

УДК 338.432:632.931.2

Кривохижа Є. М.

доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник, професор кафедри агробіотехнологій,
Західноукраїнський національний університет
Тернопіль, Україна
E-mail: ye.kryvokhyzha@ukr.net
ORCID: 0000-0001-7270-6529

Матвійшин А. І.

здобувач 3 курсу ОС «Бакалавр» спеціальності 101 «Екологія»,
кафедра екології та охорони здоров'я,
Західноукраїнський національний університет
Тернопіль, Україна
E-mail: anastasiamatviishyn005@gmail.com
ORCID: 0009-0008-9998-6899

Бринь В. Т.

здобувач 4 курсу ОС «Бакалавр», спеціальності 201 «Агрономія»,
кафедра агробіотехнологій,
Західноукраїнський національний університет
Тернопіль, Україна
E-mail: viktorbryn@gmail.com
ORCID: 0009-0002-5228-4001

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ОСНОВНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

Анотація

Протягом останніх десятиліть клімат нашої планети зазнав значних змін, основною причиною яких стали викиди парникових газів, які в минулому столітті досягли рекордного рівня за всю історію людства. Це підкреслює необхідність розроблення певних інструментів для адаптації різних сфер людської діяльності, зокрема і сільського господарства, до глобальних кліматичних змін. Метою статті є аналіз впливу змін клімату на особливості вирощування та врожайності основних сільськогосподарських культур. У результаті дослідження з'ясовано, що протягом останніх двадцяти років в Україні спостерігалися значні зміни температурного режиму та кількості опадів. Підвищення середньорічної температури призвело до збільшення кількості посух та зменшення рівня опадів у деяких регіонах. Проаналізовано динаміку врожайності основних сільськогосподарських культур в Україні, а саме пшениці, ячменю, соняшника та ріпаку, за період з 2017 по 2021 рік. Незважаючи на певні загрози, зміни клімату та переміщення кліматичних зон можуть принести і позитивні результати для аграрного сектора. Для озимих зернових культур на фоні загального підвищення температури повітря в останні роки позитивним фактором є відносно теплі зими, які дозволяють рослинам успішно перезимувати. Що стосується соняшника – однієї з головних сільськогосподарських культур України, то його врожайність сильно залежить від зовнішніх умов, ринкової кон'юнктури та просторового розподілу опадів. Тому аграрії країни повинні шукати нові адаптаційні стратегії для вирощування сільськогосподарських культур. У висновках зазначено, що зміни клімату мають неоднозначний вплив на сільське господарство України. Підвищення середньорічних температур і зміни режиму опадів можуть сприяти збільшенню врожайності в окремих регіонах. Проте, з іншого боку, збільшення частоти екстремальних погодних явищ, як-от посухи, зливи та сильні вітри, створює додаткові ризики для аграрної галузі. Для забезпечення стабільної врожайності виробникам сільськогосподарської продукції необхідно впроваджувати адаптаційні заходи та проводити моніторинг кліматичних змін, що дозволить мінімізувати їх негативний вплив.

Ключові слова: сільське господарство, глобальні зміни, агрокліматичні умови, врожайність культур.

Вступ. Глобальне змінення клімату створює загрози для сільського господарства. Протягом останніх 30 років аграрний сектор України зазнав суттєвих змін у зв'язку з глобальним потеплінням, при цьому країна продовжує залишатися важливим постачальником продовольства для багатьох країн світу. Висока мінливість погоди зумовлює значні коливання врожайності сільськогосподарських культур в Україні, а зміни клімату збільшують виробничі ризики та загрози для галузі рослинництва через коливання температури і кількості опадів [7]. Загалом, клімат є вирішальним фактором для сільськогосподарського виробництва, оскільки воно є найбільш залежною від цього фактору галуззю економіки [5]. Агропромисловий сектор по всьому світу змушений адаптуватися

до нових кліматичних умов, щоб забезпечити продовольчу безпеку людства. У зв'язку із цим питання оцінювання впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування, продуктивність та валовий збір провідних культур набуває особливої актуальності.

Мета статті – дослідити вплив зміни клімату на врожайність основних сільськогосподарських культур в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Україна є важливим експортером зерна, зокрема пшениці, та іншої сільськогосподарської продукції до Європи та світу загалом. Аграрний сектор України, в основі якого лежить сільське господарство, відіграє ключову роль у забезпеченні національної та світової продовольчої безпеки. Він є рушійною силою для розвитку технологічно пов'язаних галузей національної економіки, сприяє надходженню іноземної валюти та підтримує зайнятість населення, особливо в сільськогосподарських регіонах на південному сході країни. У структурі сільськогосподарської продукції України домінує рослинництво, яке становить 78,2% (станом на 2022 р.) [6]. Суттєвий вплив на формування врожайності сільськогосподарських культур і просторової структури сільськогосподарського виробництва має клімат. Зміна клімату є природним і космічним процесом, але на це значно впливає і руйнівна діяльність людини. Цей вплив посилюється через такі аспекти:

- масова вирубка лісів у світі (за останнє десятиліття минулого століття площа лісів зменшилася на 135 млн га);
- викиди великої кількості вуглекислого газу (CO_2), закису азоту (N_2O) і метану (CH_4) через застарілі технології (сільське господарство відповідальне за до 60% загальних викидів N_2O і CH_4);
- надмірне використання пасовищ, що призводить до їх перетворення на напівпустелі;
- розширення сільськогосподарських угідь через осушення заболочених територій та знищення луків [10].

Зміна клімату може спричинити нестабільність у цій галузі через вплив на врожайність сільськогосподарських культур, зростання ризиків екстремальних погодних явищ, а також вплив на інфраструктуру та водні ресурси. Протягом останнього двадцятиріччя кожен рік в Україні був теплішим за середньостатистичні показники за довготривалий період, причому 2020 рік став найспекотнішим як у Європі, так і в Україні, середні температури 1961–1990 рр. було перевищено на $2,8^\circ\text{C}$. З 2010 року країна стикалася з низкою кліматичних викликів, як-от сильні посухи, великі повені та руйнівні пожежі, які призвели до загибелі людей, матеріальних втрат і мали негативний вплив на ВВП. До кінця XXI століття може зменшитися кількість опадів влітку, особливо на півдні та південному сході країни, а на півночі є ймовірність збільшення дощів узимку. Протягом останніх 30 років приріст активних температур повітря вище $+10^\circ\text{C}$ сягнув 150°C для зони Степу, 200°C – для Лісостепу та 180°C – для Полісся. З огляду на це було проаналізовано динаміку врожайності основних сільськогосподарських культур в Україні (рис. 1).

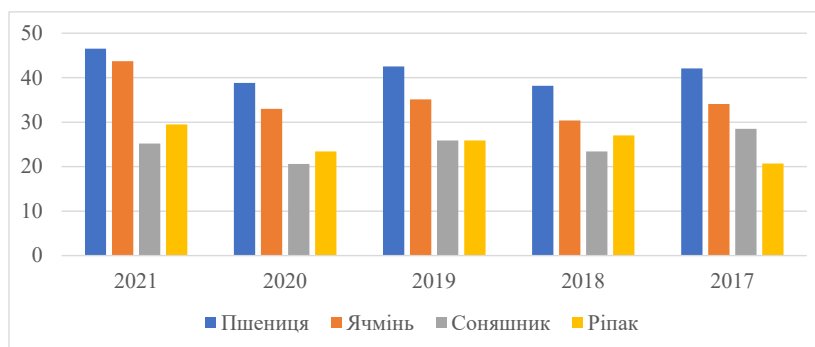


Рис. 1. Динаміка врожайності основних сільськогосподарських культур України 2017–2021 рр. (ц/га)

Джерело: [4].

Врожайність основних сільськогосподарських культур за вказаний період показала певні коливання, що зумовлені як агротехнічними, так і агроекологічними факторами. Аналіз статистичних даних про врожайність зернових культур у період з 2017 по 2021 рр. яскраво демонструє позитивну тенденцію до зростання врожайності. Сприятливі агрокліматичні умови та дотримання технічних вимог вирощування зернових (живлення рослин, захист від бур'янів і шкідників, дотримання вимог сівозміни тощо) сприяли підвищенню врожайності зернових і зернобобових культур протягом цього періоду. Позитивним фактором для озимих зернових культур на фоні загального підвищення температури повітря в останні роки є відносно теплі зими, які дозволяють рослинам успішно перезимувати і навіть пройти певний етап розвитку [7]. У сприятливі роки, коли зволоження відповідає нормі, врожайність озимої пшениці, як й інших зернових культур, на всій території України може зрости у 2–2,5 рази. Очікується, що в найближчій перспективі зміни клімату сприятимуть підвищенню врожайності озимої пшениці та інших зернових. Прогнози вказують, що озима і яра пшениця, рис, соя, ячмінь будуть рости значно краще, терміни їх дозрівання скоротяться, а врожайність збільшиться на 20–30% [5, с. 111].

Що стосується такої культури, як соняшник, то в цьому випадку хоча і спостерігається тенденція зниження врожайності в середньому по Україні (зокрема, через погодні умови наприкінці вегетації), проте культура має

значний потенціал в аграрному секторі країни. 2017, 2020 та 2022 роки були періодами значного спаду у виробництві соняшнику через економічні коливання, пандемію та війну в Україні. Водночас 2018, 2019 та 2021 рік відзначалися зростанням обсягів вирощування та врожаю. Аналіз динаміки валового збору соняшнику в Україні показує, що виробництво та врожайність сильно залежать від зовнішніх умов та ринкової кон'юнктури. На виробництво та врожайність соняшнику значно впливають також специфічні кліматичні умови, зокрема закономірний просторовий розподіл опадів у різних регіонах, що визначається загальними циркуляційними факторами. Це проявляється у зменшенні кількості опадів з півночі й північного заходу (у регіонах з меншими обсягами виробництва соняшнику) до півдня та південного сходу [2]. Зважаючи на недостатній рівень вологозабезпечення степової зони та тривалі посушливі періоди, можна зробити висновок, що в останні роки динаміка врожайності соняшнику виявилася значно кращою, ніж очікувалося, особливо в нетипових для цієї культури північних регіонах України.

В умовах зміни клімату спостерігається поступове перепрофілювання орних земель для вирощування сільськогосподарських культур, які мають потенційно вищу економічну вигоду. Так, за останні роки значно збільшилися площі посіву технічних культур через розширення посівних площ соняшнику, сої та ріпаку. За останні 30 років площі соняшнику зросли з 16,8 до 278,2 тис. га (у 16,6 рази), сої – з 1,3 до 70,4 тис. га (у 54,1 рази), ріпаку – з 7,8 до 11,3 тис. га (у 1,4 рази) [4].

Зміни клімату і переміщення кліматичних зон можуть принести й позитивні результати для аграрного сектора. Тож в Україні в останні роки створюються умови для вирощування двох врожаїв за один сезон не лише в південних, а й у північних областях. Аналізуючи просторові закономірності впливу термічних умов на врожайність соняшнику, можна зазначити, що зростання температури повітря в регіонах, які традиційно спеціалізуються на вирощуванні цієї культури, або мало незначний вплив на урожайність, або ж справило негативний ефект. Натомість у зоні Полісся та частково в Лісостепу врожайність соняшнику за високих температур значно зросла [1]. Можливим є такий варіант, що подальше підвищення температури в цих регіонах сприятиме збільшенню ефективності та обсягів виробництва соняшнику. Однак у регіонах, які наразі спеціалізуються на вирощуванні цієї культури, майбутнє підвищення температури може призвести до надмірного теплового стресу та зниження ефективності виробництва.

В умовах глобальних кліматичних змін визначальним чинником формування продуктивності посівів сільськогосподарських культур є природне вологозабезпечення. У результаті інтенсивного потепління структура сільськогосподарського виробництва в Україні значно змінилася. Яскравим прикладом зниження водозабезпечення через зміни клімату є період 2019–2020 рр., який характеризувався безсніжною зимою, аномально високими температурами, відсутністю весняного водопілля. Всі ці аспекти є прямим наслідком глобального потепління, що свідчить про зростання частоти та інтенсивності екстремальних погодних умов [8]. Згідно з прогнозами на 2030–2040 рр., водні ресурси степової зони України можуть знизитися на 40–50%, а на іншій території – на 24–40%.

З метою підтримання високого рівня врожайності сільськогосподарські підприємства кілька десятиліть тому почали активно використовувати воду з річок для зрошення угідь. Часте використання водних ресурсів без достатнього наукового та правового обґрунтування призвело до такої проблеми, як засолення ґрунтів. Зі збільшенням обсягу стоків з полів спостерігається зростання солоності малих річок. Малі водотоки формують значну частину стоків великих річок, оскільки вони зазнають прямого впливу. За останні 10 років в Україні почалася активна робота зі збереження та підтримання в належному стані великих річок, як-от Дніпро, Дунай, Південний Буг і Десна, а також магістральних каналів. Однак важливо зазначити, що без проведення меліоративних заходів на малих річках забруднення може потрапляти у великі водойми і викликати повторне забруднення. Наявність стійких органічних забруднювачів (СОЗ) у навколишньому середовищі може негативно впливати на екосистеми, включаючи ґрунти та водні ресурси. Забруднені ґрунти і води у свою чергу можуть знижувати якість сільськогосподарської продукції і зменшувати врожайність [9]. Тому варто і надалі приділяти значну увагу моніторингу малих річок і проводити регулярні дослідження [3].

Для підтримки продуктивного і стійкого сільського господарства в Україні необхідно впроваджувати ресурсозбережувальне землеробство, агролісомеліорацію та комплексні заходи боротьби зі шкідниками. Заходи з адаптації аграрного сектору України до зміни клімату повинні розроблятися з урахуванням міжнародного досвіду, а також національних та галузевих особливостей, як-от оцінювання вразливості, чинна нормативна база та рівень державного управління. Під час розроблення адаптаційних заходів для аграрного сектору України можуть бути враховані приклади політики інших країн, зокрема аграрне страхування (Австрія), система раннього попередження про посухи для фермерів (Німеччина) або субсидії на встановлення систем крапельного зрошення (Індія) [6]. Важливим кроком у розробленні політики адаптації аграрного сектору України може також стати інтеграція адаптаційних заходів у чинне ведення сільського господарства, включаючи державну підтримку аграрного сектору через дотації, часткову компенсацію кредитів, фінансування розвитку сільських територій.

Висновки. Глобальні зміни клімату становлять значну загрозу для сільського господарства, включаючи зниження продуктивності, нестабільність виробництва і доходів фермерів. Проте в найближчій перспективі прогнозоване підвищення температури може сприяти збільшенню врожайності, подовжуючи період вегетації деяких зернових культур і підвищуючи врожайність на півночі. В умовах зміни клімату відбувається поступове перепрофілювання орних земель на вирощування сільськогосподарських культур з потенційно вищою економічною вигодою. Наприклад, подальше підвищення температур у деяких регіонах, зокрема Полісся та частково Лісостепу, може підвищити ефективність і збільшити

обсяги виробництва соняшнику. Водночас у південних регіонах, які наразі спеціалізуються на вирощуванні цієї культури, подальше зростання температури може спричинити надмірний тепловий стрес і зниження ефективності виробництва. Загалом, урахування впливу зміни клімату на сільське господарство та продовольчу безпеку України потребує впровадження адаптаційних заходів на різних рівнях – від національної політики до рівня окремих домогосподарств.

Список використаних джерел

1. Вплив змін клімату на урожайність соняшнику в Північному Степу України: аналіз і прогноз. О. Л. Жигайло, та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 180–186. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.22> (дата звернення 15.08.2024).
2. Гузь М., Чухліб А., Симоненко О. Прогностична оцінка впливу кліматичних змін на виробництво соняшнику: аналіз рядів динаміки та моделювання трендів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024. № 1. С. 438–445. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-67> (дата звернення 15.08.2024).
3. Кобяков Д. О., Ремез А. О., Полева Ю. Л. Дослідження гідрологічних змін середньої ділянки річки Базавлук під впливом природних та антропогенних факторів. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. 2020. № 49. С. 94–100. <https://doi.org/10.15421/442008> (дата звернення 15.08.2024).
4. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 15.08.2024).
5. Шевченко О. В. Вплив кліматичних змін на сільськогосподарське землекористування в Україні. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 4. С. 108–114. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2023.292725> (дата звернення 15.08.2024).
6. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. K. Abbass et al. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. № 29(28). P. 42539–42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6> (дата звернення 15.08.2024).
7. Impact of climate change on the area of major crops. M. O. Yemelyanov et al. *Kosmična nauka i tehnologija*. 2022. Vol. 28, no. 2. P. 30–38. <https://doi.org/10.15407/knit2022.02.030> (дата звернення 15.08.2024).
8. Impact of climate change on water resources and agricultural production. M. I. Romashchenko et al. *Land Reclamation and Water Management*. 2020. № 1. P. 5–22. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235> (дата звернення 15.08.2024).
9. Mykhailenko V., Safranov T. Estimation of Input of Unintentionally Produced Persistent Organic Pollutants into the Air Basin of the Odessa Industrial-and-Urban Agglomeration. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22, no. 9. P. 21–31. <https://doi.org/10.12911/22998993/141479> (дата звернення 15.08.2024).
10. Sustainable development of agriculture of Ukraine in the context of climate change. L. Moldavan, et al. *Sustainability*. 2023. № 15(13). P. 10517. <https://doi.org/10.3390/su151310517> (дата звернення 15.08.2024).

Kryvokhyzha Ye. M.

Doctor of Agricultural Sciences,
Senior Researcher, Professor at the Department of Agrobiotechnology,
West Ukrainian National University
Ternopil, Ukraine
E-mail: ye.kryvokhyzha@ukr.net
ORCID: 0000-0001-7270-6529

Matviishyn A. I.

3rd-year Bachelor's student,
Department of Ecology and Health Care,
West Ukrainian National University
Ternopil, Ukraine
E-mail: anastasiamatviishyn005@gmail.com
ORCID: 0009-0008-9998-6899

Bryn V. T.

4th-year Bachelor's student,
Department of Agrobiotechnology,
West Ukrainian National University,
Ternopil, Ukraine
E-mail: viktorbryn@gmail.com
ORCID: 0009-0002-5228-4001

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE YIELD OF THE MAIN AGRICULTURAL CROPS IN UKRAINE

Abstract

During the last decades, the climate of our planet has undergone significant changes, the main cause of which was the emission of greenhouse gases, which in the last century reached a record level for the entire history of mankind. This emphasizes the need to develop various tools for the adaptation of various spheres of human activity, including agriculture, to global climate change. The

purpose of the article was to analyze the impact of climate change on the characteristics of cultivation and yield of the main agricultural crops. As a result of the research, it was found that significant changes in the temperature regime and amount of precipitation were observed in Ukraine during the last twenty years. An increase in the average annual temperature has led to an increase in the number of droughts and a decrease in precipitation in some regions. The dynamics of yields of the main agricultural crops in Ukraine, namely wheat, barley, sunflower and rapeseed, for the period from 2017 to 2021 were analyzed. Despite certain threats, climate change and shifting of climatic zones can bring positive results for the agricultural sector. Relatively warm winters, which allow plants to successfully overwinter, are a positive factor for winter grain crops against the background of a general increase in air temperature in recent years. As for sunflower – one of the main agricultural crops of Ukraine, its yield strongly depends on external conditions, market conditions and spatial distribution of precipitation. Therefore, the country's agrarians must look for new adaptive strategies for growing crops. The conclusions indicate that climate change has an ambiguous impact on the agriculture of Ukraine. An increase in average annual temperatures and changes in the precipitation regime can contribute to an increase in yield in certain regions. However, on the other hand, increasing frequency of extreme weather events such as droughts, heavy rains and strong winds poses additional risks to crop yields. In order to ensure a stable yield, producers of agricultural products need to implement adaptation measures and monitor climate changes, which will minimize their negative impact.

Key words: agriculture, global changes, agro-climatic conditions, crop yield.

References

1. Zhygailo, O. L., Volvach, O. V., Tolmachova, A. V., & Kostyukievych, T. K. (2021). Vplyv zmin klimatu na urozhainist soniashnyku v Pivnichnomu Stepu Ukrainy: analiz i prohnaz [The influence of climate change on sunflower yield in the Northern Steppe of Ukraine: analysis and forecast]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 180–186. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.22> [in Ukrainian].
2. Huz, M., Chukhlib, A., & Symonenko, O. (2024). Prohnostychna otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na vyrobnytstvo soniashnyku: analiz riadiv dynamiky ta modeliuvannya trendiv [Predictive assessment of the impact of climate change on sunflower production: analysis of dynamic series and modeling of trends]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of the Khmelnytskyi National University*, 1, 438–445. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-67> [in Ukrainian].
3. Kobayakov, D. A., Remez, A. A., & Poleva, J. L. (2020). Doslidzhennia hidrolohichnykh zmin serednoi dilianky richky Bazavluk pid vplyvom pryrodnykh ta antropohennykh faktoriv [Study of hydrological changes in the middle section of the Bazavluk river under the influence of natural and anthropogenic factors]. *Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel – Issues of steppe forestry and forest land reclamation*, 49, 94–100. <https://doi.org/10.15421/442008> [in Ukrainian].
4. Ofitsiyni sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official website of the State Statistics Service of Ukraine]. Retrieved from: <https://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
5. Shevchenko, O. V. (2023). Vplyv klimatychnykh zmin na silskohospodarske zemlekorystuvannya v Ukraini [The influence of climatic changes on agricultural land use in Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management*, 4, 108–114. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2023.292725> [in Ukrainian].
6. Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H., & Younis, I. (2022). A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(28), 42539–42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6> [in English].
7. Yemelyanov, M. O., Shelestov, A. Y., Yailymova, H. O., & Shumilo, L. L. (2022). Impact of climate change on the area of major crops. *Kosmichna nauka i tekhnologiya – Space science and technology*, 28(2), 30–38. <https://doi.org/10.15407/knit2022.02.030> [in Ukrainian].
8. Romashchenko, M. I., Husyev, Y. V., Shatkovskiy, A. P., Saidak, R. V., Yatsyuk, M. V., Shevchenko, A. M., & Matiash, T. V. (2020). Impact of climate change on water resources and agricultural production. *Land Reclamation and Water Management*, 1, 5–22. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235> [in Ukrainian].
9. Mykhailenko, V., & Safranov, T. (2021). Estimation of Input of Unintentionally Produced Persistent Organic Pollutants into the Air Basin of the Odessa Industrial-and-Urban Agglomeration. *Journal of Ecological Engineering*, 22(9), 21–31. <https://doi.org/10.12911/22998993/141479> [in English].
10. Moldavan, L., Pimenowa, O., Wasilewski, M., & Wasilewska, N. (2023). Sustainable development of agriculture of Ukraine in the context of climate change. *Sustainability*, 15(13), 10517. <https://doi.org/10.3390/su151310517> [in English].