduct of the technical assistance using a quantitative approach. Qualitatively, using open-ended questions, the researchers analysed the participants' responses using theme-generation techniques and identified the usefulness and impact of the technical assistance rendered to the employees and organisation. The results generally revealed that the participants were satisfied with the service they received. A significant difference was seen in the level of difficulty experienced. The technical assistance provided has been practical. These participants' responses served as the basis for designing the college's training and extension development plan.

Keywords: Capacity Building; Convergent-Parallel Method; Extension Project; Satisfaction Survey; Technical Assistance.

INTRODUCTION

One of the fourfold duties of a state university in the Philippines is to carry out extension projects and activities for the benefit of various stakeholders and communities. The Philippine Republic Act No 7722, also known as the "Higher Education Act of 1994", mandates state-supported institutions of higher learning to gear their programs to national, regional, or local development plans [1]. Thus, conducting extension programs is part of implementing these mandates given to higher learning institutions. Along with community extension programs come instruction, research, and production. These are all essential elements for implementing a university's vision and goal.

The Commission on Higher Education, through Memorandum Order No 52 Series of 2016, expressed a policy providing guidelines for higher learning institutions on the conduct of extension programs. It states, "provision of space to discover practice-, evidence-, and science-based an-

swers that can address the real-world social, economic, and environmental challenges of partner citizens and communities" [2].

Authors [3] assert that higher learning institutions, as producers of knowledge or hubs for innovations, have a strategic position to work in partnership with communities, businesses, and industries. Activities include the transfer of knowledge or technology in a particular development area. Community extensions are carried out to assist numerous stakeholders who require various forms of assistance to improve their quality of life. Extension activities are carried out through various sustainable initiatives and programs to empower different individuals. These initiatives and programs are thoughtfully designed to meet the demands of the intended stakeholders or beneficiaries.

The following sections of this paper discuss a brief review of related literature about technical assistance and impact assessment. The presentation of the research problems and hypotheses of this study then follows it. Afterwards, the meth-

odology is presented, followed by the results and discussion. Finally, the conclusion and recommendations are presented.

Technical Assistance. Different types of extension activities can be done in an extension program. One of these is the provision of technical assistance (TA). Technical assistance refers to professional help, guidance, or support for target stakeholders to be more functional and productive in their duties. Technical assistance leads to sustainable activities for an organisation that receives advice and help from technical experts. In conducting technical assistance, applying appropriate tools, techniques, and procedures is necessary to deliver and implement a project [4] successfully.

In a technical assistance activity, faculty extensionists must collaborate effectively with one another and target beneficiaries. The process of the action must also be systematic so that the targeted stakeholders may benefit from it. Furthermore, TA should be flexible in addressing problems and challenges encountered in the institution. Lastly, faculty extensionists must accomplish custom-built or uniquely designed activities for a target audience so that results can be easily observed and the goals of the action can be effectively achieved.

Impact Assessment. An impact assessment is necessary to understand the effectiveness of the technical assistance provided. In the public policy domain, impact assessments are formal, evidence-based procedures that assess a public policy's technical, social, and environmental effects [5].

In the context of community extension, "impact assessment" refers to evidence-based activities and procedures that assess the technical, social, and environmental effects of an extension activity towards sustainable development. Hence, impact assessments are necessary to evaluate if an extension activity could deliver its expected outcomes to the target beneficiaries, identify the room for additional services to be rendered, and determine future projects that may benefit different stakeholders for capacity building and community development.

Author [6] identified four significant aspects of impact assessment. This includes institutional, social, economic, and technological factors. The institutional evaluation covers the impact of a technology implemented in an organisation's

administrative and operational aspects. Meanwhile, the social element evaluates an intervention's effect on the beneficiaries' behaviour and activities. On the other hand, the economic piece investigates how an intervention has impacted the financial capacity of an organisation. Lastly, the technological aspect views how innovation has caused significant changes to the technologies utilised in an organisation.

The impact assessment of the technical assistance is conducted from a more socially inclined perspective. This enables organisational leaders to investigate how intervention activities and solutions have significantly impacted their daily operations.

In conducting an impact assessment, several variables may be considered. Timeliness, quality of work, professionalism and courtesy, and achievement of objectives are variables considered in the impact assessment of the technical assistance provided by the faculty extensionists for this study. These variables are significant elements when investigating how the overall satisfaction of beneficiaries can be determined.

Timeliness ensures that the activity is done following the identified timeframe and schedule of activities. The quality of work refers to the overall output and service performance that conform to acceptable standards. Professionalism and courtesy reflect the faculty-extensionists' comprehensive competence. Achievement of objectives is a measure to identify if the faculty-extensionists were able to achieve the goals of the technical assistance activity.

While various studies have been conducted in the past, this study aims to contribute to the growing body of literature available focusing on impact assessment. Specifically, it sought to contribute to the increasing number of papers discussing evaluating technical assistance activities as one of the endeavours of the extension programs. The study also shows how to design and develop plans for training and extension projects to make the process of research, extension, and training work together.

Statement of the Problem

In general, this study aims to evaluate the satisfaction of the technical help that information technology faculty extensionists from the College of Information and Communications Technology

have given so that a training and extension development plan can be made using that information.

Specifically, it sought to answer the following:

1. What is the assessment of the respondent-beneficiaries on the technical assistance rendered by faculty extensionists in terms of timeliness, quality of work, professionalism, courtesy, and achievement of objectives?
2. What is the overall satisfaction of the respondent-beneficiaries on the technical assistance provided by faculty extensionists?
3. What are respondents' perspectives on the usefulness of technical assistance provided by faculty extensionists?
4. What impact does the technical assistance provider to the organisation?
5. What are the needed and suggested extension projects and activities to be conducted by the faculty extensionists?
6. Is there a significant difference between the level of difficulties experienced before and after the conduct of the extension activity?

Hypothesis

H₀: There is no significant difference between the level of difficulties experienced before and after the conduct of the extension activity.

H₁ There is a significant difference in the difficulty level encountered before and after the extension activity.

METHODS

Research Design. This study applied a convergent-parallel mixed-methods research design. Mixed-method research design is a technique to collect, analyse, and "mix" quantitative and qualitative data to answer research problems [7]. Combining quantitative and qualitative approaches provides a better understanding of the research problem. Using the mixed-method process, the researchers can extrapolate better insights and answers from the collected, organised, and analysed data. In the convergent-parallel approach, the researchers simultaneously conduct the quantitative and qualitative elements in the same phase, assess the methods equally, analyse the components independently, and interpret the results together [7]. The research process can be symbolised as a qual-quan approach [8]. Follow-

ing this approach, the researchers ensured that the instrument and activities conformed to the convergent-parallel practice.

Participants in the study and the location of the study. The respondents to this study were employees from one of the extension partner agencies of the College of Information and Communications Technology in the province of Nueva Ecija, Philippines. A total of 24 participants joined this study. Based on a 95% confidence level and a 10% margin of error, the total number of participants is considered statistically significant to describe the entire population.

Research Instrument. The research instrument was based on the results of reviewing related literature and studies. It was composed of two parts. The first part covers the quantitative aspect, and the second covers the qualitative section. Since the study employed a convergent-parallel design, the researchers combined the quantitative and qualitative elements of the instrument. To ensure that the research instrument was valid and reliable, the researchers subjected the developed tool to face and content validity. Other researchers were invited to give their valuable feedback about the device. The suggestions offered were considered to improve the instrument. To ensure the instrument's reliability, the researchers performed reliability analysis using Software Packages for Social Sciences version 26. Table 1 presents the results of the reliability analysis.

Table 1 – Reliability Analysis

Scale	Cronbach's Alpha	No. of Items
Timeliness	0.882	3
Quality of Work	0.813	3
Professionalism and Courtesy	0.897	3
Achievement of Objectives	0.837	3

The computed values of Cronbach's alpha reflect the tests' results on the instrument's reliability and consistency. As can be seen in the table, the timeliness scale has a computed coefficient alpha of 0.882, the quality of work scale has a coefficient alpha of 0.813, the professionalism and courtesy scale has a coefficient alpha of 0.987, and the achievement of objective scale has a coefficient alpha of 0.837. All of the calculated alpha

coefficients are between 0.8 and 0.89. Thus, the rankings were all considered good and yielded reliable results.

Data Gathering Procedures. The researchers in the data collection activities used various procedures. A review of related literature was conducted to gain significant knowledge and information about the topic under investigation. The results of reviewing related materials were essential in crafting the research report and the data-gathering instrument used in this study. The researchers then sought approval through a written communication letter to the head of the agency to conduct the impact assessment on the technical assistance provided. After the head of the agency allowed the researchers to show the data gathering, the research instruments were handed over to the agency employees to answer. Complete instructions were given so the respondents could quickly answer the research instrument.

The researchers ensured that ethical research considerations were followed and applied correctly in administering the instrument. The researchers guaranteed the respondents that no harm was inflicted in the conduct of the study. The utmost confidentiality and anonymity of personal data were also considered. During the data collection process, proper file storage and security were also implemented.

Data Analysis. A statistical treatment was applied in the analysis of the collected data. Using SPSS version 26, the researchers calculated the weighted mean to answer the first and second research problems. Table 2 presents the response mode and scoring guide used in the quantitative section of this study.

Table 2 – Response Mode and Scoring Guide

Numerical Rating	Range	Verbal Interpretation for Level of Agreement	Verbal Interpretation for Level of Satisfaction
4	3.25-4.00	Strongly Agree	Very Satisfied
3	2.50-3.24	Agree	Satisfied
2	1.75-2.49	Disagree	Dissatisfied
1	1.00-1.74	Strongly Disagree	Very Dissatisfied

The open-ended questions for the third, fourth, and fifth research problems were analysed using a thematic analysis technique. Themes were identified based on the responses of the participants. The thematic analysis includes familiarisation, coding, generating articles, reviewing pieces, defining and naming themes, and writing up [9].

The sixth research problem was examined with a paired-sample t-test to determine the difference in the difficulty level experienced before and after the extension activity. The paired sample t-test compares the computed means of two measurements from the same individuals [10]. A pre-test and post-test were used in this study to determine the level of difficulty experienced before and after the technical assistance was provided to see if there was a significant difference.

RESULTS AND DISCUSSION

Quality of Technical Assistance. Table 3 presents the result of the assessment provided by the respondents on the timeliness of the technical assistance offered by the faculty extensionists. The ability to complete an activity within the expected time frame is timeliness. In conducting technical assistance, it is necessary to act promptly to solve issues and avoid possible problems that may occur when problems are not immediately addressed.

Table 3 – Timeliness

Item Statements	Mean	Verbal Interpretation
The request for technical assistance was finished promptly.	3.708	Strongly Agree
Questions relating to the technical assistance rendered were answered immediately.	3.875	Strongly Agree
The schedule for technical assistance was followed, and service was done promptly.	3.750	Strongly Agree
Grand Mean	3.778	
Verbal Interpretation	Very Satisfied	

In table 3, the findings revealed that the respondents were very satisfied because the request for the conduct of technical assistance was completed promptly ($\mu=3.708$). The faculty extensionists answered the questions about technical assistance immediately ($\mu=3.875$). As a re-

sult, the respondents were highly pleased by being able to immediately respond to the queries and concerns relating to the technical assistance activity, and participants' confidence in the service and the team increased. This contributes to the trust being given to the group. Lastly, the schedule of the assistance provided was followed, and the service was done promptly ($\mu=3.750$). Hence, benefits can be immediately observed and achieved because of the timely manner in which problems and challenges are addressed as part of the technical assistance.

Quality of Work. In table 4, the assessment of the quality of work is presented. The quality of the work pertains to the degree to which the faculty extensionists could provide the needed assistance in consideration of the utmost conduct, practice, and procedures. Providing high-quality technical service is essential for beneficiaries to have a positive experience with technology. When a high quality of work is observed, the better output can be achieved. Further, the quality of work also reflects the individual capabilities of the faculty extensionists. Hence, high quality is equivalent to competent professional practices and abilities.

Table 4 – Quality of Work

Item Statements	Mean	Verbal Interpretation
The faculty extensionists exhibited a high quality of service in performing technical assistance.	3.916	Strongly Agree
The quality of work done was commendable and impressive.	3.750	Strongly Agree
Problems were solved, and solutions were given as part of the technical assistance.	3.916	Strongly Agree
Grand Mean	3.860	
Verbal Interpretation	Very Satisfied	

As shown in Table 4, the faculty extensionists have exhibited a high quality of service in performing technical assistance ($\mu=3.916$). Beneficiaries were very satisfied with this performance. The work done by the faculty extensionists was commendable and impressive ($\mu=3.750$). Lastly, beneficiaries were very satisfied with the quality of work rendered because the problems were solved, and solutions were given by the faculty extensionists ($\mu=3.916$).

Professionalism and Courtesy. In terms of professionalism and courtesy, Table 5 presents the result of the assessment made by the respondents on this aspect. Professionalism and courtesy refer to conducting technical assistance ethically and professionally. Faculty extensionists must be courteous and act professionally because they exhibit the culture of the organisation to which they belong and present their character and attitude as individuals.

Table 5 – Professionalism and Courtesy

Item Statements	Mean	Verbal Interpretation
The faculty extensionists were courteous and ethical professionals.	3.958	Strongly Agree
The technical assistance provided was professionally conducted and administered.	3.958	Strongly Agree
The faculty extensionists presented themselves professionally.	3.916	Strongly Agree
Grand Mean	3.944	
Verbal Interpretation	Very Satisfied	

In table 5, respondents were very satisfied because the faculty/extensionists were courteous and worked ethically ($\mu=3.958$). They were also delighted because the service was performed with highly professional conduct and administered with the utmost competence ($\mu=3.958$). Lastly, respondents were very satisfied that the faculty extensionists could present themselves professionally in actions, words, and quality of work ($\mu=3.916$).

Achievement of Objectives. Faculty extensionists must be able to carry out activities and procedures that are relevant to the goals. This refers to taking vital actions that lead to the realisation of targets. The faculty extensionists demonstrated skills that would lead to achieving goals while providing technical assistance.

As shown in Table 6, the beneficiaries were very satisfied with the technical assistance because the identified objectives were achieved ($\mu=3.916$), and the benefits were realised. The technical assistance dramatically contributed to the improvement and quality of service the beneficiaries provided in the office ($\mu=3.833$). Moreover, the technical assistance provided has caused a significant improvement in the overall quality of work in the organisation ($\mu=3.875$).

Table 6 – Achievement of Objectives

Item Statements	Mean	Verbal Interpretation
The identified objectives for the technical assistance were achieved.	3.916	Strongly Agree
The technical assistance provided benefits to the organisation.	3.833	Strongly Agree
The quality of work improved the overall quality of work in the organisation.	3.875	Strongly Agree
Grand Mean	3.875	
Verbal Interpretation	Very Satisfied	

Summary and Overall Satisfaction. Table 7 presents the general overview and satisfaction of the technical assistance conducted.

Table 7 – Summary and Overall Satisfaction

Variables	Mean	Verbal Interpretation
Timeliness	3.778	Very Satisfied
Quality of Work	3.860	Very Satisfied
Professionalism and Courtesy	3.944	Very Satisfied
Achievement of Objectives	3.875	Very Satisfied
Overall Satisfaction	3.864	Very Satisfied

As can be seen in Table 7, timeliness has an overall computed mean of 3.777, the quality of work has a general computed standard of 3.860, professionalism and courtesy have an overall computed mean of 3.944, and the achievement of objectives has an overall computed mean of 3.874. All four of these variables got a very high rating from the beneficiaries.

When asked about the overall satisfaction of the beneficiaries of the technical assistance provided by faculty extensionists, they expressed that they were delighted, as seen in the overall computed weighted mean of 3.916. Overall, technical assistance has made a big difference in the quality of work done by the people who receive it and the organisations where they work.

The perceptions of the respondents on the usefulness of the technical assistance. Based on the respondents' answers, three themes emerged about the technical service rendered by the faculty extensionists from the College of Information and Communications Technology. This includes

improved data transfer and communication, establishing a stable internet connection, and enhancing the workplace environment.

Improved Data Transfer and Communication. Regarding the improvement in data transfer and communication, 19 respondents expressed that the technical assistance rendered was helpful for the organisation. They mentioned that the activity had caused significant changes in the way they performed their duties of transferring and receiving files and communication. The following statements were some of the information extracted from the answers of the respondents:

"The technical assistance is beneficial in the organisation in terms of receiving and transferring online data as well as communication with co-workers" (Respondent No 2).

"It [the technical assistance] was useful in enhancing communication between the client and the organisation. It also improves the performance of the employees (Respondent No 5) in a way that is effective and good."

"The technical assistance was beneficial to the organisation. It makes the uploading and downloading of data faster through a strong and stable connection" (Respondent No 17).

Establishment of a Stable Internet Connection. The other theme identified was the establishment of a stable internet connection. The respondents stated that the activity was necessary for a better network connection, which impacts how they conduct their office activities. The following statements are some of the answers given by the respondents to establish a stable internet connection.

"Internet connectivity is essential and useful in our office. The technical assistance given by the college helped us have an internet connection without issues" (Respondent No 4).

"[Technical assistance] was beneficial because it was a practice run for giving technical assistance; there was no problem" (Respondent 2).

"The Internet connection hasn't had any problems since the faculty extensionists gave us technical help" (Respondent No 11).

Enhancement of the workplace environment. The last identified theme is related to the enhancement of the workplace environment. The faculty extensionists have contributed to the improvement of the working environment because of the technical assistance given in the organisation. The following are some of the responses from the respondents.

"The technical help was very helpful in setting up the internet line connections in a way that made the office look better, in addition to fixing the internet connections" (Respondent No 14).

"The cable wires became organised. Because there were fewer users connected to the wifi, the connection became faster" (Respondent No 22).

The Impact of Technical Assistance on the Organization. Participants in this study have expressed their views about the impact of the technical assistance provided to the organisation. Three themes were identified: improved connectivity, workplace communication tools enhancement, and employee performance. The participants' responses generally express positive views about the technical assistance provided by the faculty extensionists. They are optimistic about the effects and impacts of the service rendered.

Improved Connectivity. One of the main goals of technical assistance is to provide a means to solve connection issues and challenges experienced in the organisation. With the expertise of the faculty extensionists, they were able to solve the problems currently encountered by employees in the organisation. The following are some of the extracted statements of the participants, which reflect that the service helped improve connectivity in the office.

"The assistance helped make our internet connection more reliable. This made our virtual meetings and seminars possible; the submission of reports and communication was easy too" (Respondent No 2).

"Our internet connectivity problems were resolved by the technical assistance, including problems in submitting reports, virtual meetings, and all matters that require an internet connection" (Respondent No 9).

"The impact made to the organisation by the technical assistance is the convenience of access to the internet" (Respondent No 14).

"Connecting to online meetings has become easier, and the delay of reports online has become minimal" (Respondent No 15).

"Our office needs reliable internet connections accessible to all employees; the assistance provided by faculty extensionists resolved this" (Respondent No 18).

"Our office has no problem in terms of internet connection after the conduct of the technical assistance" (Respondent No 23).

"Our internet connection is fast now, and all our employees can access the wifi" (Respondent No 24).

Enhancement of workplace communication tools. The technical assistance helped the beneficiaries improve their installation of the hardware components. The workplace has been enhanced by making the necessary improvements in the wiring and other facilities. As a result, the workplace is better organised. The following statements were extracted from the responses made by the participants relating to the enhancement of workplace communication tools:

"The assistance made our internet connection fast; the lines were also fixed, thus making all of the users connect to the internet or wifi" (Respondent No 1).

"Ease in the movement of personnel in the workplace" (Respondent No 7).

"Faster and uninterrupted internet connection, lines, and network were fixed" (Respondent No 9)

"Reliable internet connection and network/wires were improved" (Respondent No 16).

Improvement in Quality of Performance. Improvement in quality of performance is the last theme identified in terms of the impact of technical assistance on the organisation. The participants have expressed the following statements relating to how the technical assistance has helped and improved the quality of performance they practice and showcase in the organisation.

"Ease and successful execution of the organisation's roles and functions" (Respondent No 4).

"It has made work much easier, from client interaction to delivery of service" (Respondent No 11)

"It has made work much easier, from client interaction to delivery of service" (Respondent No 18)

"Our internet connection was consistently available, which helped us complete our work faster" (Respondent No 20).

"It provides a faster workflow within the organisation" (Respondent No 23).

The Extension Projects and Activities Needed. The conduct of the technical assistance has opened opportunities for faculty extensionists to extend other activities and services for the betterment of the institution. From the results of the analysis of the participant's responses, they have mentioned the following activities as needed: Seminars on computer literacy; orientation to hardware and software troubleshooting; prevention of malware; seminars on Google Sheets; innovation and improvement of IT systems; and seminars on Google Meet Figure 1 presents the word cloud of the most sought-after extension projects to be conducted by the faculty extensionists in the organisation.



Figure 1 – Word cloud of the suggested extension activities

The researchers categorised the suggestions from the participants and came up with two general activities: office productivity tool training and workshops and technical support training and workshops. These proposed extension activities result from the collaboration between the faculty extensionists and the technical assistance project beneficiaries.

Before the technical assistance, the difficulty was severe, as reflected in the mean rating of 1.500. The low mean rating means serious difficulty is experienced, while the high mean rating implies a common difficulty. Using a paired sample t-test,

the results revealed a significant difference between the difficulty before and after the technical assistance.

Table 8 – Level of difficulties before and after the technical assistance

	Mean	Mean Difference	P-Value
Difficulty Before Technical Assistance	1.500	-2.125	0.000*
Difficulty After Technical Assistance	3.625		

Notes: Statistically significant at less than 5% based on two-tailed tests.

This indicates that the technical assistance provided has caused improvements in the organisation. Hence, reducing the level of difficulties and challenges experienced by their network management and communication mediums

CONCLUSIONS

Technical assistance is one of the essential activities that can be done in an extension project to provide expert service and help beneficiaries with capacity building, community development, and overall quality of life. This study sought to determine the timeliness, quality of work, professionalism, courtesy, and achievement of objectives set for a technical assistance project undertaken by faculty extensionists from a higher learning institution in Nueva Ecija, Philippines. In all of these areas, the respondent-beneficiaries were very satisfied with the technical assistance the faculty extensionists gave. They have also expressed the usefulness and impact of the activity on their organisation. Further, respondents and beneficiaries have suggested other relevant activities to be conducted as part of the more substantial community extension partnership. The analysis results were used as a basis for crafting the extension-and-training development plan for the college.

Based on the result of the analysis, the following recommendations are given:

1. The faculty extensionists must maintain a very satisfactory performance rating by continuously being committed and competent in conducting technical assistance so that the positive assessment made by the respondent-beneficiaries may

be carried out and experienced by other prospective beneficiaries.

2. The positive result of the assessment of the overall technical assistance can serve as a continuing measure to provide high-quality and excellent service to the community.

3. The identified uses of the technical assistance expressed by the respondent-beneficiaries may serve as a basis for other extension projects.

4. The positive impact of the technical assistance conducted may serve as a reminder to improve the quality of service given to the community for sustainable and stakeholder capacity development.

5. An extension-and-training interface may be conducted with the following categories: office

productivity tool training and workshops; technical support training and workshops; to extend future activities to the community and other beneficiaries; and

6. The designed extension-and-training development plan may guide the college in implementing future extension projects.

This study determined the impact of the technical assistance rendered by faculty extensionists. The results of this study imply that they: provide a basis for designing extension and training projects tailored to the needs of the beneficiaries, produce a plan that can be used as a guide for conducting extension and training activities, and devise sustainable extension projects that can benefit the community.

REFERENCES

1. An Act Creating the Commission on Higher Education, Appropriating Funds Therefor and for other Purposes (Philippines), No 7722, 1994. Retrieved October 1, 2022, from <https://www.officialgazette.gov.ph/downloads/1994/05may/19940518-RA-07722-FVR.pdf>
2. Pathways to Equity, Relevance, and Advancement in Research, Innovation, and Extension in Philippine Higher Education (Philippines), No 52, 2016. Retrieved October 1, 2022, from <http://archive.ovcrd.upd.edu.ph/wp-content/uploads/2016/10/CMO-52-s.-2016.pdf>
3. Llenares, I. I., & Deocaris, C. C. (2018). *Measuring the Impact of an Academe Community Extension Program in the Philippines*. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 15(1), 35-55.
4. Magson-Niepes, C. (2006). *Technical assistance: Its new paradigm*. Retrieved from <https://www.deped.gov.ph/2016/01/29/technical-assistance-its-new-paradigm/>
5. Adelle, C., & Weiland, S. (2012). Policy assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 30(1), 25–33. doi: 10.1080/14615517.2012.663256
6. Olipas, C. N. P. (2021). *Impact assessment on the implementation of Radio Frequency Identification (RFID) Technology: A basis for technology development plan* (PhD thesis), NEUST Graduate School.
7. Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed). Upper Saddle River: Pearson Education.
8. Morse, J. M. (1991). Approaches to Qualitative-Quantitative Methodological Triangulation. *Nursing Research*, 40(2), 120–123. doi: 10.1097/00006199-199103000-00014
9. Caulfield, J. (2019, September 6). *How to do thematic analysis. Step-by-step guide & examples*. Retrieved from <https://www.scribbr.com/methodology/thematic-analysis>
10. Kent State University, (2022). SPSS tutorials: Paired samples t-test. Retrieved October 1, 2022, from <https://libguides.library.kent.edu/spss/pairedsamplestest>

Determination of Heavy Metals and Ascorbic Acids in Some Soft Drinks Sold Within Bauchi Metropolis, Nigeria

Aisha Saleh¹, Sulaiman U. Abubakar¹, Solomon Daniel¹, Zakiyya Rilwan Musa¹,
Warji Muhammad Ibrahim², Zubairu Ibrahim Hamidu¹, Buhari Labaran²,
Abbas Muhammad Sani²

¹ *Abubakar Tatari Ali Polytechnic*

P. M. B. 0094, Bauchi, 740272, Nigeria

² *Abubakar Tafawa Balewa University*

Tafawa Balewa Way, P. M. B. 0248, Bauchi, 740272, Nigeria

DOI: [10.22178/pos.87-10](https://doi.org/10.22178/pos.87-10)

LCC Subject Category: L7-991

Received 21.10.2022

Accepted 25.11.2022

Published online 30.11.2022

Corresponding Author:

Aisha Saleh

ayshasaleh2015@gmail.com

© 2022 The Authors. This article

is licensed under a Creative

Commons Attribution 4.0

License 

Abstract. Soft drinks are consumed in Nigeria due to their easy availability, distinct taste and ability to quench thirst. However, the high demand can reduce production quality due to possible heavy metal contamination, leading to human poisoning and death. This study evaluated some components of 100 soft drinks in Nigeria and investigated the presence of heavy metal contaminants and ascorbic acid concentrations. The presence of Arsenic, Cadmium, Lead, Manganese, Nickel and Chromium in soft drinks was determined using an atomic absorption spectrophotometer; the Ascorbic acid was determined using the titrimetric method. The analysis of the soft drink revealed that Arsenic was present in all the samples in a concentration ranging from 0.017 to 0.33 mg/l; Cadmium - 0.027 to 0.160 mg/l; Lead - 0.046 to 0.109 mg/l; Manganese - 0.036 to 0.116 mg/l; Nickel - 0.002 to 0.110 mg/l; Chromium - 0.057 to 0.122 mg/l. The attention of ascorbic acid ranged between 4.03 to 7.2 mg/100 ml. Compared to WHO standards, the levels of the heavy metal contaminants were above the tolerated limits for good quality drinking water in most samples.

Moreover, the ascorbic acid values in this analysis were lower than those the manufacturers reported. Therefore, the National Health Surveillance agency should monitor ascorbic acid. These results suggest that soft drinks in Nigeria may be contaminated with heavy metals, which constitute a significant public health problem. Quality control is recommended during production, especially during sterilization and purification steps.

Keywords: WHO; Soft Drinks; Ascorbic Acid; Heavy Metals.

INTRODUCTION

Soft drinks are one of the most consumed beverages in Nigeria today. Soft drink consumption in Nigeria in 2007 was estimated at 159.85 g/day per capita [1]. Soft drinks come in various forms and brands and are sold by several breweries in the country [2, 3]. In Nigeria, the young and old consume soft drinks daily in large quantities due to their low price, unique taste and thirst-quenching potential. These drinks are easy to consume daily, especially during hard work or strenuous activities such as sports (EFSA). Due to its relatively low price, it is widely consumed during holidays and celebrations and is traditionally used for naming ceremonies, weddings

and funerals. It is presented to the public during festivals [4]. The hot weather conditions in the country also contribute to the high consumption of soft drinks. The increasing demand for food safety stimulates research regarding the benefits and risks of consuming foodstuffs and beverages. Metals composition of foods is of interest because of their essential and/or toxic nature to man. Atmospheric contamination, the excessive use of fertilizers and pesticides, and sewage sludge or irrigation with residual waters are among the causes of contamination of raw foodstuffs [5] as a result of the soil, atmosphere, and underground and surface water pollution, foods and beverages are getting contaminated with heavy metals [6]. Because of their high toxicity,

arsenic, lead, and cadmium must be quantified in food and drink [7].

Heavy metals are harmful and toxic to the human body and cause significant health problems [9, 10]. These metals can cause acute and chronic toxicity in children and adults through a variety of mechanisms of action [11, 12]. Because some heavy metals catalyze the oxidation reactions of biological macromolecules, their poisoning can lead to oxidative tissue damage [13]. Others have genotoxic/carcinogenic potential that can cause chromosomal abnormalities and mutations, and cancer [14]. One of the primary mechanisms of the toxic effects of heavy metals is the inhibition of various mitochondrial enzymes and the disruption of cellular respiration by interfering with oxidative phosphorylation [15, 16]. Some heavy metals of health importance include cadmium, lead, mercury, etc. Cadmium is a heavy metal whose long-term accumulation may lead to cancer since it is a carcinogenic element [14]. Also, over a long intake period, cadmium may accumulate in the kidney and liver because of its long biological half-life and may lead to kidney damage [17].

Although lead is known to affect humans and animals of all ages, lead exposure is most severe in young children [18]. Central neurotoxicity is children's most common form of lead poisoning [19]. Other symptoms of lead poisoning in children include gastrointestinal disturbances such as anaemia, peripheral motor neuropathy, anorexia, vomiting, abdominal pain, and growth retardation [20]. Mercury is also dangerous to health. Intoxication can occur in infants and adults and has been shown to disrupt many cellular processes, including protein and nucleic acid synthesis, oxidative stress, calcium homeostasis, and protein phosphorylation [21].

Ascorbic acid (vitamin C) is a water-soluble vitamin found in many biological systems and foodstuffs (fresh vegetables and fruits, namely, citrus). Ascorbic acid plays a vital role in collagen biosynthesis, iron absorption, and immune response activation and is involved in wound healing and osteogenesis. It also acts as a powerful antioxidant which fights against free-radical-induced diseases [22, 23]. Nevertheless, an ascorbic acid excess can lead to gastric irritation, and the metabolic product of vitamin C (oxalic acid) can cause renal problems [24]. In some cases, excessive quantities of ascorbic acid may inhibit natural processes occurring in food and can

contribute to taste deterioration; added to apple pulp (250 mg/kg), vitamin C inhibits oxidation processes responsible for apple juice aroma [25]. Ascorbic acid is a labile substance, as enzymes and atmospheric oxygen quickly degrade it. Its oxidation can be accelerated by excessive heat and light and heavy metal cations [22]. That is why the ascorbic acid content of foodstuffs and beverages represents a relevant indicator of quality which has to be carefully monitored regarding its variation during manufacturing and storage. This study aimed to determine the concentration of As, Cd, Pb, Mn, Cr and Ni in soft drinks available in Bauchi, Bauchi State, Nigeria, and to determine the concentration of Ascorbic Acid in soft drinks to compare them with reference levels established for drinking water standard by the WHO.

MATERIALS AND METHOD

Beakers (250 ml), conical flask (250 ml), samples bottle (100 ml), funnel, filter paper, distilled water, analytical weighing balance (JA303P), measuring cylinder (100 ml), burette and pipette, specimen bottles, retort stand, volumetric flask (250 ml), atomic absorption spectroscopy (AA320) and heating mantle (KDM 1000 PEC MEDICAL USA).

Hydro chloric acid (HCL) JHD-AR analytical reagent, Nitric Acid (HNO₃), 1 % Sodium thiosulphate dot five water (Na₂S₂O₃ · 5H₂O), 5% Potassium iodide solution (KI), Potassium iodate solution 0.1 M (KIO), Sulphuric acid 0.5 M (H₂SO₄) and Starch indicator.

A hundred samples were collected from Bauchi Local Government Area, Bauchi State, and were transported to the Chemistry Laboratory of Science Laboratory Technology Department of ATAP Bauchi.

The samples for analysis were digested by adding 50 ml of the sample 2 ml of concentrated nitric acid, and 6 ml of hydrochloric acid were added and heating till the total volume was reduced to break the complex bonds and release the sample into solution. The solution was filtered into another cup, made up to 100 ml with distilled water and mixed thoroughly. The samples were taken to the AAS machine for analysis.

The acidity of the soft drinks was done by the acid titration method. 25 ml of the potassium iodate solution was measured in a conical flask.

20 ml of 5% potassium iodide was added. The mixture was acidified with 10 ml of 0.5 H₂SO₄. 50 ml of the sample will be added to the acidified solution, and add few drops of starch solution will shake the flask carefully, titrate the liberated iodide with the sodium thiosulphate solution from the burette to its end point; either colour less or back to the original colour of your sample.

RESULTS AND DISCUSSION

The concentration of the metals: Arsenic, Manganese, Chromium, Cadmium and Nickel in the soft drinks analyzed are presented in Table 1.

Table 1 – Shows the concentration of heavy metals in analyzed soft drinks

Sample	Concentration of heavy metals, mg/l					
	As	Cd	Pb	Mn	Ni	Cr
001	0.64±0.004	0.072±0.022	0.061±0.012	0.135±0.027	0.002±0.001	0.125±0.025
002	0.056±0.003	0.059±0.018	0.081±0.016	0.068±0.014	0.072±0.022	0.059±0.018
003	0.33±0.04	0.077±0.023	0.092±0.018	0.055±0.011	0.066±0.020	0.057±0.011
004	0.13±0.035	0.042±0.008	0.073±0.015	0.116±0.023	0.034±0.010	0.074±0.015
005	0.125±0.05	0.033±0.007	0.066±0.013	0.133±0.027	0.041±0.012	0.064±0.013
006	0.04±0.001	0.027±0.008	0.073±0.015	0.085±0.017	0.063±0.019	0.118±0.024
007	0.065±0.014	0.040±0.008	0.054±0.011	0.100±0.020	0.007±0.002	0.059±0.018
008	0.067±0.031	0.160±0.048	0.046±0.009	0.036±0.007	0.037±0.011	0.005±0.002
009	0.017±0.004	0.026±0.005	0.087±0.017	0.087±0.017	0.110±0.003	0.122±0.024
010	0.024±0.016	0.149±0.045	0.109±0.022	0.044±0.009	0.063±0.019	0.085±0.017

Each result represents the mean for ten samples of each soft drink analyzed. The data obtained indicated that heavy metal concentrations depend on the type of Soft drinks analyzed. Due to confidentiality reasons, detailed information about the exact brand names of the analyzed soft drinks is not disclosed in this study.

Table 2 represents the recommended maximum permissible limits (MPL) for the investigated metals in drinking water as given by WHO.

Table 2 – The maximum permissible limits of drinking water as given by WHO

Metals	Maximum Permissible limits, mg/l
Cr	0.05
Pb	0.01
Cd	0.005
As	0.010
Ni	0.02
Mn	0.05

Table 3 describes the concentration of Ascorbic Acid in the soft drinks analyzed.

Table 3 – The concentration of Ascorbic Acid in soft drinks analyzed

Sample	Concentration of Ascorbic, mg/ 100 ml
001	6.35±1.01
002	5.67±0.68
003	5.45±0.44
004	5.58±0.91
005	6.83±1.01
006	4.03±0.81
007	6.18±1.01
008	7.92±1.20
009	5.33±0.96
010	6.02±1.00

Arsenic was detected in most of the studied samples. The lowest concentration of (As) caught was 0.017 mg/l, and the highest was 0.33 mg/l. The maximum permissible limit for (As) in drinking water is 0.010 mg/l, established by WHO. Because the levels in the examined was higher than this sample's limit. Short-term exposure to levels above the MCL causes nausea, vomiting, diarrhoea, muscle cramps, salivation, sensory disturbances, liver damage, seizures, shock, and kidney failure. As noted above, the long-term effects of MCL Exposure can cause kidney, liver and bone damage. It is also a known carcinogen [14].

Corrosion, discharge from metal refineries, and runoff from industrial waste effluent are all sources of As in water [26] from where it may have been introduced into the soft drinks. The presence of (As) above safe limits in soft drinks is an issue of significant risk to consumers due to the highly detrimental effects of the metals on human health.

Cadmium was detectable in most samples with a concentration range between (0.027 to 0.160 mg/l). This value was far above the value given by WHO (0.005 mg/l). Previous studies in Nigeria have also confirmed the presence of cadmium in soft drinks and have shown the level to be above the tolerated limit [27]. Cadmium is primarily toxic to the kidney, especially the proximal tubular cell, the leading site of accumulation. Once cadmium is absorbed into the body, it is efficiently retained in the human body and accumulates throughout life. Cadmium can also cause bone demineralization either through direct bone damage or indirectly as a result of renal dysfunction.

Another heavy metal investigated in this study is lead. The detection and concentrations of information in all soft drinks were outside the accepted MCLG (0.00) and MCL (0.01) limits. In Nigeria, lead contamination has been found in soft drinks, sediments, and fish. This was observed in a study conducted in Bayelsa State, where lead and other heavy metals were detected in tilapia fish and sediment [28]. However, a study in Nigeria [27] found that lead levels were lower than in MCL. The maximum concentration of lead detected in soft drinks was between 0.046 to 0.109 mg/l, respectively, which are far above the safe limit of 0.01 mg/l recommended by WHO.

According to [29], lead toxicity is associated with an abnormal size and haemoglobin content of the erythrocytes, hyperstimulation of erythropoiesis and inhibition of heme synthesis. The high concentrations of lead in the samples analyzed could be coming from the metallic containers used in the preparation of fruit juice and soft drinks and also from the soil where the plants bearing the fruits are grown due to the dumping of domestic and industrial waste.

Manganese concentrations in the Soft drinks samples ranged below detectable limits to 0.116 mg/l (Table 2). The samples' mean lowest concentration of Manganese was 0.036 mg/l. The highest concentration of Manganese recorded for the pieces was 0.116 mg/l. Manganese levels de-

termined in the samples were above detectable limits by 90 %. Manganese is beneficial for humans because it is a vital part of vitamin, which is essential for human health. The uptake by plants growing on contaminated soils accumulates microscopic particles, especially in the edible portions of the plant, such as the fruits and the seeds. Uptake by humans through eating such dirty plants results in health effects such as vomiting and nausea, vision problems, heart problems, and thyroid damage.

Nickel is toxic to humans and other living things. Toxicity depends on the bioaccumulation potential of the biological tissue. It also affects our brains and the intellectual development of young children. Long-term exposure in both children and adults can cause kidney, reproductive and immune system damage and adverse effects on the nervous system. Recorded nickel levels in soft drink samples ranged from 0.002 to 0.110 mg/l.

In contrast, corresponding nickel concentrations in various fruits (e.g. pineapple, apple and orange) were higher than corresponding levels recorded in a study similar in Nigeria, as shown in Table 2 [30]. This indicates that heavy metal was detected during the examination.

Chromium is a metallic element that was once considered toxic and has now been shown to be essential for health. It is known to play an important role in glucose and fat metabolism. [31]. Chromium exists mainly in the divalent state of the environment: trivalent chromium (Cr III) and hexavalent chromium (Cr VI). Chromium (III) is considered essential. It is necessary to ensure the normal metabolism of glucose, lipids and proteins [32]. It is, however, also toxic when it exceeds the tolerance limit. Cr (VI) is poisonous and has no beneficial role in the human body. The maximum concentration of Cr detected in the soft drinks was 0.122 mg/l, while the lowest detected concentration was 0.057 mg/l. Cr was detected in most of the samples analyzed. The maximum allowed limit for Cr in drinking water is 0.05 mg/l and 0.1 mg, respectively, as given by WHO and EPA. Most soft drink samples analyzed had Cr content above the WHO limit. Overall, the studied samples had Cr content above the permissible limit. Ingestion of high amounts of chromium may result in potentially fatal effects in the respiratory, cardiovascular, gastrointestinal, hepatic, renal, and neurological systems (epa.gov/safewater; IPCS).

According to Table 3, the highest vitamin C concentration of the soft drinks was found in sample 008, with a concentration of 7.92 mg/100 ml, while sample 006 had the lowest vitamin content. 40 % of vitamin C was written on the product, according to the bulletin. When those results were compared, it was clear that there were differences in concentration percentages between companies, industrial soft drinks and improper storage practices. Food processing and preparation significantly negatively impact the vitamin C content of soft drinks. Because it is sensitive to heat, oxygen and acids, it thrives in alkaline environments.

With regards to the manufacturer of the soft drinks, the keepers' airtight containers made of plastics or glass do not cause the loss of what remains of vitamin C as a result of manufacturing processes only about 10 % while keeping containers, they lead to the loss of around 75 %, even if keeping it in the fridge because these containers do not prevent the access of oxygen to soft drinks and oxidize it.

According to the study done in 2000 by [33], the ascorbic content of various fruit juices sold in Greece ranged from 2.4 to 43 mg/100 ml. Ascorbic losses were from 29 % to 41 % when the product was kept in closed containers at room temperature for four months. When stored in open containers in the refrigerator for 31 days, commercial orange juice lost 60 % to 67% of its ascorbic acid content, while fresh orange juice lost between 7 % and 13 % of its AA content. Open containers of commercial fruit juice, when stored outside the refrigerator for ten days, lost 12.5 % of their ascorbic acid content, while the refrigerated juice, for the same period, lost up to 9% of Ascorbic acid.

CONCLUSIONS

The study found that some soft drinks sold in Nigeria contain certain metals that exceed safe lim-

its. Long-term and/or excessive consumption of foods containing metals above the permitted amounts can have dangerous effects on human health. Since soft drinks are widely consumed in Nigeria, they are known to be a significant contributor to the metal consumption of the population. Water is probably the primary source of metals in soft drinks. For this reason, soft drink manufacturers must use reasonable water treatment procedures and quality control measures to ensure the safety of their products. The manufacturers should also take extra care to avoid introducing metals from the industrial processes, the equipment used, packing/storage materials and industrial emissions. Regulatory bodies in the country should regularly monitor metal levels in foods and drinks to safeguard public health.

However, the food industry has not paid enough attention or even accurately measured the amount of ascorbic acid added to products, so government agencies must take the concentration of ascorbic acid seriously. Before and after, a single operation is used in developing this material in these products. Another hypothesis to consider is that the soft drink and food industry may have added an unstable chemical form of ascorbic acid to their products, which can oxidize during shipping and storage

Acknowledgement

The Authors would like to thank the contributors to this research for their time spent making it a success.

Competing of Interest

The authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. FAO. (2011). FAOSTAT data. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
2. Asiegbu, I. F., Awa, H. O., Akpotu, Ch., & Ogbonna, U. B. (2011). *Salesforce Competence Development and Marketing Performance of Industrial and Domestic Products Firms in Nigeria*. *East Journal of Psychology and Business*, 2(4), 43–59

3. Ambler, T., & Styles, C. (1996). Brand development versus new product development: towards a process model of extension decisions. *Marketing Intelligence & Planning*, 14(7), 10–19. doi: [10.1108/02634509610152664](https://doi.org/10.1108/02634509610152664)
4. Dharmasena, K. A. (2010). *The Non-Alcoholic Beverage Market in the United States: Demand Interrelationships, Dynamics, Nutrition Issues and Probability Forecast Evaluation* (PhD thesis). Retrieved from <http://oaktrust.library.tamu.edu/handle/1969.1/ETD-TAMU-2010-05-7911?show=full>
5. Demirozu, B., & Saldamli, I. (2002). [Metallic contamination problem in a pasta production plant](#). *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 26, 361–365.
6. Krejpcio, Z., Sionkowski, S., & Bartela, J. (2005). [Safety of Fresh Fruits and Juices Available on the Polish Market as Determined by Heavy Metal Residues](#). *Polish Journal of Environmental Studies*, 14(6), 877–881.
7. Barbaste, M., Medina, B., & Perez-Trujillo, J. P. (2003). Analysis of arsenic, lead and cadmium in wines from the Canary Islands, Spain, by ICP/MS. *Food Additives & Contaminants*, 20(2), 141–148. doi: [10.1080/0265203021000031546](https://doi.org/10.1080/0265203021000031546)
8. Duffus, J. H. (2002). [Heavy metals” - a meaningless term?](#) *Pure and Applied Chemistry*, 74(5), 793–807.
9. Bingol, M., Yentur, G., ER, B., & Oktem, A. B. (2010). [Determination of some heavy metal levels in soft drinks from Turkey using ICP-OES method](#). *Czech Journal of Food Sciences*, 28(3), 213–216.
10. Cabrera, C., Lorenzo, M. L., & Lopez, M. C. (1995). Lead and Cadmium Contamination in Dairy Products and Its Repercussion on Total Dietary Intake. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(6), 1605–1609. doi: [10.1021/jf00054a035](https://doi.org/10.1021/jf00054a035)
11. Ibrahim, D., Froberg, B., Wolf, A., & Rusyniak, D. E. (2006). Heavy Metal Poisoning: Clinical Presentations and Pathophysiology. *Clinics in Laboratory Medicine*, 26(1), 67–97. doi: [10.1016/j.cll.2006.02.003](https://doi.org/10.1016/j.cll.2006.02.003)
12. Berry, W. L., & Wallace, A. (1981). Toxicity: The concept and relationship to the dose response curve. *Journal of Plant Nutrition*, 3(1–4), 13–19. doi: [10.1080/01904168109362814](https://doi.org/10.1080/01904168109362814)
13. Shaw, B. P., Sahu, S. K., & Mishra, R. K. (2004). Heavy Metal Induced Oxidative Damage in Terrestrial Plants. *Heavy Metal Stress in Plants*, 84–126. doi: [10.1007/978-3-662-07743-6_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-07743-6_4)
14. Rubio, C., Hardisson, A., Reguera, J. I., Revert, C., Lafuente, M. A., & González-Iglesias, T. (2006). Cadmium dietary intake in the Canary Islands, Spain. *Environmental Research*, 100(1), 123–129. doi: [10.1016/j.envres.2005.01.008](https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.01.008)
15. Sharma, R. K., & Agrawal, M. (2005). [Biological effects of heavy metals: an overview](#). *Journal of environmental biology*, 26, 301–313.
16. Assche, F., & Clijsters, H. (1990). Effects of metals on enzyme activity in plants. *Plant, Cell and Environment*, 13(3), 195–206. doi: [10.1111/j.1365-3040.1990.tb01304.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1990.tb01304.x)
17. Godt, J., Scheidig, F., Grosse-Siestrup, C., Esche, V., Brandenburg, P., Reich, A., & Groneberg, D. A. (2006). The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 1(1). doi: [10.1186/1745-6673-1-22](https://doi.org/10.1186/1745-6673-1-22)
18. Staudinger, K. C., & Roth, V. S. (1998). [Occupational lead poisoning](#). *American family physician*, 57(4), 719–732.
19. Lidsky, T. I., & Schneider, J. S. (2003). Lead neurotoxicity in children: basic mechanisms and clinical correlates. *Brain*, 126(1), 5–19. doi: [10.1093/brain/awg014](https://doi.org/10.1093/brain/awg014)
20. Lockitch, G. (1993). Perspectives on lead toxicity. *Clinical Biochemistry*, 26(5), 371–381. doi: [10.1016/0009-9120\(93\)90113-k](https://doi.org/10.1016/0009-9120(93)90113-k)
21. Chang, L. W., & Dyer, R. S. (1995). *Handbook of Neurotoxicology*. New York: M. Dekker
22. Bhagavan, N. V. (2001). *Medical Biochemistry* (4th ed.). Amsterdam: Elsevier.

23. Fox, B. A., Cameron, A. G., & Lean, M. E. (2004). *Fox and Cameron's Food Science, Nutrition and Health* (7th ed.). London: Arnold.
24. Hodgkinson, A. (1978). Oxalic Acid in Biology and Medicine. *Annals of Internal Medicine*, 89, 730. doi: 10.7326/0003-4819-89-5-730_1
25. Wawrzyniak, J., Ryniecki, A., Zembrzusi, W. (2005). Application of voltammetry to determine vitamin C in apple juices. *Acta Scientiarum Polonorum-Technologia Alimentaria*, 42(2), pp. 5–16.
26. EPA. (2022). *Ground Water and Drinking Water*. Retrieved from <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water>
27. Adepoju-Bello, A. A., Oguntibeju, O. O., Adebisi, R. A., Okpala, N., & Coker, H. (2012). Evaluation of the concentration of toxic metals in cosmetic products in Nigeria. *African journal of biotechnology*, 11(97), 16360-16364.
28. Ebenezer, A., & Eremasi, Y. (2012). Determination of heavy metals in water sediments and *Tilapia zilli* from Kolo-Creek, Ogbia Local Government Area, Bayelsa State, Nigeria. *Scientia Africana*, 11(1), 44–52.
29. Luckey, T. D., & Venugopal, B. (1977). Introduction to Heavy Metal Toxicity in Mammals. *Physiologic and Chemical Basis for Metal Toxicity*, 1–37. doi: 10.1007/978-1-4684-2952-7_1
30. Akan. (2009). Heavy Metals and Anion Levels in Some Samples of Vegetable Grown Within the Vicinity of Challawa Industrial Area, Kano State, Nigeria. *American Journal of Applied Sciences*, 6(3), 534–542. doi: 10.3844/ajassp.2009.534.542
31. Anderson, R. A. (1997). Chromium as an Essential Nutrient for Humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 26(1), 35–41. doi: 10.1006/rtp.1997.1136
32. Expert Group on Vitamins and Minerals. (2003). *Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals*. Retrieved from <https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/vitmin2003.pdf>
33. Kabasakalis, V. (2000). Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. *Food Chemistry*, 70(3), 325–328. doi: 10.1016/s0308-8146(00)00093-5

Интерактивная связь общеупотребительной лексики и медицинской терминологии (в теоретическом освещении)

Interactive Communication of Common Vocabulary and Medical Terminology (in Theoretical Coverage)

Nurlana Eldar kyizyi Gasanova¹

¹ *Baku Slavic University*

33 S. Rustam Street, Baku, Azerbaijan

DOI: [10.22178/pos.87-11](https://doi.org/10.22178/pos.87-11)

LCC Subject Category:
[PE1001-1693](#)

Received 25.10.2022
Accepted 26.11.2022
Published online 30.11.2022

Corresponding Author:
rektor@bsu-uni.edu.az

© 2022 The Author. This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](#) 

Аннотация. В статье рассматривается вопрос об интерактивной связи общеупотребительной лексики и медицинской терминологии. В последние годы медицинская терминология на фоне последних глобальных событий активно стала переходить в общеупотребительную лексику. Учитывая этот факт, в исследовании делается попытка обоснования данного процесса с теоретической точки зрения. В ходе исследования были использованы описательно-сравнительный и эмпирический методы научного анализа. Показано, что слова становятся терминами в контексте ускорения научно-технического прогресса. В последние годы медицинские термины все больше употребляются в детской литературе, в результате чего создается уникальная среда для их перехода в общеупотребительную лексику.

Ключевые слова: общеупотребительная лексика; медицинская терминология; термин; интерактивная связь; глобализация.

Abstract. The article deals with the interactive relationship between common vocabulary and medical terminology. In recent years, medical terminology, against the background of current global events, has actively begun to move into the common language. With this fact in mind, the study attempts to justify this process from a theoretical point of view. Descriptive-comparative and empirical methods of scientific analysis have been used in the research. It is shown that words become terms in the context of accelerating scientific and technological progress. In recent years, medical terms have been increasingly used in children's literature, resulting in a unique environment for their transition into the common vocabulary.

Keywords: common vocabulary; medical terminology; term; interactive communication; globalisation.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, термины употребляются в основном в научном стиле и считаются основным показателем научных работ, статей, монографий. Однако термины также встречаются в прозе и поэзии, которые являются образцами художественного стиля. После распада СССР в детской литературе постсоветских стран встречаются достаточно новые термины. Писатели и поэты использовали их для информирования подрастающего поколения, в том числе, о развитии науки и техники. Термины в детской азербайджанской литературе в годы независимости представ-

ляют собой лексические единицы из европейских языков.

В XXI веке наука и техника развиваются быстрыми темпами. Интенсивное развитие науки и техники создает условия и для развития терминологии языка. В результате всегда есть новые процессы в области терминологии. Почти каждый день в наш язык входят новые лексические единицы. Лексема, которая сначала входит в язык как обычное слово, затем входит в поле терминологии и становится термином. Таким образом, лексическая единица становится термином, обозначающим определенное понятие данной

области. Учитывая указанные свойства развития литературного языка, в исследовании анализируется интерактивная связь между медицинской терминологией и общеупотребительной лексикой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методом исследования являются описательный и типологический анализ лингвистики. Материалами исследования выбраны различные языковые факты, термины из разных системных языков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Автор В. Лейчик, ссылаясь на расчеты, сделанные чешским языковедом К. Сохором, отмечает, что более 90 % слов, появляющихся в языках в результате приращения научно-технических знаний, составляют специальные слова – термины [2, с. 47].

Терминология каждого языка является стратегической областью. Поэтому она всегда находится в центре внимания общества и государства. «Одна из главных особенностей термина, отличающая его от других лексических единиц, состоит в том, что он имеет особое поле развития. Это означает, что термины не могут иметь такого же широкого охвата, как общеупотребительные слова. Слово, соответствующее всякому вполне определенному понятию в области науки, техники и искусства, следует называть термином» [5, с. 117].

Термины имеют свои функции. Важнейшей из этих функций является получение, обмен определенной информацией и овладение какой-либо областью науки. Каждое новое понятие, входящее в жизнь, создает условия для появления термина в нашем языке. Общеупотребительные и неупотребительные лексические единицы в языке обрабатываются как термины, проходя через терминологический процесс. Суть процесса терминирования также реализуется на основе определенной системы. Примерами процессов в терминологическом слое языка служат терминология, детерминация и транстерминация.

Медицинская наука была необходима с самых первых дней существования человечества. В борьбе за выживание человек при непосред-

ственном контакте с природой подвергался заболеваниям и различным вирусам и со временем искал способы защитить себя от этих болезней. В контакте с природой люди прибегали к различным средствам для устранения различных травм и борьбы с болезнями. Для лечения и выживания с течением времени использовались различные растения и инструменты. Именно эти особенности человека создали условия для появления медицинской науки.

Как и любая область науки, медицина имеет свою терминологическую систему. Говоря о терминах какой-либо сферы науки, используется термин сферовая терминология. Каждая область науки имеет свою терминологическую систему и особенности терминов, в том числе и медицинская наука. В английском и азербайджанском языках, являющихся языками разных систем, некоторые медицинские термины сначала стали образцом общеупотребительной лексики, затем заняли место в терминологических словарях в качестве терминов. По этой причине существует тесная взаимосвязь между общеупотребительной лексикой языка и терминологической лексикой.

Теоретически считается, что каждая область знаний имеет свою терминологию. Но, как правило, сложно разграничить терминологию смежных наук, а также провести убедительную грань между терминологией и общим словарем. В языкознании нет единого мнения о соотношении терминологии и общелитературного языка. Есть два разных направления в терминологии. Согласно первой позиции, термин как специальная единица противопоставляется слову как единице языка; подчеркиваются все различия между терминологической и общеупотребительной лексикой. Мнения по этому вопросу разделились и развиваются в двух направлениях. По мнению представителей первого направления, литературный язык подчиняется особой регламентации, диктуемой не нормами словоупотребления или словообразования того или иного языка, а условиями соответствующей подсистемы. Содержание терминов, их систематическая организация, иными словами, их сочетаемость, модели терминообразования – находятся за пределами литературного языка [3, с. 148].

Исследователи второго направления [1] рассматривают терминологическую лексику как неотъемлемую часть общелитературного языка в зависимости от процессов, происходящих в нем.

Термин – это такая же лексическая единица, как и слово, которая лингвистически характеризуется своей фонетической и графической формой, простой или сложной морфологической структурой, грамматическими признаками и значением, обозначающим класс, к которому принадлежит тот или иной предмет. Между общим языком и специальным языком происходит постоянный обмен, в результате чего терминологический словарь становится частью лексики общелитературного языка.

Семантика терминологических полей служит источником постоянного пополнения семантики общезыкового словаря, обогащения словарного запаса. Когда маркируемое термином понятие выходит за пределы системы конкретных понятий и становится элементом общезыковой семантики, термин входит в общезыковую и становится словом общеупотребительного языка в терминологической системе.

Отношение терминов к общему словарю может быть различным: некоторые из терминов настолько широко распространены, что уже не признаются релевантными терминами, другие явно специфичны, и известны только грамотным носителям языка, третьи известны только специалистам. Чем уже объем термина, тем точнее его использование и точнее его научное значение, в отличие от его повседневного использования в национальном масштабе. Развитие терминологического словаря литературного языка представляет собой сложный процесс, как внешний и вне языка, так и внутренний, сопровождающийся языковыми факторами и событиями. Переход термина из специального в общеупотребительный происходит за счет «коммуникативной активности» термина, то есть в результате включения терминологической единицы в систему речи как активнотонамическую систему, направленную на выражение различных коммуникативных и речевых ситуаций. Выбор термина из той или иной конкретной области связан с процессом общения. Затем термин входит в языковую

систему как хранилище языковой формы и обобщенного языкового значения.

Таким образом, становится ясно, что существует неразрывная связь между двумя разделами словаря – общим и терминологическим. Это находит отражение в терминологии лексических единиц общелитературного языка. С другой стороны, при общей «интеллектуализации» речи [6, с. 312], характерной для этого периода, происходит переход многих терминов в узкоспециализированный язык. В то же время в их содержании наблюдается некоторое обеднение и упрощение. Термин теряет свою серьезную концептуальность, состоятельность, многозначность и входит в деловой и повседневный язык.

Медицина является одной из древнейших областей человеческой деятельности, поэтому медицинская терминология представляет собой давно устоявшийся словарь, но в то же время, это постоянно развивающаяся терминология. В связи с интенсивным развитием медико-биологических, медико-химических, медико-технических знаний увеличивается количество специальных медицинских терминов. В медицине появляется много новых научных понятий и терминов. Многие старые термины подвергаются определенным изменениям, что позволяет наиболее полно и наглядно проследить тенденции развития и пути их образования, закономерности языковой номинации на материале английского языка, медицинской терминологии.

Медицинская терминология — один из специфических слоев словаря, отличающийся структурными, семантическими, производными и стилистическими признаками; возникает из общеупотребительных слов и поэтому занимает особое место в лексической системе языка.

Медицинская терминология представляет собой пласт лексического фонда со своими особенностями, поскольку каждый профессиональный подъязык имеет словарь номенклатуры, связанный с определенными реалиями и предметами. В этом особенность словаря терминологии. Неисчерпаемость проблем этого лексического пласта до сих пор привлекает лингвистов и исследователей к открытию его новых качеств, особенностей, характеристик, признаков как подсистемы языка. Она становится терминологией в кон-

тексте ускорения научно-технического прогресса.

В русском языкознании общеупотребительные слова очень точно называют межстилевой лексикой [5, с. 130]. Иногда из-за того, что общеупотребительная лексика далека от эмоционально-экспрессивной, общеупотребительные слова также называют нейтральной лексикой.

Фразеологические конструкции также образуются за счет общеупотребительных слов, что позволяет добиться образно-экспрессивного выражения мысли. В зависимости от ситуации в литературном языке некоторые общеупотребительные слова, употребляемые писателями и поэтами, имеют эмоционально-экспрессивное значение.

Некоторые слова-термины принимаются в быту и переходят в общеупотребительный фонд. Большинство слов в общеупотребительном фонде почти не отличаются от лексики родственных языков. Слова, входящие в общий фонд языка – это термины родства, простые глаголы, местоимения, числа, прилагательные идентичны с общим фондом других родственных языков.

Термин приобретает значение, когда он выражает понятие, принадлежащее только к одной области, а при употреблении в другом значении - теряет право быть термином. В этом случае термин становится общеупотребительным словом или термином другой области. Сегодня лексические единицы «грипп, температура, мигрень» в нашем современном языке находятся в процессе становления общеупотребительным словом. Семантика этих терминов почти понятна подавляющему большинству, потому что эти лексические единицы уже используются в бытовом стиле, в повседневной жизни. «Существует два основных взгляда на генетическую связь между термином и понятием. Одна группа исследо-

вателей отмечает, что понятие предшествует термину, а другая группа утверждает, что термин предшествует понятию. По сути, термин является и средством создания понятия, и формой его выражения. Термин и понятие возникают одновременно, в тесном взаимодействии друг с другом. Между термином и понятием существует содержательно-формальная связь» [4, с. 4].

В английском и азербайджанском языках определенная часть медицинских терминов состоит из таких лексических единиц, что они сначала стали общеупотребительным словом, а затем вошли в стадию терминологии. Например, *ağıl-intellekt-intellect-mind*; *ayaq-foot*; *ayrılma- qopma, köçürülmüş üzv və ya toxumanın tutmaması-resection*; *bərpa- düzgün vəziyyətin bərpa olunması-reposition*; *boş-süst, yumşaq, flabby, flaccid*; *ağız- həzm traktının ön bölməsi- mouth*; *baş-caput*; *burun-nose, cape, promontory, promontorium*; *çat-fissure, fracture, chap, scissure*; *dəri-skin, cutis*; *dəfnə ağacı-defne-bay*; *dil-glossa, glossi-tongue*; *həyat-life*; *hiss-touch, taction, pselaphesis*; *xal-nevus, mole*; *yad-başqa növdən törəmiş-foreign, alien*; *ilk-primer*; *inkışaf-genez, mənşə, törəmə, development*; *səbir-təmkın, dözümlü, soyuqqanlılıq-self-control*; *səmənlə-maya-mal-malt* [1, с. 13].

ВЫВОДЫ

Существует неразрывная связь между общей и терминологической лексикой. Это находит отражение в терминологии лексических единиц общелитературного языка.

Слова становятся терминами в контексте ускорения научно-технического прогресса. В последние годы медицинские термины все больше употребляются в детской литературе, в результате чего создается уникальная среда для их перехода в общеупотребительную лексику.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Aliguliyev, R., & Gurbanova, A. (2014). *Terminolozi informatika: formalashma marhalalari va inkishaf istigamatlari* [Terminological informatics: stages of formation and directions of development]. Baku: Information Technologies (in Azerbaijani).
2. Azizova, M. (2016). *Funkcionirovanie medicinskih terminov v tadzhikskom i anglijskom jazykah (na materiale nazvanij boleznej)* [Functioning of medical terms in Tajik and English languages (on the material of disease names)] (Doctoral thesis). Dushanbe (in Russian).

3. Grinev-Grinevich, S. (2008). *Terminovedenie* [Terminology]. Moscow: Akademija (in Russian).
4. Sadygova, S. (2010). *Muasir Azarbaydzhan adabi dilinda termin jaradydzylyg'y prosesi* [The term creation process in modern Azerbaijani literary language]. Baku: Elm (in Azerbaijani).
5. Shumylo, M. (2014). [Etymological and semantic changes of the English medical terms](#). *Science and Education a New Dimension. Philology*, 29(2), 29–31.
6. Vyhrystjuk, M. (2012). Botanicheskie, medicinskie i farmacevticheskie nominacii v aspekte istoricheskoy leksikologii (na materiale Tobol'skogo «travnika XVIII veka») [Botanical, medical and pharmaceutical nominations in the aspect of historical lexicology (on the material of the Tobolsk "herbalist of the 18th century")]. *European Social Science Journal*, 11(27), 311–320 (in Russian).

