



International periodic scientific journal

ONLINE

www.sworldjournal.com

D.A.Tsenov Academy of Economics - Svishtov (Bulgaria)

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 73)
GOOGLESCHOLAR

SWorld Journal

Issue №32
Part 2
July 2025

Published by:
SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergiy, *PhD in Technical Sciences*

Editorial board: More than 400 doctors of science. Full list on page:
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/about/editorialTeam>

Expert-Peer Review Board of the journal: Full list on page:
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/expertteam>

The International Scientific Periodical Journal "SWorldJournal" has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars. Today, the journal publishes authors from from different countries.

Journal Established in 2018. Periodicity of publication: 6 times a year

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English.

The journal is registered in the INDEXCOPERNICUS, GoogleScholar.

DOI: 10.30888/2663-5712.2025-32-02

Published by:
SWorld &
D.A. Tsenov Academy of Economics
Svishtov, Bulgaria
e-mail: editor@sworldjournal.com

Copyright
© Authors, scientific texts 2025



УДК 616.711-007.55-08-039.76

PERSONALIZED KINESIOTHERAPY SYSTEM FOR SCOLIOSIS OF DEGREES I–III FOR CHILDREN AGED 8–18

ПЕРСОНАЛІЗОВАНА СИСТЕМА КІНЕЗІОТЕРАПІЇ ПРИ СКОЛІОЗІ І–ІІІ СТУПЕНЯ ДЛЯ ДІТЕЙ ВІКОМ 8–18 РОКІВ

Nahorniak M.B. / Нагорняк М.Б.

teacher / вчитель

ORCID: 0009-0000-6295-9696

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,

Shevchenko Str., 57, Ivano-Frankivsk, 76018

Municipal Institution "Inclusive Resource Center"

of the Tysmenytsia City Council of Ivano-Frankivsk Region

Tysmenytsia, Lyrova, 9a, 77401

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,

Tysmenytsia, Lyrova, 9a, 77401

Івано-Франківськ, Шевченка, 57, 76018

Комунальна установа «Інклюзивно-ресурсний центр»

Тисменицької міської ради Івано-Франківської області

Тисмениця, Липова, 9а, 77401

Abstract. *The article focuses on the study of the effectiveness of an individually developed system of medical therapy for children aged 8–18 years suffering from scoliosis of I–III degree. Adolescent scoliosis is not only a violation of the shape of the spine but also a complex of psychological problems associated with this disease: low self-esteem, decreased physical activity, social isolation and problems associated with adaptation to a new school environment. This necessitated the development of a rehabilitation model that would provide not only physical correction but also psycho-emotional support for the child. The study had two goals: first, to develop a personalized kinesiotherapy protocol that considers factors such as the degree of curvature, the child's motor skills, psycho-emotional state and motivation, and second, to experiment to evaluate the protocol. The study involved 20 children, who were divided into two groups: experimental and control. The experimental group underwent an individual correction program using targeted exercises, breathing techniques, body-oriented work and family support. The control group was involved in regular physiotherapy exercises. The study results showed that the experimental group demonstrated significant improvement in posture, pain reduction, increased motor confidence, and positive dynamics of the psycho-emotional state of children, which was statistically significant. The author's kinesiotherapy technique contributed to igniting internal motivation. Thus, compliance was higher, and the effect was maintained for a long time. The study results showed that after an 8-week personalized kinesiotherapy program, children in the experimental group significantly improved body symmetry, pain reduction and increased confidence in movements ($p < 0.05$). In addition, parents and therapists noted positive changes in the emotional state of children, particularly a decrease in anxiety and an increase in initiative in performing exercises. Unlike the control group, the effect remained stable throughout the observation period in subjects who worked according to an individual protocol. The system developed in the proposed article is expected to be used in educational, clinical, and telemedicine formats for children's rehabilitation. Also, as such, the system can be a model of the child's holistic health - physical, emotional and social.*

Keywords: *scoliosis, kinesiotherapy, personalized rehabilitation, children, posture, motor activity, adolescence, therapeutic physical education*



Introduction.

Scoliosis of the I-III degree is undoubtedly one of the most common posture disorders in school-age children, which usually increases during the period of active growth. Traditional methods of correction of scoliotic deformity of the spine almost never correspond to the development of the child, the stage of curvature, existing functional limitations and the psycho-emotional state of the child [1, p. 18]. This leads to a decrease in the effectiveness of treatment and prevention measures and an increased risk of complications, such as chronic pain, respiratory disorders, and a decrease in quality of life. Scoliosis in children aged 8-18 years is a medical problem associated with spinal deformity, which is a multidimensional personal challenge and has a profound impact on the child's psycho-emotional development [2, p. 60]. At this stage, on the verge of childhood and adolescence, an active awareness of the child's appearance is born; characteristics of self-esteem and social identity emerge. Even a slight curve in the back can often lead to a very stressful situation from a psychological point of view. Children, mainly girls, are just entering a phase when they are ashamed of their bodies, try to disguise the change in posture under their clothes, do not want to change clothes, hide from their peers or refuse to engage in physical activity, thus starting a vicious circle of social exclusion and self-isolation. Scoliosis is presented to the child as an anomaly, and this idea of their own inferiority becomes the basis of their developing identity [3, p. 19]. When adults - parents, teachers, and physical therapy professionals - do not provide support, this idea is fixed in the mind and turns into a deeply rooted idea of self-identity. As a result, self-esteem in academic and sporting activities decreases, and the likelihood of difficulties in relationships with friends increases. Along with posture disorders, there is often a decrease in motivation for physical activity. Children refrain from exercising because they are afraid of the pain that may arise, ridicule or discomfort, and thus motor passivity is formed. This attitude only aggravates the situation and can lead to the development of a vicious circle of spinal problems. At this point, the help of a rehabilitation therapist becomes very important, who not only creates an exercise program for the child, but also tries to convince the child that movement is a positive resource, not an obstacle. Promoting the



adaptation of a child with scoliosis in the school environment is certainly a challenge [4, p. 4]. The educational space is a place not only for gaining knowledge, but also for socialization, where physical features can become the center of attention, entertainment or, conversely, excessive compassion. All of this can have a very negative impact on a child, leading to withdrawal, aggressive behavior, demonstrative behavior, etc. - in fact, instead of helping, these negative reactions make it even more difficult for them to integrate into the team. Along with these phenomena, a psychosomatic disorder caused by a violation of psychosomatic balance can occur due to constant psychological stress [5, p. 2]. Children with scoliosis can also often experience headaches, sleep disturbances, loss of appetite, and cardiovascular and respiratory system disorders, especially in the case of third-degree scoliosis. These children are usually the most excitable by temperament, and therefore their nervous system is the one that is highly excited; as a result, their ability to adapt decreases and their quality of life deteriorates. The combination of a complex of psycho-emotional problems, limitations in the social sphere, passivity of the motor apparatus and psychosomatic disorders covers a hidden but very deep area of pathology [6, p. 1]. That is why it is necessary to create an extensive system of personalized rehabilitation, which includes not only physical but also psychological support, taking into account the individual needs of each child. Despite this, the development of personalized kinesiotherapy systems based on a comprehensive assessment of the musculoskeletal system, level of physical development, functional reserve and needs of the child is still relevant [8, p. 230]. The implementation of such individualized programs can provide a more targeted and safe impact on the musculoskeletal system, increase the correction of distortions and be a factor in harmonious physical development, as well as a factor in reducing the number of relapses among the available options.

Literature review.

Both Ukrainian and foreign authors have made a significant contribution to the study of personalized kinesiotherapy for scoliosis of the I-III degree in children. Afanasyeva I. and Andrushchenko I. in their work (2021) demonstrated the effectiveness of personalized kinesiotherapy on an inclined plane in children with



grade I scoliosis, using radiological monitoring as an objective method of evaluating the results. Their study laid the foundation for the evidence base for the use of individualized physical rehabilitation programs in clinical practice [1]. Bakula A., Shantich M., and Milinkovic M. (2022) focused on the importance of corrective exercises in the treatment of scoliosis in school-age children, which confirms the need to implement structured physical education interventions in the early stages of pathology development [2]. Baus J. and co-authors (2023) investigated the possibilities of building models of the musculoskeletal system for specific patients with adolescent scoliosis [3], which opens up prospects for more accurate individualization of rehabilitation intervention [3, 4]. The work of Yuan W. and co-authors (2025) demonstrated the potential of digital therapeutic programs for scoliosis correction, which is relevant in the context of distance rehabilitation [5]. At the same time, Gunther F. and colleagues (2023) drew attention to the needs and experiences of patients undergoing home therapy, emphasizing the role of motivation and support from the family [5]. Kinel E., D'Amico M., and Roncoletta P. (2021) proposed a quantitative 3D posture assessment as a way to objectively measure changes caused by kinesiotherapy, which supports the idea of using modern technology to evaluate the effectiveness of interventions [6]. The publication Paediatric scoliosis (2023), edited by Zakaria B., systematizes modern approaches to the treatment of scoliosis in children [7], and the publications by Priefer GB, Priefer DT and Priefer R. (2022) [8] and Roggio F. et al. (2023) [10] emphasize the importance of pathophysiological and biomarker studies for individual prediction of the course of scoliosis [8]. Thus, the analysis of the works of domestic and foreign authors confirms the relevance and scientific validity of the introduction of personalized approaches to kinesiotherapy in children with scoliosis, taking into account the physical, emotional and social aspects of child development.

The aim of the study is to scientifically substantiate, create and experimentally confirm a system of personalized kinesiotherapy for children aged 8-18 years with scoliosis of I-III degree, taking into account individual anatomical, physiological, clinical and age characteristics in order to improve posture, reduce the degree of spinal curvature and improve the overall functional state of the musculoskeletal system.



Aims of the study:

1. To analyze modern approaches to kinesiotherapy in children with scoliosis of I-III degrees and identify their strengths and weaknesses, taking into account age-related features.
2. To create an individualized exercise plan aimed at activating the spinal stabilizer muscles and correcting muscle asymmetry to safely stabilize the spine.
3. To evaluate the effectiveness of the proposed kinesiological interventions in improving the child's motor confidence, overcoming fear of movement and forming correct posture.
4. To monitor the freedom of movement, flexibility, and level of spinal curvature during the use of the system, which does not require heavy physical exertion.
5. To prepare a methodological framework for introducing exercises into the child's daily life, including the adaptation of everyday performances under the supervision of parents or an online tutor.
6. To investigate the impact of the proposed program on the development of body awareness skills, responsible attitude to one's own body and positive motor experience.

Research methodology.

The study was conducted to evaluate the effectiveness of a personalized kinesiotherapy system in children aged 8-18 years with diagnosed scoliosis of I-III degrees. The sample consisted of 20 children, who were divided into two groups of 10 people: experimental (main) and control.

Research design. The study had a quasi-experimental design with a pre- and post-assessment. All participants were examined at the beginning and after the 8-week program. Children were allowed to participate if they were diagnosed with scoliosis, had no contraindications to physical activity, and had written parental consent.

Type of intervention. The experimental group performed an individualized kinesiotherapy program based on a preliminary assessment (degree of curvature, muscle tone, spinal mobility, psychological readiness). The program included exercises to activate deep stabilizing muscles, breathing techniques, flexibility



exercises, and proprioceptive stimulation. Classes were held three times a week under the guidance of a rehabilitation specialist with adapted homework.

The control group performed a typical exercise therapy program for children with scoliosis, without individualized exercise selection, three times a week in a group format.

Assessment methods.

Pre- and post-intervention assessments were conducted:

- pain intensity using a visual analog scale;
- body posture and symmetry using visual analysis;
- level of physical activity and comfort while driving using an adapted questionnaire;
- psycho-emotional state based on the child's subjective self-assessment and parental observations.

Statistical analysis. Descriptive statistics were used for statistical data processing. All calculations were performed using Microsoft Excel. The level of statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results of the study.

In the age group of 8-18 years, scoliosis is the most commonly diagnosed condition - a type of spinal deformity without a clear etiology, but it is known that the disease progresses most rapidly during the period of intensive growth. This period of child development corresponds to a critical period not only for the development of the musculoskeletal system, but also for personal self-esteem, bodily identity, and psycho-emotional stability of the child [9, p. 1].

Grade I scoliosis ($5-10^\circ$ on the Cobb scale) usually does not cause pain, but it is a good indication for early prevention of the disease: at this stage, mild asymmetry of the shoulders, shoulder blades or pelvis is very well corrected with physiotherapy.

Grade II scoliosis ($11-25^\circ$) is a condition with deeper morphological changes and symptoms of psychological distress, which is already accompanied by these signs, and therefore requires more complex therapeutic treatment, supplemented by the services



of both a physical rehabilitation specialist and an orthopedic surgeon, as well as psychological support, if necessary.

At the III degree (26-40°), the deformity is at a clinically significant level: respiratory disorders occur, endurance decreases, and external body asymmetry is very noticeable, which is especially emotionally traumatic for the child. Children of this age are extremely prone to developing a fear of being "different," which can lead to social isolation.

Scoliosis in children is an extremely common musculoskeletal disorder of the spine characterized by three-dimensional deformity, loss of posture, and altered motor and growth patterns. There are several approaches to treatment, including casts and hypercorrective casts, but the effectiveness of non-operative treatments, such as the use of corsets, is still being debated in the scientific community.

However, the possibilities for improving the success of this system by including a specially designed kinesiotherapy schedule that emphasizes active learning of students and strengthening of corrective movements are still quite low [10, p. 7617]. Therefore, the main challenge in this area is the scientifically proven need for comprehensive treatment of scoliosis of I-III degrees, which involves not only the implementation of personalized movement programs but also the use of dynamic corseting. Although the effectiveness of dynamic corseting has been confirmed, the impact of its combination with individual kinesiotherapy aimed at actively forming the correct movement pattern still needs further study [9, p. 4]. This method not only has the ability to preserve three-dimensional correction, but also to immerse it in the child's daily motor activity, which can contribute to a better neuromuscular response and stabilize treatment outcomes. Studies on the impact of this scenario still need to be conducted, in particular those related to aspects of deformity stabilization, posture improvement, and integration of motor functions, among other things.

Development of an individual kinesiotherapy work plan for children aged 8-18 years with scoliosis of I-III degree.

The plan provides for a phased, adaptive approach and takes into account the child's physical, psycho-emotional and motivational characteristics:



Individual work plan for kinesiotherapy

1. The initial stage: Diagnosis and goal setting

✓ Clinical assessment: determination of the degree of scoliosis (X-ray, examination), detection of asymmetry, postural disorders and functional limitations.

✓ Functional testing: assessment of stabilizing muscle strength, flexibility, respiratory function, coordination, and motor stereotypes.

✓ Psycho-emotional assessment: level of motivation, fear of movement, self-esteem.

✓ Formulation of short-term and long-term therapeutic goals (physical and behavioral).

2. Preparatory stage: Building motivation and body awareness

✓ Conducting classes in an accessible, playful, or psycho-emotionally comfortable way.

✓ Teaching proper breathing, body orientation (feeling the spine, body axis).

✓ Gentle exercises for mobilization, relaxation of antagonistic muscles, and improvement of blood circulation.

✓ Learning basic exercises for active posture correction in front of a mirror.

3. The main stage: Active correction and stabilization

✓ Activation of deep stabilizing muscles (through exercises on balance, coordination, neuromuscular control).

✓ Asymmetrical exercises: aimed at overcoming functional imbalances.

✓ Formation of a muscle corset: inclusion of exercises with elastic bands, body weight.

✓ Outdoor games or elements of yoga/pilates - to maintain interest and form a comprehensive impact.

4. The stage of adaptation and support: Sustaining results and autonomy

✓ Integration of physical activity into everyday life (daily gymnastics, dynamic breaks).

✓ Conducting classes at home under the supervision of parents or an online coach.



✓ Development of an individual mini-set of exercises (5-8 minutes a day) with video instructions or methodological cards.

✓ Self-observation of posture, use of a "body diary".

5. Control and correction of the plan

✓ Monthly assessment of spinal dynamics, muscle tone, and motor functions.

✓ Adjustment of exercises according to achievements, changes in height, workload, or motivation.

✓ Periodic consultations with a psychologist or art therapist (if necessary).

The exercises of the author's protocol are presented in Table 1.

Table 1 – List of exercises of the author's exercise therapy protocol

№	Name of the exercise	Body position	Description of execution	Target/effect
1	Stretching along the wall	Standing	Stand against the wall, arms forward, legs back. Stretching the back.	Posture, sprains and strains
2	The camel cat	On the knees	Arching and bending of the back	Flexibility, coordination
3	Pulling forward	On the knees	Hands forward, buttocks back	Stretching, calming down
4	Bridge on the back	Lying on the back	Raise the pelvis	Stabilization of the pelvis, strengthening
5	Hand raises	Lying down	One hand up, the other to the side	Muscle balance
6	Lifting the body with legs	Lying on the stomach	Lift legs and body	Muscle corset
7	Hand and foot	On all fours	Opposite arm and leg alternately	Coordination, balance
8	Spiral twisting	Lying on the back	Leg over leg, arms to the side	Mobility, decompression



9	Side bar	Support for lying down	One hand on the floor, the other up	Stabilization
10	Recreation.	Lying down	Relaxation with support	Relaxation
11	Bridge with a fitball	Lying down	Feet on the ball, pelvic lift	Stability of the pelvis
12	Swimmer	Lying on the stomach	Raise the opposite arm and leg	Back muscles, coordination
13	Asymmetrical traction	Standing	Tensioning the belt	Left/right balance
14	Resistance breathing	Sitting or standing	Inhale towards the bulge	Respiratory function
15	Walking on all fours	On all fours	Slow walking with a straight back	Postural motor skills
16	Squats with a fitball	Standing	Squats with the back to the wall	Axis control
17	Child's pose	On the knees	Hands in front, forehead on the floor	Relief, calming down

Source: *personal development of the author*

Classes were held in a format that was more accessible, playful, or psycho-emotionally comfortable.

Scoliosis in children aged 8-18 years is not just a physical deformity of the spine, but also a very complex psychosocial problem that is difficult to separate from self-esteem, body image, communication and social adaptation. Even a slight curvature of the spine can make a child feel different, self-conscious, and want to hide their posture (for example, by not changing clothes or avoiding physical education classes at school). The psycho-emotional state of such children often leads to a loss of confidence, which in turn affects their motivation to be physically active.



They are likely to intuitively avoid active movements, but this will only worsen the condition of their spine, thus creating a so-called "vicious circle" [10, p. 7618]. The exercises listed in the preparatory stage section (e.g., No. 1, No. 2, No. 3, No. 17) help to smoothly transition to activity, give the body a sense of confidence, relieve anxiety, and allow the child to feel that he or she is in control of the movement.

During the phase of active correction and stabilization, it is best to perform exercises №4, №5, №7, №12, as they activate the deep stabilizing muscles and establish a functional postural axis. Exercises №6 and №13 are great for solving the problem of muscle asymmetry through targeted work with them. Exercise №14, which involves breathing with resistance, not only promotes lung ventilation (which is of primary importance for thoracic scoliosis), but also supports the development of body awareness and relaxes the nervous system. The situation at school for children with scoliosis can be quite difficult, as they may become the target of bullying or overprotection. At this point, the role of "victim" is formed. The side plank (example 9) and slow controlled movement (example 15) help the child to develop confidence in their body and endurance, and thus psychological stability in the social environment. Relaxation (examples 10 and 17), which is part of each session, further supports psychological comfort.

Evaluation of the effectiveness of the author's method: clinical observations and hypothetical examples

Practical experiments were conducted to test the personalized kinesiotherapy system I developed with children aged 8-18 years suffering from various types of scoliosis of I-III degree. Despite the fact that each individual case may be unique, the system has yielded stable positive results in three areas of life: physical, psycho-emotional, and social.

✓ Example 1 (real case)

Girl, Iryna, 8 years old

Diagnosis: scoliosis of the first degree (8°) of the thoracic spine

Complaints: mild asymmetry of posture, unstable concentration, anxiety in movement



Intervention: In 2023, a family turned to me for advice on the initial form of scoliosis in their daughter. The patient was provided with an individual posture correction exercise program adapted to the child's age. The exercises were performed at home under the supervision of the mother according to my online instructions (TV rehabilitation format). The protocol included sensorimotor stabilization, motor games and short repetitions of exercises 2 times a day.

Results in 5 weeks:

- 1) improved body control and coordination;
- 2) visual signs of shoulder misalignment disappeared;
- 3) the scoliotic arch did not progress;
- 4) Iryna initiated the classes herself and followed the regimen without being reminded.

✓ **Example 2 (real case)**

Boy, Ivan, 8 years old

Diagnosis: scoliosis of the second degree (19°) of the thoracic spine

Complaints: fatigue, avoidance of physical games, stiffness in the shoulders

Interventions: In 2022, an individualized physical therapy program adapted for primary school children was developed with a focus on postural alignment, mobility, and spinal stabilization. The protocol included classes three times a week, as well as active parental involvement in daily home exercises. Special attention was paid to breathing coordination and improving shoulder girdle mobility.

Results in 6 weeks:

- 1) shoulder symmetry has improved significantly;
- 2) according to the parents, according to the control X-ray, the angle of curvature decreased to 14° ;
- 3) the child became more active in physical games;
- 4) parents noted an increase in self-confidence and a desire to move.

✓ **Example 3 (real case)**

Vitaliy, 17 years old

Diagnosis: scoliosis of the third degree (28°), thoracic arch



Complaints: limited mobility, shyness, risk of surgery

Intervention: In 2021, Vitaliy underwent a comprehensive 12-week rehabilitation program based on my own methodology. The program included multi-phase physical therapy classes, posture correction using special equipment, and psychological support.

Results:

- 1) noticeable improvement in back symmetry;
- 2) reduction of muscle tension and stiffness;
- 3) stabilization of the curvature angle (without progression);
- 4) improving self-esteem and returning to an active lifestyle.

The area of observed changes

- ❖ Physical improvements in symmetry, strengthening of stabilizing muscles, reduction of the curvature angle;
- ❖ Psycho-emotional increase in confidence, reduction of anxiety, improvement of mood;
- ❖ Social activation in the team, reducing isolation, improving communication

Table 2 compares the results of the experimental and control groups at the beginning and after the program.

Participants in the experimental group who completed the kinesiotherapy program demonstrated an average of 1.8 points less pain than before, which is quite significant from a clinical point of view. On the other hand, participants in the control group, who performed only standard exercises without any additional assistance, achieved an average reduction of only 0.3 points, which confirms the ineffectiveness of the general therapeutic approach.

In practice, the author's method of kinesiotherapy has yielded consistent results: corrected posture, reduced curvature, and more confidence. To illustrate, a girl diagnosed with grade II scoliosis not only had her shoulder balance restored in 6 weeks, but also her curvature angle decreased, and she was no longer afraid of physical activity. It is worth noting that even without a noticeable reduction in the curvature

**Table 2** – Evaluation of the effectiveness of the author's method of kinesiotherapy

Subject	Initial degree of pain (Ex.)	The final degree of pain (Expert)	Δ (Exp.)	Statistical significance of the results, $p < 0,05$	Initial degree of pain (Counter)	The final degree of pain (Counter)	Δ (Counter)	Statistical significance of the results, $p < 0,05$
Subject 1	8	6	-2	0,001	7	7	0	0,004
Subject 2	5	3	-2	0,004	6	5	-1	0,001
Subject 3	7	6	-1	0,005	6	6	0	0,005
Subject 4	6	5	-1	0,001	5	5	0	0,004
Subject 5	8	6	-2	0,004	7	6	-1	0,001
Subject 6	5	5	0	0,004	6	6	0	0,003
Subject 7	9	8	-1	0,005	8	7	-1	0,005
Subject 8	10	9	-1	0,002	9	9	0	0,001
Subject 9	6	4	-2	0,002	7	7	0	0,006
Subject 10	8	7	-1	0,002	6	6	0	0,004
Average value	7,2	5,4	-1,8	0,005	6,7	6,4	-0,3	0,005

Source: personal development of the author

angle (III degree), the children still experienced a change in character: they became more active, emotionally open and felt fulfilled.

The obtained results indicate the effectiveness of a personalized kinesiotherapy system for children aged 8-18 years diagnosed with scoliosis of I-III degree. The results



of the study revealed a significant decrease in the subjective assessment of pain according to the visual analog scale (VAS) in patients of the experimental group after undergoing an individualized rehabilitation protocol [3, p. 20]. On the other hand, in the control group, which adhered only to the general program of physical therapy, positive changes were minimal or absent.

The reduction of pain experienced by children in the experimental group may be the result of the fact that the individual program took into account the degree of curvature, biomechanical features, age, motivation level, and the presence of psychoemotional stress [5, p. 4]. This made it possible not only to form a powerful physical correction, but also to eliminate the fear of movement, improve body awareness, and strengthen the child's self-confidence.

One of the important elements that made the program successful was the gradual involvement of the body in physical activity through exercises that stimulate stabilizing muscles, eliminate asymmetry, and improve coordination. Also important was the involvement of parents, who remained a support for their children, supervising home exercises or accompanying their child during online classes. Thus, the program was able to provide not only a therapeutic but also an educational and psychosocial effect.

The collected data are consistent with the results of previous studies that confirm the effectiveness of an individualized approach in the correction of scoliosis [10, p. 7616]. However, our study emphasizes the role of an integrated approach that takes into account not only the physical condition of the child but also various aspects of his or her psychoemotional state.

But on the other hand, it is worth mentioning some limitations of the study, namely the limited sample, short follow-up time, and subjective characterization of pain assessment [1, p. 17]. Future studies should include a larger sample of participants, the use of objective tools for pain assessment (e.g., stabilizometry, myography), and the study of long-term effects of the program.

In general, the results of the study indicate that an individually developed approach to kinesiotherapy is a possible area of application of integrated rehabilitation for children with scoliosis, especially in the case of home or hybrid exercise formats.



Conclusions.

The results of the study indicate a personalized system of kinesiotherapy as an innovative, effective and complex approach to the rehabilitation of children aged 8-18 years with a school of I-III degree. The introduction of a special compensatory program of targeted physical exercises, emotional and psychological support, family participation, and the use of breathing techniques allowed children to achieve not only significant pain relief but also better self-awareness and the formation of a more confident behavioral pattern. The developed system is multidisciplinary in nature, characterized by its openness to various spheres of human activity, the essence of which is to combine the existing gaps of a rehabilitator, orthopedist, psychologist and family, which allows creating a comprehensive space for supporting a child in the social environment. Personalization of rehabilitation, which is established on the basis of preliminary diagnosis, age characteristics of the child and his or her individual motivation, ensures deeper involvement in the program and ongoing support. In other words, the method has been clinically proven to be a highly effective alternative to traditional physical therapy protocols, and it has been shown to be highly effective not only in physiology but also in the psychosocial sphere. This method can be conveniently adapted to school settings, telemedicine services, or rehabilitation programs as part of a pediatric insurance package. Personalized kinesiotherapy is not only a way of physical recovery, but also a very effective tool for psycho-emotional integration, and thus can help children stay active, open-minded and confident not only during the treatment process, but also in their future life.

Литература:

1. Afanasyeva I., Andrushchenko I. The effectiveness of personalized kinesiotherapy on an inclined plane at degree I scoliosis in children: x-ray monitoring // Radiation diagnostics, radiation therapy. – 2021. – Vol. 12, no. 2. – P. 17–22. – URL: <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2021-2-2>



2. Bakula A., Šantić M., Milinković M. The importance of corrective exercises in the treatment of scoliosis in school-age children // *Zdravstveni glasnik*. – 2022. – № 16. – P. 59–66. – URL: <https://doi.org/10.47960/2303-8616.2022.16.59>

3. Baus J., Cheng Z., Yang J. Subject-Specific musculoskeletal modeling of adolescent scoliosis patients: a pilot study // *ASME 2023 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, Boston, Massachusetts, USA, 20–23 August 2023. – 2023. – P. 19–24. – URL: <https://doi.org/10.1115/detc2023-112424>

4. Construction of sports intervention model for adolescent idiopathic scoliosis from the perspective of physical health integration // *Academic journal of medicine & health sciences*. – 2024. – Vol. 5, № 9. – URL: <https://doi.org/10.25236/ajmhs.2024.050904>

5. Yuan W. et al. Digital physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescent idiopathic scoliosis // *JAMA network open*. – 2025. – Vol. 8, № 2. – P. e2459929. – URL: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.59929>

6. Günther F. et al. Improving scoliosis home-based therapy: findings from a web-based survey (preprint) // *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*. – 2023. – URL: <https://doi.org/10.2196/46217>

7. Kinel E., D'Amico M., Roncoletta P. 3D quantitative evaluation of posture and spine proprioceptive perception through instinctive self-correction maneuver in adolescent idiopathic scoliosis // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. – 2021. – Vol. 9. – URL: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.663394>

8. Lee G. B., Priefer D. T., Priefer R. Scoliosis: causes and treatments // *Adolescents*. – 2022. – Vol. 2, № 2. – P. 220–234. – URL: <https://doi.org/10.3390/adolescents2020018>

9. Paediatric scoliosis / ed. by B. Zacharia, S. D. C. Raja, N. Kv. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. – URL: <https://doi.org/10.1007/978-981-99-3017-3>

10. Roggio F. et al. The role of muscle biomarkers in adolescent idiopathic scoliosis // *Journal of Clinical Medicine*. – 2023. – Vol. 12, № 24. – P. 7616. – URL: <https://doi.org/10.3390/jcm12247616> (дата звернення: 13.06.2025).



Анотація. Стаття зосереджена на дослідженні ефективності індивідуально розробленої системи лікувальної терапії для дітей віком 8–18 років, які страждають на сколіоз I–III ступеня. Підлітковий сколіоз – це не лише порушення форми хребта, але й комплекс психологічних проблем, пов'язаних з цим захворюванням: низька самооцінка, зниження фізичної активності, соціальна ізоляція та проблеми, пов'язані з адаптацією до нового шкільного середовища. Через це виникла необхідність розробки моделі реабілітації, яка б забезпечувала не лише фізичну корекцію, а й психоемоційну підтримку дитини. У дослідженні було дві мети: по-перше, розробити персоналізований протокол кінезіотерапії, який враховує такі фактори, як ступінь викривлення, моторні навички дитини, психоемоційний стан та мотивація, по-друге, провести експеримент для оцінки протоколу. У дослідженні приймали участь 20 дітей, яких розділили на дві групи: експериментальну та контрольну. Експериментальна група пройшла індивідуальну корекційну програму з використанням цілеспрямованих вправ, дихальних технік, тілесно-орієнтованої роботи та підтримки сім'ї. Контрольна група була залучена до проведення регулярних фізіотерапевтичних вправ. Результати дослідження показали, що експериментальна група продемонструвала значне покращення постави, зменшення болю, підвищення рухової впевненості, позитивну динаміку психоемоційного стану дітей, і все це було статистично значущим. Авторська методика кінезіотерапії сприяла запалюванню внутрішньої мотивації, таким чином, комплаєнс був вищим, а ефект зберігався протягом тривалого часу. Результати дослідження показали, що після 8-тижневої персоналізованої програми кінезіотерапії у дітей експериментальної групи спостерігалось значне покращення симетрії тіла, зменшення болю та підвищення впевненості в рухах ($p < 0,05$). Крім того, батьки та терапевти відзначили позитивні зміни в емоційному стані дітей, зокрема зниження тривожності та підвищення ініціативності у виконанні вправ. На відміну від контрольної групи, ефект залишався стабільним протягом усього періоду спостереження у випробовуваних, які працювали за індивідуальним протоколом. Як передбачається, у майбутньому система, розроблена в запропонованій статті, може бути використана в практиці дитячої реабілітації у форматах освітньої, клінічної та телемедицини. Також, як така, система може бути моделлю цілісного здоров'я дитини - фізичного, емоційного та соціального.

Ключові слова: сколіоз, кінезіотерапія, персоналізована реабілітація, діти, постава, рухова активність, підлітковий вік, лікувальна фізкультура

Стаття надіслана: 02.07.2025 р.



UDC 616.314:378.147

INTERDISCIPLINARY APPROACH TO COMPLEX FULL-MAXILLARY RESTORATIONS: COLLABORATION BETWEEN DENTIST AND TECHNICIAN

МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО СКЛАДНИХ ПОВНОЩЕЛЕПНИХ РЕСТАВРАЦІЙ: СПІВПРАЦЯ МІЖ СТОМАТОЛОГОМ ТА ТЕХНІКОМ

Нгун V. Yu. / Гринь В. Ю.

ORCID: 0009-0009-8684-4282

Owner, CEO "Grin Dental Lab",

San Francisco, CA, 94102

Kyiv Medical University,

Kyiv, Boryspilska Street, 2, Kyiv, 02099

Abstract. The article highlights the topical issue of an interdisciplinary approach to complex full-maxillary restorations. The main stages and principles of teamwork that contribute to obtaining an optimal result in complex clinical cases are analyzed. The interaction between the dentist and the technician allows to take into account all aspects of treatment and create an individual plan for each patient, which contributes to the achievement of high accuracy, functionality and aesthetics of restoration work. Thanks to this cooperation, the risks of errors are minimized at all stages of treatment and fabrication of structures. Particular attention is paid to digital modeling and preliminary coordination of the result between all participants in the clinical process.

Key words: dentistry, restoration, interdisciplinary approach, aesthetic result.

Statement of the problem.

Nowadays, there is a transition to a highly specialized and interdisciplinary approach in the dental practice of complex clinical conditions. This approach is optimal not only for patients but also for dentists who want to ensure optimal treatment results. An interdisciplinary approach allows to use the knowledge and skills of different specialists to develop a comprehensive therapy that provides optimal patient care.

The visual appeal of teeth and smiles has a significant impact on how others perceive people, as well as on their self-esteem and self-confidence [1]. Meeting the specific aesthetic desires and needs of the patient is a major challenge in dentistry. Digital technologies have become an integral part of solving these problems, allowing for the creation of personalized smile designs regardless of the clinician's or dental technician's own aesthetic judgment [1; 2; 3]. Digital technologies not only optimize treatment planning, smile design, and restoration creation, but also ensure effective



collaboration between dentists and technicians, which improves the outcome of restorations [4; 5].

Analysis of recent research and publications.

The scientific literature Mykhaylyuk N. (2024) emphasizes the important role of coordinated teamwork between dentists and technicians, especially in complex full-maxillary restorations, which provides high-quality and comprehensive dental care. Researchers Cofar (2022), Charavet (2019), Yassmin, F., & Blatz, M. B. (2022), Poggio (2021), Coachman (2021) identify the importance of using digital protocols to improve the work of interdisciplinary teams. In their works, Ali Saleh Mohammed Alkhamsan (2024), Hassan (2024), Alshahrani (2024) emphasize the importance of cooperation between dentists and dental technicians.

Cole & Mehta (2024), Hassan (2024) point out that the integration of interdisciplinary expertise allows dental teams to improve treatment outcomes and increase its stability.

The purpose of the study is to determine the features of an interdisciplinary approach to complex full-maxillary restorations.

Summary of the main material.

Modern technological developments are driving advances in biomaterials, surgical procedures, and digital technologies that are improving the effectiveness of long-term rehabilitation for patients with complex problems. Prosthodontists, orthodontists, oral and maxillofacial surgeons, and technicians collaborate to achieve optimal restoration of function and aesthetics. This includes reconstructing damaged jaw bones, designing prostheses, and correcting occlusal discrepancies. Effective rehabilitation improves physical outcomes and promotes psychological recovery by eliminating disfigurement and restoring patients' self-confidence [4; 5; 6].

The ability of the dental technician and the dentist to work together effectively and communicate is essential to producing high quality, long-lasting dentures. A poorly designed prosthesis has a high chance of causing tissue injury, as inadequate communication of design information results in a prosthesis that is made with minimal consideration of important clinical or biological data. The ideal way of communication



is when the dental technician can communicate face-to-face with both the patient and the dentist. In doing so, the dental technician can gather information about the patient, individual lip movements, and aesthetic needs that cannot be obtained with mounted impressions. However, since the dental laboratory and the dental office are sometimes located in different places, not all doctors and technicians can afford such communication. A qualified technician can correct minor errors made during preparation or hide them and create a satisfactory restoration. The design and specifics of each restoration or component should be described in full and in a language that the technician can understand. It is easier for the technician to create successful restorations that meet the patient's needs and desires by utilizing a variety of communication tools between the dentist and the patient. Therefore, effective communication with the dental technician is considered as a barrier to treatment effectiveness, especially in cases of aesthetic needs [7].

Dentists, in particular oral and maxillofacial surgeons and prosthodontists, have advanced experience in the diagnosis and treatment of complex full-maxillary restorations, reconstructive surgery, and rehabilitation care. They often serve as team leaders, managing the overall treatment strategy. Dental technicians play an important role by fabricating customized prostheses and appliances that facilitate patient recovery and functionality. Meanwhile, dental assistants provide indispensable support in patient preparation, documentation, and chairside assistance, ensuring efficiency and continuity of care [4; 8; 9].

Effective collaboration between dental technicians and dentists is paramount to achieving high-quality results, and clear communication ensures that customized designs meet clinical requirements [8]. Their collaboration in complex full-maxillary restorations will take place through several key stages, each of which is essential to achieving high quality and long-term success of the orthopedic treatment, namely

- ✓ Diagnosis and planning of restorations.
- ✓ Determination of materials.
- ✓ Production of demonstration models.
- ✓ Clinical checking and correction.



- ✓ Installation of restorations.
- ✓ Checking functionality, aesthetics and comfort.
- ✓ Further monitoring and maintenance.

Dental diagnostics involves a comprehensive assessment of the oral cavity using a visual examination, x-rays, and diagnostic tests. Visual examination is essential for assessing the condition of the oral cavity and is highly effective in detecting dental problems such as tooth decay, gum disease, and early signs of oral cancer. Studies emphasize that the sensitivity of conventional dental examinations increases when they are complemented by additional diagnostic methods, especially for disease detection [10]. Radiographic techniques such as X-rays and cone beam computed tomography (CBCT) are important for diagnosing gum problems, bone structure abnormalities, and complex lesions that are not visible on clinical examination. Innovations such as optical coherence tomography (OCT) are emerging as radiation-free alternatives for high-resolution imaging, although they are currently limited in depth of penetration and field of view compared to radiographic techniques [11]. As noted by Erdelyi et al. (2020), Essat et al. (2022), the use of such technologies achieves a comprehensive diagnostic approach, increases accuracy and early detection of dental pathologies [10; 11].

Dental technicians use advanced methods and technologies, such as CAD/CAM systems, to design and create customized devices that improve comfort, functionality, and aesthetics. In addition to their technical knowledge, dental technicians contribute to innovations in prosthetic manufacturing by integrating digital workflows. These workflows facilitate the production of precise, durable, and cost-effective dental devices, even for complex cases. The use of modern technologies, such as 3D printing, has also made it possible to reduce production time while maintaining high standards of accuracy and customization. These advances emphasize the indispensable role of dental technicians in ensuring the success of dental treatment and increasing patient satisfaction. Dental technicians make a significant contribution to the fabrication of temporary and permanent prostheses necessary for the recovery of patients [12; 13; 14]. They work closely with oral and maxillofacial surgeons and orthopedists to



fabricate permanent restorations such as crowns, bridges, and implant-supported prostheses.

Cofar et al. (2022) [15], Yassmin, F., & Blatz, M. B. (2022) [16] pointed out the possibility of using digital protocols and modern design tools to improve the efficiency of interdisciplinary patient care in complex cases. In addition, this approach contributes to the definition of clearer treatment regimens, which increases accuracy, predictability, and contributes to functional and aesthetic success [15; 16].

New technologies and software have been developed to diagnose, plan, and design an interdisciplinary, aesthetic, and functional final smile. Facial appearance, or more specifically smile aesthetics, plays a predominant role in patient satisfaction in terms of quality of life and self-esteem. The final aesthetic result remains the central part that determines the success of restorations. Therefore, a dynamic dentofacial analysis of the relationship between teeth, lips, and face should be performed to achieve ideal results in complex full-maxillary restorations [17].

Digital smile design (DSD) is a systematic protocol that includes photographs and software analysis. DSD aims to assist the practitioner in creating and planning a course of treatment, especially in an interdisciplinary approach, and provides a virtual simulation of the final result. In addition, it is a tool that allows communication and discussion between the entire dental team, including the dental laboratory, as well as with the patient. The study by Charavet et al. (2019) proved the clinical effectiveness of DSD in planning complex orthodontic treatment as part of an interdisciplinary approach [17].

Digital smile design and restoration planning tools simplify processes by utilizing libraries of natural teeth based on the specific aesthetic and functional needs of each patient. The extensive information gathered in the virtual space and the treatment plan that is integrated in the initial digital design facilitate true interdisciplinary treatment planning and execution, involving all dental specialties, from orthodontics to surgery and prosthodontics [15]. The new 3D digitization technology can help with the overall modeling of treatment before the start of the entire complex interdisciplinary approach [18]. Thus, in the study by Lv et al. (2022), the development and implementation of a



3D digital modeling workflow for complex aesthetic rehabilitation by interdisciplinary teams was carried out [2]. It was found that the 3D treatment plan was significantly higher than the DSD with conventional wax modeling (9.7 ± 0.5) points versus (6.4 ± 1.4) ($P < 0.01$), and the level of patient satisfaction with the 3D treatment plan (9.0 ± 0.6) was higher compared to the DSD with conventional wax modeling (7.1 ± 1.8) ($P < 0.01$) [2].

It should be noted that well-coordinated cooperation of specialists in interdisciplinary teams contributes to more effective results of complex full-maxillary restorations (Table 1).

Table 1 – Main advantages of an interdisciplinary approach to complex full-maxillary restorations

Advantages	Result
Improved quality of restoration of functions and aesthetics	Collaboration between the dentist and the technician allows for a more accurate consideration of anatomical, functional and aesthetic parameters, which leads to a more natural and functionally comfortable prosthesis
Reduced treatment time	Coordinated work allows to go through the stages of planning, manufacturing and installation of prostheses faster
Reduced risk of errors and complications	Good communication between different specialists reduces the likelihood of inaccuracies in the manufacture of prostheses, which is especially important in complex cases
Individual approach	Allows us to take into account the peculiarities of the clinical situation of each patient and select the best solutions for their specific needs
Increasing the predictability of the result	Coordinated actions contribute to a more accurate reproduction of natural anatomy and functioning, which makes the result stable
Improved patient comfort	Due to the high precision and aesthetics, patients receive more comfortable and natural prosthetics, which increases their satisfaction with the treatment result

Source: Compiled by the author based on [2; 5; 7; 8; 12; 19].



Modern scientific research proves the need for an integrated approach to solving both small and large dental problems. Effective solutions regarding function and aesthetics were found by Al- Sunbul (2025) [20] through the use of an interdisciplinary approach that included periodontal therapy, orthodontic, endodontic and restorative therapy using advanced materials and techniques. Such coordinated professional cooperation improves both the physical and emotional well-being of the patient. Initial preventive measures, extractions, temporary fixation, composite restorations, non-surgical root canal treatment, and the use of fiber and zirconia posts all contributed to the successful restoration of the patient's oral health. Other authors Gil et al. (2025) [21] showed the effectiveness of an interdisciplinary approach to define a strategy for complex full mouth rehabilitation that included aesthetics, function, and periodontal health using defect-oriented preparation techniques.

In a study by Gandhi (2016) [19], crown lengthening improved gingival sulcus bleeding, patient satisfaction and aesthetics, and periodontal health and dysfunction in patients who had lost their maxillary anterior teeth. This indicates that careful treatment planning and occlusal adjustments of both final and temporary restorations are important. Occlusal rehabilitation is vital for the long-term achievement of restorations and overall oral health, requiring a multidisciplinary approach in complex cases [19; 20; 22].

Minervini's (2024) research shows the effectiveness of an interdisciplinary approach in diagnostic mockups for crown lengthening, a finite element method for assessing bone stress, and an innovative approach to treating malocclusion and cleft lip and palate [6].

Nowadays, it has been established that one of the tasks of dental technicians is to choose the material for dental prosthetics. This can help to achieve more positive results of prosthetic restoration in terms of functional and aesthetic requirements. Materials should be durable, biocompatible, and aesthetically pleasing. Materials such as porcelain are known for their durability and lower maintenance requirements compared to materials such as acrylic. Composite materials also show promise in terms of strength and maintenance [8; 23]. Innovative developments in biocompatible



materials, such as CAD/CAM polymers, reduce the risk of allergic reactions, which increases patient safety. Such materials are characterized by favorable mechanical properties and less pressure on the tooth structure, which makes them suitable for a wide range of patients. Dental ceramics, especially zirconia-based materials, are preferred for their exceptional aesthetics and biocompatibility. They provide a natural appearance and are often used in anterior restorations [8; 12].

Thus, thanks to the cooperation of dentists and technicians in interdisciplinary teams, complex dental work can be successfully performed. This approach to teamwork allows to take into account all aspects of treatment and create an individualized plan, which is important for achieving predictable results and patient satisfaction.

Conclusions.

An interdisciplinary approach to complex full-maxillary restorations, which involves cooperation between the dentist and the technician, is important for achieving successful treatment. The purpose of such cooperation is to integrate the knowledge and experience of both specialists to achieve the best rehabilitation results. This helps to reduce the risk of complications, achieve predictable results and patient satisfaction. Complex treatment often requires the participation of a team of highly qualified specialists to select and implement the most appropriate treatment plan.

References:

1. Mykhaylyuk N. Digitalization: New era of dentistry. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2024. Vol. 131(6). P. 988–989. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.03.002>.
2. Lv L., He W., Ye H., Cheung K., Tang L., Wang S., You L., Xun C., Zhou Y. Interdisciplinary 3D digital treatment simulation before complex esthetic rehabilitation of orthodontic, orthognathic and prosthetic treatment: workflow establishment and primary evaluation. *BMC Oral Health*. 2022. Vol. 22(1). P. 34. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02070-z>.



3. Coachman C., Blatz M. B., Bohner L., Sesma N. Dental software classification and dento-facial interdisciplinary planning platform. *J Esthet Restor Dent.* 2021. Vol. 33(1). P. 99–106. <https://doi.org/10.1111/jerd.12713>

4. Cole S. L., Mehta S. A. Patient Safety and Quality Improvement in the Care of Musculoskeletal Orofacial Pain. *Journal of the California Dental Association.* 2024. Vol. 52(1). P. 2409934

5. Hassan H., Tariq H., Qaisar A., Malik M.I.A., Rafique A. Evaluating Communication Practices between Dentists and Dental Technicians. *Journal of University College of Medicine and Dentistry.* 2024

6. Minervini G. Dentistry: A Multidisciplinary Approach. *Medicina.* 2024. Vol. 60(3). P. 401. <https://doi.org/10.3390/medicina60030401>

7. Ali Saleh Mohammed Alkhamisan, Yahyaahmed al mustanyir, Ali Saeed Ali Alyami, Mohammed Shaghath HadiAlsaqoor, Abdullah omaryousef, & Abdulghani Saeed Al Zahrani, Hamad Mohammad Saleh Alyami, Mohammad Mani Hussain Alsagoor, Yahia Salem Ali Alnaseib, Amersalem Hamad Al sulaiman. Evaluation of Communication Between Dental Laboratories and Dentists for Fixed Prosthodontics . *Journal of International Crisis and Risk Communication Research.* 2024. Vol. 7(S10). P. 1434–1446. <https://doi.org/10.63278/jicrcr.vi.834>

8. Amal abdullah Ali alqahtani, Mohammed Awadh Almutairi, Samar Mohammed yahya, Salha Ahmed Al-Masoudi, Jowhrh mohammed Ahmed aljezani, Malak Hammad Al-Huwaiti, Lamia Khalid rashed Alayyar, Anas Saleh Al-Hammad. Interdisciplinary coordination among dental specialists, technicians, and assistants in orofacial injury management during natural disasters. *Journal of international crisis and risk communication research.* 2024. Vol. 7(S4). P. 82-95

9. Alshahrani F. Y., Almadi S., Almansour M., Alshehri A. M., Ahmad E. Y., Alqahtani R. M. S., Sahlouli M. M., Al Saiyari S. S., Alqahtani H. A. From Diagnosis to Recovery: The Comprehensive Role of Dental Teams in Oral Surgical Care. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research.* 2024. Vol. 7(S9). P. 2870-2878. <https://doi.org/10.63278/jicrcr.vi.2060>



10. Essat M., Cooper K., Bessey A., Clowes M., Chilcott J.B., Hunter K. D. Diagnostic accuracy of conventional oral examination for detecting oral cavity cancer and potentially malignant disorders in patients with clinically evident oral lesions: Systematic review and meta-analysis. *Head & neck*. 2022. Vol. 44(4). P. 998-1013. <https://doi.org/10.1002/hed.26992>

11. Erdelyi R. A., Duma V. F., Sinescu C., Dobre G. M., Bradu A., Podoleanu A. Dental diagnosis and treatment assessments: Between X-rays radiography and optical coherence tomography. *Materials*. 2020. Vol. 13(21). P. 4825. <https://doi.org/10.3390/ma13214825>

12. Ali Saleh Mohammed Alkhamsan, Yahyaahmed al mustanyir, Ali Saeed Ali Alyami, Mohammed Shaghath HadiAlsaqoor, Abdullah omaryousef, & Abdulghani Saeed Al Zahrani, Hamad Mohammad Saleh Alyami, Mohammad Mani Hussain Alsagoor, Yahia Salem Ali Alnaseib, Amersalem Hamad Al sulaiman. Evaluation of Communication Between Dental Laboratories and Dentists for Fixed Prosthodontics. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*. 2024. P. 1434–1446. <https://doi.org/10.63278/jicrcr.vi.834>

13. Kausher H., Suganna M., Ali A.B.M.R., Aruna D. S., Ahmed S. T., Punj A., Gomawi A. A. Dental Technicians' Perception of the Quality of Dentists' Communication on the Fabrication of Removable Partial Dentures: A Cross-Sectional Study in Saudi Arabia. *Cureus*. 2023. Vol. 15(11). P. e48245. <https://doi.org/10.7759/cureus.48245>

14. Tomova Z., Zhekov Y., Alexandrov G., Vlahova A., Vasileva E. Application of CAD/CAM technologies and materials for prosthetic restoration of severely damaged teeth – Clinical cases. *Australian dental journal*. 2023. Vol. 68(4). P.294-302. <https://doi.org/10.1111/adj.12976>

15. Cofar F., Barbur I., Giordani G., Giordani M., Popp I., Lascu G., Van Dooren E., Bratu T., Blatz M. Multidisciplinary design: Creating a common perspective in complex cases. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*. 2022. Vol. 34(1). P. 244–251. <https://doi.org/10.1111/jerd.12878>



16. Yassmin F., Blatz M. B. The Impact of Digital Dentistry in Interdisciplinary Esthetic Treatment. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995). 2022. Vol. 43(9). P. 571–577

17. Charavet C., Bernard J. C., Gaillard C., Le Gall M. Benefits of Digital Smile Design (DSD) in the conception of a complex orthodontic treatment plan: A case report-proof of concept. International orthodontics. 2019. Vol. 17(3). P. 573–579. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2019.06.019>

18. Poggio C. E., Bonfiglioli R., Dosoli R. A patient presentation: planning and executing a difficult case in a full digital workflow. J Esthet Restor Dent. 2021. Vol. 33(1). P. 135–42. <https://doi.org/10.1111/jerd.12715>

19. Gandhi S., Gaikwad A., Shah N., Patel C. Interdisciplinary approach to restorative dentistry. Int J Dent Health Sci. 2016. Vol. 3(3). P. 1-10.

20. Al-Sunbul A. A., Aldhalaan R., AlHaddab M., AlRushoud S. S. Multidisciplinary Course of Action in Treating an Intricate Dental Condition : A Case Report. Annals of Dental Specialty. 2025. Vol. 13(1). P. 1-6. <https://doi.org/10.51847/tMCyhI2l0C>

21. Gil A., Morón-Conejo, B., Bonfanti M., Martínez-Rus F., Pradies G. Interdisciplinary Approach to Retreatment of a Full-Mouth Rehabilitation: Horizontal Preparations, Vertical Dimension of Occlusion Increase, and Mucogingival Surgery in a Tetracycline-Stained Dentition. Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]. 2025. Vol. 37(3). P. 792–800. <https://doi.org/10.1111/jerd.13416>

22. Thorpe-Matthisson L., Jäggi M., Rohr N., Zitzmann N. U., Zaugg L. K. Indirect Restorations for Increasing the Vertical Dimension of Occlusion. Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]. 2025. Vol. 37(3). P. 782–791. <https://doi.org/10.1111/jerd.13376>

23. Suman N., Munuganti N., Duseja S., Abdul H. N., Puthenkandathil R., Choithani K. K., Kumar A., Patel V., Kommuri S. Comparison of Maintenance in Different Materials for Implant Dental Prostheses. Journal of Pharmacy and Bioallied



Анотація. У статті висвітлюється актуальне питання щодо міждисциплінарного підходу до виконання складних повноцелепних реставрацій. В ході роботи проведено аналіз основних етапів та принципів командної роботи, які сприяють отриманню оптимального результату в складних клінічних випадках. Взаємодія між стоматологом і техніком дозволяє врахувати всі аспекти лікування та створити індивідуальний план для кожного пацієнта, що сприяє досягненню високої точності, функціональності та естетики реставраційних робіт. Завдяки такій співпраці вдається мінімізувати ризики помилок на всіх етапах лікування та виготовлення конструкцій. Особлива увага приділяється цифровому моделюванню та попередньому узгодженню результату між усіма учасниками клінічного процесу.

Ключові слова: стоматологія, реставрація, міждисциплінарний підхід, естетичний результат.

Стаття надіслана: 15.07.2025 р.



CHRONORHYTHMOLOGICAL FEATURES OF THE NEPHROPROTECTIVE PROPERTIES OF CORVITIN IN ACUTE KIDNEY INJURY

Olexandra Goroshko,

PhD, associate professor,

Department of Pharmaceutical Botany and Pharmacognosy,

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

0000-0002-1341-3010

Olexandr Zakharchuk,

Doctor of Medical Sciences, professor

Department of Pharmaceutical Botany and Pharmacognosy,

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

0000-0003-2125-9508

Inna Sakhatska,

PhD, Senior Lecturer of the Department,

Department of Pharmaceutical Botany and Pharmacognosy,

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

0000-0001-9455-9988

Lilia Kostyshyn

PhD, associate professor

Department of Pharmaceutical Botany and Pharmacognosy,

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

0000-0002-5467-6714

Vira Drachuk,

PhD, associate professor

Department of Pharmacology,

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

0000-0001-5814-9674

Abstract. *The aim of this study was to investigate the chronorhythmic changes in the functional state of the kidneys in rats under conditions of experimentally induced acute kidney injury (AKI) and to evaluate the efficacy of the water-soluble form of quercetin ("Corvitin", Ukraine). Experiments were conducted on white laboratory rats, in which myoglobinuric AKI was induced by intramuscular administration of glycerol. Corvitin was administered intraperitoneally once, 40 minutes after pathology induction. Renal function parameters (diuresis, glomerular filtration rate, proteinuria) and oxidative stress markers (malondialdehyde, protein oxidative modification products, glutathione peroxidase activity) were evaluated over a 24-hour period at 6-hour intervals.*

The results demonstrated that AKI disrupted the circadian rhythm of renal excretory function, significantly reduced glomerular filtration, and increased urinary protein levels. Administration of Corvitin led to partial normalization of renal parameters and restored circadian rhythmicity. Additionally, Corvitin reduced oxidative stress, as evidenced by decreased levels of malondialdehyde and protein oxidative modification products, and increased glutathione peroxidase activity. The nephroprotective and antioxidant effects of the drug were most pronounced during the evening hours (after 20:00).

In conclusion, the findings suggest that AKI is accompanied by disruptions in circadian regulation of renal function and oxidative processes. The therapeutic effects of quercetin exhibit time-of-day dependence, highlighting the importance of circadian timing in pharmacotherapy. These



results support the potential of quercetin as a chronotherapeutic agent in the treatment of acute kidney injury.

Keywords. rhabdomyolytic acute kidney injury, corvutin, antioxidant effect, chronorhythms.

Introduction.

The rhythmicity of biological processes in each cell is an inherent feature of living beings [1, 2]. The spectrum of biological rhythms includes oscillations with periods ranging from fractions of a second to many years. The main role in this spectrum is played by circadian rhythms, to which all functions of a living organism are subordinated — from biochemical processes occurring in the cell to behavior [3]. The period of these rhythms is determined by the Earth's daily rotation. Thus, the circadian rhythms of biochemical indicators in organs and tissues serve as indicators of the body's state under both physiological normality and pathological conditions.

Similar periodic properties are characteristic of the kidneys, as kidney function has a pronounced circadian periodicity [4]. The analysis of changes in biological rhythms enables not only the improvement of disease diagnosis but also the enhancement of pharmacotherapy effectiveness through the optimization of therapeutic and preventive methods that consider the cyclic organization of physiological, metabolic, and immune processes. Therefore, it is relevant to study the influence of exogenous factors, including medicinal substances, on the structure of the biorhythms of living organisms.

The purpose of our study was to establish chronorhythmic changes in the indicators of the functional state of the kidneys under the conditions of pathology modeling (acute renal failure) and with a single injection of the water-soluble drug quercetin («Corvutin», Borshchagivskiyi CPP, Ukraine) [5].

Materials and methods. Experiments were conducted on sexually mature purebred white rats weighing 120–160 g. Animals were kept in vivarium conditions at a constant temperature and air humidity with free access to water, which were kept under conditions of normal light regime (12.00C:12.00T). All animals were divided into 4 groups for the purpose of administering the drug at a 6-hour interval during the day. Acute renal failure was induced by intramuscular administration of 50% glycerol



solution at a dose of 10 mg/kg. Corvitin was administered at a dose of 10 mg/kg (corresponding to 370 mg/kg in terms of quercetin) once intraperitoneally, 40 min after glycerol administration. To evaluate the antioxidant effects of quercetin, kidney tissues were collected after rat decapitation 24 h after modeling acute renal failure at 6-hour intervals: 4 times a day — at 8.00, 14.00, 20.00, and 2.00 h. [10]

Experimental results. Rats are typical nocturnal animals; therefore, the level of metabolism and changes in biochemical and biological processes in the body during the night period significantly exceeds the day, which explains the differences in the functional activity of rat kidneys at different times of the day [11].

Experiments were conducted to study changes in the parameters of kidney function in rats under the conditions of aqueous diuresis with myoglobinuric AKI when using corvitin during the day, which is shown in Figures 1-3.

The kidneys control and maintain the stability of bulk, osmotic, acid-base, and ionic homeostasis and belong to organs with distinct circadian periodicity [4]. In all living organisms, it is possible to study rhythmic changes in biochemical and biological processes in the body, however, the study of the nephroprotective properties of drugs, taking into account their daily effect on the kidneys, remains relevant due to high mortality due to acute kidney damage, as well as the analysis of changes in biological rhythms will improve the diagnosis of a number of diseases and increase the effectiveness of pharmacotherapy due to the optimization of therapeutic ones.

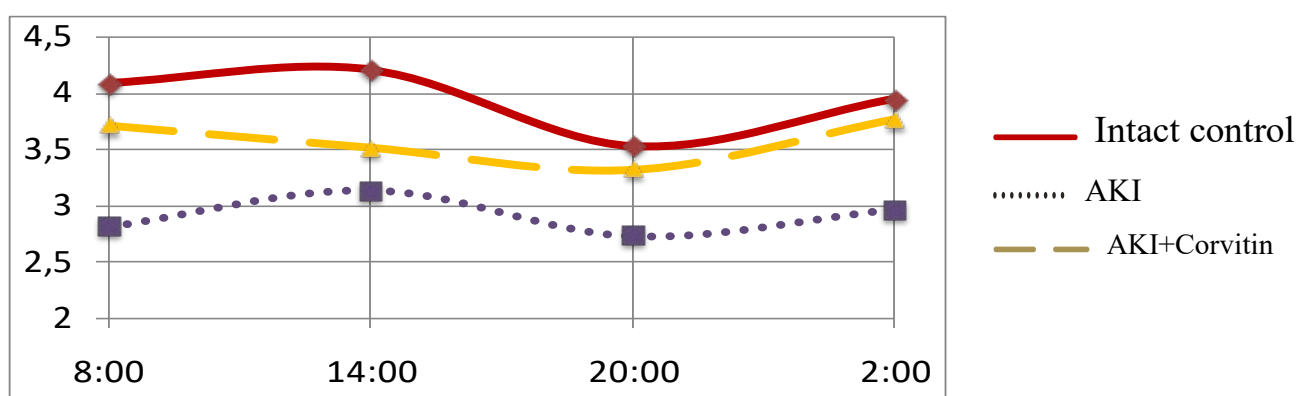


Figure 1 – Diuresis chronorhythms (ml/2 h) in the urine of animals with myoglobinuric AKI when using corvitin compared to model pathology and intact animals ($M \pm m$, $n=6$)

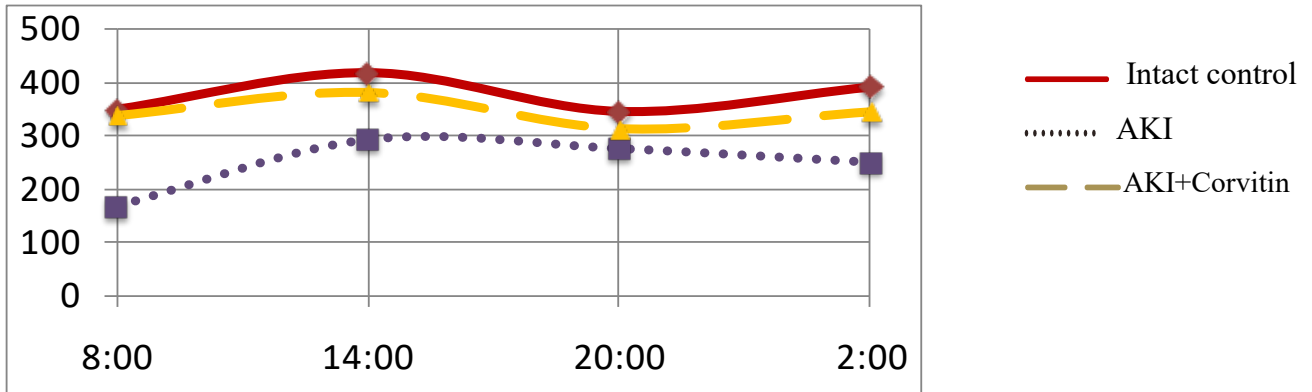


Figure 2 – Chronorhythms of the rate of point filtration club ($\mu\text{l}/\text{min}$) in the urine of animals with myoglobinuric AKI when using corvitin in comparison with model pathology and intact animals ($M \pm m, n=6$)

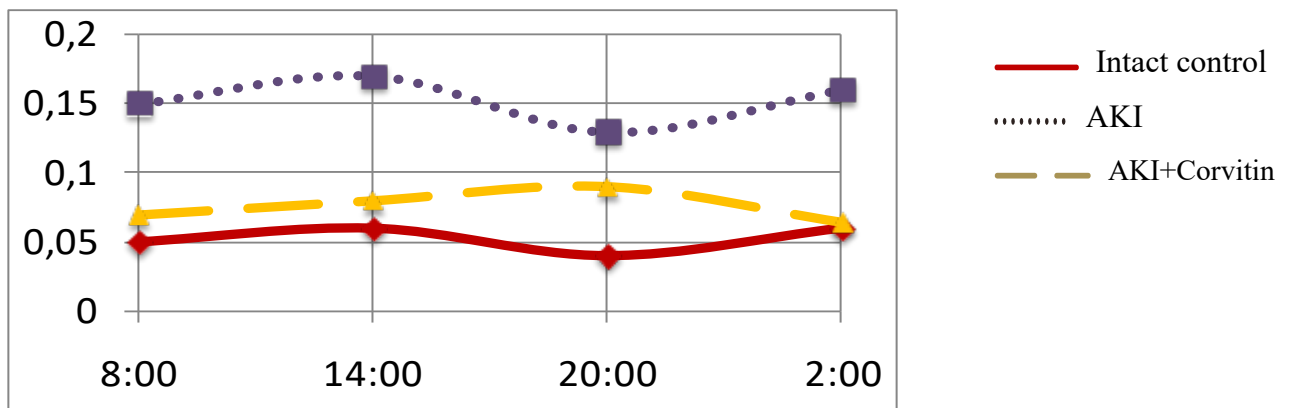


Figure 3 – Chronorhythms of protein content (g/l) in urine of animals with myoglobinuric AKI when using corvitin in comparison with model pathology and intact animals ($M \pm m, n=6$), * – probability of difference in comparison between indicators ($p < 0.05$)

Chronorhythms of excretory function of the kidneys, which were determined by the indicator of diuresis, in control animals had a sinusoidal character and circadian periodicity, with the maximum indicator of diuresis at 14.00, and the bathyphase was observed at 20.00. The AKI was also subject to changes during the day, with an acrophase at 2:00 p.m. and a bathyphasis at 8:00 p.m. The daily rhythm of proteinuria was single-phase with a low amplitude of oscillations - 12.3%.



The glycerol model of AKI was characterized by a decrease in mesor diuresis by 38% compared to the control group, with acrophase and bathyphase, similar to groups of intact animals. The amplitude of the rhythm decreased by a factor of 1.45. Changes in diuresis were caused by a violation of the filtration process in the kidneys. GFR decreased in all periods of the day, but it was a significant drop was noted at 08.00 by 2.4 times, which affected the amplitude increase by 3.4 times. The AKI mesor was lower than the control group animals by 63.2%. At AKI, significant proteinuria was detected: the mesor of protein concentration in urine increased by 2.6 times, while the amplitude increased by only 1.8%. The obtained results indicate severe damage by myoglobin cylinders as a result of rhabdomyolysis.

Administration of the water-soluble drug quercetin («Corvitin», Borshchagivskiyi CCP, Ukraine) to animals with model pathology led to an improvement in the functional state of the kidneys [6-8]. Mesor diuresis increased by 28% compared to a group of animals with pathology. The maximum diuresis under the influence of corvitin was noted at 08.00, the bathyphase fell on 20.00. GFR was also restored, as there was a 43% increase in mesores and a normalization of the GFR amplitude, which decreased by 2.8 times compared to the group of untreated animals. The decrease in proteinuria with corvitin administration was significant, manifested in a 2.2-fold decrease in mesores with acrophase at 14.00 and bathyphasis at 08.00.

Many pathological processes are accompanied in the body by a violation of the temporal organization of physiological functions [9-10]. In the pathogenesis of the development of ARF, there is a violation of redox processes, namely, the activation of free radical oxidation processes is observed against the background of an imbalance of antioxidant protection.

According to the results of the study, it was found that during the day, the content of malon dialdehyde in the kidney tissues of animals with model pathology without the use of quercetin reached the minimum value at 20.00 hours and increased as much as possible to 2.00 hours, and was 1.8 times higher than the control indicators. After the administration of quercetin, the content of malondialdehyde in group of animals with AKI decreased by 1.2 times per 2.00 hours, although at 8.00 hours, the antioxidant



effect of the drug on the intensity of lipid peroxidation was practically not manifested. The content of products of oxidative modification of proteins increased the most in animals with acute renal failure by 20.00 hours (1.3 times compared to the control). At the same time, the introduction of quercetin most reduced the intensity of the formation of products of oxidative modification of proteins by 14.00 hours. The activity of glutathione peroxidase in kidney tissues was the lowest in the group of animals untreated with quercetin compared to the control group at 20.00 hours. Also, the normalizing effect of the drug on the activity of this antioxidant enzyme was more evident at the same hour of the day.

According to the results of the study, it was found that during the day, the content of maalon dialdehyde in the kidney tissues of animals with model pathology without the use of quercetin reached the minimum value at 20.00 hours and increased as much as possible to 2.00 hours, and was 1.8 times higher than the control indicators. After the administration of quercetin, the content of malondialdehyde in acute renal failure decreased by 1.2 times per 2.00 hours, although at 8.00 hours, the antioxidant effect of the drug on the intensity of lipid peroxidation was practically not manifested. The content of products of oxidative modification of proteins increased the most in animals with acute renal failure by 20.00 hours (1.3 times compared to the control). At the same time, the introduction of quercetin most reduced the intensity of the formation of products of oxidative modification of proteins by 14.00 hours. The activity of glutathione peroxidase in kidney tissues was the lowest in the group of animals untreated with quercetin compared to the control group at 20.00 hours. Also, the normalizing effect of the drug on the activity of this antioxidant enzyme was more evident at the same hour of the day.

Therefore, in animals with model pathology, there are changes in the structure and nature of daily rhythms of nephroprotective processes in kidney tissue. Based on the results of the obtained data, it can be concluded that the correction of acute renal failure in rats with the water-soluble drug quercetin increases in the evening hours of the day, from 8:00 p.m.



Conclusions.

1. In animals with model pathology, there are changes in the daily rhythms of the excretory function of the kidneys.

2. Based on the results of the obtained data, it can be concluded that the correction of acute renal failure in rats with the water-soluble drug quercetin increases in the evening hours of the day, from 8:00 p.m.

Prospects for further research.

It is promising to study the pharmacotherapy of acute renal failure should be selected taking into account the circadian rhythm of antioxidant protection processes in kidney tissue.

Table 1 – Chronorhythms of LP parameters in rats under conditions of aqueous diuresis with myoglobinuric AKI when using corvutin during the day (M±m, n=6)

Показники	Година доби											
	8.00			14.00			20.00			02.00		
	Control	AKI	AKI+Corvutin	Control	AKI	AKI+Corvutin	Control	AKI	AKI+Corvutin	Control	AKI	AKI+Corvutin
Malondialdehyde, $\mu\text{mol/g}$	51,7 2± 1,99	79,0 1± 3,17	5,1 6± 2,6 6	62,9 6± 3,03	85,8 9± 2,13	77,8 7± 2,83	69,7 0± 0,59	81,3 9± 1,58	71,9 4± 2,66	52,3 8± 2,41	95,0 9± 6,57	77,3 2± 2,99
Oxidative protein modification products, units/g	14,2 1± 0,64	16,3 9± 0,11	5,7 3± 0,3 3	14,8 3± 0,63	16,0 0± 0,39	13,2 3± 0,14	14,4 0± 0,70	18,5 6± 1,61	17,2 1± 0,43	14,3 4± 2,02	16,2 4± 0,32	13,1 7± 0,55
Glutathione peroxidase, nmol/min×mg	238, 3 ± 7,23	190, 7 ± 6,82	21 7,8 ± 7,5 2	236, 4± 3,47	170, 3± 3,81	216, 6± 5,24	244, 9± 2,69	170, 6± 2,61	226, 9± 8,35	183, 9± 9,05	164, 2± 10,6 9	199, 2± 16,3 4



References:

1. Hill, A. M., Crislip, G. R., Stowie, A., Ellis, I., Ramsey, A., Castanon-Cervantes, O., Gumz, M. L., & Davidson, A. J. (2021). Environmental circadian disruption suppresses rhythms in kidney function and accelerates excretion of renal injury markers in urine of male hypertensive rats. *American journal of physiology. Renal physiology*, 320(2), F224–F233. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00421.2020>
2. Gutnik, O., Kostenko, V., Silkova, O., Khmil, D. (2024). Effects of circadian rhythm modulators on excretory and sodium-regulating functions of kidneys in rats during acute desynchronization and lipopolysaccharide-induced systemic inflammatory response. *Ukrainian Journal of Nephrology and Dialysis*, 2(82) (2024) [https://doi.org/10.31450/ukrjnd.2\(82\).2024.08](https://doi.org/10.31450/ukrjnd.2(82).2024.08)
3. Hill, A. M., Crislip, G. R., Stowie, A., Ellis, I., Ramsey, A., Castanon-Cervantes, O., Gumz, M. L., & Davidson, A. J. (2021). Environmental circadian disruption suppresses rhythms in kidney function and accelerates excretion of renal injury markers in urine of male hypertensive rats. *American journal of physiology. Renal physiology*, 320(2), F224–F233. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00421.2020>
4. Firsov, D., & Bonny, O. (2018). Circadian rhythms and the kidney. *Nature reviews. Nephrology*, 14(10), 626–635. <https://doi.org/10.1038/s41581-018-0048-9>
5. Singh, P. A., Junemann, A., Muthuraman, A., Jaggi, A. S., Singh, N., Grover, K., Dhawan, R. (2012). Animal models of acute renal failure. *Pharmac Reports* 64:31-44.
6. Hu, X., Wang, L., Wang, X., Xu, J., Wang, W., Wang, J., ... & Lin, H. (2021). Mechanistic potential of quercetin in COVID-19-associated acute kidney injury. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 726460. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.726460>
7. Lin, Y., Shi, R., Wang, X., & Shen, H. M. (2020). Luteolin, quercetin, and baicalein as novel agents against ferroptosis in AKI. *Free Radical Biology and Medicine*, 152, 270–282. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.03.030>
8. Turgut, F., Karaali, R., Ozbek, E., Yılmaz, A. M., & Aydin, F. (2021). The effects of quercetin on apoptosis and antioxidant activity in a renal ischemia/reperfusion injury animal model. *Human & Experimental Toxicology*, 40(4),



555–562. <https://doi.org/10.1177/0960327121993087>

9. Gameiro, J., Agapito Fonseca, J., Jorge, S., Lopes, J. A. (2018). Acute kidney injury definition and diagnosis: a narrative review. *J Clin Med*, 7(10):307.

10. Mercado, M. G., Smith, D. K., Guard, E. L. (2019). Acute kidney injury: diagnosis and management. *Am Fam Physician*, 100(11):687-694



COMPARATIVE EFFICACY OF SULPHUR-CONTAINING AMINO ACIDS DERIVATIVES IN ACUTE KIDNEY INJURY OF VARIOUS ETIOLOGY

Vira Drachuk,

PhD, associate professor

Department of Pharmacology,

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

0000-0001-5814-9674

Olexandra Goroshko,

PhD, associate professor,

Department of Pharmaceutical Botany and Pharmacognosy,

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

0000-0002-1341-3010

Abstract. This experimental study investigated the nephroprotective potential of sulfur-containing amino acids (SCAA) - ademetionine, taurine, and glutathione, under various models of acute kidney injury (AKI), including ischemia-reperfusion injury, rhabdomyolysis, and gentamicin-induced nephropathy. Functional and biochemical parameters were assessed to determine the effects of these agents on renal function, ion-regulatory activity, and oxidative stress markers. The results demonstrated that SCAA administration led to improved glomerular filtration rate, reduced proteinuria, normalized sodium and potassium ion transport, and decreased retention azotemia. Among the tested agents, glutathione showed the most pronounced nephroprotective effect under ischemia-reperfusion conditions, likely due to its antioxidant and detoxifying properties. The findings suggest that targeted application of SCAA compounds may serve as an effective strategy for the prevention and treatment of AKI through membrane stabilization and mitigation of oxidative damage in renal tissues.

Keywords: nephroprotective activity, ademetionine, ischemia-reperfusion kidney injury, gentamicin-induced nephropathy

Introduction.

Despite the fact that the concept of acute renal failure has existed in medicine for over 50 years, issues of screening, diagnosis, effective prevention, and treatment of this pathology remain unresolved because loss of kidney function is often accompanied by the development of multiple organ failure. This has led to the definition of a new syndrome—acute kidney injury (AKI)—with an expanded spectrum of diagnostic criteria, the main of which is an increase in plasma creatinine concentration, as even a slight rise may cause a sharp increase in patient mortality [1–3]. For the pharmaceutical community and medicine, the search for new and improvement of existing pharmacotherapy methods including etiological, pathogenetic, and symptomatic pathways of correction has become more urgent.



Protection of kidney tissue in such cases requires the use of nephroprotectors, but currently, they are not classified as a separate group of drugs, and information about nephroprotective properties of some agents is fragmentary and not always proven. A promising approach is the search for pleiotropic agents that can counteract hypoxia and mitigate the development of renal ischemia by affecting both renal blood flow and free radical oxidation processes [4, 5].

The hepatoprotective agents chosen for the study, sulfur-containing amino acids (SCAAs), are important components of antioxidant defense. For instance, ademetionine is the active form of methionine, due to the presence in its chemical structure of the $-S^+-CH_3$ group, which is unstable but determines the high activity of the amino acid; moreover, ademetionine is a precursor of taurine and glutathione. Glutathione plays a crucial role in cell and organism viability as a key intracellular antioxidant [6], acts as a cysteine reserve in the cell, regulates protein synthesis, etc. Taurine, due to its physiological and pharmacological properties, is widely used in ophthalmology, cardiology, neurology, hepatobiliary system pathology, and corrects metabolic disorders [7].

Literature data confirm the multifaceted and complex use of the studied SCAAs (ademetionine, taurine, and glutathione) in various fields of medicine; however, experimentally justified reviews on their use in AKI are extremely rare, so the study of their effects on the course of AKI of different etiologies remains relevant.

The aim of the work. To investigate the effects of ademetionine, taurine, and glutathione on kidney functional status and the mechanisms of their renal effects in etiologically different models of AKI: gentamicin-induced and ischemia-reperfusion.

Materials and methods.

Gentamicin-induced nephropathy was reproduced by intramuscular administration to rats of a 4% gentamicin sulfate solution (gentamicin sulfate injection solution, 40 mg/ml, JSC "Halychpharm," Ukraine) at a dose of 80 mg/kg once daily for 6 days. The studied agents were administered prophylactically and therapeutically 40 minutes after each antibiotic injection. Animals were euthanized and materials collected on day 7 under conditions of water loading [8].



Ischemia-reperfusion AKI in rats was modeled by performing a midline laparotomy under barbiturate anesthesia (thiopental sodium, lyophilized powder for injection solution, 1 g, "Arterium," Ukraine). After laparotomy, each kidney was isolated and a clamp was applied to the renal pedicle for 60 minutes, followed by closure of the abdominal cavity. Animals were euthanized 24 hours after clamp removal under induced diuresis for functional kidney assessment. The studied agents were administered prophylactically for 3 days before ischemia/reperfusion induction [8].

Statistical analysis was performed using SPSS Statistics 17.0. Significance of differences between parameters was assessed using the parametric Student's t-test (for normal distribution) and nonparametric Mann-Whitney U-test (for non-normal distribution). Survival effects were evaluated with Fisher's angular transformation. Multigroup differences were analyzed with the Kruskal-Wallis H-test. Correlation was assessed by Spearman's coefficient. The critical significance level was set at $p < 0.05$.

Results. The problem of nephrotoxicity caused by aminoglycoside antibiotics remains relevant. Studying the effect of the tested SCAAs (ademetionine, taurine, and glutathione) on gentamicin nephropathy allows assessment of their effectiveness in toxic injury. Antibiotic administration was accompanied by deterioration of kidney functional parameters: model group animals showed significant decreases in glomerular filtration rate (GFR) and diuresis, reduced water reabsorption, and increased plasma creatinine concentration, indicating retention azotemia compared to controls. Since gentamicin mainly affects the proximal tubules by damaging epithelial cells and causing mitochondrial energy depletion, impaired sodium reabsorption (both absolute and fractional) with increased sodium excretion was observed [9, 10]. Damage along the nephron was evidenced by decreased proximal and distal transport. Potassium ion content decreased with increased excretion, typical for gentamicin nephropathy hypokalemia due to tubular cell necrosis and disrupted reabsorption [11].

Urine pH significantly decreased due to reduced ammoniagenesis and increased ammonia secretion, which binds fewer hydrogen ions in the nephron lumen. The



pathology was accompanied by pronounced proteinuria, demonstrating kidney tissue damage severity. (Tab. 1).

Table 1 – Effectiveness of Ademetionine, Taurine, and Glutathione in Gentamicin Nephropathy

Parameter	Intact Control	Gentamicin Nephropathy (GN)	GN + Ademetionine (20 mg/kg)	GN + Taurine (100 mg/kg)	GN + Glutathione (30 mg/kg)
Diuresis, ml	4,63±0,19	2,47±0,10 ^{##}	4,34±0,11 ^{**}	4,40±0,09 ^{**}	3,96±0,21 ^{**}
Plasma Creatinine (PCr), μmol/l	43,49±1,01	121,88±3,40 ^{##}	64,06±3,95 ^{**°}	53,94±1,62 ^{**°}	69,96±2,01 ^{**°}
GFR, μl/min·100 g	645,39±27,52	201,09±6,76 ^{##}	524,01±51,46 ^{**}	574,17±23,80 ^{**°}	490,49±31,33 ^{**}
Protein Excretion Rate (Epr), mg/2 hr	0,079±0,01	0,188±0,02 ^{##}	0,123±0,01 ^{**}	0,093±0,01 ^{**°}	0,117±0,01 ^{**}
Fractional Excretion of Sodium (FENa+), %	0,14±0,01	3,80±0,26 ^{##}	0,45±0,03 ^{**°}	0,34±0,02 ^{**°}	0,77±0,02 ^{**}
Total Sodium Reabsorption (TpNa+), mmol/2 hr	13,06±0,77	4,30±0,24 ^{##}	10,86±1,21 ^{**}	11,57±0,47 ^{**°}	10,22±0,81 ^{**}
Total Sodium Excretion (TdNa+), μmol/2 hr	679,29±33,73	390,01±21,87 ^{##}	654,86±37,17 ^{**}	645,46±10,89 ^{**}	601,82±42,95 ^{**}
Plasma Potassium (PK+), mmol/l	5,14±0,25	4,24±0,26 [#]	5,21±0,49 [*]	5,11±0,18 [*]	5,32±0,44 ^{**}

Notes: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ vs. Intact Control; ° $p < 0.05$ vs. Gentamicin Nephropathy without treatment.

Administration of ademetionine, taurine, and glutathione in prophylactic-therapeutic mode during gentamicin nephropathy reduced antibiotic toxicity. Taurine showed the most pronounced effect, although the others also contributed to restoration of renal morphofunctional state [325, 326]. Taurine treatment led to increased GFR (N=8.2, $p < 0.01$), enhanced diuresis by about 1.7 times, and improved ion-regulatory function, preventing sodium transport disturbances. Treated animals showed significant reductions in sodium ion excretion due to restored absolute reabsorption (ademetionine—2.4 times, taurine—2.6 times, glutathione—2.3 times) and decreased



fractional sodium excretion (8.4, 11.1, and 4.9 times, respectively) with increased proximal and distal transport (2.5 and 1.6 times). Cytoprotective effects on nephrocytes were evidenced by a 2.9-fold decrease in proteinuria, with taurine showing significant superiority (N=7.78, $p < 0.01$) (Table 2).

The advantage of taurine's efficacy in gentamicin nephropathy is explained by its ability to influence cellular membranes, retaining potassium and magnesium ions intracellularly and sodium ions extracellularly, thus producing a diuretic effect. This was supported by observed reductions in urinary sodium concentrations and normalization of plasma sodium.

Table 2 – Effectiveness of ademetionine, taurine and glutathione in acute kidney injury of various etiologies

Types of AKI	Gentamicin Nephropathy (GN)			Ischemia-reperfusion AKI		
	Ad	Tau	GL	Ad	Tau	GL
Збільшення діурезу, %	86,5	89,3	68,9	64,0	88,5	96,5
Відновлення ШКФ, %	72,7	83,9*	65,1	34,4	55,3	80,8*
Зниження креатинемії, %	73,7	86,6*	53,9	46,5	67,3	85,1*
Зниження протеїнурії, %	86,4	93,2*	77,9	48,5	72,7	81,8
Відновлення реабсорбції іонів натрію, %	75,4	83,2*	67,7	39,1	57,7	86,8*
Зменшення фракційної екскреції іонів натрію, %	91,5	94,5*	82,7	61,0	81,2	90,8

Notes: * - normalization of the indicator; Ad - ademetionine, Tau - taurine, Gl - glutathione; AKI - acute kidney injury, GP - gentamicin nephropathy, I/R AKI - ischemic-reperfusion acute kidney injury, GFR - glomerular filtration rate.

Ischemia-reperfusion AKI accounts for 20–30% of cases in the general AKI population and is accompanied by acute tubular necrosis often requiring hemodialysis



[12]. Therefore, studying ademetionine, taurine, and glutathione efficacy in ischemia-reperfusion AKI is logical. Ischemic injury is usually initiated by increased reactive oxygen species generation by endothelial cells, causing methylation and oxidative deamination disruptions, resulting in toxic products like peroxides, ketones, aldehydes, and decreased cellular antioxidant defenses [3]. These free radicals induce lipid peroxidation of membranes, altering protein structures and permeability. Excess NO production under hypoxia also damages endothelium, disrupts microcirculation, and causes endothelial swelling. Reduced microcirculation and increased arteriovenous shunting activate compensatory mechanisms in reperfusion injury [2]. Leukocytes further exacerbate injury by releasing radicals and proteolytic enzymes, promoting endothelial dysfunction and thrombosis.

Ischemic AKI modeling showed impaired tubular-glomerular balance, 3.1-fold GFR reduction, oliguria development, increased plasma creatinine indicating retention azotemia, and marked proteinuria with a 4.8-fold increase in urine protein excretion compared to sham-operated animals. (see Table 3).

Evidence of damage to the epithelial cells of the renal tubules—not only the proximal segments, where sodium ion reabsorption predominantly occurs, but also the distal segments - is indicated by impaired ion-regulatory function. This manifested as a decrease in both absolute and relative sodium ion reabsorption, accompanied by increased sodium excretion. The study of potassium ion content revealed a decrease in plasma potassium concentration, which was due to enhanced excretion of the ion. Additionally, a significant 20.7-fold increase in γ -glutamyl transpeptidase (GGT) activity in operated animals pointed to the severity of the acute kidney injury (AKI), potentially further exacerbated by the surgical intervention used to model the pathology.

The use of sulfur-containing amino acids (SCAA) in a therapeutic-prophylactic regimen allowed for partial mitigation of post-ischemic reperfusion manifestations. This was accompanied by improved renal function, including a 2.3-fold increase in glomerular filtration rate (GFR), a 1.7-fold increase in diuresis, and a 1.7-fold reduction in retention azotemia compared to untreated model animals (see Table 1). Treatment



Table 3 – Effect of ademetionine, taurine and glutathione kidney function of rats with ischemia-reperfusion kidney injury

Parameter	Intact Control	I/R AKI	I/R AKI + Ademetionine (20 mg/kg)	I/R AKI + Taurine (100 mg/kg)	I/R AKI + Glutathione
Diuresis, ml	4,38±0,19	2,38±0,11□□	3,66±0,13**	4,15±0,16**	4,31±0,14**
Plasma Creatinine (PCr), µmol/l	63,21±6,05	165,37±9,23 ^{##}	117,83±4,93**	96,59±2,41**	78,39±2,37 ^{**◊φ}
GFR, µl/min·100 g	532,71±47,29	173,08±9,90 ^{##}	296,74±8,32**	372,08±24,99**	463,69±24,19 ^{**◊φ}
Protein Excretion Rate (Epr), mg/2 hr	0,014±0,001	0,068±0,004 ^{##}	0,040±0,002**	0,028±0,003**	0,021±0,002 ^{**◊}
Fractional Excretion of Sodium (FENa+), %	0,38±0,05	2,46±0,13 ^{##}	1,19±0,10**	0,77±0,05**	0,57±0,05**
Total Sodium Reabsorption (TpNa+), mmol/2 hr	7,13±0,61	2,70±0,20□□	4,35±0,17**	5,18±0,51**	6,17±0,43 ^{**◊}
Total Sodium Excretion (TdNa+), µmol/2 hr	527,56±34,45	346,14±29,29 ^{##}	494,23±25,40**	525,66±38,43**	514,66±25,58**
Plasma Potassium (PK+), mmol/l	5,18±0,49	4,46±0,10 [#]	4,93±0,23**	5,04±0,35**	5,25±0,13**

Notes: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ vs. Intact Control; ◊ $p < 0.05$ vs. Gentamicin Nephropathy without treatment.

with the investigated compounds contributed to the restoration of nephron filtration structures, as evidenced by a 1.8-fold reduction in proteinuria. Compared to untreated animals, SCAA treatment prevented sodium ion transport disorders by restoring both absolute (1.9-fold) and standardized (4.3-fold) proximal sodium transport, due to the recovery of reabsorption and excretion processes. The effect of the compounds on acid-base regulation was reflected in increased urine pH, indicating enhanced ammoniogenesis over acidogenesis, thereby preventing urinary acidification.

Among the compounds tested, glutathione demonstrated the most pronounced nephroprotective effect in ischemia/reperfusion (I/R) injury. This may be attributed to its antioxidant and pharmacokinetic properties. The kidneys are the primary site for glutathione catabolism, where oxidized glutathione—formed from its reduced form - undergoes degradation after fulfilling its biological functions. Within the cell, oxidized



glutathione freely diffuses across the membrane and is transported via the bloodstream to the kidneys. In the proximal tubules, enzymatic hydrolysis occurs through enzymes located on the brush border of the tubular epithelium, including cysteinylglycine dipeptidase, γ -glutamyl transpeptidase, and cystine reductase, completing the inter-organ glutathione metabolism.

When administered prophylactically, glutathione prevented the progression of ischemia, likely due to its capacity to neutralize peroxidation products through conjugation reactions with cytotoxic lipid peroxidation products and their active metabolites generated during oxidative stress. Consequently, the compound significantly improved I/R injury outcomes: renal excretory function recovered as shown by GFR values ($H = 9.63$, $p < 0.01$), leading to a 1.8-fold increase in diuresis, significant restoration of water reabsorption, and a reduction in retention azotemia. Plasma creatinine concentration decreased 2.1-fold compared to the untreated pathology group and was 17.9% lower than in the taurine group and 33.4% lower than in the ademetionine group ($H = 7.22$, $p < 0.05$).

A decrease in urinary protein excretion and normalization of ion-excretory function alongside increased GFR support the protective effect of the drug, suggesting glomerular filtration barrier stabilization. Notably, among the tested compounds, the glutathione group demonstrated the greatest increase in absolute sodium ion reabsorption ($H = 8.1$, $p < 0.05$), which led to nearly a twofold reduction in sodium ion excretion and a significant decrease in natriuresis, approaching levels observed in sham-operated animals [339].

Conclusion.

The presented experimental data demonstrate the nephroprotective activity of the investigated hepatoprotective agents—SCAA compounds ademetionine, taurine, and glutathione—through their influence on key pathogenetic mechanisms of AKI. These effects were evidenced by improved renal functional state and the restoration of the prooxidant-antioxidant balance in both blood and kidney tissues of treated animals. It should be noted that the compounds differed in nephroprotective efficacy depending on the experimental AKI model. In rhabdomyolysis-induced AKI, ademetionine



showed the most significant activity across several parameters; in gentamicin-induced nephropathy, taurine was the most effective in the therapeutic-prophylactic regimen; and glutathione most effectively mitigated ischemia-reperfusion injury in experimental animals. These findings provide a foundation for further experimental studies aimed at optimizing the prevention and correction of kidney pathology using selected SCAA compounds.

References:

1. Hoste, E.-A. J., Kellum, J. A., Selby, N. M., Zarbock, A., Palevsky, P. M., Bagshaw, S. M., ... & Mehta, R. L. (2018). Global epidemiology and outcomes of acute kidney injury. *Nature Reviews Nephrology*, 14(10), 607–625. <https://doi.org/10.1038/s41581-018-0052-0>
2. Tang, L., Wang, B., Li, J., Song, H., & Zhou, Y. (2021). Hypoxia-preconditioned mesenchymal stem cells enhance autophagy in tubular epithelial cells and attenuate renal ischemia–reperfusion injury. *Stem Cell Research & Therapy*, 12(1), 328. <https://doi.org/10.1186/s13287-021-02374-x>
3. Zhang, H., Wang, X., Wang, J., Liu, L., Li, J., Yang, X., ... & Zhang, C. (2024). Liproxstatin-1 protects against ferroptosis to mitigate acute kidney injury in ischemia-reperfusion models. *Antioxidants*, 13(2), 182. <https://doi.org/10.3390/antiox13020182>
4. Tonnus, W., & Linkermann, A. (2020). Ferroptosis in kidney injury and disease. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 8, 479. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.00479>
5. Sarwar, S., Hossain, M. J., Irfan, N. M., Ahsan, T., Arefin, M. S., Rahman, A., ... & Rahman, M. M. (2022). Renoprotection of selected antioxidant-rich foods (water spinach and red grape) and probiotics in gentamicin-induced nephrotoxicity and oxidative stress in rats. *Life*, 12(1), 60. <https://doi.org/10.3390/life12010060>
6. Babaeenezhad, E., Dezfoulian, O., Hadipour Moradi, F., Rahimi Monfared, S., Fattahi, M. D., Nasri, M., Aminic, A., & Ahmadvand, H. (2023). Exogenous glutathione protects against gentamicin-induced acute kidney injury by inhibiting NF-



κ B pathway, oxidative stress, and apoptosis and regulating PCNA. *Drug and Chemical Toxicology*, 46(3), 441–450. <https://doi.org/10.1080/01480545.2022.2049290>

7. Rezaie, A., Nasri, H., Baradaran, A., & Rafieian-Kopaei, M. (2020). Immunomodulatory and antioxidant effects of taurine: Possible role in prevention of chronic kidney disease. *Iranian Journal of Kidney Diseases*, 14(5), 339–347. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32996850/>

8. Singh, A. P., Junemann, A., Muthuraman, A., Jaggi, A. S., Singh, N., Grover, K., & Dhawan, R. (2012). Animal models of acute renal failure. *Pharmacological Reports*, 64, 31–44.

9. Albukhari, T. A., Bagadood, R. M., Bokhari, B. T., Filimban, W. A., Sembawa, H., Nasreldin, N., ... & Ahmad, A. (2025). Chrysin attenuates gentamicin-induced renal injury in rats through modulation of oxidative damage and inflammation via regulation of Nrf2/AKT and NF- κ B/KIM-1 pathways. *Biomedicines*, 13(2), 271. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13020271>

10. Sabra, M. S., Allam, E. A. H., El-Aal, M. A., & Mohamed, E. (2025). A novel pharmacological strategy using nanoparticles with glutathione and virgin coconut oil to treat gentamicin-induced acute renal failure in rats. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 398, 933–950. <https://doi.org/10.1007/s00210-024-03303-4>

11. Nadeem, R. I., Aboutaleb, A. S., Younis, N. S., & Ahmed, H. I. (2023). Diosmin mitigates gentamicin-induced nephrotoxicity in rats: Insights on miR-21 and -155 expression, Nrf2/HO-1 and p38-MAPK/NF- κ B pathways. *Toxics*, 11(1), 48. <https://doi.org/10.3390/toxics11010048>

12. Wu, H., Wu, Y., Li, J., & Li, C. (2021). Recent advances in pharmacological treatment of acute kidney injury: Focus on ferroptosis and oxidative stress. *Acta Pharmacologica Sinica*, 42, 1571–1582. <https://doi.org/10.1038/s41401-021-00682-2>



УДК 616.724-007.23

CHEERLEADER SYNDROME: IDIOPATHIC CONDYLAR RESORPTION OF THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT

СИНДРОМ ЧИРЛІДЕРІВ: ІДІОПАТИЧНА РЕЗОРБЦІЯ ВИРОСТКІВ СКРОНЕВО-НИЖНЬОЩЕЛЕПНОГО СУГЛОБУ

Kobtseva O.A. / Кобцева О.А.*PhD in Medicine, as. prof. / к.мед.н., доцент*

ORCID: 0000-0003-4227-7959

Donetsk National Medical University,

4A, Yuriy Kovalenko Str., Kropyvnytskyi, Ukraine, 25031;

Донецький національний медичний університет,

вул. Юрія Коваленка, 4А, Кропивницький, Україна

Kobtseva D.D. / Кобцева Д.Д.*Orthodontist / лікар-стоматолог-ортодонт*

ORCID: 0000-0002-5069-5221

"Yudenta" Dental Clinic,

76 Ivana and Yuri Lip Street, Odesa, Ukraine;

Стоматологія «Юдента»,

вул. Івана та Юрія Лип 76, Одеса. Україна

Анотація. Ідіопатична резорбція виростка (ІРВ) — це рідкісне агресивне дегенеративне захворювання, що спричиняє деструкцію виросткового відростка нижньої щелепи, що, у свою чергу, впливає на структуру скронево-нижньощелепного суглобу (СНЩС). Його називають «синдромом чирлідерів», оскільки воно часто розвивається у дівчат-підлітків, які займаються спортом і можуть отримати незначні чи серйозні травми щелеп. **Мета дослідження.** Аналіз патогенезу, діагностичних методів та сучасних підходів до лікування ідіопатичної резорбції виросткового відростка нижньої щелепи. **Матеріали та методи.** Проведено аналітичний розгляд наукових публікацій, клінічних досліджень та оглядів, що стосуються патогенезу, діагностики та лікування ІРВ з провідних джерел (PubMed, Google Scholar, ResearchGate). **Результати дослідження.** Точна причина ІРВ не встановлена, але її переважне виникнення у дівчат-підлітків під час пубертатного росту підтримує гіпотезу гормонального впливу. ІРВ частіше зустрічається у дівчат віком 10–20 років, з високим оклюзійним та мандибулярним кутом (доліхоцефали), скелетним класом II з відкритим прикусом або без нього. Рідко зустрічається у брахицефальних пацієнтів і при скелетному 3 класі. Симптоми можуть включати клацання СНЩС, кренітацію, біль, блокування суглоба та головний біль. Проте в багатьох випадках біль може бути слабким або навіть відсутнім, а основною скаргою пацієнта буде «прогресивні зміни в оклюзії та естетиці обличчя». Для діагностики та планування лікування ІРВ використовують чотири основні методи візуалізації: латеральну цефалометрію (ТРГ), томографію СНЩС, панорамну рентгенографію, магнітно-резонансну томографію (МРТ). Диференціальну діагностику проводять з реактивним артритом, остеоартритом. До методів лікування належать ортодонтичне лікування, медикаментозна терапія, ортогнатична хірургія (з репозицією диска або без неї) та аллопластична заміна скронево-нижньощелепного суглоба. **Висновки.** ІРВ можна ефективно лікувати, якщо суглобові диски та виросткові відростки ще збережені. Рання діагностика критично важлива для запобігання прогресуванню ІРВ. Гормональні фактори відіграють ключову роль у патогенезі, що підтверджується наявністю естрогенових рецепторів у СНЩС. Найбільш прогнозовані результати демонструє раннє хірургічне втручання, включаючи репозицію диска та реконструкцію виросткового відростка.



Аллопластична реконструкція є ефективним варіантом, особливо в разі незбереженого виросткового відростка.

Ключові слова: репозиція диска, ортогнатична хірургія, ортодонтичне лікування, аллопластична реконструкція.

Вступ.

Ідіопатична резорбція виростка (ІРВ) — це рідкісне агресивне дегенеративне захворювання, що спричиняє деструкцію виросткового відростка нижньої щелепи, що, у свою чергу, впливає на структуру скронево-нижньощелепного суглобу (СНЩС). Його називають «синдромом чирлідерів», оскільки воно часто розвивається у дівчат-підлітків, які займаються спортом і можуть отримати незначні чи серйозні травми щелеп, що ініціюють або погіршують їх стан [1]. ІРВ також відомий як ідіопатичний кондиліоліз, атрофія виростка та прогресуюча резорбція виростка. Це недостатньо вивчене захворювання, що має співвідношення частоти у жінок і чоловіків 9:1 і рідко розвивається після 20 років [2, 3].

Мета дослідження.

Аналіз патогенезу, діагностичних методів та сучасних підходів до лікування ідіопатичної резорбції виросткового відростка нижньої щелепи.

Матеріали та методи.

Проведено аналітичний розгляд наукових публікацій, клінічних досліджень та оглядів, що стосуються патогенезу, діагностики та лікування ІРВ з провідних джерел (PubMed, Google Scholar, ResearchGate).

Результати та їх обговорення.

Теорії та можливі причини ІРВ: Точна причина ідіопатичної резорбції виросткового відростка не встановлена, але її переважне виникнення у дівчат-підлітків під час пубертатного росту підтримує гіпотезу гормонального впливу. Гормональні порушення: оскільки ІРВ має високу поширеність серед дівчат-підлітків, які є у пубертатному періоді, і оскільки рецептори естрогену були виявлені в СНЩС, це свідчить про те, що гормональні порушення можуть відігравати певну роль у патогенезі ІРВ [1].



Дисфункціональне ремоделювання СНЩС можливо через:

- Внутрішні фактори: знижена адаптаційна здатність артикуляційних структур СНЩС у відповідь на механічні навантаження.
- Зовнішні фактори: мікротравми, парафункціональні звички, ортогнатична хірургія, ортодонтичне лікування та вже існуюче внутрішнє порушення СНЩС.

Механізм розвитку ІРВ:

- Гормональні зміни викликають гіперплазію синовіальних тканин.
- Це стимулює вироблення деструктивних субстратів, що руйнують зв'язкові структури, які зазвичай підтримують і стабілізують суглобовий диск у потрібному положенні.
- Це руйнування дозволяє диску зміщуватися допереду, а гіперпластична синовіальна тканина оточує головку виростка, посилюючи його резорбцію.
- Виростковий відросток зменшується у всіх трьох площинах, але фіброзний хрящ залишається незмінним, що відрізняє ІРВ від артритів.
- ІРВ може прогресувати або перейти в ремісію, але надмірне навантаження (парафункція, травма, ортодонтія, хірургія) може спровокувати рецидив у майбутньому [4].

Діагностика ідіопатичної резорбції виросткового відростка. Діагностика ІРВ повинна починатися з аналізу анамнезу пацієнта, об'єктивного обстеження, лабораторних аналізів. ІРВ є діагнозом виключення, і його можна встановити лише після усунення можливості всіх інших місцевих та системних патологічних станів.

Основні морфологічні особливості, що підвищують схильність до ІРВ. Ідіопатична резорбція виросткового відростка частіше зустрічається у дівчат віком 10–20 років, особливо в період пубертатного росту з:

- Високим оклюзійним та мандибулярним кутом (доліхоцефали).
- Скелетним класом II з відкритим прикусом або без нього [4].

Рідко зустрічається у брахицефальних пацієнтів і при скелетному 3 класі [2].



Клінічні прояви ІРВ.

- ІРВ - агресивна, незапальна, безболісна дегенерація СНЩС, може бути односторонньою або двосторонньою.

- ІРВ одного СНЩС може впливати на розвиток і ремоделювання здорового виросткового відростка на протилежному боці.

- Обертання нижньої щелепи назад у випадках ІРВ може загрожувати диханню через зменшення простору ротоглоткових дихальних шляхів.

Симптоми можуть включати клацання СНЩС, крепітацію, біль, блокування суглоба та головний біль. Проте в багатьох випадках біль може бути слабким або навіть відсутнім, а основною скаргою пацієнта буде «прогресивні зміни в оклюзії та естетиці обличчя» [5].

- При двосторонньому ІРВ у пацієнтів часто розвивається оклюзія 2 класу з переднім відкритим прикусом.

- При односторонньому ІРВ спостерігається асиметрія обличчя, зміщення нижньої міжрізцевої лінії та підборіддя в бік ураження, оклюзія 2 класу на боці ураження, а відкритий прикус на іншому боці [1].

Методи візуалізації для діагностики ІРВ. Для діагностики та планування лікування ІРВ використовують чотири основні методи візуалізації [3, 4]:

- Латеральну цефалометрію (ТРГ) – оцінка загальної морфології щелеп та оклюзійних змін.

- Томографію СНЩС – детальний аналіз суглобових структур.

- Панорамну рентгенографію – оцінка стану кісткових структур щелеп, зубів, СНЩС.

- Магнітно-резонансну томографію (МРТ) – візуалізація м'яких тканин, включаючи суглобовий диск та синовіальну оболонку [1].

Ці методи допомагають визначити активність ІРВ, оцінити структурні зміни СНЩС та спланувати лікування. Обстеження допомагає визначити, чи ІРВ активний або перебуває в стадії зупинки руйнування суглобу. Для цього проводять серію знімків СНЩС через певні інтервали (зазвичай кожні 6 місяців)



та порівнюють зміни з часом. Зменшення об'єму СНЩС свідчить про активний стан ІРВ.

Лабораторні аналізи необхідні для виключення системних та запальних причин резорбції СНЩС. Диференціальну діагностику проводять з реактивним артритом, остеоартритом.

Підходи до лікування ІРВ. Лікування активної форми захворювання спрямоване на уповільнення або зупинку прогресування резорбції СНЩС, тоді як у випадках зупинки прогресування захворювання, основна мета терапії — відновлення оклюзії та естетики [1].

Переваги раннього лікування:

- Зменшення резорбції виростка, збереження його розмірів.
- Мінімізація деформації та дегенерації суглобового диска.
- Оптимальний розподіл навантаження на суглобові структури після операції.
- Висока передбачуваність результатів, що забезпечує функціональну, оклюзійну та естетичну стабільність.
- Значне зниження або повне усунення болю.

Методи лікування. До методів лікування належать ортодонтичне лікування, медикаментозна терапія, ортогнатична хірургія (з репозицією диска або без неї) та аллопластична заміна скронево-нижньощелепного суглоба [3, 4].

Залежно від тяжкості стану та активності ІРВ, можливі такі варіанти лікування:

1. Відсутність лікування (у випадках, коли втручання не є необхідним)
2. Лікування активного ІРВ:
 - ✓ Сплінт-терапія
 - ✓ Репозиція виростка та стабілізація диска шляхом фіксації до імплантату
 - ✓ Кондилектомія та реберно-хрящовий трансплантат
3. Лікування неактивного ІРВ:
 - ✓ Двостороння сагітально-розщеплена остеотомія
 - ✓ Ортодонтичне лікування



- ✓ Сплінт-терапія
- ✓ Аллопластична реконструкція

Хірургічне лікування ІРВ. Артроскопія та артроцентез не усувають гіперпластичну синовіальну тканину та не відновлюють нормальне положення суглобового диска, тому вони неефективні при ІРВ. Якщо диск незбережений, але виростковий відросток достатній, слід видалити гіперпластичну тканину та замінити диск аутогенними тканинами, хоча результати такого лікування менш передбачувані. У важких випадках, коли виростковий відросток незбережений, необхідна його заміна [4, 5].

До методів реконструкції відносять:

- Стерноклавікулярний трансплантат
- Реберно-хрящовий трансплантат
- Аллопластичний протез TMJ Concepts

Висновки.

ІРВ можна ефективно лікувати, якщо суглобові диски та виросткові відростки ще збережені. Перед початком терапії необхідно виключити інші патологічні стани, оскільки вони можуть вимагати іншого підходу до лікування.

- Рання діагностика критично важлива для запобігання прогресуванню ІРВ.
- Гормональні фактори відіграють ключову роль у патогенезі, що підтверджується наявністю естрогенових рецепторів у СНЦС.
- Консервативне лікування обмежене, особливо у випадках активної резорбції.
- Найбільш прогнозовані результати демонструє раннє хірургічне втручання, включаючи репозицію диска та реконструкцію виросткового відростка.
- Аллопластична реконструкція є ефективним варіантом, особливо в разі незбереженого виросткового відростка.



Література:

1. Wolford, L. M., & Galiano, A. (2019). Adolescent internal condylar resorption (AICR) of the temporomandibular joint, part 1: A review for diagnosis and treatment considerations. *Cranio: the journal of craniomandibular practice*, 37(1), 35–44. <https://doi.org/10.1080/08869634.2017.1386752>
2. Wolford L. M. (2001). Idiopathic condylar resorption of the temporomandibular joint in teenage girls (cheerleaders syndrome). *Proceedings (Baylor University. Medical Center)*, 14(3), 246–252. <https://doi.org/10.1080/08998280.2001.11927772>
3. Mercuri, L. G., & Handelman, C. S. (2020). Idiopathic Condylar Resorption: What Should We Do ?. *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 32(1), 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.09.001>
4. Chigurupati, R., & Mehra, P. (2018). Surgical Management of Idiopathic Condylar Resorption: Orthognathic Surgery Versus Temporomandibular Total Joint Replacement. *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 30(3), 355–367. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2018.05.004>
5. Mehra, P., Nadershah, M., & Chigurupati, R. (2016). Is Alloplastic Temporomandibular Joint Reconstruction a Viable Option in the Surgical Management of Adult Patients With Idiopathic Condylar Resorption?. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 74(10), 2044–2054. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.04.012>

Abstract. Idiopathic resorption of the condyle (IRC) is a rare aggressive degenerative disease that causes destruction of the mandibular condyle, which in turn affects the structure of the temporomandibular joint (TMJ). It is called “cheerleader syndrome” because it often develops in adolescent girls who play sports and may suffer minor or serious jaw injuries. **The purpose of the study.** To analyze the pathogenesis, diagnostic methods and modern approaches to the treatment of idiopathic resorption of the mandibular condylar process. **Materials and methods.** An analytical review of scientific publications, clinical trials and reviews related to the pathogenesis, diagnosis and treatment of IRC from leading sources (PubMed, Google Scholar, ResearchGate) was conducted. **Results of the study.** The exact cause of idiopathic resorption of the condylar process has not been established, but its predominant occurrence in adolescent girls during pubertal growth supports the hypothesis of hormonal influence. Idiopathic resorption of the condylar process is more common in girls aged 10-20 years, with a high occlusal and mandibular angle (dolichocephalics), skeletal class



II with or without an open bite). It is rare in brachycephalic patients and in skeletal class 3. Symptoms may include TMJ clicking, crepitation, pain, joint locking, and headache. However, in many cases, the pain may be mild or even absent, and the patient's main complaint will be “progressive changes in occlusion and facial aesthetics”. Four main imaging methods are used to diagnose and plan the treatment of IRC: lateral cephalometry, TMJ tomography, panoramic radiography, and magnetic resonance imaging (MRI). Differential diagnostics is carried out with reactive arthritis and osteoarthritis. Treatment methods include orthodontic treatment, drug therapy, orthognathic surgery (with or without disc repositioning), and alloplastic temporomandibular joint replacement. **Conclusions.** IRC can be effectively treated if the articular discs and condyles are still intact. Early diagnosis is critical for preventing the progression of IRC. Hormonal factors play a key role in the pathogenesis, as evidenced by the presence of estrogen receptors in the TMJ. The most predictable results are demonstrated by early surgical intervention, including disc repositioning and reconstruction of the condylar process. Alloplastic reconstruction is an effective option, especially in the case of an intact condylar process.

Key words: disc repositioning, orthognathic surgery, orthodontic treatment, alloplastic reconstruction.



УДК 378.147:615.011

**MAIN ASPECTS OF TEACHING PHARMACEUTICAL CHEMISTRY
BASED ON THE COMPETENCY-BASED APPROACH AT THE
PROFESSIONAL COLLEGE OF BSMU**

**ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ХІМІЇ НА ОСНОВІ
КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ У ФАХОВОМУ КОЛЕДЖІ БДМУ**

Alla Velyka / Велика Алла,

Candidate of biological sciences

ORCID: 0000-0001-6550-4822

Yulia Kropelnytska / Крпельницька Юлія

ORCID: 0000-0002-9517-8041

Oleksandra Garvasiuk / Гарвасюк Олександра

Candidate of medical sciences

ORCID: 0000-0002-1936-2015

Bukovinian Medical State University

***Анотація.** На сучасному етапі стрімкий розвиток фармацевтичної галузі вимагає високоякісної підготовки компетентних фахівців, що будуть конкурентоспроможними на ринку праці. Це передбачає не лише глибоке оволодіння майбутніми фармацевтами знаннями, вміннями та навичками, але й формування таких важливих якостей, як здатність до самоосвіти, прагнення до пізнання та розвиток соціальних навичок, зокрема комунікативних. Така підготовка реалізується впровадженням компетентнісного підходу у навчальний процес.*

***Ключові слова:** компетентнісний підхід, фармацевтична хімія, фармацевти, інноваційні технології.*

Вступ.

Стандарти вищої освіти України, що ґрунтуються на засадах Болонської системи, покликані забезпечувати її прогресивний розвиток, формування якісно нових характеристик у порівнянні з європейськими стандартами, а також окреслення перспектив удосконалення на сучасному етапі. Виклики, пов'язані з підвищенням якості освітнього процесу, спонукали науковців до активного пошуку нових методологічних підходів. Пріоритетним у цьому плані на сьогодні вважається компетентнісний підхід, що базується на основних компетентностях фахівця та забезпечує практичне здійснення зв'язку сфери освіти зі сферою праці. Термін “компетентнісний підхід” останнім часом досить часто з'являється в офіційних документах, що стосуються освітньої сфери. Серед великої кількості досліджень, що аналізують та конкретизують дану тему в аспектах медичної



освіти, слід звернути увагу на роботи С. Д. Максименка, М. М. Філоненка, В. Є. Мілеряна, В. П. Андрущенко [1]. Також слід зазначити, що достатнє висвітлення окремих принципів даного підходу ще не означає його необхідної продуктивності для вищої фармацевтичної освіти. Тому метою нашого дослідження є впровадження компетентнісного підходу у викладання фармацевтичної хімії майбутнім фармацевтичним фахівцям.

Основна частина.

Компетентнісний підхід сприяє формуванню у студента здатності до навчання та самонавчання, забезпечує більшу гнучкість у взаємовідносинах з роботодавцями, що відіграє важливу роль у підготовці майбутнього фахівця. Крім того, така стратегія дозволяє вирішити актуальне протиріччя між орієнтацією професійної освіти на вдосконалення її суб'єктів та тенденцією до стандартизації вимог та технологій навчання студентів. Як показали численні дослідження поняття “компетентність” значно ширше, ніж звичні “знання” та “вміння”. Компетентність, в першу чергу, виражає значення традиційної тріади “знання, вміння, навички”, об'єднуючи їх між собою. По-друге, це поняття доцільніше використовувати для опису реального рівня підготовки фахівця, що відрізняється здатністю обирати найбільш оптимальне рішення, аргументовано відкидаючи неправильні, піддавати сумнівам ефективність, тобто володіти критичним мисленням. По-третє, компетентність передбачає постійне оновлення знань, володіння новою інформацією для успішного вирішення професійних завдань у даний час та в даних умовах, тобто компетентність – це здатність до актуального виконання діяльності. Також компетентна людина повинна не тільки розуміти сутність проблеми, а й вміти практично її вирішувати. Компетентний фахівець має можливість застосовувати певний метод вирішення проблеми залежно від конкретних умов [2].

Впровадженню компетентнісного підходу у навчальний процес у фаховому коледжі сприяють наступні принципи:

- принцип варіативності та відкритості (відповідність умовам ринку праці впливає на безперервний розвиток або заміну наявних компетенцій);



- принцип цілісності та багатоаспектності (наявні компетенції особистості стосуються різних сторін її життєдіяльності, але між ними існують складні взаємовідносини);
- принцип гуманності (основу кожної компетенції та всього підходу в цілому становить увага та турбота про оточуючих);
- принцип інтегративності (ефективність реалізації компетентнісного підходу базується на його зв'язках з іншими підходами, що відповідають сучасній освітній парадигмі) [3].

Фармацевтична хімія є нормативною дисципліною і її вивчення є невід'ємною частиною освітнього процесу підготовки фармацевтів у фаховому коледжі БДМУ. Одним з напрямків покращення розуміння студентами даного предмета є впровадження інтерактивних технологій навчання в навчальний процес. При цьому студенти залучаються до активних видів навчальної діяльності – пошукової, ігрової, комунікативної, що суттєво підвищує інтерес до предмета, активізує творче мислення. Фармацевтична хімія є інтегрованою з іншими хімічними, медико-біологічними та профільними дисциплінами. Така міжпредметна інтеграція дає можливість проведення інтерактивних круглих столів, мозкових штурмів, які спонукають до розгляду теоретичних або практичних завдань з точки зору суміжних дисциплін. Це безумовно покращить рівень засвоєння знань та формування навичок, навчить студента систематизувати інформацію, встановлювати взаємозв'язок між теоретичним матеріалом та його практичним значенням. Така робота може бути як колективною (робота в групах), так і індивідуальною, і полягає в підготовці проєктів у вигляді презентацій Power Point та їх подальшому захисті. Враховуючи, що фармацевтична хімія входить у вісь КРОКу, для студентів як денної, так і заочної форм навчання розробляються онлайн-консультації та вебінари, що дозволяє одночасно дистанційно працювати з великою аудиторією та вирішувати дискусійні питання в режимі онлайн при підготовці і до практичних завдань, і до єдиного комплексного іспиту.



Як нормативна дисципліна, фармацевтична хімія повинна забезпечувати формування наступних фахових (професійних) компетентностей:

➤ ФК2. Здатність здійснювати професійну діяльність згідно з вимогами санітарно-протиепідемічного режиму, охорони праці, техніки безпеки та протипожежної безпеки

➤ ФК5. Здатність виконувати завдання, направлені на забезпечення та контроль якості лікарських засобів та лікарської рослинної сировини.

У процесі вивчення дисципліни студент повинен засвоїти основні поняття фармацевтичної хімії: структуру, джерела отримання природних і синтетичних лікарських засобів, методи їх якісного та кількісного визначення, умови зберігання лікарських препаратів, зв'язок між структурою і фармакологічною дією лікарських засобів.

Крім професійних компетентностей при підготовці майбутнього фармацевта необхідно враховувати формування і загальних компетентностей, рекомендованих у проекті TUNING, а саме:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях;
- здатність планувати та керувати часом;
- знання та розуміння предметної області та професійної діяльності;
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- навички використання інформаційних та комунікативних технологій;
- здатність проведення досліджень на належному рівні;
- здатність навчатися та опановувати сучасні знання;
- здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність бути критичним та самокритичним;
- уміння визначати, ставити та вирішувати проблему;
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- здатність працювати в команді;
- навички міжособистісної взаємодії;



- навички здійснення безпечної діяльності;
- здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт;
- прагнення до збереження навколишнього середовища.

Для формування фахових компетентностей студентів-фармацевтів у фаховому коледжі БДМУ можна використати наступні методи:

- науково-методичне забезпечення підготовки майбутніх фахівців з урахуванням основних видів компетенцій;
- розробка типових програм, методичних посібників, підручників, методичних матеріалів;
- розробка та впровадження нових методик навчання та виховання з метою формування конкурентоспроможного фахівця;
- ефективне використання інноваційних програм освітніх технологій;
- використання інноваційних форм та методів індивідуального або групового пошуку [4].

Всі ці методи та технології активізують розумову діяльність студентів, формують позитивну мотивацію та розвивають інтерес до вивчення фармацевтичної хімії.

Висновки.

Модель підготовки фармацевта, спроможного ефективно виконувати професійні завдання, базується на розгалуженій системі ціннісних орієнтирів. Ця система не лише сприяє успішній професійній діяльності, а й формує певні соціальні якості фахівця. Досягнення цього стає можливим за умови цілеспрямованого формування та розвитку когнітивної, комунікативної, соціальної, мотиваційної та етичної компетентностей. Компетентнісний підхід, орієнтований на досягнення конкретного кінцевого результату, здатен суттєво покращити навчальний процес. Розбудована система компетентностей дозволить студенту опанувати навички самоконтролю власної діяльності та відповідальності за її результати, розвинути самостійність мислення, а також ефективно використовувати інноваційні підходи для досягнення поставлених цілей.



Література:

1. Бех І. Д. Теоретико-прикладний сенс компетентнісного підходу в педагогіці. Педагогіка і психологія. 2010. № 2. С. 26-31.
2. Бойчук Ю.Д. Компетентнісний підхід // В кн.: Наукові підходи до наукових педагогічних досліджень: Монографія / за заг. ред. докт. пед. наук, проф., чл.-кор. НАПН України В.І. Лозової. Харків: “Апостроф”.2011. С. 188.
3. Лебідь С. Г. Компетентнісний підхід до викладання медичної хімії [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2021/76/part_2/21.pdf
4. Борисенко М. В. Засоби формування професійної компетентності та виховання соціально-мобільної особистості [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://osvita.ua/school/lessons_summary/upbring/33147/

Abstract. *At the present stage, the rapid development of the pharmaceutical industry requires high-quality training of competent specialists who will be competitive in the labor market. This involves not only the in-depth acquisition of knowledge, skills, and abilities by future pharmacists, but also the formation of such important qualities as the ability for self-education, the pursuit of knowledge, and the development of social skills, including communication. Such training is implemented through the introduction of a competency-based approach into the educational process.*

Keywords: *competency-based approach, pharmaceutical chemistry, pharmacists, innovative technologies.*

Стаття надіслана до друку 25.07.2025

©Кропельницька



УДК 543:37.091.64:004

APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ELECTRONIC TEXTBOOKS AND TEACHING MATERIALS IN ANALYTICAL CHEMISTRY

ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПІДРУЧНИКІВ ТА
НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

Yulia Kropelnytska / Крпельницька Юлія

ORCID: 0000-0002-9517-8041

Alla Velyka / Велика Алла,

Candidate of biological sciences

ORCID: 0000-0001-6550-4822

Oleksandra Garvasiuk / Гарвасюк Олександра

Candidate of medical sciences

ORCID: 0000-0002-1936-2015

Bukovinian Medical State University

Анотація. Авторами у статті розглянуто актуальні підходи до розробки електронних посібників для вивчення аналітичної хімії. Проаналізовано ключові принципи дидактичного дизайну, технічні аспекти створення інтерактивного контенту, а також можливості використання мультимедійних елементів, симуляцій та інтерактивних завдань для підвищення ефективності засвоєння матеріалу. Особливу увагу приділено перевагам електронних посібників у формуванні практичних навичок студентів та розвитку їхнього критичного мислення в умовах сучасної дистанційної та змішаної форм навчання.

Ключові слова: електронний посібник, аналітична хімія, фармацевти.

Вступ.

Сучасний освітній простір в Україні характеризується все більшою інтеграцією в навчальний процес новітніх технологій, зокрема інтерактивних електронних підручників та навчальних й навчально-методичних посібників. Їх актуальність все більше зростає у вивченні таких складних і практично орієнтованих дисциплін, як аналітична хімія, де візуалізація, інтерактивність та доступ до актуальної інформації відіграють ключову роль у засвоєнні матеріалу.

Аналітична хімія є нормативною дисципліною у підготовці майбутніх фармацевтичних фахівців, а також входить у вісь ліцензійного інтегрованого іспиту «КРОК 1. Фармація». Тому матеріали, що використовуються у підготовці студентів мають постійно оновлюватися та вдосконалюватися.



Основна частина.

Традиційні паперові підручники, незважаючи на їхню незаперечну цінність, мають певні обмеження, які можуть бути подолані за допомогою електронних аналогів. Основними перевагами використання електронних навчальних матеріалів у вивченні аналітичної хімії є:

1) Інтерактивність та візуалізація. Аналітична хімія вимагає глибокого розуміння складних процесів, таких як титрування, хроматографія, спектроскопія. За допомогою електронних посібників виникає можливість впроваджувати анімовані симуляції, віртуальні лабораторні роботи, 3D-моделі молекул та приладів, що неможливо при застосуванні традиційних підручників. Це дає змогу студентам спостерігати за реакціями в режимі реального часу та експериментувати без витрат на реальні реактиви. Наприклад, студент може віртуально провести титрування, змінюючи концентрації розчинів та спостерігаючи за зміною кольору індикатора або побудовою кривої титрування.

2) Доступність та мобільність. Електронні матеріали доступні будь-коли з будь-якого пристрою, що має доступ до інтернету. Студенти мають змогу користуватися електронними посібниками для підготовки до занять у зручні для них час та місці. Також це значно спрощує оновлення та розповсюдження навчальної літератури.

3) Актуальність та оновлення. Наразі навчальна програма з дисципліни “Аналітична хімія” змінюється через внесення змін до вісі КРОКу. Робиться більший наголос на використанні фармакопейних реакцій при якісному аналізі катіонів та аніонів, а також більше впроваджуються фізико-хімічні методи кількісного визначення. На відміну від паперових аналогів, електронні посібники можна оперативно оновити, що гарантує доступ до найсвіжішої інформації. Це особливо важливо для розуміння сучасних аналітичних методів та їх застосування в реальних умовах.

4) Персоналізація навчання. Деякі електронні платформи дозволяють адаптувати навчальний матеріал під індивідуальні потреби студента. Наприклад,



можна налаштувати рівень складності завдань, пропонувати додаткові пояснення для складних тем, або ж, навпаки, пропускати вже освоєний матеріал.

5) Зворотний зв'язок та самоконтроль. Вбудовані тести, квізи та інтерактивні завдання з миттєвим зворотним зв'язком дозволяють студентам самостійно перевіряти свої знання та виявляти прогалини. Наприклад, при навчанні на платформі eOsvita для студентів представлені електронні матеріали у вигляді тестів, ситуаційних задач, при вирішенні яких студенти одразу отримують оцінку і коментар, що дає можливість скоректувати підходи до вивчення тої чи іншої теми. Викладачі, у свою чергу, також можуть відстежувати прогрес студентів та вносити деякі корективи у навчальний процес відповідно до отриманих результатів.

6) Економія ресурсів. Використання електронних підручників зменшує потребу у друці великих тиражів паперових книг, що є екологічно відповідальним та економічно вигідним.

7) Мультимедійність. Традиційні підручники текстово подають матеріал, ілюструючи його за допомогою рисунків, графіків, діаграм тощо. Натомість електронні посібники можуть включати відеоуроки, аудіо-пояснення, гіперпосилання на додаткові джерела інформації, наукові статті та бази даних. Це робить навчання більш різноманітним та захоплюючим [1].

Інструменти для Створення Інтерактивних Електронних Навчальних Матеріалів

Створити якісний електронний посібник не так просто. Адже для цього необхідне використання спеціалізованих інструментів. Їх можна поділити на декілька категорій:

1. Платформи для створення електронних курсів та LMS (Learning Management Systems):

- Moodle. Це одна з найпопулярніших платформ у закладах вищої освіти, зокрема і в Буковинському державному медичному університеті. Moodle дозволяє створювати структуровані курси, завантажувати різноманітні навчальні матеріали (презентації лекцій, методичні вказівки для студентів, конспекти,



відео, аудіо), додавати інтерактивні елементи (форуми, тести, опитування), організувати спільну роботу студентів.

- Google Classroom. Проста у використанні платформа від Google, що дозволяє організувати навчання, публікувати завдання, збирати роботи та надавати зворотний зв'язок. Вона добре інтегрується з іншими сервісами Google (Docs, Slides, Forms).

- Canvas. Комерційна, але дуже потужна та гнучка LMS, що пропонує широкий функціонал для створення та управління навчальними курсами, включаючи інструменти для інтерактивності, аналітики та комунікації.

2. Інструменти для створення інтерактивного контенту:

- H5P. Відкрита платформа для створення різноманітного інтерактивного контенту без програмування. За допомогою H5P можна створювати інтерактивні відео, тести з множинним вибором, drag-and-drop завдання, інтерактивні презентації, часові шкали та багато іншого. Створений контент легко вбудовується в Moodle, WordPress та інші LMS. Це чудовий інструмент для візуалізації хімічних реакцій, принципів роботи приладів або послідовності лабораторних операцій.

- Adobe Captivate. Ще один потужний інструмент для створення інтерактивних симуляцій, віртуальних лабораторних робіт та демонстрацій програмного забезпечення. Ідеально підходить для навчання роботі з хімічним програмним забезпеченням або моделювання приладів.

- Nearpod/Pear Deck. Інструменти для створення інтерактивних презентацій, що дозволяють інтегрувати опитування, віртуальні екскурсії та інші інтерактивні елементи безпосередньо в слайди лекції. Це дозволяє підтримувати залученість студентів під час лекцій з аналітичної хімії.

3. Програмне Забезпечення для Моделювання та Симуляцій:

- ChemDraw/Chem3D (PerkinElmer). Стандартні інструменти для малювання хімічних структур, створення 3D-моделей молекул та візуалізації їхньої конформації. Це критично важливо для розуміння будови досліджуваних хімічних речовин та реагентів.



- Labster/Virtual Labs. Спеціалізовані платформи, що пропонують готові віртуальні лабораторні симуляції з різних дисциплін, включаючи аналітичну хімію. Вони дозволяють студентам безпечно виконувати експерименти, повторювати їх, отримувати зворотний зв'язок та розвивати практичні навички. Хоча ці рішення часто комерційні, вони можуть значно підвищити якість практичного навчання.

- MATLAB. Ще одні потужні інструменти для математичного моделювання, візуалізації даних та розробки алгоритмів, які можуть бути використані для симуляції складних аналітичних процесів.

Як показала практика електронні посібники мають безліч переваг. Однак вони мають і ряд недоліків. Серед них:

- зменшення “живого” спілкування: більше використання комп'ютерних технологій у навчанні може призвести до дефіциту активного словникового запасу, зменшення практики соціальної взаємодії та комунікації, а також посилення індивідуалізму;

- недостатнє технічне забезпечення: для роботи з електронними матеріалами студентам потрібне відповідне комп'ютерне обладнання з необхідним програмним забезпеченням та монітором високої якості, а також доступ до інтернету. Але у сьогоденних реаліях це не завжди доступно [1].

Висновки.

Перспективи використання інтерактивних електронних матеріалів в аналітичній хімії є величезними. Вони здатні трансформувати освітній процес, роблячи його більш динамічним, захоплюючим та ефективним. З розвитком технологій, таких як віртуальна та доповнена реальність (VR/AR), можливості для імерсивного навчання в аналітичній хімії будуть лише розширюватися, дозволяючи студентам зануритися у світ хімічних процесів та експериментів на абсолютно новому рівні.

Хоча процес розробки електронних навчальних посібників вимагає значних зусиль, інвестиції в ці технології безумовно окупляться, покращуючи якість освіти та готуючи висококваліфікованих фахівців у галузі аналітичної хімії.



Майбутнє освіти – за інтерактивністю та інноваціями, і електронні навчальні матеріали є ключовою складовою цього майбутнього [2].

Література:

1. Єсіна О. Г., Лінгур Л. М. Електронний підручник як засіб підвищення якості освіти [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1402/1>

2. Шупік І. М. Особливості використання електронних підручників в ПТНЗ [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/2487/1Шупик стаття 2013-1.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/2487/1Шупик%20стаття%202013-1.pdf)

Abstract. *The authors of the article discuss current approaches to the development of electronic teaching materials for studying analytical chemistry. Key principles of didactic design, technical aspects of creating interactive content, as well as the possibilities of using multimedia elements, simulations, and interactive tasks to enhance the effectiveness of material assimilation are analyzed. Special attention is paid to the advantages of electronic teaching materials in forming students' practical skills and developing their critical thinking in the context of modern distance and blended learning formats.*

Keywords: *electronic textbook, analytical chemistry, pharmacists.*

Стаття надіслана до друку 25.07.2025

©Кропельницька



УДК 377.5:615.1:37.018.43

ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK IN THE STUDY OF PHARMACEUTICAL CHEMISTRY AT PROFESSIONAL COLLEGE OF BSMU

ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ПРИ ВИВЧЕННІ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ХІМІЇ У ФАХОВОМУ КОЛЕДЖІ БДМУ

Yulia Kropelnytska / Крпельницька Юлія

ORCID: 0000-0002-9517-8041

Alla Velyka / Велика Алла,*Candidate of biological sciences*

ORCID: 0000-0001-6550-4822

Oleksandra Garvasiuk / Гарвасюк Олександра*Candidate of medical sciences*

ORCID: 0000-0002-1936-2015

Bukovinian Medical State University

Анотація. Сучасна освіта в Україні визначає гуманістичний підхід в організації навчального процесу як пріоритетний напрямок, ключовим принципом якого є розвиток особистості. Ступінь розвитку студента як особистості визначається його здатністю самостійно здобувати нові знання та застосовувати їх у практичній діяльності. Навчання вважається найрезультативнішим, коли студент досягає такого рівня, що готовий до самоосвіти та самовиховання, що неможливо без самостійності.

Ключові слова: самостійна робота, фармацевтична хімія, студенти фахового коледжу.

Вступ.

Поняття “навчання” зазвичай передбачає аудиторну роботу студентів. Однак впровадження Болонської кредитно-модульної системи у фахову передвищу освіту змусило нас зосередити увагу на позааудиторній та самостійній роботі, за рахунок зменшення аудиторних годин і, відповідно, збільшення обсягу матеріалу для самостійного опрацювання. У зв’язку з цим, аналіз самостійної роботи як форми навчальної діяльності є вкрай важливим.

Самостійна робота студента є результатом правильно організованої навчальної діяльності, що мотивує її самостійне поглиблення та доповнення у вільний час або на відповідних гуртках. Це поняття ширше, ніж позааудиторна робота, яка зазвичай передбачає виконання завдань, заданих викладачем, для підготовки до наступної теми.



Основна частина.

Самостійна робота студента розглядається як специфічний вид навчальної діяльності, форма самоосвіти, пов'язана з роботою в аудиторії.

Вчені виділяють такі основні ознаки самостійної роботи:

- постановка задачі;
- керівництво викладача;
- самостійність студентів;
- виконання завдань студентами без участі викладача;
- активність студентів [1].

Для успішної реалізації самостійної освіти необхідно грамотно підійти до вибору форми самостійної роботи студента. Розглядають декілька варіантів:

- Постановка мети та планування самостійної роботи студент здійснює за допомогою викладача як консультанта.
- Постановку мети здійснює викладач, а планування виконують студенти самостійно.
- Постановку мети та планування здійснює студент самостійно, але завдання дає викладач.
- Робота виконується студентом самостійно за власної ініціативи, без допомоги консультанта.

Для успішної розробки та підготовки аудиторної та самостійної роботи найкраще застосовувати інтерактивні технології: різноманітні методи, як кейс-метод, мозковий штурм, робота у малих групах тощо. Також для гармонійного всебічного розвитку особистості навчання має включати проблемні ситуації, при розв'язанні яких засвоєння знань та формування інтелектуальних умінь відбувається в процесі самостійного вирішення студентами ситуаційних задач під керівництвом викладача.

Відповідно до компонентів навчальної діяльності виділяють наступні види самостійної роботи:

1. Самостійна робота на етапі постановки навчальної задачі. Містить завдання, спрямовані на формування загального методу дій. Це спонукає



студента задуматися над тим, що він знає і на що необхідно звернути увагу при підготовці до самостійного опрацювання. Зазвичай роботу такого виду пропонують проводити у груповій формі.

2. Самостійна робота на етапі вирішення навчальної задачі. Містить завдання, в яких нова інформація не подається у готовому вигляді. Результат досягається внаслідок самостійної послідовної діяльності студента. На цьому етапі успішною вважається групова робота та робота у парах.

3. Самостійна робота на етапі вирішення практичних задач. На цьому етапі формуються вміння виконувати поставлені задачі шляхом звернення до загальної послідовності дій.

4. Самостійна робота на етапі контролю та самоконтролю. Найціннішим при виконанні самостійної роботи є самоконтроль – здатність людини, що ґрунтується на умінні регулювати свою діяльність і поведінку. Досвід показує, що найбільш помітними є чужі помилки, отже, важливим також є проведення взаємоконтролю [2].

У фаховому коледжі БДМУ є власний досвід щодо планування самостійної роботи з фармацевтичної хімії для студентів фахового коледжу спеціальності “Фармація, промислова фармація”. Розглянемо на прикладі розробки з теми: “Лікарські засоби похідні фенолів та ароматичних амінів”. Ця тема є актуальною, оскільки розуміння хімічних властивостей та механізмів дії цих сполук є критично важливим для фармацевтичної практики, а також є невід’ємною частиною суміжних дисциплін, як технологія лікарських речовин, фармакології, що в свою чергу забезпечує комплексну підготовку висококваліфікованих фармацевтів.

Очікуваними результатами цієї самостійної роботи є вироблення у студентів умінь та навичок щодо описування будови та властивостей лікарських засобів – похідних фенолів та ароматичних амінів, аналізу впливу різних факторів на їхню активність та стабільність, а також підбір актуальних методів ідентифікації та кількісного визначення.



Для підготовки першого етапу проектування мети та планування роботи студент отримує орієнтовну картку самопідготовки, в якій описані завдання та пояснення щодо їх виконання.

Вигляд картки може бути наступним:

<i>Завдання</i>	<i>Вказівки до завдань</i>
Будова та хімічні властивості фенолів	Знати особливості електронної будови фенольного гідроксилу та бензолного кільця. Вміти пояснювати підвищену кислотність фенолів порівняно зі спиртами та вплив замісників на цю кислотність.
Лікарські засоби, похідні фенолів	Знати представників цієї групи (наприклад, парацетамол, саліцилова кислота, фенол як антисептик), їхні хімічні формули, способи отримання, а також зв'язок між їхньою будовою та фармакологічною дією.
Будова та хімічні властивості ароматичних амінів	Знати особливості електронної будови аміногрупи, що безпосередньо пов'язана з ароматичним кільцем, та її вплив на основність. Вміти пояснювати знижену основність ароматичних амінів порівняно з аліфатичними.
Лікарські засоби, похідні ароматичних амінів	Знати представників цієї групи (наприклад, сульфаніламід, анілін як вихідна речовина), їхні хімічні формули, способи одержання, а також зв'язок між їхньою будовою та фармакологічною дією.
Якісні реакції на феноли та ароматичні аміни	Знати основні реакції, що використовуються для ідентифікації фенольного гідроксилу та первинної ароматичної аміногрупи у фармацевтичному аналізі, а також найбільш характерні методи кількісного визначення.

На етапі контролю студентам пропонуються питання для самоконтролю, тестові завдання та ситуаційні задачі. Зокрема, питання можуть бути наступними: “Поясніть, чому парацетамол, який є похідним фенолу, має знеболюючу та жарознижуючу дію. Опишіть його хімічну будову та поясніть наявність кислотних центрів”, “Назвіть ключові відмінності у хімічних властивостях аніліну та етиламіну. Як ці відмінності впливають на їхнє застосування у фармації?”, “Які якісні реакції можна запропонувати для підтвердження фенольного гідроксилу в молекулі саліцилової кислоти? Напишіть відповідні рівняння реакцій”.

У якості типових задач та ситуаційних завдань для самостійного опрацювання можна навести наступні приклади:



Задача № 1. Напишіть хімічні рівняння реакцій отримання ацетилсаліцилової кислоти (аспірину) з саліцилової кислоти. Вкажіть, до якого класу органічних сполук належить саліцилова кислота і чому вона є похідною фенолу.

Задача № 2. Укажіть, які функціональні групи присутні в молекулі сульфаніламідних препаратів (наприклад, Стрептоциду). Доведіть, що ці сполуки є похідними ароматичних амінів, і поясніть їхній механізм антибактеріальної дії з точки зору хімічної будови.

Ситуаційне завдання № 1. Фармацевт готує розчин для ін'єкцій, що містить лікарську речовину – похідну фенолу. При додаванні розчину ферум(III) хлориду спостерігається фіолетове забарвлення. Поясніть, що це означає, та наведіть можливі хімічні реакції.

Ситуаційне завдання № 2. До аптеки надійшла партія нового лікарського засобу, який, за інструкцією, є похідним ароматичного аміну. Під час зберігання ви помітили, що колір препарату змінився. Запропонуйте можливі причини зміни кольору з хімічної точки зору та які заходи можна вжити для запобігання таким змінам у майбутньому.

Висновки.

Грамотно спланована та організована самостійна робота сприятиме отриманню студентами фахового коледжу більш глибоких знань у галузі фармацевтичної хімії, зокрема щодо лікарських засобів – похідних фенолів та ароматичних амінів. Виконання різноманітних у дидактичному плані завдань та ситуаційних задач позитивно впливатиме на розвиток пізнавальних і творчих можливостей, а також сприятиме швидшому формуванню у студентів умінь та навичок практичного характеру, необхідних для майбутньої професійної діяльності фармацевта. Виходячи з практичного досвіду, саме у виконанні самостійної роботи у студентів проявляються мотивація, цілеспрямованість, самоорганізація, самостійність, самоконтроль та інші особистісні якості, характерні для майбутнього конкурентоздатного фахівця у фармацевтичній галузі.



Література:

1. Морозова Л. Організація самостійної роботи студентів у закладах вищої освіти України. Український педагогічний журнал, 2024, 4, 154-156.
2. Гончаров М. С. Організація самостійної роботи студентів у коледжах засобами інформаційних технологій [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://umo.edu.ua/images/content/nashi_vydanya/stud_almanah/11_.pdf.

Abstract. *Modern education in Ukraine defines a humanistic approach to organizing the educational process as a priority direction, the key principle of which is personality development. The degree of a student's personal development is determined by their ability to independently acquire new knowledge and apply it in practical activities. Learning is considered most effective when a student reaches a level where they are ready for self-education and self-upbringing, which is impossible without independence.*

Keywords: *independent work, pharmaceutical chemistry, students of professional college.*

Стаття надіслана до друку 25.07.2025

©Кропельницька



УДК 378.025:543

**APPLICATION OF THE "BRAINSTORMING" METHOD IN TEACHING
ANALYTICAL CHEMISTRY TO PHARMACY STUDENTS AT
BUKOVINIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY**

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ “МОЗКОВИЙ ШТУРМ” У ВИКЛАДАННІ
АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ СТУДЕНТАМ-ФАРМАЦЕВТАМ У БУКОВИНСЬКОМУ
ДЕРЖАВНОМУ МЕДИЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**

Yulia Kropelnytska / Кропельницька Юлія

ORCID: 0000-0002-9517-8041

Alla Velyka / Велика Алла,

Candidate of biological sciences

ORCID: 0000-0001-6550-4822

Oleksandra Garvasiuk / Гарвасюк Олександра

Candidate of medical sciences

ORCID: 0000-0002-1936-2015

Bukovinian Medical State University

***Анотація.** Сучасна освіта в Україні в основному орієнтується на загальнолюдські цінності, а саме на особистісно-діяльнісний підхід. Це означає, що у центрі навчального процесу перебуває учень, а його розвиток та становлення як особистості відбувається за певних умов. Для успішного навчання важливо створити позитивний настрій, забезпечити відчуття рівності серед учасників та сприятливу атмосферу в колективі для досягнення спільних цілей. Особливе значення має усвідомлення студентом важливості колективно сформованих висновків, можливість вільно висловлювати власну думку та поважати думки інших. При цьому викладач вже не тільки джерело знань, а більше як порадник чи старший товариш. Усі ці умови ефективно реалізуються за допомогою інтерактивних технологій, які належать до інноваційних педагогічних методів.*

***Ключові слова:** аналітична хімія, інноваційні технології навчання, мозковий штурм, студенти-фармацевти.*

Вступ.

Сучасна система вищої медичної та фармацевтичної освіти в Україні переживає період глибоких трансформацій, спрямованих на підвищення якості підготовки фахівців, їх конкурентоспроможності на ринку праці та відповідності європейським стандартам. Буковинський державний медичний університет, як провідний заклад вищої медичної освіти, активно впроваджує інноваційні підходи для досягнення цих цілей. У контексті підготовки майбутніх магістрів фармації, одним із ключових предметів є аналітична хімія, що є нормативною дисципліною та формує фундаментальні знання й практичні навички, необхідні



для здійснення професійної діяльності, зокрема контролю якості лікарських засобів і розробки нових препаратів [1].

Проте, незважаючи на очевидну важливість, викладання аналітичної хімії зіткнулося з низкою викликів: зменшення загальної кількості аудиторних годин на вивчення предмета, що вимагає інтенсифікації освітнього процесу та пошуку нових шляхів для ефективного засвоєння матеріалу. Активізація пізнавальної діяльності студентів та формування їхньої творчої активності стають пріоритетними завданнями. У цьому контексті інноваційні педагогічні методи набувають особливого значення. Якість освіти визначається як комплексна характеристика компетенцій та компетентностей фахівця, що характеризують його можливість здійснювати професійну діяльність. Тільки розуміючи це поняття, можна говорити про можливість підвищення якості навчання та пізнавальної активності студентів [2].

Метою даної статті є аналіз ефективності застосування методу “мозковий штурм” у викладанні аналітичної хімії студентам-фармацевтам.

Основна частина.

“Мозковий штурм” (або брейнстормінг) – це інтерактивний метод групового генерування ідей, розроблений для швидкого отримання великої кількості рішень щодо певної проблеми. Його основна ідея полягає у відділенні процесу генерування ідей від їхньої критики та оцінки. Це створює атмосферу, що заохочує вільне висловлення навіть найбільш неординарних думок, без побоювання бути засудженим.

Основні принципи “мозкового штурму” включають:

- ❖ заохочення до висловлення будь-яких ідей: усі пропозиції, незалежно від їхньої реалістичності чи доцільності, вітаються. Це стимулює креативне мислення та дозволяє вийти за межі стандартних підходів;

- ❖ заборона критики та оцінки ідей на етапі генерування: головна мета першого етапу – накопичити якомога більше ідей. Будь-яка критика на цьому етапі може пригнічувати творчість та обмежувати потік думок;



❖ кількість ідей важливіша за якість на початковому етапі: чим більше ідей згенеровано, тим вища ймовірність знайти по-справжньому ефективне рішення. Оцінка та відбір відбуваються на наступних етапах;

❖ комбінування та вдосконалення ідей: учасникам пропонується не тільки генерувати нові ідеї, але й розвивати вже висловлені, поєднувати їх або модифікувати [3].

Переваги "мозкового штурму" для навчального процесу в цілому та для викладання аналітичної хімії зокрема є значними:

1) стимулювання творчого мислення та креативності: метод сприяє розвитку нестандартного підходу до вирішення завдань;

2) активізація пізнавальної діяльності студентів: замість пасивного сприйняття інформації, студенти залучаються до активного пошуку рішень, що підвищує їхній пізнавальний інтерес;

3) розвиток навичок командної роботи та комунікації: робота в групах під час "мозкового штурму" навчає студентів ефективно взаємодіяти, слухати один одного та висловлювати свої думки;

4) підвищення зацікавленості до вивчення предмету та мотивації до навчання: Завдяки інтерактивному формату та можливості генерувати власні ідеї, навчання стає більш захопливим;

5) формування критичного мислення та навичок вирішення проблем: студенти вчаться не тільки генерувати ідеї, але й аналізувати їх, оцінювати та обирати найкращі рішення.

Незважаючи на численні переваги, метод "мозковий штурм" має і певні недоліки та обмеження у застосуванні. Його не завжди можна використовувати через складність матеріалу, що вивчається, або невідповідність студентів самостійно здійснювати інформаційний пошук у правильному напрямку. Також існує ризик домінування окремих учасників у групі, що може обмежувати внесок інших. Тому виправдовує себе комплекс використання традиційного та проблемного навчання, які взаємно доповнюють одне одного і компенсують недоліки [4].



При викладанні аналітичної хімії, яка є кроківською дисципліною, на кафедрі медичної та фармацевтичної хімії враховується вже нова вісь ЄДКІ для студентів фармацевтів, згідно якої йде фокусування на застосуванні якісного і кількісного аналізу на застосуванні у фармацевтичній галузі. Розглянемо приклади завдань, які пропонуються на практичних заняттях для проведення “мозкового штурму” в рамках вивчення якісного аналізу. Застосування такого інтерактивного методу дозволяє студентам не просто запам’ятовувати реакції, а осмислено підходити до вибору реагентів та умов їх проведення, враховуючи можливу будову лікарських речовин.

Можливі завдання “мозкового штурму”:

Завдання 1. “У вас, як у провізора-аналітика контрольної-аналітичної лабораторії, на аналізі знаходиться невідомий порошок, який, за попередніми даними, може бути одним з наступних лікарських засобів: кальцію глюконат, натрію хлорид або магнію сульфат. Запропонуйте якомога більше якісних реакцій для послідовного виявлення катіонів (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+}) та аніонів (Cl^- , SO_4^{2-} , $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7^-$), які дозволять ідентифікувати кожну речовину. Обґрунтуйте вибір реактивів та умови проведення реакцій, враховуючи можливі сторонні впливи”. Викладач може наголосити на тому, що реакції мають бути фармакопейними, що підкреслить міждисциплінарний зв’язок з фармацевтичною хімією.

Можливі ідеї студентів, які можуть бути висловлені під час “штурму”:

- для виявлення іонів Ca^{2+} : студенти можуть запропонувати реакцію з оксалатом амонію $[(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4]$, що призводить до утворення білого осаду кальцію оксалату (CaC_2O_4). Можуть також згадати забарвлення полум’я пальника у цегляно-червоний колір;
- для виявлення Na^+ : ідеями можуть бути реакція з калію піроантимонатом (утворення білого кристалічного осаду) або інтенсивне жовте забарвлення полум’я пальника;
- для виявлення Mg^{2+} : студенти можуть запропонувати реакцію з динатрію гідрофосфатом (Na_2HPO_4) в присутності аміачного буферу з утворенням білого



кристалічного осаду магнію амоній фосфату (MgNH_4PO_4), або реакцію з органічними реагентами, такими як магнезон I, що дає характерне забарвлення;

- для виявлення Cl^- : найбільш очевидною ідеєю є реакція з нітратом срібла (AgNO_3), що призводить до утворення білого сирнистого осаду аргентум хлориду (AgCl), розчинного в розчині аміаку;

- для виявлення SO_4^{2-} : студенти можуть запропонувати реакцію з хлоридом барію (BaCl_2), що призводить до утворення білого кристалічного осаду барію сульфату (BaSO_4), нерозчинного в кислотах;

- для виявлення $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7^-$ (глюконат-іону): можуть бути запропоновані реакції, характерні для глюкози, наприклад, реакція з розчином йоду (утворення синього забарвлення з крохмалем) або реакції, що свідчать про наявність гідроксильних груп.

- важливим етапом буде обговорення усунення стороннього впливу (наприклад, маскування іонів) та послідовності проведення аналізу, що має вирішальне значення для правильної ідентифікації.

Завдання 2. “Розробіть алгоритм проведення краплинних реакцій мікроаналізу для швидкого та якісного виявлення наявності саліцилової кислоти в таблетці “Аспірин” та кофеїну в таблетці “Цитрамон”. Які переваги та недоліки мають краплинні реакції порівняно з іншими методами якісного аналізу?”

Можливі ідеї студентів під час “штурму”:

- для визначення саліцилової кислоти: основною ідеєю буде реакція з розчином феруму(III) хлориду (FeCl_3), яка дає характерне фіолетове забарвлення. Студенти можуть обговорити підбір розчинника для приготування розчину зразка таблетки;

- для визначення кофеїну: класичною реакцією є мурексидна проба (реакція з концентрованою нітратною кислотою та подальше додавання аміаку), яка призводить до утворення червоного забарвлення;

- студенти можуть запропонувати використовувати фільтрувальний папір як носій для краплинних реакцій, що дозволяє проводити аналіз на мікрорівні;



- обговорення переваг краплинних реакцій: швидкість проведення, простота виконання, мінімальна кількість необхідного зразка, можливість польового аналізу;

- обговорення недоліків: часто нижча чутливість порівняно з інструментальними методами, можливі інтерференції від інших компонентів, що можуть давати аналогічні забарвлення, а також те, що вони дають лише якісну оцінку, а не кількісну.

Студенти проводять “мозковий штурм”, оформляючи результати у вигляді презентації. Викладач виступає в ролі спостерігача і скеровує думки студентів.

Висновки.

Застосування “мозкового штурму” у вивченні аналітичної хімії дозволяє студентам не просто відтворювати завчені хімічні реакції, а розвивати навички аналітичного мислення, креативно підходити до вирішення проблем, обґрунтовувати свій вибір та враховувати практичні аспекти проведення аналізу лікарських препаратів. Це сприяє глибшому розумінню предмета та формуванню професійної компетентності.

Література:

1. Ромашко Т. П. Сучасні інноваційні підходи до викладання хімічних дисциплін [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/21088/1/72.pdf>.

2. Стороженко Д. О., Бунякіна Н. В., Дрючко О. Г. Інноваційні технології навчання при викладанні хімії у ЗВО [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/5502/1/storozhenko_tekst.pdf.

3. Козинець І. І., Журавель М. О. Переваги та недоліки “мозкового штурму” під час колективного обговорення проблем. Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля, 2016, 1(11), 240-243.

4. Мергель Т. В. Застосування інтерактивного методу “мозкового штурму” у навчальному процесі. Медична освіта, 2015, 4, 44-46.



Abstract. *Modern education in Ukraine is primarily focused on universal human values, specifically on the personality-activity approach. This means that the student is at the centre of the educational process, and their development and formation as a personality occur under certain conditions. For successful learning, it is important to create a positive mood, ensure a sense of equality among participants, and a favourable atmosphere in the team to achieve common goals. Of particular importance is the student's awareness of the value of collectively formulated conclusions, the ability to freely express their own opinion, and to respect the opinions of others. In this regard, the teacher is no longer just a source of knowledge, but more like an advisor or a senior colleague. All these conditions are effectively implemented through interactive technologies, which belong to innovative pedagogical methods.*

Keywords: *analytical chemistry, innovative teaching technologies, brainstorming, pharmacy students.*

Стаття надіслана до друку 25.07.2025

©Велика



УДК 504

ANALYSIS OF THE AIR POLLUTION INTENSITY BY DUST EMISSIONS FROM AUTO TRANSPORT IN KRYVIY RIH CITY

АНАЛІЗ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПИЛОВИМИ ВИКИДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІСТА КРИВИЙ РІГ

Dolyna O.O. / Долина О.О.

с.б.с., / к.б.н.

ORCID: 0000-0002-4175-746X

Kryvyi Rih National University,

Kryvyi Rih, Vitaly Matusevich str., 11, 50027

Криворізький національний університет,

вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, 50027

Panova S.M. / Панова С.М.

с.т.с., as.prof. / к.т.н., доц.

Kryvyi Rih National University,

Kryvyi Rih, Vitaly Matusevich str., 11, 50027

Криворізький національний університет,

вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, 50027

Анотація. Досліджені рівні концентрації пилових часток діаметром РМ 2,5 та РМ 10 на вулицях міста Кривий Ріг з різною інтенсивністю транспортного потоку. Визначена пряма залежність концентрації пилу від температури повітря та зворотна залежність від вологості повітря. Відмічене перевищення допустимих концентрацій пилу протягом липня-серпня у два рази порівняно з допустимими нормами.

Ключові слова: викиди, запиленість, забруднення атмосфери, концентрація часток.

Вступ.

Атмосферне повітря – найважливіший природний ресурс, від якого в значній мірі залежить стан навколишнього середовища і здоров'я людини.

За висновками Центральної геофізичної обсерваторії України ім. Бориса Срезневського у першому півріччі 2022 року оцінка стану та характеристик забруднення атмосфери проводилася у 39 найбільших містах України на 129 стаціонарних постах загальної державної системи моніторингу гідрометслужби [6].

У перші шість місяців 2022 року рівень забруднення атмосфери (за відповідністю до комплексного параметру – індексу забруднення атмосферного повітря) був оцінений як надто високий у м. Маріуполі. У десяти містах України



рівень забруднення визначався як високий – це міста Запоріжжя, Кривий Ріг, Кам'янське, Київ, Одеса, Дніпро, Миколаїв, Херсон, Черкаси, Кременчук.

Окрім розвинутої промисловості потужний вплив у забруднення атмосферного повітря міста Кривий Ріг вносить транспорт, зокрема автомобільний. Втім, частку його у загальній масі забруднень встановити практично неможливо. Тому актуальним є вимірювання загального рівня забруднення у місцях концентрації автомобільного транспорту.

Забруднення повітря автотранспортом має ще більший вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення, ніж вважається зазвичай. По-перше, значна кількість автомобілів сконцентрована у густонаселених районах, таких як міста та промислові центри. По-друге, викиди автомобілів відбуваються в приземних шарах атмосфери, де проживають люди і де найгірші умови для їх розсіювання. По-третє, відпрацьовані гази містять висококонцентровані токсичні речовини, які є основними забруднювачами повітря. Ці шкідливі речовини можуть залишатися в атмосфері від десяти днів до півроку.

В автомобільних вихлопах міститься понад 200 токсичних хімічних сполук, більшість з яких – це вуглеводні. Через їхню різноманітність досліджуються лише найбільш поширені компоненти або їхні групи.

Окрім прямого впливу на людину, автомобільні викиди спричиняють непрямі наслідки. Підвищення рівня діоксиду вуглецю, який є природним компонентом атмосфери, сприяє глобальному потеплінню (парниковому ефекту).

Отже, актуальним продовжує залишатись питання оцінки кількості забрудників, що потрапляють у атмосферне повітря від автотранспорту. Особливу увагу при цьому заслуговує саме пил, що є потужною проблемою, особливо у таких промислових містах як Кривий Ріг.

Мета роботи: визначити параметри забруднення атмосферного повітря пилом різної дисперсності для оцінки його впливу на оточуюче середовище та здоров'я населення.



Вивченню пилового забруднення від автомобільного транспорту в умовах великих міст присвячується велика увага серед науковців всього світу. Зокрема, досліджуються проблеми джерел утворення пилу [1, 2, 9-11], диференціації пилу за фракційним складом [3, 5, 8], а також стану атмосферного повітря в цілому [4, 7].

Методика досліджень.

Дослідження стану атмосферного повітря м. Кривий Ріг проводились у період з 01 квітня по 31 серпня 2024 року. У якості пробних ділянок було обрано об'єкти у межах м. Кривий Ріг. Перша пробна ділянка – вулиця з інтенсивним рухом автотранспорту (проспект Миру) має шість смуг для руху та характеризується високою інтенсивністю трафіку 50-70 одиниць на хвилину (од/хв). Вулиця з помірним потоком транспорту (вулиця Героїв АТО) – ділянка з одностороннім рухом у дві смуги з інтенсивністю трафіку 8-10 од/хв. У якості контрольної ділянки було обрано паркову зону (парк ім. Б. Хмельницького), точка відбору проб віддалена від найближчих автодоріг на відстань мінімум 200 м.

Вимірювання запиленості повітря проводили за допомогою ручного приладу Particle counter NT-9600. Вимірювання, згідно до технічних характеристик приладу, проводиться оптоелектронним методом при протягуванні повітря за допомогою насоса. Швидкість протягування повітря 1 л/хв, тривалість одного заміру – 2 хв. Прилад дозволяє одночасно встановлювати кількість часток діапазону РМ 2,5 та РМ 10.

Збір даних проводили щоденно у період з 12:00 до 13:00 год. Для забору проб прилад тримали на висоті 150-160 см від дорожнього покриття стоячи на узбіччі дороги на мінімальній безпечній відстані від проїжджої частини. Така висота розміщення приладу відповідає шару повітря на рівні органів дихання людини.

Результати досліджень.

Нами проведено аналіз динаміки денної температури (рисунок 1) та відносної вологості повітря (рисунок 2), як ключових параметрів навколишнього



середовища, що впливають на інтенсивність виносу пилу у повітря із дорожнього полотна.

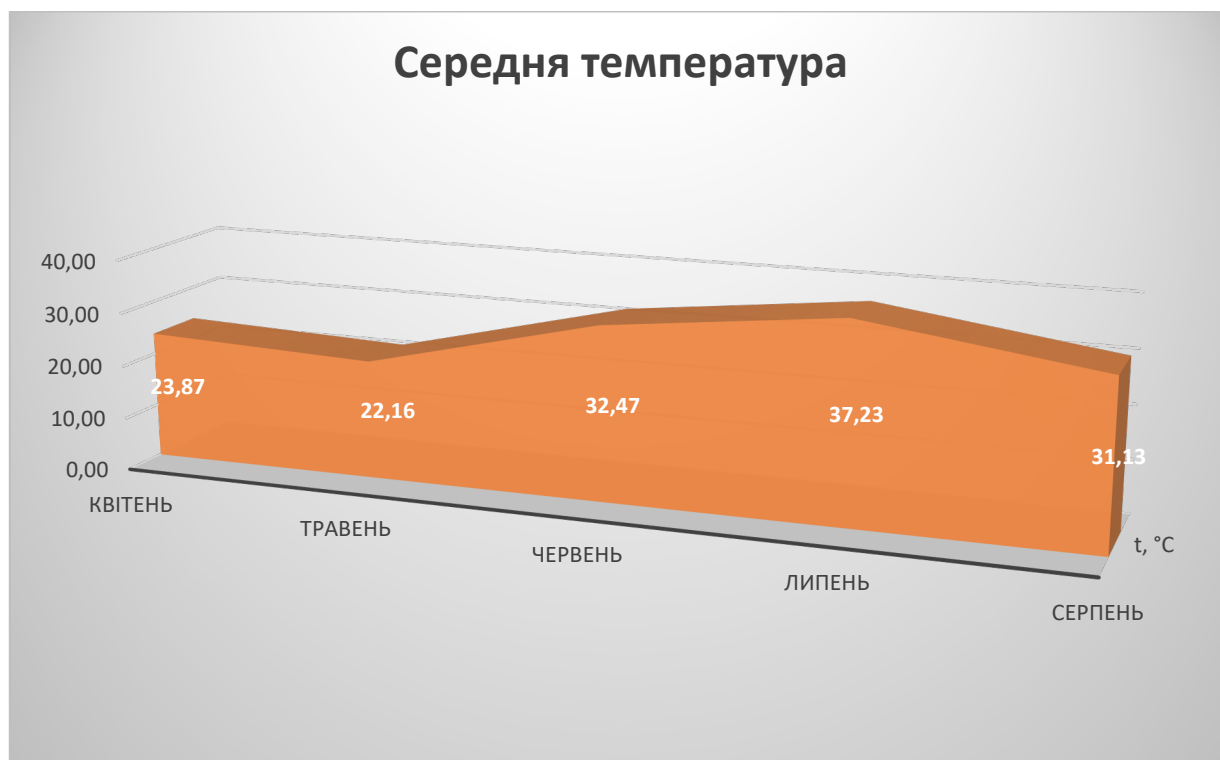


Рисунок 1 – Динаміка денної температури

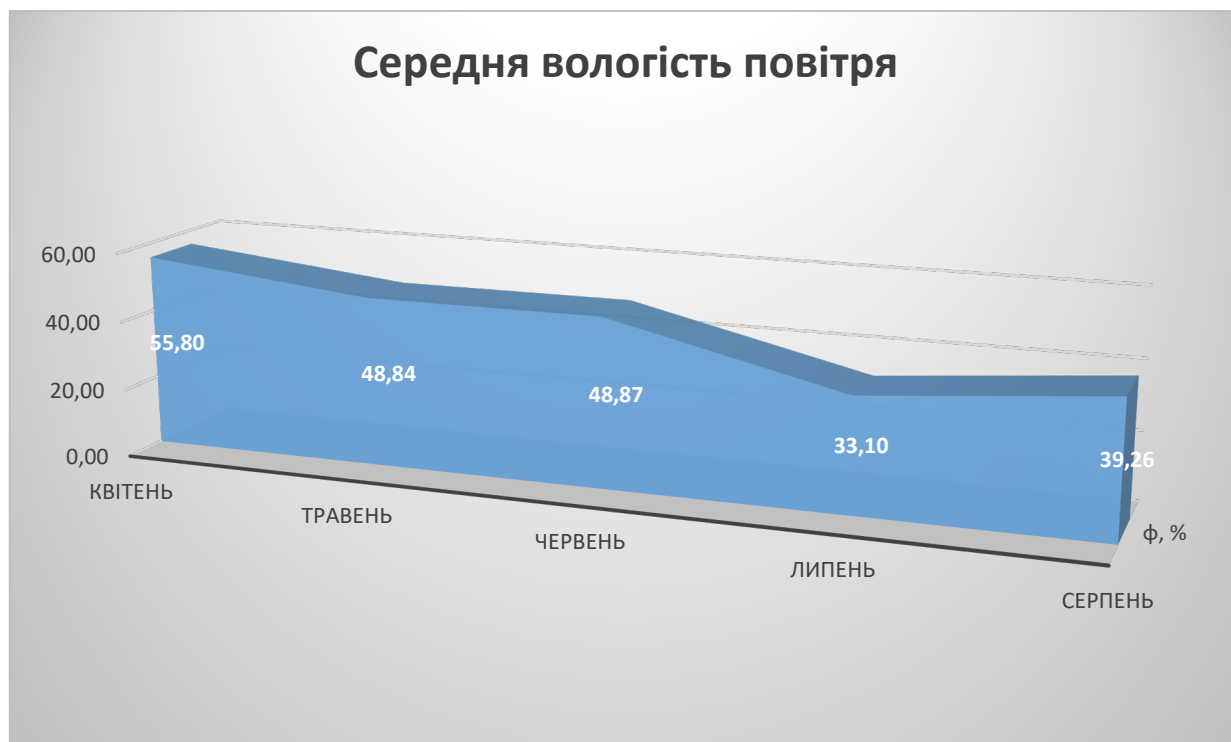


Рисунок 2 – Динаміка відносної вологості повітря



За результатами вимірювань можна стверджувати, що динаміка концентрації пилових часток у атмосфері детермінується сукупною дією показників температури та вологості. При цьому спостерігається пряма залежність від значення температури та обернена – від вологості повітря.

Усереднені результати вимірювання параметрів стану атмосферного повітря та запиленості повітря за фракціями наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Усереднені результати вимірювань запиленості

			Інтенсивний потік транспорту		Помірний потік транспорту		Умовний контроль	
Місяць	t, °C	φ, %	PM 2,5	PM 10	PM 2,5	PM 10	PM 2,5	PM 10
Квітень	23,87	55,80	11,40	26,70	5,60	18,50	3,70	9,40
Травень	22,16	48,84	14,77	35,03	9,55	26,87	6,00	16,06
Червень	32,47	48,87	27,97	62,40	15,27	34,80	10,17	26,03
Липень	37,23	33,10	42,55	92,61	32,90	58,65	18,74	39,68
Серпень	31,13	39,26	33,16	72,81	24,32	47,26	13,32	30,16

При аналізі таблиці 1 виявлено, що показники запиленості за обома розмірностями у квітні, навіть у своїх пікових значеннях не перевищують норм, встановлених Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я (ВООЗ) не більше 25 часток розмірністю PM 2,5 та не більше 50 часток розмірністю PM 10 [12].

У травні спостережене наближення значень концентрацій пилу до допустимих максимумів на ділянці з інтенсивним рухом, та перевищення допустимих меж за параметром PM 10 протягом лише двох днів – 24.05.24 та 25.05.24.

Результати досліджень за червень показують інтенсифікацію запилення на усіх дослідних ділянках. Значення концентрацій пилу на вулиці з помірним рухом досягають максимально допустимих параметрів, але перевищення не спостережені. На ділянці з інтенсивним рухом перевищення норм спостерігалось протягом 18 днів для часток PM 2,5 та протягом 21 для PM 10.

Протягом липня значення запиленості перевищували норму як на ділянці з інтенсивним рухом, так і з помірним рухом. Причому на ділянці з інтенсивним рухом запиленість за PM 10 перевищувала норму більш ніж удвічі протягом 9



днів. Такі значення пояснюються аномальною спекою з середнім значенням 37,23 °С та тривалою відсутністю опадів.

За результатами вимірювань у серпні видно, що інтенсивність запилення дещо знижується порівняно зі значеннями, зафіксованими у липні, але загальні показники залишаються за межами нормальних значень.

На ділянці з інтенсивним потоком транспорту відзначено перевищення концентрації часток РМ 2,5 порівняно з нормативом, встановленим Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я – не більше 25 часток на м³ [12], протягом усіх літніх місяців.

Також для даної ділянки відмічене перевищення концентрації пилу розмірністю РМ 10 протягом літнього періоду порівняно зі встановленою ВООЗ максимальною нормою у 50 часток на м³ [12].

Особливо високі параметри запилення спостерігались протягом липня. При цьому констатували перевищення концентрації пилу більш ніж у два рази. Такі показники пояснюються аномальною спекою влітку 2024 року (середня температура повітря вдень протягом липня – 37,23 °С) та відсутністю опадів (Рис. 3-4).

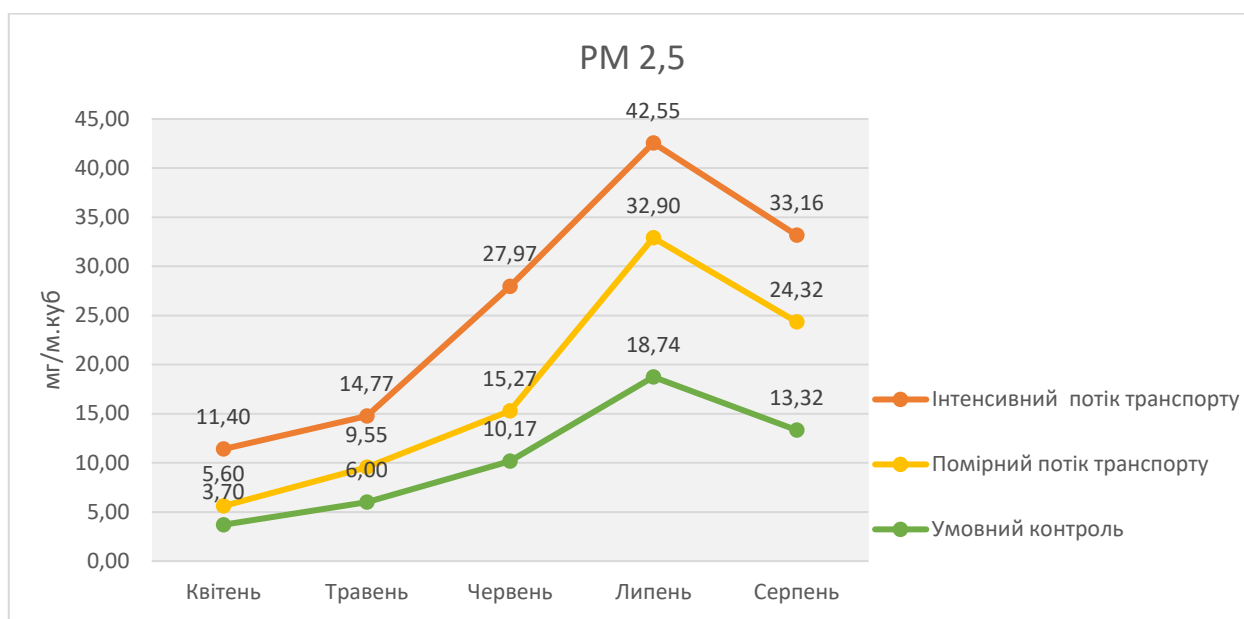


Рисунок 3 – Інтенсивність запилення частками РМ 2,5



На ділянці з помірним рухом автотранспорту спостережене перевищення концентрації пилу за обома розмірностями протягом липня. Також високі показники запиленості – на верхній межі норми – простежуються у серпні.

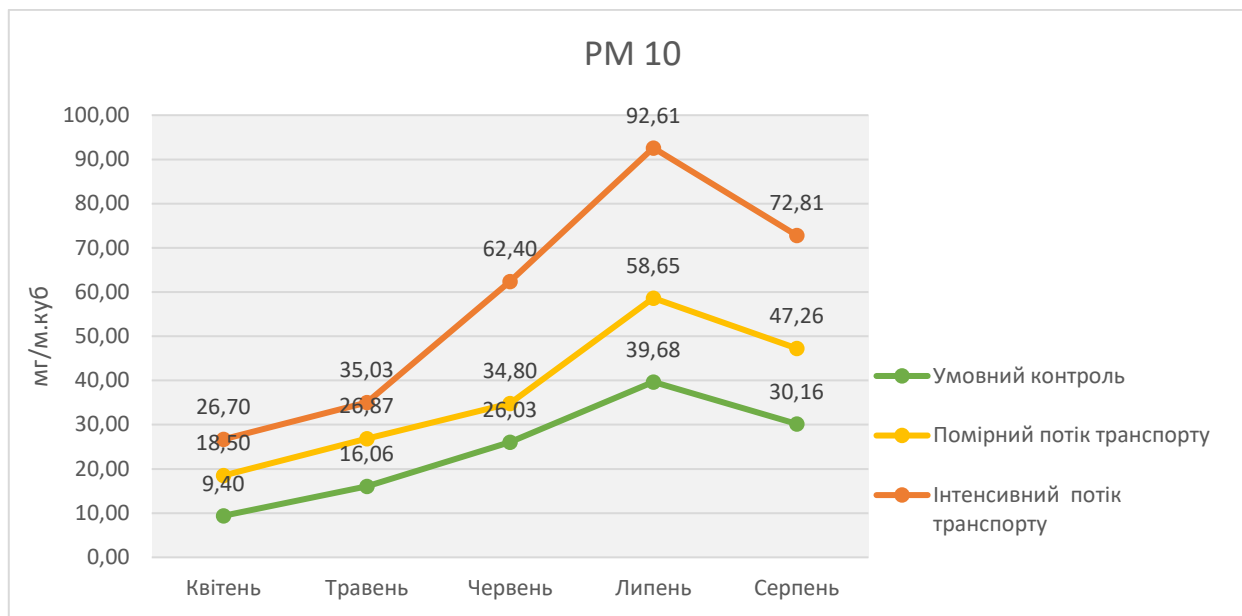


Рисунок 4 – Інтенсивність запилення частками РМ 10

Контрольна ділянка у парковій зоні характеризувалась нормальними показниками запилення протягом усього періоду спостереження зі збереженням загальної тенденції до збільшення концентрацій при підвищенні рівня температури атмосферного повітря та зниженої вологості.

Такі високі показники запилення на думку авторів можна пояснити ефектом сумачії надходження у атмосферу міста Кривий Ріг пилу безпосередньо від викидів автомобілів, їх механічного руху, зносу деталей та механізмів автотранспорту, а також від підприємств гірничої та металургійної промисловості, які сконцентровані в межах міста.

Зниження рівня пилових та газових викидів від автотранспорту у містах може бути досягнуте шляхом поступового переходу від двигунів з використанням викопного палива на альтернативні види, зокрема гідрогенові двигуни та електромобілі.



Висновки.

1. Стан атмосферного повітря м. Кривий Ріг характеризуються підвищеним рівнем забруднення через сукупну дію антропогенного впливу від гірничої та металургійної промисловості, а також від транспорту, в тому числі автомобільного.

2. Ключовими підходами до зменшення впливу автотранспорту на довкілля є державне регулювання транспортної політики та перехід до альтернативних видів палива.

3. Концентрація пилу на ділянці з інтенсивним рухом транспорту характеризується перевищенням нормативу протягом всього літнього періоду з піком у липні, коли відхилення від норми сягає більше ніж подвійних значень – РМ 2,5 – 49 часток, РМ 10 – 109 часток. Для ділянки з помірним рухом перевищення норми спостережене лише протягом липня.

4. На всіх досліджених ділянках спостерігається пряма залежність концентрації пилу від температури повітря та обернена – від вологості.

5. Причиною перевищення норм запиленості є сукупна дія викидів від автотранспорту та від промислових підприємств.

Література:

1. Adams, K.; Greenbaum, D.S.; Shaikh, R.; van Erp, A.M.; Russell, A.G. Particulate matter components, sources, and health: Systematic approaches to testing effects. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2015, 65, 544–558.

2. Amato, F.; Pandolfi, M.; Moreno, T.; Furger, M.; Pey, J.; Alastuey, A.; Bukowiecki, N.; Prevot, A.S.H.; Baltensperger, U.; Querol, X. Sources and variability of inhalable road dust particles in three European cities. *Atmos. Environ.* 2011, 45, 6777–6787.

3. Casotti Rienda, I.; Alves, C.A.; Nunes, T.; Soares, M.; Amato, F.; Sánchez de la Campa, A.; Kováts, N.; Hubai, K.; Teke, G. PM10 Resuspension of Road Dust in Different Types of Parking Lots: Emissions, Chemical Characterisation and Ecotoxicity. *Atmosphere* 2023, 14, 305.



4. European Environment Agency (EEA). Air Quality in Europe—2020 Report; EEA: Copenhagen, Denmark, 2020; ISBN 978-92-9480-292-7.
5. Harrison, R.M.; Allan, J.; Carruthers, D.; Heal, M.R.; Lewis, A.C.; Marnier, B.; Murrells, T.; Williams, A. Non-exhaust vehicle emissions of particulate matter and VOC from road traffic: A review. *Atmos. Environ.* 2021, 262, 118592.
6. <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/uk/>.
7. OECD. Non-Exhaust Particulate Emissions from Road Transport; OECD: Paris, France, 2020; ISBN 9789264452442.
8. Pant, P.; Harrison, R.M. Estimation of the contribution of road traffic emissions to particulate matter concentrations from field measurements: A review. *Atmos. Environ.* 2013, 77, 78–97.
9. Penkała, M.; Ogrodnik, P.; Rogula-Kozłowska, W. Particulate Matter from the Road Surface Abrasion as a Problem of Non-Exhaust Emission Control. *Environments* 2018, 5, 9.
10. Song, Y.; Xie, S.; Zhang, Y.; Zeng, L.; Salmon, L.G.; Zheng, M. Source apportionment of PM_{2.5} in Beijing using principal component analysis/absolute principal component scores and UNMIX. *Sci. Total Environ.* 2006, 372, 278–286.
11. Timmers, V.R.J.H.; Achten, P.A.J. Non-exhaust PM emissions from electric vehicles. *Atmos. Environ.* 2016, 134, 10–17.
12. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. – 273 p. ISBN 978-92-4-003422-8 (electronic version).

References.

1. Adams, K.; Greenbaum, D.S.; Shaikh, R.; van Erp, A.M.; Russell, A.G. Particulate matter components, sources, and health: Systematic approaches to testing effects. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2015, 65, 544–558.
2. Amato, F.; Pandolfi, M.; Moreno, T.; Furger, M.; Pey, J.; Alastuey, A.; Bukowiecki, N.; Prevot, A.S.H.; Baltensperger, U.; Querol, X. Sources and variability of inhalable road dust particles in three European cities. *Atmos. Environ.* 2011, 45, 6777–6787.
3. Casotti Rienda, I.; Alves, C.A.; Nunes, T.; Soares, M.; Amato, F.; Sánchez de la Campa, A.; Kováts, N.; Hubai, K.; Teke, G. PM₁₀ Resuspension of Road Dust in Different Types of Parking Lots: Emissions, Chemical Characterisation and Ecotoxicity. *Atmosphere* 2023, 14, 305.
4. European Environment Agency (EEA). Air Quality in Europe—2020 Report; EEA: Copenhagen, Denmark, 2020; ISBN 978-92-9480-292-7.



5. Harrison, R.M.; Allan, J.; Carruthers, D.; Heal, M.R.; Lewis, A.C.; Marner, B.; Murrells, T.; Williams, A. Non-exhaust vehicle emissions of particulate matter and VOC from road traffic: A review. *Atmos. Environ.* 2021, 262, 118592.
6. <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/>.
7. OECD. Non-Exhaust Particulate Emissions from Road Transport; OECD: Paris, France, 2020; ISBN 9789264452442.
8. Pant, P.; Harrison, R.M. Estimation of the contribution of road traffic emissions to particulate matter concentrations from field measurements: A review. *Atmos. Environ.* 2013, 77, 78–97.
9. Penkała, M.; Ogrodnik, P.; Rogula-Kozłowska, W. Particulate Matter from the Road Surface Abrasion as a Problem of Non-Exhaust Emission Control. *Environments* 2018, 5, 9.
10. Song, Y.; Xie, S.; Zhang, Y.; Zeng, L.; Salmon, L.G.; Zheng, M. Source apportionment of PM_{2.5} in Beijing using principal component analysis/absolute principal component scores and UNMIX. *Sci. Total Environ.* 2006, 372, 278–286.
11. Timmers, V.R.J.H.; Achten, P.A.J. Non-exhaust PM emissions from electric vehicles. *Atmos. Environ.* 2016, 134, 10–17.
12. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. – 273 p. ISBN 978-92-4-003422-8 (electronic version).

Abstract. *The levels of particulate matter concentrations with diameters PM 2.5 and PM 10 were studied on the streets of Kryvyi Rih with varying traffic intensity. A direct correlation between dust concentration and air temperature, and an inverse correlation with air humidity, were identified. Exceedances of permissible dust concentrations were observed during July–August, with twice levels the allowable norms.*

Keywords: *emissions, dustiness, air pollution, particle concentration.*



УДК 591.478:597.6/.8:598.1:576.12

REPTILIAN RESPIRATION: MORPHOLOGICAL EVOLUTION AND ADAPTATION

РЕПТИЛЬНИЙ ТИП ДИХАННЯ: МОРФОЛОГІЧНА ЕВОЛЮЦІЯ ТА АДАПТАЦІЯ

Zapeka I. / Запека І.*Ph.D. in Veterinary Sciences / канд. вет наук*

ORCID: 0000-0002-7329-0446

Odesa State Agrarian University

st. Panteleimonovskaya, 13, Odesa, Ukraine, 65012

Одеський державний аграрний університет

вул. Пантелеймонівська, 13, м. Одеса, Україна, 65012

Анотація. У статті висвітлено еволюцію рептильного типу дихання на прикладі підряду *Lacertilia*, зосереджуючись на переході від ротоглоткового до реберно-легеневого типу дихання. Проаналізовано морфологічні зміни в будові ротоглотки, міжщелепного простору та дихальної мускулатури у деяких амфібій (*Pelophylax ridibundus*, *Pseudepidalea viridis*) та ящірок (*Teratoscincus*, *Lacerta agilis*, *Phrynocephalus helioscopus*, *Trapelus sanguinolentus*, *Laudakia caucasia*, *Varanus griseus*). Виявлено поступове ослаблення ротоглоткового дихання та посилення реберної інспірації в еволюційному ряду. Показано динамічну взаємодію між об'ємом легенів, розширенням ротоглотки та активністю дихальної мускулатури. Зроблено висновок про те, що рептилії є ключовим класом для розуміння «метаморфозу» дихальних механізмів, що веде до формування аспіраторного типу дихання, характерного для ссавців.

Ключові слова. Еволюція дихання, ротоглоткове дихання, реберно-легеневе дихання, амфібії, рептилії, дихальна мускулатура, морфофізіологія.

Вступ.

Вивчення еволюції дихальної системи є наріжним каменем у розумінні адаптивних стратегій та філогенетичних зв'язків хребетних, оскільки дихання є однією з фундаментальних життєво важливих функцій. Воно демонструє дивовижну безперервність морфологічних трансформацій, що відбуваються без порушення гомеостазу організму. Усі високоорганізовані тварини характеризуються двома основними типами дихання: зовнішнім, що забезпечується спеціалізованими респіраторними органами, та внутрішнім, що відбувається на клітинному рівні. Це дослідження зосереджується на зовнішньому диханні у рептилій, аналізуючи його морфологічну еволюцію та адаптації.

Сучасні дослідження в галузі еволюційної біології, порівняльної анатомії та фізіології дихання відкривають нові горизонти для глибокого розуміння цих



процесів. Актуальність теми зумовлена не лише фундаментальним науковим інтересом, а й потенційним застосуванням отриманих знань у біоінженерії, розробці біоміметичних систем та розумінні впливу змін навколишнього середовища на фізіологію тварин [16, 20, 25]. Зокрема, дослідження дихальних механізмів рептилій, як ключової ланки в еволюції від водного до повноцінного наземного способу життя, пропонує унікальну перспективу для розшифровки складних адаптивних змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Еволюція дихальної моторики наземних хребетних бере свій початок від респіраторних механізмів риб. Ця група тварин демонструє так зване «долегеневе» дихання, де газообмін відбувається переважно через слизову оболонку ротової порожнини та глотки, а також її похідні – зябра [1, 8, 10, 21, 25, 27].

Серед сучасних наземних хребетних цей архаїчний тип дихання, відомий як шкірно-ротоглоткове, значною мірою зберігається лише у безлегеневих саламандр [2, 19].

Амфібії, як перехідна група, значною мірою успадкували ротоглоткове (букальне), осциляторне (коливальне) дихання. Однак, паралельно з розвитком легень, воно поступово заміщується більш ефективним ротоглотково-легеневим диханням [3, 11, 14, 17, 21, 25].

Поза межами класу амфібій, хоча елементи ротоглоткового дихання можуть спостерігатися, домінантним стає реберно-легеневий (аспіраторний) тип дихання, який є характерним для рептилій [21].

Ротоглотково-легеневе дихання все ще присутнє у нижчих рептилій, але його значення поступово зменшується на користь нового, значно ефективнішого та швидшого аспіраторного (всмоктувального) механізму наповнення легень. Цей механізм залучає грудні ребра та міжреберну мускулатуру, що забезпечує активну інспірацію та експірацію [4, 6, 7, 21, 23, 25, 27].

Незважаючи на значний прогрес у вивченні дихальних механізмів амфібій, особливо безхвостих [11, 14, 18, 26], порівняльні дослідження та систематичні описи ротоглотково-легеневого дихання у рептилій, а також його взаємозв'язку



з реберно-легеневим диханням, залишалися недостатньо вивченими. Також слід зазначити, що наявні публікації часто не розкривають у повній мірі динаміку зв'язку між ротоглотковою та реберно-легеневою інспірацією та не вказують на відносну роль ротоглоткового дихання у різних представників плазунів. Це створює прогалину у розумінні поступової заміни одного типу дихання іншим, а морфологічні «метаморфози» дихальної системи наземних хребетних часто представлені схематично. Зокрема, бракує даних щодо конкретних адаптацій мускулатури та кісткових структур, які забезпечують цей перехід, а також взаємозв'язку між розмірами легень та об'ємом ротоглоткового розширення, що є ключовим для розуміння ефективності кожного типу дихання.

Таким чином, мета цього дослідження – провести комплексний морфологічний аналіз еволюції дихальної моторики на прикладі представників класу *Amphibia* та *Reptilia*, з'ясувати динаміку зміни ротоглоткового дихання на реберне, розкрити роль ключових м'язових груп та структурних змін, а також продемонструвати взаємозв'язок між морфологією та функціональністю дихального апарату в контексті адаптації до наземного способу життя.

Матеріали та методи. Дослідження проводились на базі зооанатомічного музею Одеського державного аграрного університету, Одеського зоопарку, в природному середовищі існування (амфібії, ящірка прудка) та в приватних колекціях рептилій та амфібій. Об'єктами дослідження були рептилії (переважно ящірки: *Teratoscincus scincus*, *Varanus griseus*, *Lacerta agilis*, *Phrynocephalus helioscupus*, *Agama sanguinolenta*, *Agama caucasica*) та безхвості амфібії (*Rana ridibunda*, *Bufo viridis*). Було використано візуальне спостереження для оцінки дихальної моторики, фіксуючи ритм та інтенсивність дихальних рухів. Морфологічний аналіз м'язової та дихальної систем проводився на музейних експонатах, включаючи вивчення міжщелепного простору, дихальної мускулатури ротоглотки та грудної клітки (міжщелепні, міжпід'язичні, грудинно-під'язичні, лопатково-під'язичні, підборідно-під'язичні, щелепно-під'язичні, міжреберні, зубчасті, лопатково-реберні м'язи), будови під'язикової



кістки, а також розмірів та розташування легень. Порівняльно-анатомічний метод дозволив встановити еволюційні закономірності дихання.

Усі експерименти проводились із дотриманням принципів Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, які використовують в експериментах та інших наукових цілях (18.03.1986 р.), Директиви ЄЕС № 609 (24.11.1986 р.) та Наказів МОЗ України № 690 (23.09.2009), № 944 (14.12.2009 р.), № 616 (03.08.2012 р.).

Результати дослідження. Дослідження дозволили виявити низку ключових морфологічних та функціональних змін у дихальній системі досліджуваних амфібій та рептилій, що свідчать про еволюційний перехід від ротоглоткового (букального) до реберно-легеневого дихання (аспіраційного).

Морфологічні зміни ротоглоткового апарату включа звуження міжщелепного простору та ослаблення поперечних міжщелепних м'язів. У ряду видів від жаби (*Rana temporaria*) до сірого варана (*Varanus griseus*), включно зі сцинковим геконом (*Teratoscincus scincus*), прудкою ящіркою (*Lacerta agilis*), такирною кругоголовкою (*Phrynocephalus helioscopus*) та степовою агамою (*Trapelus sanguinolentus*), спостерігається поступове звуження міжщелепного простору, особливо в передньому (язиковому) відділі. Це також простежується у варанів різних розмірів у процесі постнатального онтогенезу. Паралельно зі звуженням міжщелепного простору відбувається ослаблення поперечних міжщелепних м'язів, що утворюють дно ротової порожнини. Відбувається перерозподіл ролі м'язів дна ротоглотки. У жаби найбільш розвинені м'язи, що піднімають діафрагму рота (міжщелепний м'яз, *m. intermaxillaris*). Грудинно-під'язиковий м'яз (*m. sternohyoideus*), що опускає діафрагму рота, є прямим продовженням прямого м'яза живота (*m. rectus abdominis*). На противагу цьому, у сцинкового гекона міжщелепний м'яз сильно ослаблений і має плівкоподібну товщину, тоді як міжпід'язичний м'яз (*m. interhyalis*) краще розвинений. Лопатково-під'язиковий м'яз (*m. omohyoideus*), що піднімає дно ротової порожнини, також добре розвинений. У прудкої ящірки міжщелепний м'яз тонкий і плавно переходить у міжпід'язичний. Як і у сцинкового гекона,



характерні значно розвинені лопатково-під'язичні м'язи. Грудинно-під'язиковий м'яз розвинений краще, ніж у гекона. У такирної кругоголовки міжщелепний та міжпід'язичний м'язи слабкі, тоді як грудинно-під'язиковий та лопатково-під'язичний м'язи сильно розвинені, займаючи значну частину дна ротової порожнини, що вказує на ослаблення ролі ротової діафрагми на користь глоткового відділу. У степової агами міжщелепний та міжпід'язичний м'язи слабкі, тоді як грудинно- та лопатково-під'язичні м'язи утворюють єдиний потужний м'язовий шар. У кавказької агами (*Trapelus caucasicus*) спостерігається майже повна редукція міжщелепного та міжпід'язичного м'язів, тоді як поздовжні м'язи глоткового відділу добре розвинені. У сірого варана міжщелепний м'яз ще більше ослаблений, перетворюючись на вузькі стрічкоподібні пластинки. Лопатково- та грудинно-під'язичні м'язи представлені добре розвиненими стрічками.

Глоткове розширення у ящірок розташоване дещо позаду щелепного суглоба, в ділянці 1-ї або 2-ї зябрової дуги, тоді як у амфібій – попереду щелепного суглоба, в межах під'язикової дуги. Сцинковий гекокон має широке міжщелепне та ротоглоткове розширення, розташоване як попереду, так і у власне глотковій ділянці. Прудка ящірка має досить велике розширення лише за щелепним суглобом. Сірий варан характеризується винятково великим глотково-стравохідним розширенням.

Морфологія легень та їх взаємозв'язок з ротоглоткою демонструють еволюційні зміни. У сцинкового гекона великі легені сягають 7-го грудного ребра. У прудкої ящірки легені починаються попереду 1-го передгрудинного ребра і закінчуються на рівні 9-го груднопоперекового ребра. У сірого варана легені складні за будовою, великі, сягають краніальним краєм до останнього шийного хребця, а заднім – до 15-го груднопоперекового ребра. Співвідношення розмірів легень та глотково-стравохідного мішка вказує на активну участь ротоглотки в диханні на ранніх етапах еволюції.

Еволюція дихальної моторики, спостережувана на живих об'єктах, показує поступовий перехід. У амфібій (жаба) переважає дифузне шкірне дихання, проте



прогресивне значення має ротоглоткове дихання, представлене ритмічними коливальними (осциляторними) рухами дна ротоглотки. У перехідних форм, таких як сцинковий гекон, коливання дна ротової порожнини схожі на такі у жаби, але поряд з ротоглотковим диханням розвинене інтенсивне грудне дихання. Ротоглоткові рухи ритмічні та постійні, тоді як грудні – менш ритмічні та постійні. Дихання відбувається циклічно: коливання ротоглотки (аспірація) – коротке розширення грудної клітки (інспірація) – стискання (експірація) – знову коливання ротоглотки. У прудкої ящірки реберне дихання більш правильне та інтенсивне, ротоглоткове – менш часте та менш правильне. Кількість ротоглоткових рухів може перевищувати кількість грудних, але глибина коливань значно поступається грудним рухам. Кортконіжка алайська (*Ablepharus alaicus*) характеризується ще більшою інтенсивністю реберного дихання. У такирної кругоголовки спостерігається подальша редукція ротоглоткового дихання; у диханні бере участь не шийний відділ ротоглотки, а дно ротової порожнини. Грудне дихання є більш інтенсивним. Серед рептилій з домінуючим реберним диханням, таких як степова агама, спостерігається остаточне завершення ротоглоткового дихання, переважає виключно реберне дихання. У сірого варана ротоглоткові рухи не мають коливального характеру, нагадуючи ковтальні, і знаходяться у зв'язку з всмоктувальними (аспіраційними) рухами грудної клітки. Вдих і видих можуть відбуватися без участі ротоглотки. Дихання варана може бути аритмічним, з ротоглоткою, що діє як «насос» з тривалими паузами. При збудженні варан дихає переважно за допомогою ротоглотки, яка сильно роздувається. Однак розширення грудної клітки може відбуватися без попереднього розширення ротоглотки, що вказує на виключно реберне, всмоктувальне дихання.

М'язи реберно-легеневого дихання також зазнали еволюційних змін. Лопаткові та лопатково-реберні м'язи демонструють адаптації: лопатково-під'язичний м'яз, що піднімає діафрагму рота, сильно розвинений у ящірок. Група лопатково-реберних м'язів також значно розвинена, що вказує на тісну взаємодію ротоглоткової та грудної респіраторної моторики, особливо виражену



у сірого варана. У варана лопатково-реберна група м'язів представлена потужними віялоподібно розташованими лопатково-тулубними м'язами. Передній, лопатково-шийний відділ дозволяє лопатці значно переміщатися вперед, що підвищує ефективність роботи лопатково-реберних та міжреберних м'язів як інтенсивних інспіраторів. Зубчасті м'язи (*mm. serratoidei*) починаються з 2-го передгрудинного ребра, особливо посилені в ділянці найсильніших ребер та найкращого розвитку легень, що вказує на їхню участь в інспіраторній функції. Міжреберні м'язи (*mm. intercostales externi et interni*) також важливі: зовнішні міжреберні починаються потужно розвиненими, недиференційованими частками. Внутрішні міжреберні різко розділені на дві системи: дорсальну (довгі внутрішні міжреберні, субкостальні) – енергійні експіратори, та вентральну (короткі, власне внутрішні міжреберні, інтеркостальні) – активні інспіратори. Внутрішній косий глибокий (*m. obliquus internus profundus*) та поперечний м'язи живота (*m. transversus abdominis*) також є енергійними видихачами у рептилій. Стосовно активної інспірації та експірації, у ящірок найсильнішого розвитку досягає інспіраторна мускулатура, що свідчить про активніший акт вдиху. У варана експіраторні м'язи також значно розвинені, що вказує на непасивну експірацію. Рух ребер у варана можливий вперед, вгору, назад та вниз, що забезпечує збільшення поперечних розмірів грудної клітки під час дихання.

Обговорення та аналіз результатів. Проведені морфофізіологічні дослідження переконливо демонструють прогресивну еволюцію дихальної системи у наземних хребетних, що характеризується поступовим переходом від ротоглоткового (амфібійного) до реберно-легеневого (рептильного) типу дихання. Цей «метаморфоз» є ключовим адаптивним механізмом, що забезпечує підвищену ефективність газообміну в умовах сухопутного середовища [15, 17, 24].

Виявлене поступове звуження міжщелепного простору та ослаблення поперечних міжщелепних м'язів у ряду амфібії-рептилії прямо корелює зі зниженням ролі ротової діафрагми у нагнітанні повітря в легені. У жаби, з її широким міжщелепним простором та значно розвиненими міжщелепними



м'язами, ротоглоткове дихання є основним механізмом вентиляції легень. Проте у ящірок, особливо у високоорганізованих форм, спостерігається чіткий перерозподіл функцій м'язів дна ротоглотки. Лопатково-під'язиковий м'яз, що забезпечує підняття дна ротової порожнини, значно посилюється, замінюючи ослаблену міжщелепну мускулатуру. Це свідчить про зміну характеру рухів ротоглотки з нагнітального на більш допоміжний або ковтальний [25, 27].

Переміщення глоткового розширення від ділянки під'язикових рогів (у амфібій) до ділянки зябрових рогів (у ящірок), а також формування глотково-стравохідного мішка у варана, вказує на зміну акценту у функції ротоглотки. У сцинкового гекона, як перехідної форми, спостерігається розширення ротоглотки як у передній, так і в глотковій областях, що підтверджує його змішаний тип дихання. Ці результати узгоджуються з висновками Brainerd, E. L. (1999). Крім того, традиційне уявлення про те, що букальне (щічне) насосне дихання було втрачено невдовзі після еволюції аспіраційного дихання, зараз активно спростовується [3].

У більш розвинених ящірок, таких як такирна кругоголовка та степова агама, ротоглоткове дихання редукується або відіграє незначну роль, що підтверджується ослабленням відповідних м'язів.

Інтенсивний розвиток реберно-легеневого дихання у ящірок є найважливішим прогресивним адаптацією. Морфологічно це проявляється у посиленні інспіраторної мускулатури грудної клітки, включаючи міжреберні, зубчасті та лопатково-реберні м'язи. Особливо вражає диференціація цих м'язів у сірого варана, що свідчить про високу ефективність його грудного дихання. Активна експірація, забезпечена також розвиненими м'язами, є ще одним показником високої адаптації до наземного способу життя, де еластичні властивості грудної клітки не завжди достатні для повного видиху [5, 6, 22]. Рухи ребер у варана не обмежуються лише розширенням, а включають також переміщення вперед та дорсально, що забезпечує максимальне збільшення об'єму грудної клітки [9, 12, 13].



Взаємозв'язок між розмірами легень та ротоглоткового розширення є важливим показником динамічної адаптації. У сцинкового гекона, незважаючи на відносно невеликі легені, зберігається значне ротоглоткове розширення, що відображає його перехідний статус. Натомість, у сірого варана з його винятково великими та складно влаштованими легенями, глотково-стравохідне розширення також досягає значних розмірів, що підкреслює його роль як «насоса» для ефективного надходження повітря в легені через довгу трахею. Це може бути пов'язано з екологічними показниками, оскільки багато варанід є напівводними тваринами, а водне життя у тварин, що дихають атмосферним повітрям, призводить до енергійного розвитку вдихальних м'язів.

Спостереження за живими об'єктами повністю підтверджують морфологічні дані. Динаміка дихальної моторики чітко відображає еволюційний шлях: від постійного ротоглоткового ритму у сцинкового гекона до превалювання реберного дихання у такирної кругоголовки та виключно реберного дихання у степової агами. У сірого варана ротоглоткові рухи набувають характеру «ковтальних» і діють у поєднанні з всмоктувальними рухами грудної клітки, що свідчить про високу спеціалізацію дихального апарату. Це дозволяє здійснювати вдих і видих без участі ротоглотки, особливо у збудженому стані, що є важливим показником прогресивної еволюції.

Отже, дослідження демонструють, що еволюція дихального апарату хребетних відображається в еволюції респіраторної моторики, що виконується поперечно-смугастими м'язами. Зміна типів дихання у філогенезі тісно пов'язана з функціонуванням цих структур в онтогенезі тварин. Рептилії є чудовим прикладом класу, що демонструє цей «метаморфоз», закладаючи основу для виникнення чисто всмоктувального (аспіраційного) типу дихання, характерного для ссавців.

Висновки.

Рептилії демонструють еволюційний перехід від водно-наземного до сухопутно-наземного типу дихання. Цей процес включає:



- Ослаблення нагнітального ротоглоткового дихання, успадкованого від амфібій, через звуження міжщелепного простору та розвиток травних функцій ротоглотки.

- Посилення всмоктувальної функції грудної клітки, що стає основним механізмом інспірації.

- Пряму кореляцію між розмірами легень та розвитком ротоглоткового розширення.

Приклади від сцинкового гекона (з перевагою ротоглоткового дихання) до сірого варана (з домінуючим реберно-всмоктувальним диханням) ілюструють цей еволюційний шлях. Еволюція зовнішнього дихання у рептилій спрямована на пріоритет грудного дихання та посилення «дигестивної» функції ротоглотки.

Література:

1. Alsafy, M. A. M., Abd-Elhafeez, H. H., Rashwan, A. M., & et al. (2025). Anatomy, histology, and morphology of fish gills in relation to feeding habits: a comparative review of marine and freshwater species. *BMC Zoology*, 10, 3. <https://doi.org/10.1186/s40850-025-00223-5>

2. Blackburn, D. C., Gray, J. A., & Stanley, E. L. (2024). The only "lungless" frog has a glottis and lungs. *Current Biology*, 34(10), R492–R493. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.03.017>

3. Brainerd, E. L. (1999). New perspectives on the evolution of lung ventilation mechanisms in vertebrates. *Evolutionary Biology*, 4, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s00898-999-0002-1>

4. Brainerd, E. L. (2025). Gradual evolution of costal aspiration breathing in tetrapods. *The Anatomical Record (Hoboken)*. Ahead of print. <https://doi.org/10.1002/ar.70017>

5. Brainerd, E. L., Moritz, S., & Ritter, D. A. (2016). XROMM analysis of rib kinematics during lung ventilation in the green iguana, *Iguana iguana*. *Journal of Experimental Biology*, 219(3), 404–411. <https://doi.org/10.1242/jeb.127928>



6. Brainerd, E. L., & Owerkowicz, T. (2006). Functional morphology and evolution of aspiration breathing in tetrapods. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 154(1-2), 73–88. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2006.06.003>
7. Brocklehurst, R. J., Schachner, E. R., Codd, J. R., & Sellers, W. I. (2020). Respiratory evolution in archosaurs. *Journal of Experimental Biology*, 223(Suppl 1), jeb204217.
8. Burton, D., & Burton, M. (2017). *Essential Fish Biology: Diversity, structure, and function*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198785552.001.0001>
9. Capano, J. G., Moritz, S., Cieri, R. L., & Brainerd, E. L. (2019). Rib Motions Don't Completely Hinge on Joint Design: Costal Joint Anatomy and Ventilatory Kinematics in a Teiid Lizard, *Salvator merianae*. *Integrative Organismal Biology*, 1(1), oby004. <https://doi.org/10.1093/iob/oby004>
10. Cartner, S., Eisen, J. S., Farmer, S. F., Guillemin, K. J., Kent, M. L., & Sanders, G. E. (2019). *The Zebrafish in Biomedical Research: Biology, Husbandry, Diseases, and Research Applications*. Academic Press.
11. Chang, L., Chen, Q., Wang, B., & et al. (2024). Single cell RNA analysis uncovers the cell differentiation and functionalization for air breathing of frog lung. *Communications Biology*, 7, 665. <https://doi.org/10.1038/s42003-024-06369-1>
12. Cieri, R. L., Hatch, S. T., Capano, J. G., & Brainerd, E. L. (2020). Locomotor rib kinematics in two species of lizards and a new hypothesis for the evolution of aspiration breathing in amniotes. *Scientific Reports*, 10, 7739. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64140-y>
13. Cieri, R. L., Moritz, S., Capano, J. G., & Brainerd, E. L. (2018). Breathing with floating ribs: XROMM analysis of lung ventilation in savannah monitor lizards. *Journal of Experimental Biology*, 221(Pt 22), jeb189449. <https://doi.org/10.1242/jeb.189449>
14. Guangming, G., Zhe, Y., Mei, Z., Chenchen, Z., Jiawei, D., & Dongyu, Z. (2020). Comparative Morphology of the Lungs and Skin of two Anura, Pelophylax



nigromaculatus and *Bufo gargarizans*. *Scientific Reports*, 10(1), 11420. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65746-y>

15. Hsia, C. C., Schmitz, A., Lambertz, M., Perry, S. F., & Maina, J. N. (2013). Evolution of air breathing: oxygen homeostasis and the transitions from water to land and sky. *Comprehensive Physiology*, 3(2), 849–915. <https://doi.org/10.1002/cphy.c120003>

16. Hwang, J., Jeong, Y., Park, J. M., Lee, K. H., Hong, J. W., & Choi, J. (2015). Biomimetics: forecasting the future of science, engineering, and medicine. *International Journal of Nanomedicine*, 10, 5701–5713. <https://doi.org/10.2147/IJN.S83642>

17. Jenkin, S. E., & Milsom, W. K. (2014). Expiration: breathing's other face. In *Progress in Brain Research* (Vol. 212, pp. 131–147). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63488-7.00008-2>

18. JØRGENSEN, C. B. (2000). Amphibian respiration and olfaction and their relationships: from Robert Townson (1794) to the present. *Biological Reviews*, 75(3), 297–345. <https://doi.org/10.1017/S0006323100005491>

19. Lewis, Z. R., et al. (2022). Developmental basis of evolutionary lung loss in plethodontid salamanders. *Science Advances*, 8, eabo6108. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abo6108>

20. Liang, C., Marghoub, A., Keiver, L., Bertazzo, S., Abzhanov, A., Vickaryous, M., Herrel, A., Evans, S. E., & Moazen, M. (2021). Lizard osteoderms - Morphological characterisation, biomimetic design and manufacturing based on three species. *Bioinspiration & Biomimetics*, 16(6). <https://doi.org/10.1088/1748-319/ac26d0>

21. Milsom, W. K., Gilmour, K. M., Perry, S., Gargaglioni, L. H., Hedrick, M. S., Kinkead, R., & Wang, T. (2022). Control of Breathing in Ectothermic Vertebrates. *Comprehensive Physiology*, 12(4), 3869–3988. <https://doi.org/10.1002/cphy.c210041>

22. Moritz, S., & Schilling, N. (2013). Fiber-type composition in the perivertebral musculature of lizards: Implications for the evolution of the diapsid trunk muscles. *Journal of Morphology*, 274(3), 294–306. <https://doi.org/10.1002/jmor.20091>



23. O'Malley, B. (n.d.). *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species: Structure and function of mammals, birds, reptiles and amphibians*. Saunders.

24. Roux, E. (2002). Origine et évolution de l'appareil respiratoire aérien des Vertébrés [Origin and evolution of the respiratory tract in vertebrates]. *Revue des Maladies Respiratoires*, 19(5 Pt 1), 601–615.

25. Sebastiani, A. M., & Fishbeck, D. W. (2015). *Comparative Anatomy: Manual of Vertebrate Dissection*. Morton Publishing Company.

26. Skin Breathing in Amphibians. (2007). In *Physiology of Amphibians* (pp. 165–182). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546198.010>

27. Taylor, E. W., Leite, C. A., McKenzie, D. J., & Wang, T. (2010). Control of respiration in fish, amphibians and reptiles. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 43(5), 409–424. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2010007500025>

Abstract. This article explores the evolution of reptilian respiration, using the suborder Lacertilia (lizards) as an example. It focuses on the transition from buccopharyngeal respiration to costo-pulmonary respiration. We analyzed morphological changes in the structure of the oropharynx, intermandibular space, and respiratory musculature in certain amphibians (*Pelophylax ridibundus*, *Pseudepidalea viridis*) and lizards (*Teratoscincus*, *Lacerta agilis*, *Phrynocephalus helioscopus*, *Trapelus sanguinolentus*, *Laudakia caucasia*, *Varanus griseus*). Our findings reveal a gradual weakening of buccopharyngeal respiration and a strengthening of costal inspiration along the evolutionary lineage. The study demonstrates the dynamic interaction between lung volume, oropharyngeal expansion, and the activity of the respiratory musculature. We conclude that reptiles are a crucial class for understanding the "metamorphosis" of respiratory mechanisms, which ultimately led to the formation of the aspiratory type of breathing characteristic of mammals.

Keywords: Evolution of respiration, buccopharyngeal respiration, costo-pulmonary respiration, amphibians, reptiles, respiratory musculature, morphophysiology.

Стаття надіслана: 24.07.2025

© Запека І.Є.



УДК: 633.812 : 631.5

PRODUCTIVITY OF NARROW-LEAVED LAVENDER DEPENDS ON TECHNOLOGICAL FACTORS

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Shuvar A.M. / Шувар А.М.*д.с.-г. наук., проф. / d.a.s., prof.*

ORCID: 0000-0002-6016-0896

Hrokholska T.M. / Грохольська Т.М.*д-р. філософ. / Ph.D.*

ORCID: 0000-0002-1642-2203

Sydooruk H.P. / Сидорук Г.П.*к.с.-г. наук / c.a.s.*

ORCID: 0000-0002-7584-8095

Moroz V.V. / Мороз В.В.*к.с.-г. наук / c.a.s.*

ORCID: 0000-0002-1457-4641

Chernyshenko O.Ya. / Чернишенко О.Я.*к.с.-г. наук / c.a.s.*

ORCID: 0000-0003-1643-7242

*West Ukrainian National University,**Ternopil, Lvivska 11, 46009**Західноукраїнський національний університет,**м. Тернопіль, Львівська 11, 46009***Boltyk N.P. / Болтик Н.П.***к.с.-г. наук / c.a.s.*

ORCID: 0000-0002-7378-7735

*Ternopil Experimental Station of the Institute of Veterinary Medicine NAAS**Ternopil, Trolleybusna 12, 46027.**Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини НААН,**м. Тернопіль, Тролейбусна 12, 46027.*

Анотація. У статті показано результати польових та лабораторних досліджень впливу сорту і схем садіння на урожайність суцвіть лаванди вузьколистої протягом двох років дослідження, виконаних в умовах Західного Лісостепу. За результатами дослідження визначено, що найбільш сприятливими для росту та розвитку рослин для формування продуктивності рослин лаванди вузьколистої виявились умови в 3-й рік вирощування, які забезпечили урожайність сирової маси суцвіть у межах 5,11-5,55 т/га.

Встановлено, що серед схем садіння більш ефективною була схема 60х60см; за результатами частки впливу елементів досліджуваного показника впливав на 48,4–49,1%.

Внаслідок проведеного дослідження виявлено, що спостерігалася аналогічна тенденція впливу досліджуваних факторів на урожайність суцвіть лаванди вузьколистої. Оптимальні значення в середньому за роки досліджень отримано в межах 10,36-9,83 т/га на варіантах за схеми садіння 60х60см. Показники на цих варіантах перевищували значення контрольного варіанту відповідно на 8,14 та 2,61%. На всіх інших досліджуваних варіантах спостерігалася зменшення урожайності рослин на 3,65-11,17% порівняно із контрольним варіантом (схема садіння 75х75 см, сорт Манстед). Мінімальні показники 8,51т/га отримано за схеми садіння 45х45см, сорту Лодон Блю.



За отриманими результатами досліджень зроблено висновок, що в умовах Західного Лісостепу доцільно вирощувати лаванду вузьколисту за схемою 60х60см. У 2-й рік вирощування найбільший вихід 4,21 т/га суцвіть лаванди вузьколистої отримано на варіанті за схеми садіння 60х60см що на 4,47% більше від контролю (схема 75х75см). У третій рік найбільше значення 6,15 т/га за схеми 60х60см, що є більшим від контролю на 10,81%.

Ключові слова: лаванда вузьколиста, схеми садіння, сорти, урожайність суцвіть, дисперсійний аналіз.

Постановка проблеми. Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) багаторічна трав'яниста рослина родини Глухокропівові (*Lamiaceae*) [1-2], має широкий спектр застосування, насамперед в кулінарії, медицині, ароматерапії, косметичі та побуті [3-4], а також її використовують як пряність, для того щоб виготовити ефірні олії Це чудовий заспокійливий, антисептичний засіб [], використовують для ароматизації приміщень [7-8], відлякування комах, дуже популярна як декоративна рослина [9-12].

Основні площі під лавандою розташовані в основному в Криму і на півдні України. Дослідження із цією культурою виконували відповідно до умов вирощування в регіонах її культивування. Останнім часом суттєві кліматичні зміни, особливо підвищення температурного режиму і зменшення кількості опадів сприяють культивуванню лаванди вузьколистої у лісостеповій зоні. Проте наукових даних щодо вирощування культури в агрокліматичних умовах цієї зони недостатньо. Тому нами проведені дослідження окремих елементів технології вирощування культури з врахуванням її цінних властивостей, що є особливо актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами досліджень фахівців С. А. Гладишева, Аль Насір Ейяд, В. В. Луць, О. П. Гудзенко визначено, що середня врожайність лаванди в Україні становить 6,5-7,0 т/га, а також що із цієї кількості врожаю можна отримати до 100 кг ефірної олії. Вона є найціннішим продукту переробки лаванди [13]. Авторами О. Є. Марковська, Л. В. Свиденко, І. І. Стеценко встановлено, у 2016–2018 рр., що найбільший урожай квіткової сировини на 1 рослину одержано у *Lavandula hybrida* Reverenon, що перевищує цей показник в 3,2 раза для *Lavandula angustifolia* Mill. Найбільшу урожайність квіткової сировини одержано у *Lavandula hybrida* Rev. – 9,4 т/га, що



перевищувало в 1,9 раза *Lavandula angustifolia* Mill. – 5,0 т/га [14]. Встановлено О.А. Коваленко, М.М. Корхова, Н.Г. Цой, О.Д. Остапенко та ін., що на даний час, в Україні ніша вирощування ефіроолійних і лікарських трав є дуже вузька, і зростає у зв'язку з кліматичними змінами. Ефіроолійні культури, лікарські рослини у розвитку агробізнесу займають найбільш перспективне місце у сфері експорту. Також лаванда – це досить ароматна рослина, яку реалізують у вигляді квіткових букетів з сухоцвіту рослини [15-16].

Мета дослідження – визначити урожайність суцвіть лаванди вузьколистої і частку впливу кожного елементу досліду залежно від сорту та схеми садіння в умовах Західного Лісостепу.

У досліді вивчалися такі фактори:

➤ А – сорт (Манстед, Лоддон Блю);

➤ В – схема садіння (45x45, 60x60, 75x75). Всі обліки спостереження виконували за загальноприйнятими науковими у рослинництві методиками.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наші дослідження показали, що в умовах Західного Лісостепу лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) здатна забезпечити урожайність сирової маси суцвіть у 2-й рік вирощування в межах 3,40-4,03 т/га залежно від сортів та схем садіння і погодно-кліматичних умов (табл.1).

Таблиця 1 – Урожайність суцвіть лаванди вузьколистої залежно від схем садіння та сорту, т/га (2024 р.)

Сорт (фактор А)	Схема садіння (фактор В)	Повторність				Середнє
		I	II	III	IV	
Munstead	45x45	3,62	3,64	3,55	3,58	3,60
	60x60	4,28	4,18	4,23	4,14	4,21
	75x75(К)	4,08	4,01	4,00	4,04	4,03
Loddon Blue (К)	45x45	3,41	3,34	3,44	3,41	3,40
	60x60	4,10	4,16	4,06	4,10	4,11
	75x75	3,79	3,71	3,86	3,87	3,81
НІР _{0,95} – 0,10; А – 0,06; В – 0,05						



Оптимальний показник урожайності отримано у сорту Манстед 4,21 т/га за схеми садіння 60х60 см. Мінімальне значення – 3,40 т/га відмічено за схеми садіння 45х45 см у сорту Лоддон Блю.

У третій рік вирощування урожайність сирої маси суцвіть лаванди вузьколистої варіювала у межах 5,11-5,55 т/га (табл.2).

Таблиця 2 – Урожайність суцвіть лаванди вузьколистої залежно від схеми садіння та сорту, т/га (2025 р.)

Сорт (фактор А)	Схема садіння (фактор В)	Повторність				Середнє
		I	II	III	IV	
Munstead	45х45	5,22	5,37	5,00	5,34	5,23
	60х60	6,08	6,01	6,20	6,31	6,15
	75х75(К)	5,68	5,44	5,51	5,56	5,55
Loddon Blue (К)	45х45	5,04	5,11	5,06	5,21	5,11
	60х60	5,81	5,58	5,74	5,76	5,72
	75х75	5,53	5,30	5,44	5,41	5,42
НІР _{0,95} – 0,12; А – 0,07; В – 0,11						

Результати дисперсійного аналізу показали, що сорти та схеми садіння рослин лаванди вузьколистої достовірно впливали на урожайність сирої маси. У 2025 році найбільший вихід врожайності 6,15 т/га отримано за схеми садіння 60х60 см, у сорту Манстед. Найгірші показники отримано 5,11 у сорту Лоддон Блю за схеми 45х45см.

На урожайність лаванди вузьколистої найсильніше впливала схема садіння (фактор В) – на 48,4 –49,1% та сорт (фактор А) – на 28,2-30,2%. Разом фактори впливали на 16,8–18,6% (мал.1).

За роками дослідження спостерігалася аналогічна тенденція впливу досліджуваних факторів на урожайність суцвіть лаванди вузьколистої. Оптимальні значення в середньому за роки досліджень отримано в межах 10,36-9,83 т/га на варіантах за схеми садіння 60х60см. Показники на цих варіантах перевищували значення контрольного варіанту відповідно на 8,14 та 2,61% (мал.2). На всіх інших досліджуваних варіантах спостерігалася зменшення

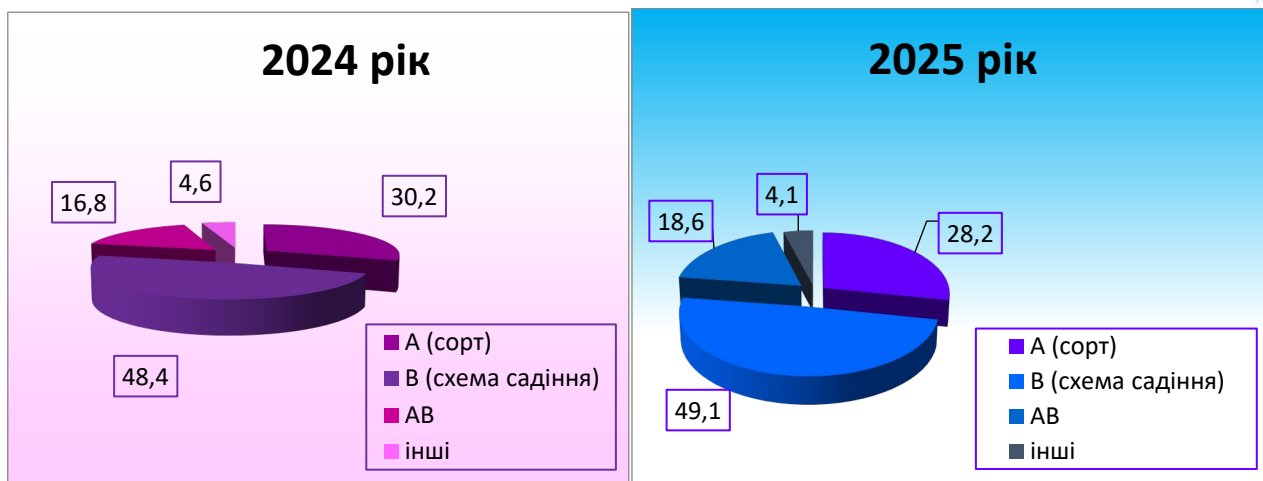


Рисунок 1 – Частка впливу елементів досліджу на урожайності суцвіть лаванди вузьколистої залежно від досліджуваних факторів (2024-2025 рр.)

урожайності рослин на 3,65-11,17% порівняно із контрольним варіантом (схема садіння 75x75 см, сорт Манстед). Мінімальне значення урожайності отримано за схеми садіння 45x45см, сорту Лодон Блю.

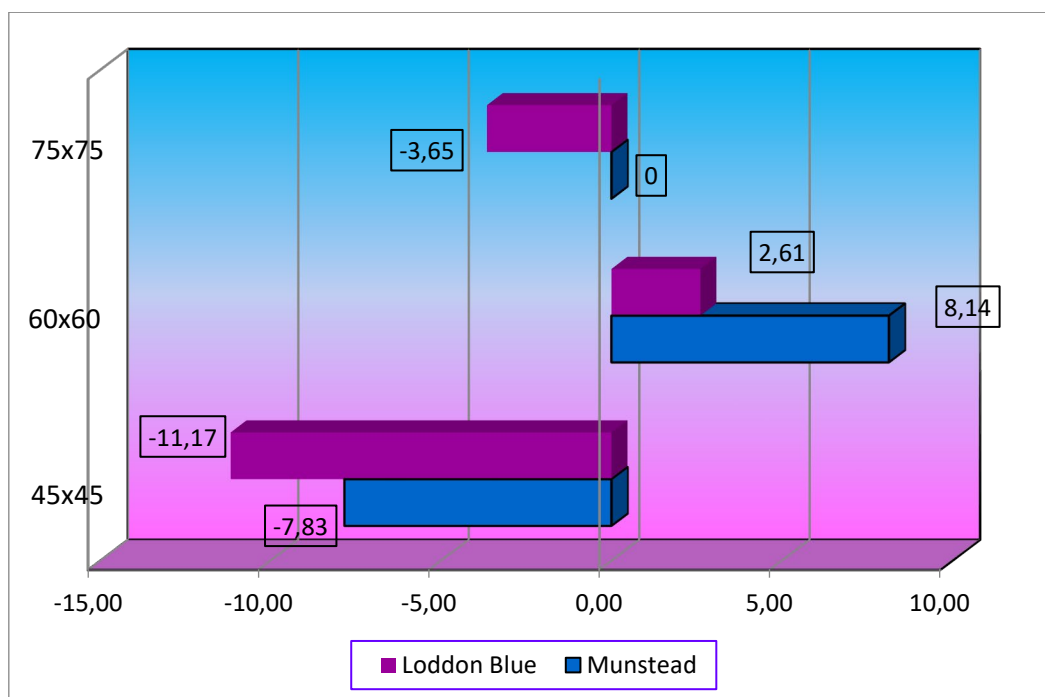


Рисунок 2 – Відмінності порівняно із контролем за урожайності суцвіть лаванди вузьколистої залежно від сорту та схем садіння,% (середнє за 2024-2025рр.)



Висновок.

За результатами досліджень визначено, що у 2-й рік вирощування найбільший вихід урожайності суцвіть лаванди вузьколистої отримано 4,21 т/га на варіанті за схеми садіння 60х60см що на 4,47% більше від контролю (схема 75х75см). У третій рік найбільше значення 6,15 т/га за схеми 60х60см, що є більшим від контролю на 10,81% відповідно. Дослідженням доведено доцільність вирощування лаванди вузьколистої в умовах Західного Лісостепу за схемою садіння 60х60см.

Література:

1. Кобів Ю. *Lavandula angustifolia*. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин. Київ : Наукова думка, 2004. 800 с.
2. Кременчук Р.І. Біологічні особливості стеблового зеленого живцювання Лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia* Mill.) в умовах Лісостепу України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (21 квітня 2016р. с. Центральне. Миронівський інститут пшениці). Віниця. 2016. С. 67-68.
3. Касіян А. А. Вирощування лавандових культур на землях України. *Використання й охорона земельних ресурсів та туристично-рекреаційний потенціал територій : Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернетконференції.* Дубляни, 14 травня 2024 р. Львів : Львівський національний університет природокористування, 2024. 123с.
4. Гусєв В. Дослідження хімічного профілю трави лаванди вузьколистої : кваліф. робота / наук. керівник В. Георгіянц. Харків, 2023. 88 с.
5. Фармацевтична енциклопедія / голова ред. ради та автор передмови В. П. Черних ; Нац. фармац. ун-т України. 2-ге вид., переробл. і доповн. Київ : Моріон, 2010. 1632 с
6. Опис та характеристика рослини Лаванда вузьколиста (лікарська). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/lavanda-vuzkolista-%28likarska%29>



7. Сафарова Е. Обґрунтування і приготування ароматичної композиції для профілактики апатичності розумової діяльності людини : кваліфікаційна робота / наук. керівник Л. Петровська. Харків, 2023. 84 с.

8. Кременчук Р. І. Формування агроценозу лаванди вузьколистої за різних способів розмноження та технології вирощування в лісостепу (Doctoral dissertation, Київ, 2020).

9. Лозінська Т. П. Впровадження інноваційних прийомів у технології вирощування *Lavandula angustifolia* в умовах лісостепу України. Sciences of Europe, 2022. Вип. 97, № 3-5.

10. Дорош Ю. С. Лавандові поля як перспективний ресурс для розвитку туризму (на прикладі Карпатського регіону України). Програмний комітет, 214.

11. Астахова, Л. Є., Чирко, Т. А. Історія використання декоративних трав'янистих рослин у ландшафтному дизайні. 2025.

12. Барна М.М., Барна Л.С., Яцук Г.Ф. Декоративні лікарські рослини. Тернопіль: Видавництво «Підручники і посібники», 2006.

13. Аналіз стану та перспективи розвитку седативних лікарських засобів на сучасному фармацевтичному ринку України / С. А. Гладишева, Аль Насір Ейяд, В. В. Луць, О. П. Гудзенко // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. 2021. Т. 14, №1(35). С. 114-119.

14. Марковська О. Є., Свиденко Л. В, Стеценко І. І. Порівняльна оцінка морфометричних показників і господарсько цінних ознак *lavandula angustifolia* mill. Та *lavandula hybrida* rev. Наукові горизонти, 2020, № 02 (87) С.24-31.

15. Коваленко О. А., та ін. Аналітичний огляд ринку лікарських рослин України. 2020. С. 201-206.

16. Коркуленко А., Полин С. Сучасний стан виробництва лікарських рослин в Україні. Вісник Малинського фахового коледжу. Випуск 3, 2024.

Abstract. The article shows the results of field and laboratory studies of the influence of varieties and planting schemes on the yield of narrow-leaved lavender inflorescences during two years of research carried out in the Western Forest-Steppe. According to the results of the study, it was determined that the most favorable conditions for the growth and development of plants for the



formation of productivity of narrow-leaved lavender plants were the conditions in the 3rd year of cultivation, which provided a yield of raw mass of inflorescences in the range of 5.11-5.55 t/ha.

It was established that among the planting schemes, the 60x60cm scheme was more effective; according to the results of the share of influence of the elements of the experiment, this indicator influenced 48.4-49.1%.

As a result of the study, it was found that there was a similar trend in the influence of the studied factors on the yield of narrow-leaved lavender inflorescences. The optimal values on average for the years of research were obtained in the range of 10.36-9.83 t/ha on variants with a planting scheme of 60x60 cm. Indicators for these variants exceeded the values of the control variant by 8.14 and 2.61%, respectively. All other studied variants showed a decrease in plant yield by 3.65-11.17% compared to the control variant (planting scheme 75x75 cm, Munstead variety). The minimum indicators of 8.51 t/ha were obtained with a planting scheme of 45x45 cm, variety London Blue.

Based on the results of the research, it was concluded that in the conditions of the Western Forest-Steppe it is advisable to grow narrow-leaved lavender according to the 60x60 cm scheme. In the 2nd year of cultivation, the highest yield of 4.21 t/ha of narrow-leaved lavender inflorescences was obtained in the variant with a planting scheme of 60x60 cm, which is 4.47% more than the control (75x75 cm scheme). In the third year, the highest value of 6.15 t/ha was obtained for the 60x60cm scheme, which is 10.81% more than the control.

Key words: narrow-leaved lavender, planting schemes, varieties, inflorescence yield, analysis of variance.

Статтю надіслано: 15.07.2025р.

© Шувар А.М., Грохольська Т.М., Сидорук Г.П., Мороз В.В.,

Чернишенко О.Я., Болтик Н.П.



УДК 633.1:631.811.982

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS AND MICROFERRALS ON SOYBEAN PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF AGROCLIMATIC RISKS

ВПЛИВ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА МІКРОДОБРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РИЗИКІВ

Laslo O.O./Ласло О.О.*PhD, Associate Professor /к.с.з.н., доц,**ORCID: 0000-0002-0101-4442***Olepir R.V./Олепір Р.В.***PhD /к.с.з.н.**ORCID: 0000-0002-0825-7914**Poltava State Agrarian University, Poltava, Skovorody, 1/3, 36003**Полтавський державний аграрний університет,**Полтава, Сквороди, 1/3, 36003*

Анотація. *Соя важлива бобова культура, яка вирішує проблему дефіциту рослинного білка і жиру, поліпшує азотний баланс ґрунту. Раціонально побудована система удобрення дозволяє отримувати високу і повноцінну врожайність насіння сої урахувавши агрокліматичні ризики зони вирощування. Під час польового експерименту розкрито генетичний потенціал сортів сої, доведено ефективність застосування інокулянта ХіСтік Соя та мікродобрива Басфоліар у період вегетації, що сприяє покращенню роботи нодуляційного апарату та підвищує урожайність культури. Результати спостережень впливу мікродобрива Басфоліар на формування нодуляційного апарату у фазі цвітіння сої показали перевищення контролю на варіанті 2 на 1 ± 1 , на варіанті 3 на 4 ± 0 ; на варіанті 4 на 2 ± 1 по сорту Махоні. Перевищення контролю по сорту Ватсон на варіанті 2 на 1 ± 0 , на варіанті 3 на 3 ± 1 ; на варіанті 4 на 2 ± 1 , тоді як у фазі утворення бобів сої показали перевищення контролю на варіанті 2 на 4 ± 0 , на варіанті 3 на 7 ± 1 ; на варіанті 4 на 5 ± 1 по сорту Махоні. Перевищення контролю по сорту Ватсон на варіанті 2 на 3 ± 0 , на варіанті 3 на 6 ± 1 ; на варіанті 4 на 4 ± 1 . Прибавка сої на варіанті 2 складала 8,3%, на варіанті 3 – 12,4% (це найвищий показник у експерименті), на варіанті 4 приріст збільшився на 8,7%. Найменша істотна різниця у досліді складала 0,12. Результати польових досліджень підтверджують ефективність використання інокулянта ХіСтік Соя та мікродобрива Басфоліар у фазі 3–5 листа + бутонізації і рекомендуються для вирощування у Центральному Лісостепу України.*

Ключові слова: *соя, нодуляційний апарат, агрокліматичні ризики, урожайність.*

Вступ.

Вплив систем удобрення на якість сільськогосподарської продукції є одним з ключових критеріїв їх ефективності. Систему удобрення сільськогосподарських культур слід розглядати як потужний регулятор якості врожаю, а не лише як засіб підвищення урожайності [1]. Якість сільськогосподарської продукції включає в себе вміст різноманітних органічних



сполук, таких як білки, вуглеводи, жири та вітаміни, що характеризують поживну цінність продукції, а також збалансованість за макро- і мікроелементами, технологічну якість [4].

Соя є дуже важливою культурою, яка може вирішити проблему дефіциту рослинного білка і жиру, поліпшити азотний баланс ґрунту та збільшити виробництво харчових продуктів [7]. Лише правильно побудована система удобрення дозволить отримати високу і повноцінну врожайність насіння сої ураховуючи агрокліматичні ризики. Враховуючи це, важливо вести належний догляд за культурою сої та використовувати оптимальні методи удобрення й інокуляції для досягнення найкращих результатів [5].

Об'єкт і предмет досліджень

Об'єкт досліджень – підбір оптимальних композиції та фаз внесення мікродобрив для отримання стабільних урожаїв ультраранніх сортів сої.

Мета та завдання дослідження

Мета роботи – вивчення впливу інокулянту ХіСтік Соя у поєднанні з підживленням мікродобривом Басфоліар на розкриття сортового і генетичного потенціалу сої в залежності від агрокліматичних ризиків у період вегетації. Для цього було вирішено наступні завдання: за розвитком нодуляційного апарату рослин сої та урожайності у 2024 році.

Аналіз літератури

У наукових працях відзначено, що важливою особливістю сої є її здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями – ризобіями. Цей процес азотфіксації відбувається у спеціальних бульбочках, які утворюються у симбіозі з ризобіями [6]. Це дозволяє сої задовольняти свою потребу в азоті через симбіотрофне живлення, що робить можливим вирощування сої без або з мінімальними дозами азотних добрив [1]. Передпосівна підготовка насіння інокулянтами до сівби є одним із ключових заходів для реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів сої інтенсивного типу. Це допомагає забезпечити дружні, рівномірні та здорові сходи з подальшою високою азотфіксуючою здатністю посівів.



Дослідження науковців підтверджують, що для підтримки та стимулювання фізіологічних процесів розвитку сої рекомендується проводити позакореневі підживлення мікродобривами, які містять мікроелементи у біологічно активній формі, зокрема у формі хелатів [2-4]. Це особливо важливо в ті фази вегетації рослин сої, коли вони особливо чутливі до нестачі елементів живлення. Додаткове внесення мікроелементів у хелатній формі допомагає забезпечити рослини сої необхідними поживними речовинами, покращує їхні фізіологічні процеси та сприяє збільшенню врожайності. Важливо враховувати фази вегетації рослин для оптимального внесення мікродобрив, щоб забезпечити їм необхідну підтримку у критичні моменти росту [5].

Методи досліджень

Польовий й лабораторний – спостереження за розвитком нодуляційного апарату рослин сої та урожайності у 2024 році. Метод статистики для обчислення найменшої істотної різниці досліду. Агротехніка культури у досліді – традиційна. Основне удобрення N30P60K60. Сорти ультраранні Махоні та Ватсон. Площа дослідних ділянок – 50м², повторність – 3-разова. Обробку мікродобривом Басфоліар проводили у фазі 3-5 листа; у фазі 3-5 листа + бутонізації; у фазі бутонізації. Насіння сої попередньо перед сівбою обробили інокуляном ХіСтік Соя від BASF. Ґрунтові та агрокліматичні характеристики території дослідження: вміст гумусу в шарі 0–30 см складає 3,4–3,65 %, що вказує на досить добру родючість ґрунту. Кислотність ґрунту коливається в межах 6,3–6,7, і характеризується як нейтральне. Вміст легкогідролізованого азоту – 160 мг/кг ґрунту, фосфору – 78 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 124 мг/кг ґрунту. Агрокліматичні ризики супроводжувалися різкими коливаннями температури у період вегетації, низькою ґрунтовою вологістю та тривалою посухою. Підбір генетично потужних ультраранніх, стресостійких сортів, навіть за екстремальних факторів дав можливість отримати стабільний урожай культури.



Результати досліджень

Формування нодуляційного апарату сої спостерігали у два періоди: під час цвітіння і у фазі утворення бобів (таблиці 1, 2).

Таблиця 1 – Вплив мікродобрива Басфоліар на формування нодуляційного апарату сої (фаза цвітіння)

Сорти	Контроль	Басфоліар у фазі 3-5 листа	Басфоліар у фазі 3-5 листа + бутонізації	Басфоліар у фазі бутонізації
Махоні	9±1	10±2	13±1	11±2
Ватсон	8±2	9±2	11±1	10±1

Авторська розробка

Результати спостережень у фазі цвітіння сої показали перевищення контролю на варіанті 2 на 1±1, на варіанті 3 на 4±0; на варіанті 4 на 2±1 по сорту Махоні. Перевищення контролю по сорту Ватсон на варіанті 2 на 1±0, на варіанті 3 на 3±1; на варіанті 4 на 2±1.

Таблиця 2 – Вплив мікродобрива Басфоліар на формування нодуляційного апарату сої (фаза утворення бобів)

Сорти	Контроль	Басфоліар у фазі 3-5 листа	Басфоліар у фазі 3-5 листа + бутонізації	Басфоліар у фазі бутонізації
Махоні	13±1	17±1	20±2	18±2
Ватсон	13±2	16±2	19±1	17±1

Авторська розробка

Результати спостережень у фазі утворення бобів сої показали перевищення контролю на варіанті 2 на 4±0, на варіанті 3 на 7±1; на варіанті 4 на 5±1 по сорту Махоні. Перевищення контролю по сорту Ватсон на варіанті 2 на 3±0, на варіанті 3 на 6±1; на варіанті 4 на 4±1.

Кращі показники роботи нодуляційного апарату сої відмічали на варіанті з обробкою мікродобривом у фазі 3-5 листа + бутонізації на обох сортах.



Основним показником, який характеризує доцільність упровадження окремих елементів технології вирощування культури та їх економічну ефективність є урожайність сої (таблиця 3).

Таблиця 3 – Вплив обробки мікродобривом Басфоліар на урожайність сортів сої (середні показники)

Варіанти	Урожайність, т/га			Середнє	Прибавка урожаю, %
	Повторення				
	1	2	3		
Контроль	2,23	2,57	2,48	2,42	-
Басфоліар у фазі 3-5 листа	2,54	2,62	2,71	2,62	8,3
Басфоліар у фазі 3-5 листа + бутонізації	2,74	2,66	2,75	2,72	12,4
Басфоліар у фазі бутонізації	2,55	2,71	2,63	2,63	8,7
HP _{0,05}			0,12		

Авторська розробка

За результатами досліджень прибавка сої на варіанті 2 складала 8,3%, на варіанті 3 – 12,4% (це найвищий показник у експерименті), на варіанті 4 приріст збільшився на 8,7%. Найменша істотна різниця у досліді складала 0,12.

Перспективи подальшого розвитку досліджень

Подальший розвиток досліджень впливу мікробіологічних препаратів для інокуляції сої та коригування системи удобрення шляхом внесення мікродобрив хелатного походження передбачає підбір норм внесення та оптимальних фаз розвитку культури для сортів ранньої та середньої груп стиглості.

Висновки.

У роботі було розглянуто поєднання інокуляції та мікроудобрення у різні фази розвитку сої ультраніх сортів Ватсон і Махоні. Отримані результати досліджень, підтверджують ефективність поєднання рекомендованих препаратів ХіСтік Соя та мікродобрива Басфоліар у фазі 3–5 листа + бутонізації сої в умовах агрокліматичних ризиків Центрального Лісостепу України для отримання стабільних урожаїв культури.



Література:

1. Mikheeva, O., Klymenko, I., Mikheev, V., Golovan, L., Dychenko, O., Stankevych, S., Chechui, H., Laslo, O., Chupryn, Y., Nahorna, S. (2021) The effects of seeding rate and row spacing on the photosynthetic activity of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) *Applied ecology and environmental research* 19(5):4169-4184. doi: http://dx.doi.org/10.15666/aer/1905_41694184.
2. Ласло О. О., Мельничук А. В. (2021) Ефективність застосування регулятора Вимпел–2 та комплексного мікродобрива у посівах сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 4, 24-29. doi: <http://dx.doi.org/10.31210/visnyk2021.04.02>.
3. Ласло О.О., Марініч Л.Г., Голуб-Маковецька І.А. (2025) Композиційні суміші регуляторів росту та інокулянтів у технології вирощування органічної сої. *Таврійський науковий вісник*, 141, 157-163. doi: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.20>.
4. Ласло О.О., Олєпір Р.В., Панченко К.С. (2024) Застосування мікробіологічних препаратів та гуматів з метою підвищення адаптивності та стресостійкості рослин сої при вирощуванні. *Таврійський науковий вісник*, 136, 207-213. doi: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.25>.
5. Москалець В.В. (2004) Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої. *Агроекологічний журнал*, 3, 19–24.
6. Новицька Н.В., Джемесюк О.В. (2017) Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 1–2, 43–47.
7. Федорук І.В., Колодій В.А., Хмелянчишин Ю.В. (2022) Вплив елементів живлення на продуктивність сої. *Таврійський науковий вісник*, 128. 221-228. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.30>.

Abstract. Soybean is an important legume crop that solves the problem of vegetable protein and fat deficiency, improves the nitrogen balance of the soil. A rationally constructed fertilization system allows for high and full-fledged soybean seed yields, taking into account the agroclimatic risks of the growing area. During the field experiment, the genetic potential of soybean varieties was revealed, and the effectiveness of using the inoculant Histic Soybean and the microfertilizer Basfoliar



during the growing season was proven, which helps improve the work of the nodulation apparatus and increases crop yield. The results of observations of the influence of the microfertilizer Basfoliar on the formation of the nodulation apparatus in the flowering phase of soybean showed an excess of control in variant 2 by 1 ± 1 , in variant 3 by 4 ± 0 ; in variant 4 by 2 ± 1 for the Mahony variety. The control was exceeded by the Watson variety in variant 2 by 1 ± 0 , in variant 3 by 3 ± 1 ; in variant 4 by 2 ± 1 , while in the phase of soybean formation, the control was exceeded by the Mahony variety in variant 2 by 4 ± 0 , in variant 3 by 7 ± 1 ; in variant 4 by 4 ± 1 . The control of the Watson variety was exceeded in variant 2 by 3 ± 0 , in variant 3 by 6 ± 1 ; in variant 4 by 4 ± 1 . The increase in soybean yield in variant 2 was 8.3%, in variant 3 - 12.4% (this is the highest indicator in the experiment), in variant 4 the increase increased by 8.7%. The smallest significant difference in the experiment was $0.12.5\pm 1$. The results of field studies confirm the effectiveness of using the inoculant HiStic Soybean and the microfertilizer Basfoliar in the 3-5 leaf + budding phase and are recommended for cultivation in the Central Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: soybean, nodulation apparatus, agroclimatic risks, yield.

Стаття відправлена: 24.07.2025

© Ласло О.О., Олєпїр Р.В.



УДК 504.53.052

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF AGROCHEMICAL
MONITORING OF SOIL UNDER MULTI-ANNUAL PLANTINGS
(CULTIVATION USING ORGANIC TECHNOLOGY) AND MULTI-
ANNUAL HERBS (CULTIVATION USING TRADITIONAL PESTICIDE-
FREE TECHNOLOGY)**

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ АГРОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ
ГРУНТУ ПІД БАГАТОРІЧНИМИ НАСАДЖЕННЯМИ (ВИРОЩУВАННЯ ЗА
ОРГАНІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ) ТА БАГАТОРІЧНИМИ ТРАВАМИ
(ВИРОЩУВАННЯ ЗА ТРАДИЦІЙНОЮ БЕЗПЕСТИЦИДНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ)**

Laslo O.O./Ласло О.О.

*PhD, Associate Professor /к.с.г.н., доц,
ORCID: 0000-0002-0101-4442*

Marinich L.G./Марініч Л.Г.

PhD, /к. с.-г. н.

ORCID: 0000-0002-0073-9433

Poltava State Agrarian University, Poltava, Skovorody, 1/3, 36003

Полтавський державний аграрний університет,

Полтава, Сковороди, 1/3, 36003

***Анотація.** Моніторинг ґрунтів є важливим інструментом для отримання актуальної інформації про їхній стан, що дозволяє прогнозувати зміни в ґрунтовому покриві та планувати ефективні заходи для запобігання його деградації. Науковці акцентують увагу на тому, що сьогодні питання екологічно безпечного використання та відновлення земель стає особливо актуальним. Мета дослідження полягає у використанні ґрунтово-екологічних полігонів, для комплексного аналізу ключових агрохімічних характеристик та їх порівняльний аналіз. Основним типом ґрунтів території дослідження є темно-сірі опідзолени ґрунти. Водночас об'єкти – багаторічні насадження (за органічною технологією) та посіви багаторічних трав (традиційна безпестицидна технологія) можуть бути розцінені як екологічно стабілізуючі території. Аналіз проведеного моніторингу ґрунтів на ділянках з багаторічними насадженнями (за органічною технологією) та багаторічних травах (за безпестицидною технологією) дає можливість стверджувати, що органічна технологія вирощування багаторічних насаджень (горіх волоський) сприяє більш швидшому відновленню родючості ґрунту у порівнянні з безпестицидною технологією вирощування багаторічних трав (стоколос безостий), проте на ці технології не мають суттєвого впливу на кислотність темно-сірих опідзолених ґрунтів.*

***Ключові слова:** моніторинг ґрунту, агрохімічні показники, родючість ґрунту, органічна технологія, безпестицидна технологія, багаторічні насадження, багаторічні трави.*

Вступ.

Екологічна дестабілізація земель, зменшення родючості ґрунтів та широке поширення процесів їх деградації, як свідчать дослідження науковців,



актуалізують потребу в суттєвих змінах підходів до організації аграрної діяльності та управління природокористуванням [2].

Моніторинг ґрунтів відіграє ключову роль у забезпеченні актуальних даних про їхній стан, що дає змогу передбачати майбутні зміни в ґрунтовому покриві та розробляти комплексні заходи для запобігання його деградації. Дослідники наголошують, що питання екологічно безпечного використання і відновлення земель нині набуває особливої уваги [1].

Причинами створення системи моніторингу ґрунтів є насамперед контроль та запобігання негативним процесам у ґрунтоутворенні, зокрема таким як зменшення вмісту гумусу, вилуговування кальцію, агрофізична деградація ґрунтів, вторинне засолення і осолонцювання, водна ерозія та вітрова ерозія [3]. Сучасні виклики, які постають у цьому контексті, вимагають впровадження ефективних механізмів впливу для вирішення зазначеної проблеми.

Об'єкт і предмет досліджень

Об'єктом дослідження є темно-сірі опідзолені ґрунти, що охоплюють території підприємства, що займається органічним садівництвом і дослідні поля під посівом стоколосу безостого Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавилова Інституту свинарства та АПВ НААН у межах міста Полтава. Предметом дослідження виступає порівняльний аналіз вмісту хімічних елементів і гумусу у темно-сірих опідзолених ґрунтах на досліджуваних територіях.

Мета та завдання дослідження

Мета дослідження полягає у використанні ґрунтово-екологічних полігонів, для комплексного аналізу ключових агрохімічних характеристик та їх порівняльний аналіз.

Основними завданнями дослідження є детальне порівняльний аналіз хімічних елементів у ґрунтах за ведення органічного садівництва та вирощування багаторічних трав за безпестицидною технологією.



Аналіз літератури

Метою моніторингу ґрунтів є отримання інформації, необхідної для прийняття рішень, які спрямовані на стабілізацію та підвищення їх якості, екологізацію аграрного виробництва і досягнення ключової цілі – екологічної стабільності території [1].

Ключовими показниками для оцінки процесів ґрунтоутворення є ємність катіонного обміну, рівень гумусу та рухомих гумусових речовин, активна, обмінна й гідролітична кислотність, а також концентрація рухомих форм основних макро- і мікроелементів живлення [4]. Серед фізичних властивостей особлива увага приділяється щільності ґрунту, його водопроникності та структурно-агрегатному складу. Біологічну активність ґрунту оцінюють за такими процесами, як азотфіксація, нітрифікація, денітрифікація тощо. За відносно короткий період ґрунтові системи втратили значну частину своїх природних генетичних характеристик, що призвело до їх переходу в категорію антропогенно змінених ґрунтів [5].

На антропогенно змінених ґрунтах Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавилова закладено дослід з посіву злакових багаторічних трав. Найбільшу кормову цінність серед злакових трав має стоколос безостий. Завдяки ряду цінних якостей він займає провідне місце серед багаторічних злакових трав, які є основою травостою природних і сіяних сінокосів і пасовищ, що сприяють відновленню еродованих ґрунтів покращуючи агрохімічні характеристики. Також науковцями [6, 7] досліджено селекційно-генетичні особливості селекційного матеріалу стоколосу безостого в умовах Лісостепу України у результаті діалельних схрещувань кращих колекційних зразків, що безумовно покращує як структуру ґрунту, так і агрохімічні показники.

Комплекс заходів з моніторингу досліджуваних територій включає динаміку органічної речовини, хімічних елементів та інших факторів. Крім того, здійснюється оцінка ефективної родючості ґрунтів шляхом аналізу показників



врожайності і якості продукції рослинництва, що достатньо повно відображає стан ґрунтів у контексті агроекологічної стійкості [2].

Методи досліджень

Відбір ґрунтових зразків здійснювався за стандартами, визначеними ДСТУ 4281:2004, що гарантує високу точність і достовірність даних для подальшого аналізу.

Дослідження проб ґрунту проводилося в спеціалізованій лабораторії з моніторингу та агрохімічної паспортизації на базі Полтавської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» та лабораторії AgRII ТОВ «Агрії Україна». Аналіз виконували згідно з прийнятими методиками, що забезпечують максимальну точність та узгодженість результатів. Особливий акцент робили на еродованих ґрунтах, які знаходяться на земельних угіддях з органічним вирощуванням багаторічних насаджень. Ці ґрунти мають специфічні характеристики, що відрізняють їх від повнопрофільних, і тому потребують застосування особливих підходів. Еродовані території дослідної станції, де вирощують багаторічні трави (стоколос безостий), характеризуються значною різноманітністю ступенів змивання, що ускладнює визначення меж ділянок, відбір проб і оцінку якості земель. Для таких земель були розроблені спеціальні методики, які дозволяють забезпечити точне дослідження їх агрохімічного стану та надати рекомендації для ефективного використання [8, 9].

Результати досліджень

Основним типом ґрунтів територій дослідження є темно-сірі опідзолені ґрунти. Водночас об'єкти – багаторічні насадження (за органічною технологією) та посіви багаторічних трав (традиційна безпестицидна технологія) можуть бути розцінені як екологічно стабілізуючі території.

Для темно-сірих опідзолених ґрунтів міста Полтави визначено еталонний склад гумусу: у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) його вміст становить 3,5 %, у середньому шарі (20–40 см) – 3,1 %, а в глибшому (40–60 см) – 1,6 %. Нормативний показник рухомих форм фосфору та калію для цих ґрунтів встановлений на рівні: 7,3 мг/100 г ґрунту для фосфору та 7,7 мг/100 г для калію.



Щодо кислотності, рівень рН для темно-сірих опідзолених ґрунтів визначено як 5,9. Дослідженнями зафіксовано істотні зміни в морфології цих ґрунтів, включаючи трансформацію їх структури, утворення типових орних та підорних горизонтів, виникнення нових прошарків і нетипових структурних типів. Крім того, вони відзначили зменшення загальної потужності ґрунтового профілю.

За результатами агрохімічного аналізу (таблиці 1, 2) маємо порівняльні характеристики для основних агрохімічних показників родючості ґрунту – гумус та макроелементи.

Таблиця 1 – Вміст гумусу у ґрунтах на досліджуваних полігонах, %

Роки проведення моніторингу ґрунтів	Багаторічні трави (стоколос безостий)	Багаторічні насадження (горіх волоський)
2016	2,36	2,27
2020	2,38	2,44
2023	2,51	2,86

Авторська розробка

У 2016 році проведено моніторинг ґрунту полігонів перед закладанням досліду з багаторічними травами та закладанням саду (за органічною технологією). Вміст гумусу на ділянці зі стоколосом був вищим за показник на ділянці при закладанні багаторічних насаджень на 0,09%. Динаміка підвищення рівня родючості на дослідній ділянці зі стоколосом безостим у порівнянні з 2016 роком складає 0,02% у 2020 році та 0,15% у 2023 році. Динаміка на ділянці із багаторічними насадженнями має наступні показники росту порівняно з 2016 роком – на 0,17% у 2020 році та на 0,59% у 2023 році. Порівнюючи динаміку утворення органічної речовини на дослідних полігонах, можемо сказати, що відновлення родючості при вирощуванні за органічною технологією відбувається інтенсивніше за рахунок внесення органічних добрив та мульчування.



Таблиця 2 – Вміст азоту, фосфору та калію на досліджуваних полігонах, мг/кг

Роки проведення моніторингу ґрунтів	Багаторічні трави (стоколос безостий)			Багаторічні насадження (горіх волоський)		
	Амонійний азот (NH ₄),	Рухомий фосфор (P ₂ O ₅),	Рухомий калій (K ₂ O),	Амонійний азот (NH ₄),	Рухомий фосфор (P ₂ O ₅),	Рухомий калій (K ₂ O),
2016	21,9	147,4	116,7	15,2	77,76	77,76
2020	23,43	150,63	120,88	18,6	91,1	122,8
2023	25,26	148,71	125,33	20,3	132,3	151,1

Авторська розробка

З таблиці 2 бачимо, що на обох полігонах спостерігається тенденція до підвищення вмісту азоту, фосфору і калію у ґрунті. Проте, слід відмітити, що у 2016 році показники на ділянці багаторічних трав були значно вищі за показники ділянки з багаторічними насадженнями. Так, на ділянці з багаторічними травами (стоколос безостий) вміст амонійного азоту підвищився на 1,53–3,36 мг/кг; показник рухомого фосфору підвищився на 1,31–3,23 мг/кг; вміст рухомого калію збільшився на 4,18–8,68 мг/кг. На ділянці з багаторічними насадженнями отримали наступні показники у динаміці: NH₄ 3,4–5,1 мг/кг; P₂O₅ 13,34–54,54 мг/кг; K₂O 45,04–73,34 мг/кг. Порівняння показників з дослідних полігонів дає можливість стверджувати, що за органічної технології вміст елементів у ґрунтах з багаторічними насадженнями вищий за показники полігону з багаторічними травами.

Показник кислотності ґрунту на досліджуваних ділянках подано у таблиці 3.

Таблиця 3 – Показник кислотності ґрунту на досліджуваних полігонах

Роки проведення моніторингу ґрунтів	Багаторічні трави (стоколос безостий)	Багаторічні насадження (горіх волоський)
2016	6,5	6,65
2020	5,71	5,73
2023	5,87	5,83



З таблиці 3 бачимо, що темно-сірий опідзолений ґрунт має тенденцію до підкислення протягом років досліджень, очевидно, що безпосередній вплив на такі зміни мають кислотні опади та низький вміст органічної речовини, що характерно для такого типу ґрунту. На полігоні з багаторічними травами показник кислотності знизився на 0,63-0,79; на полігоні з багаторічними насадженнями на 0,82-0,92. Порівняльний аналіз отриманих показника дає підстави стверджувати про природні чинники впливу на підкислення ґрунту.

Перспективи подальшого розвитку досліджень

Перспективою подальших моніторингових досліджень на ділянках з багаторічними насадженнями (органічна технологія) та багаторічними травами (безпестицидна технологія) є дослідження вмісту органічного вуглецю поряд з агрохімічними показниками родючості.

Висновки.

Аналіз проведеного моніторингу ґрунтів на ділянках з багаторічними насадженнями (за органічною технологією) та багаторічних травах (за безпестицидною технологією) дає можливість стверджувати, що органічна технологія вирощування багаторічних насаджень (горіх волоський) сприяє більш швидшому відновленню родючості ґрунту у порівнянні з безпестицидною технологією вирощування багаторічних трав (стоколос безостий), проте на ці технології не мають суттєвого впливу на кислотність темно-сірих опідзолених ґрунтів.

Література:

1. Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В., Буланій О.В., Тонха О.Л. (2019) Моніторинг якості ґрунтів. Київ: Вид-во НУБіП Укр. 421с.
2. Грінченко Т.О. (2008) Моніторинг комплексної оцінки родючості ґрунтів Полтавської області 1971-2005 р. Харків: Вид. «КП Друкарня № 13». 186 с.
3. Ласло О.О., Головань Л.В., Чуприна Ю.Ю. (2024) Моніторинг земельних ресурсів: причини поширення екзогенних геологічних процесів. *Таврійський науковий вісник*, 137, 418-423. doi: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.50>.



4. Ласло О.О., Нагорна С.В., Панченко К.С. (2024) Моніторинг ґрунтів: еколого-агрохімічна оцінка. *Аграрні інновації*, 26, 53-57. doi: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.7>

5. Ласло О.О., Олєпир Р.В., Диченко О.Ю. (2024) Оцінка продуктивності ґрунтів за вмістом гумусу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 44, 38-42. doi: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3>

6. Марініч Л.Г. (2019) Оцінка загальної комбінаційної здатності та генетичний аналіз зразків стоколосу безостого методом діалельних схрещувань. *Вісник Харківського Національного аграрного університету*, 1, 18-125.

7. Марініч Л.Г., Антонєць О.А. (2021) Вплив строків посіву на продуктивність стоколосу безостого в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 3, 45-51. doi: 10.31210/visnyk 2021.03.05.

8. Ракоїд О.О. (2008) Методичні рекомендації з комплексної агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення. Київ: Логос. 51 с.

9. Рижук С.М., Лісовий М.В., Бенцаровський Д.М. (2003) Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. Київ. 64с.

Abstract. Soil monitoring is an important tool for obtaining up-to-date information about their condition, which allows predicting changes in soil cover and planning effective measures to prevent its degradation. Scientists emphasize that today the issue of environmentally safe land use and restoration is becoming particularly relevant. The purpose of the study is to use soil-ecological polygons for a comprehensive analysis of key agrochemical characteristics and their comparative analysis. The main type of soil in the study areas is dark gray podzolized soils. At the same time, objects such as perennial plantings (using organic technology) and perennial grass crops (traditional pesticide-free technology) can be considered as ecologically stabilizing areas. Analysis of soil monitoring conducted on areas with perennial plantings (using organic technology) and perennial grasses (using pesticide-free technology) allows us to state that organic technology for growing perennial plantings (walnut) contributes to a faster restoration of soil fertility compared to the pesticide-free technology of growing perennial grasses (spineless grass), however, these technologies do not have a significant impact on the acidity of dark gray podzolized soils.

Key words: soil monitoring, agrochemical indicators, soil fertility, organic technology, pesticide-free technology, perennial plantings, perennial grasses.

Стаття відправлена: 24.07.2025

© Ласло О.О., Марініч Л.Г.



УДК 632.95:595.78:635.64(477)

POPULATION CONTROL OF THE COTTON BOLLWORM (*HELICOVERPA ARMIGERA* HÜBNER) ON TOMATOES IN GREENHOUSE

КОНТРОЛЬ ЧИСЕЛЬНОСТІ БАВОВНИКОВОЇ СОВКИ НА ТОМАТАХ У ЗАКРИТОМУ ГРУНТІ

Horiainov O. M. / Горяінов О.М.*postgraduate student / аспірант*

ORCID: 0009-0009-1033-733X

Stankevych S.V. / Станкевич С.В.*s.a.s., as.prof. / к.с.-г.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-8300-2591

Horianova V.V. / Горяінова В.В.*s.a.s., as.prof. / к.с.-г.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4883-0770

*State Biotechnological University,**Kharkiv, Alchevskikh, 44, 61000**Державний біотехнологічний університет**Харків, вул. Алчевських, 44, 61000*

Abstract. *Helicoverpa armigera* (Hübner), commonly known as the cotton bollworm, is one of the most destructive pests affecting tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivation worldwide. Its polyphagous nature, high reproductive potential, and resistance to insecticides present significant challenges for pest management. This study aimed to evaluate the efficacy of biological control using two entomophagous agents—*Trichogramma* spp. (egg parasitoid) and *Habrobracon* spp. (larval ectoparasitoid)—against *H. armigera* in greenhouse-grown tomato crops. Monitoring of pest flight activity was conducted using pheromone traps at a density of one trap per hectare, while pest population assessments were based on fruit inspections of 100 plants across four replicates. Biological agents were released in two applications targeting different pest generations. *Trichogramma* was applied at 1.5 g/ha during peak moth activity and again at 1.0 g/ha after five days. *Habrobracon* was released at 500 individuals/ha upon detection of third-instar larvae and repeated after three days. The combined application of these biological agents led to a significant reduction in *H. armigera* populations—by 4 to 6 times compared to pre-treatment levels. The average biological efficacy reached 73.5% for the second generation and 82.9% for the third. These findings confirm the high potential of integrated biological control strategies for effective and environmentally sustainable management of *Helicoverpa armigera* in protected tomato cultivation.

Key words: *Helicoverpa armigera*, tomato, biological control, *Trichogramma*, *Habrobracon*, greenhouse, integrated pest management, pheromone monitoring

Introduction.

Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) is among the most widely cultivated solanaceous vegetable crops globally and holds the second position in significance after potato in numerous countries. Identified thirteen insect pests associated with tomato crops, predominantly from the orders *Lepidoptera*, *Coleoptera*, and *Hemiptera*.



The major insect pests affecting tomatoes include the fruit borer (*Helicoverpa armigera* Hübner), whitefly (*Bemisia tabaci*), jassid (*Amrasca devastans* Ishida), leafminer (*Liriomyza trifolii* Blanchard), and the potato aphid (*Myzus persicae*). The fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner), is recognized as the most damaging pest of tomato. Commonly referred to as the gram pod borer, American bollworm, or tomato fruit borer, it can inflict crop losses of up to 40–50% [3]. Early instar larvae primarily feed on foliage, flower buds, and blossoms, while later instars bore into developing fruits, making them unfit for market [4]. Its broad host range, capacity for multiple generations per season, migratory behavior, high reproductive potential, and resistance to many insecticides make this pest particularly challenging to manage [5, 6]. Globally, *H. armigera* is responsible for annual agricultural losses estimated at around 5 billion USD [7]. In tomato production, it contributes to significant reductions in yield, ranging from 20% to 60% depending on infestation levels [8–10].

Helicoverpa armigera belongs to the order *Lepidoptera*, family *Noctuidae*. The adult moth is 18–20 mm long, with a wingspan of 3.5–4.0 cm (Figure 1). Males are generally larger than females. Eggs are small (up to 0.6 mm in diameter), hemispherical, and turn nearly black when parasitized by *Trichogramma* spp. Larvae vary in color, most commonly yellowish-green (Figure 2).. The pupa is 16–20 mm in length, with two slightly curved spines at the posterior end of the abdomen [11].



Figure 1 – Adult moth of the cotton bollworm



Figure 2 – Tomato fruit damaged by cotton bollworm larvae

Monitoring populations of lepidopteran pests is most effectively and efficiently carried out using pheromone traps. These allow for the assessment of seasonal population dynamics and provide accurate timing for the implementation of targeted control measures. The economic threshold for *H. armigera* on tomato is 20 males per trap over a 3-day period (or 5 larvae or 15–20 eggs per 100 plants during the budding stage, and 40–90 eggs during fruit setting).

The use of pheromone and chromotropic (colored sticky) traps enables precise detection of pest hotspots, prediction of infestation timing and intensity, assessment of seasonal activity, and thus optimization of control measures to increase their efficacy [12].

Although natural enemies (entomophagous insects) play a role in regulating pest populations, their natural impact is often insufficient. One component of integrated pest management (IPM) is the seasonal augmentation of biological control agents, which allows manipulation of agroecosystem dynamics during periods of low natural enemy abundance. A key beneficial group in this context is *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), which enrich agroecosystems with effective parasitoids [13].



The release of *Trichogramma* can reduce *H. armigera* populations by 60%–80%, especially when combined with regular pest monitoring and appropriate cultural practices [14]. Findings from the article "*Biological control of Spodoptera spp. with Trichogramma spp. in tomato crops*" confirm the high efficacy of *Trichogramma* species in suppressing *H. armigera* infestations in tomato fields, particularly under organic farming systems [15].

Main text.

The success of biological pest control using entomophagous insects can depend significantly on the timing of their release and the population density introduced into the field. In modern tomato production systems—as well as in other agricultural crops—particular attention is given to the safety of plant protection strategies while maintaining high levels of efficacy. It is well established that many chemical control agents contain potent active substances that may adversely affect human health and agrobiocenoses. Their use contributes to environmental pollution, accumulation of pesticide residues in agricultural products, and, consequently, poses a serious threat to human health.

The objective of the present study is to assess the efficacy of applying the egg parasitoid *Trichogramma* spp. and the larval ectoparasitoid *Habrobracon* spp. for population control of the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) in greenhouse-grown tomato crops.

To monitor the flight dynamics and seasonal activity of the pest on tomato plantations, pheromone traps were deployed at a density of one trap per hectare. Population assessments of *Helicoverpa armigera* were conducted by inspecting tomato fruits on 100 plants, selected from different locations within the field, with observations replicated four times.

Due to the extended flight period of the pest, biological control agents were applied twice. *Trichogramma* spp. were released at a rate of 1.5 g/ha during the peak flight of *Helicoverpa armigera* adults, followed by a second application at 1.0 g/ha five days later. *Habrobracon* spp. were introduced at the initial appearance of third-instar larvae, at a density of 500 individuals per hectare, with a repeated release at the same



rate three days later. *Trichogramma* was utilized to parasitize pest eggs, while *Habrobracon* targeted the later larval instars.

The implementation of control measures against the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) is often complicated by the pest's biological characteristics. The larvae exhibit a concealed lifestyle, burrowing into tomato fruits, which limits the effectiveness of most contact insecticides. As a result, pest management strategies often rely solely on systemic insecticides. An effective alternative is the use of entomophagous insects capable of reaching the larvae inside the fruit. Among these, *Trichogramma* spp. are particularly effective, parasitizing the pest's eggs and preventing larval emergence.

The first generation of *H. armigera* is typically low in number and develops mainly on wild host plants; therefore, its impact on cultivated tomato crops is generally minimal and often not taken into account in control planning. To determine the timing of adult emergence for the second and third generations, pheromone traps were used (Figure 3). These traps were installed in early June. The capture of 2–3 male moths per trap per day signaled the onset of oviposition and served as the basis for the timed release of *Trichogramma* spp. for biological control of the pest population.



Figure 3 – Pheromone trap-based monitoring and control of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*)



To control the phytophagous pest, two biological releases of entomophagous agents—*Trichogramma* spp. and *Habrobracon* spp.—were carried out targeting two generations of the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*). This approach resulted in a significant reduction of pest population—by 4 to 6 times compared to the initial levels.

The use of *Trichogramma* and *Habrobracon* on tomato plantations demonstrated high efficacy. The average biological control efficiency reached 73.5% for the second generation and 82.9% for the third generation of the pest.

The obtained results confirm the effectiveness of biological control in reducing *H. armigera* populations and support its feasibility as a sustainable strategy for the protection of agricultural crops.

Summary and conclusions.

Damage caused by the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) is undoubtedly one of the key limiting factors in global tomato production.

Ukrainian tomato producers have access to a wide range of both chemical and biological pest management methods, including the use of synthetic insecticides, biological control agents, and agronomic practices aimed at conserving and enhancing populations of natural enemies.

In this context, excessive reliance on a single control strategy is considered ineffective. It is advisable to implement an Integrated Pest Management (IPM) approach, which involves the combination of complementary methods to effectively suppress pest populations below the economic threshold level.

References:

1. Клечковський Ю. Є., Глушкова С. О., Могилюк Н. Т., Ігнат'єва О. В. Шкідливість популяції бавовникової совки та мікробіоконтроль її чисельності на посівах томатів. *Агробіологія*. 2017. №1, с. 52–58.
2. Коваленко О. В. Біологічні методи боротьби з совкою на овочевих культурах. *Захист рослин і карантин*. 2020. №3, с. 14–18.



3. Ткачук М. І., Станкевич С. В. Інтегрований захист овочевих культур у закритому ґрунті. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, №2, с. 21–26.
4. Дрозда В. Ф. Бавовникова совка. *Захист рослин*. 2002. № 12. С. 17–18.
5. Bagheri A., Seyahooei M. A., Fathipour Y. Eco-friendly managing of *Helicoverpa armigera* in tomato field by releasing *Trichogramma evanescens* and *Habrobracon hebetor*. *Journal of Crop Protection*, 8(1). 2019. 11–19.
6. Трибель С. О., Федоренко В. П., Лапа О. М. Совки (Найпоширеніші види в Україні). К.: Колоб'іг, 2004. 72 с.
7. Байдик Г. В. Бавовняна совка – багатоїдний шкідник сільськогосподарських культур [Електронний ресурс]. Syngenta Україна. 2017. Режим доступу: <https://www.syngenta.ua/news/sonyashnik/bavovnikova-sovka-bagatoyidniyshkidnik-silskogospodarskih-kultur>
8. Довгань С. В. Бавовняна совка – небезпечний шкідник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://golovderzhzahist.com.ua> [in Ukrainian].
9. Горяїнов О. М., Станкевич С. В. Біоінсектицидний захист томатів у закритому ґрунті від основних шкідників. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-ентомологів докторів біологічних наук, професорів О. О. Мігуліна та О. В. Захаренка* (м. Харків, ДБТУ, 19–20 жовтня 2023 р.). Житомир: Видавництво «Рута». С. 52–54.
10. Stankevych S., Horiainov O., Horiainova V. The common tomato insect pests in greenhouses. *Integration vectors of sustainable development: economic, social and technological aspects. Monograph. Edited by Aleksander Ostenda and Oleksandra Mandych*. The University of Technology in Katowice Press. 2023. 359–369 P. DOI: 10.54264/M019
11. Liu Z., Li D., Gong P., Wu K. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants // *Environmental Entomology*. – 2004. – Vol. 33, No. 6. – P. 1570–1576. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.6.1570>



12. Облік шкідників та хвороб сільськогосподарських культур / В.П. Оме-
Всеукраїнська науково-практична конференція, 21 березня 2023 р. 21 люта, І. В.
Григорович, В. С. Чабан та ін. Под ред. В. П. Омелюти. К.: Урожай, 1986. 296 с.
13. Міністерство аграрної політики України. Методичні рекомендації щодо
застосування феромонних пасток у системі захисту овочевих культур. Київ:
НААН. 2021.
14. Моніторинг лускокрилих шкідників світловими і феромонними
пастками на полях агрохолдингу AGR Group. *SuperAgronom.com*. URL:
<https://superagronom.com/blog>
15. Huang J., Hao H. Effects of climate change and crop planting structure on the
abundance of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:
Noctuidae). *Ecology and Evolution*. 2020. Vol. 10, № 3. P. 1324–1338.
<https://doi.org/10.1002/ece3.5986>

Анотація. *Helicoverpa armigera* (Hübner), більш відома як бавовникова совка, є одним із найбільш шкідливих фітофагів, що уражають *Solanum lycopersicum* Mill. (томат) у світовому масштабі. Її поліфагізм, висока репродуктивна здатність та резистентність до інсектицидів створюють суттєві труднощі в реалізації ефективних заходів контролю. Метою даного дослідження було оцінити ефективність біологічного контролю чисельності *Helicoverpa armigera* у тепличних насадженнях томата шляхом застосування двох ентомофагів: яйцеїда *Trichogramma* spp. та личинкового ектопаразита *Habrobracon* spp.. Моніторинг льоту імаго шкідника здійснювали із застосуванням феромонних пасток із нормою розміщення одна пастка на гектар. Облік чисельності совки проводили шляхом візуального огляду плодів на 100 рослинах у чотирьох повтореннях. Біологічні агенти випускали дворазово, орієнтуючись на фенофази розвитку шкідника. *Trichogramma* застосовували у нормі 1,5 г/га під час піку льоту імаго та повторно — 1,0 г/га через п'ять діб. *Habrobracon* випускали в кількості 500 особин/га при виявленні гусениць третього віку, з повторенням через три доби. Комбіноване застосування ентомофагів забезпечило значне зниження чисельності *H. armigera* — у 4–6 разів порівняно з початковими показниками. Середня біологічна ефективність склала 73,5 % для другого покоління та 82,9 % — для третього. Отримані результати підтверджують високий потенціал інтегрованих біологічних стратегій захисту для ефективного та екологічно безпечного контролю бавовникової совки в умовах захищеного ґрунту.

Ключові слова: *Helicoverpa armigera*, томат, біологічний контроль, *Trichogramma*, *Habrobracon*, теплиця, інтегрований захист рослин, феромонний моніторинг.

Scientific adviser: Candidate of Agricultural Sciences,

Associate Professor Stankevych S.V.

Article sent: 24/07/2025

© Horiainov O.M., Stankevych S.V., Horiainova V.V.



PRODUCTIVITY AND METABOLISM IN CALVES OBTAINED FROM EXPERIMENTAL DRY COWS WITH DIFFERENT LEVELS

ПРОДУКТИВНІСТЬ І ОБМІН РЕЧОВИН У ТЕЛЯТ, ОТРИМАНИХ ВІД ПІДДОСЛІДНИХ СУХОСТІЙНИХ КОРІВ З РІЗНИМИ РІВНЯМИ ПРОБІОТИЧНОЇ ДОБВКИ «БІОМАГН»

Ткачук В.Р. / Ткачук В.П.

Ph.D., Associate Professor, / к. с-г. наук, доцент

Поліський національний університет

«Polissya National University»

ORCID: 0000-0002-4811-6884

Kostash V.B. / Косташ В.Б.

PhD student / аспірант

Higher education institution «Podolsk State University»,

Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Annotation. It is established that higher viability of calves of the experimental groups markedly affected the dynamics of their live weight. The live weight of calves 2, 3, 4 and 5th experimental groups at birth was higher than in control by 1.5; 1.7; 2.4 and 1.8 kg, or 5.9; 6.6; 9.4 and 7.0%. According to the data, calves of the experimental groups in the first 30 days after birth increased live weight by 681-713 g, which is 32-64 g, or 4.9-9.8% more than in control. With the increase in age, the difference between the average daily growths of the live weight of the calves of the experimental and control groups decreased and in the second month of life was 4.4-7.6%, in the third-3.9-6.9, the fourth-3.5-4.6%. At the age of 4 to 6 months, the growth of calves of the experimental groups gradually decreased to the level of control, which is apparently due to the decrease in the prolonged effect of the feed additive "Biomagn". It can be noted that proving the level of feed additive "Biomagn" in the diet of dry cows to 7-13 g/ch/day contributes to increased viability and intensity of growth of their calves in the first 3 months after birth by 4.6-8.2%. On the basis of complex zootechnical and physiological-biochemical evaluation of the results of the experiment, we can conclude that the optimal dose on the biotic feed additive "Biomag" for dry cows is 11 g/goal/day.

Ключові слова: телята, раціон, кормова добавка, жива маса, сухостійні корови, прирости, годівля

Introduction.

Obtaining a viable, functionally active offspring, and in subsequent and highly productive animals is one of the most important problems of production. The solution of this problem in ruminants is impossible without much attention to the processes of scar fermentation. The degree of use of feed, the level of synthesis of LZHK and microbial mass, which are very important components in providing the body with complete protein and energy [2].

Despite the fact that probiotics are often used as interchangeable with direct feeding microorganisms (DFM), there is a slight difference in their determination of



animal feeding. The US Food and Medicine Quality Management has identified DFM as feed products that are believed to be or are a natural source of viable microorganisms. More sidely, different definitions are used to describe probiotics [7].

Probiotic preparations are available in various forms, and their effectiveness sometimes differs depending on whether they are mono- or multi-strain. A new approach to using probiotics is to use a combination of probiotics strains. It is believed that this strategy has significantly affected the nutrition of animals, increased the benefits of health and created even a more favorable balance of intestinal metabolism, animal welfare and productivity than single -standing crops. They can be introduced in several ways, but the oral method is most common in animal husbandry [1].

Most importantly, they should be "safe for use". According to the current bacterial nomenclature, the International Code of Nomenclature should be used for the name or classification of new probiotic strains. Despite the fact that probiotics are considered a possible replacement of antibiotic growth stimulants, the mechanism of their action is excellent. The impact of probiotics is species -specific and may also depend on the physiological and immunological state of the animal, which is introduced [1,2].

Biomagn probiotic remedy is a kind of feed additive and is used to add a high content of fiber, corn, soybean to diet. It can withstand the process of feed granulation with a temperature of up to 85o C. It is mainly intended for the breakdown of anti -nutrient necrochmaid polysaccharides, starch. It is used to restore the intestinal microflora for antibiotic therapy, as well as as a detoxint. Due to additional release of nutrients can be achieved improving feed conversion [5, 6].

Результати досліджень.

Since the level of completeness and balance of feeding of dry cows are directed, on the one hand, to ensure their high in further milk, and on the other hand - to increase the vitality obtained from them, in the experiment, along with the above issues, the impact of different levels [3].

Dry cows should be constantly in a state of medium fatness, from which one hundred percent depends on both indicators of reproductive capacity and subsequent dairy productivity of animals. These indicators adversely affect both low and excessive



feed consumption. Therefore, the basis of the first scientific and economic experiment was the task of optimizing the feeding process by using the diet of dry cows of the feed additive "Biomagn" in the diet of dry cows. [1].

During the experiment, the actual feed consumption was taken into account by dry cows, once in a decade for two adjacent days.

The scientific and economic experiment was conducted in 5 groups of dry analogues (10 heads each), of which 1 control and four (2, 3, 4 and 5) research groups were allocated. Feeding of cows of all subject groups was carried out according to the same diets. The difference was that the animals of the control group consumed the feed of the main diet, and in the diets of cows 2, 3, 4 and 5th research groups were introduced in addition to the biotic benefits "Biomagn" 7; 9; 11 and 13 g/goal/day [4].

As a result, the study of the level of probiotic feed additives did not adversely affect the consumption of feed by subject animals.

The higher viability of calves of the experimental groups markedly affected the dynamics of their live weight. Moreover, the difference in live weight was noted immediately on the birthday of calves. As mentioned, the live weight of calves 2, 3, 4 and 5th research groups at birth was higher than in control by 1.5; 1.7; 2.4 and 1.8 kg, or 5.9; 6.6; 9.4 and 7.0%.

In the monthly age, the calves of the experimental groups by live weight were ahead of the control peers by 2.5-4.4 kg, or 5.6-9.8%, in 2-Miss-by 3.4-5.9 kg, or 5.2-9.0%, in 3-month-by 4.2-7.3 kg, or 4,9-8 4.0-7.8% and at 6 months of age-by 4.1-8.5 kg, or 3.0-6.2%.

According to the data, calves of the experimental groups in the first 30 days after birth increased live weight by 681-713 g, which is 32-64 g, or 4.9-9.8% more than in control.

With the increase in age, the difference between the average daily growths of the live weight of the calves of the experimental and control groups decreased and in the second month of life was 4.4-7.6%, in the third-3.9-6.9, the fourth-3.5-4.6%.



At the age of 4 to 6 months, the growth of calves of the experimental groups gradually decreased to the level of control, which is apparently due to the decrease in the prolonged effect of the feed additive "Biomagn".

Conclusions.

1. In general, it can be noted that proving the level of feed additive "Biomagn" in the diet of dry cows up to 7-13 g/goal/day contributes to increased viability and intensity of growth of their calves in the first 3 months after birth by 4.6-8.2%.

2. Therefore, on the basis of a complex zootechnical and physiological-biochemical evaluation of the results of the experiment, we can conclude that the optimal dose on the biotic feed additive "Biomag" for dry cows is 11 g/goal/day.

References:

1. Prylipko TM, Kostash VB The effect of the synbiotic drug "Biomagn" in combination with an aqueous solution of the disinfectant "Diolaid" on the dynamics of the live weight of the experimental calves during the cultivation period. Tavriysk Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences. Kherson State Agrarian and Economic University. Kherson. Helvetika Publishing House. Agricultural sciences. № 140. P. 488-493 DOI <https://doi.org/10.32782/222>

2. Kostash VB, Prylipko TM The influence of the synbiotic drug "Biomagn" on the dynamics of live weight and the reproductive capacity of cows. Podilsky Bulletin: Agriculture, Technology, Economics Issue 1 (46) 2025. P. 67-71 Agricultural Sciences. Doi: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.8> ..

3. Prylipko TM, Tkachuk VP, Kostash VB, productive and slaughtering indicators of broiler chicks for inclusion in the diet of immune-corrective and biocidal action. Tavriysk Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences. Kherson State Agrarian and Economic University. Kherson. Helvetika Publishing House. 2023. Issue 129. P.229-233. Doi <https://doi.org/10.32851/2226-009.2023.129.29> . .

4. Methodology and organization of research in animal husbandry: a textbook. Ed. Ibatullina II, Zhukorsky OM Kyiv: Agrar. Science, 2017. 328 p.



5. Kambur MD, Kolechko AV Formation of processes of scarring in calves. MD Kambur, AV Kolechko. Collection of materials of the XII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists "First Scientific Steps", Kamianets-Podilskyi. 2018 P. 144.

6. Kharko M.V., Denkovich BS, Pivotrak YI, Naumyuk OS, Petryshak RA, Golodyuk IP Dairy productivity and metabolic processes in the body of cows for use in the structure of the diet of Biosprint. Scientific Bulletin of the Lviv Naionic University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhitsky. 2017. Volume № 19. P. 122-126.

7. Yanovich VG, Salogub LI Biological bases of transformation of nutrients in ruminants. Lviv: Triad Plus, 2000. 384 p.

Анотація. Встановлено, що більш висока життєздатність телят дослідних груп помітно позначилася на динаміці їх живої маси. жива маса телят 2, 3, 4 і 5-ї дослідних груп при народженні була вищою порівняно з контролем відповідно на 1,5; 1,7; 2,4 і 1,8 кг, або 5,9; 6,6; 9,4 і 7,0%. Як свідчать дані, телята дослідних груп у перші 30 днів після народження щодоби збільшували живу масу на 681-713 г, що на 32-64 г, або 4,9-9,8% більше, ніж у контролі. Із збільшенням віку різниця між середньодобовими приростами живої маси телят дослідних і контрольної груп зменшувалася і уже на другому місяці життя становила 4,4-7,6%, на третьому – 3,9-6,9, четвертому – 3,5-4,6%. У віці від 4-х до 6-ти місяців інтенсивність росту телят дослідних груп поступово зменшувалася до рівня контролю, що, очевидно, пов'язано із зниженням пролонгуючої дії кормової добавки «Біомагн». Можна відмітити, що доведення рівня кормової добавки «Біомагн» в раціоні сухостійних корів до 7-13 г/гол/добу сприяє підвищенню життєздатності та інтенсивності росту їх телят у перші 3 міс після народження на 4,6-8,2%. На основі комплексної зоотехнічної і фізіолого-біохімічної оцінки результатів експерименту можна зробити висновок про те, що оптимальною дозою про біотичної кормової добавки «Біомагн» для сухостійних корів є 11 г/гол/добу.

Ключові слова: телята, раціон, кормова добавка, жива маса, сухостійні корови, прирости, годівля



УДК 633.15: 631.51

INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON BIOMETRIC PARAMETERS AND PRODUCTIVITY OF CORN HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEP OF UKRAINE

ВПЛИВ ГУСТОТИ РОСЛИН НА БІОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Hanhur V.V. / Гангур В.В.*d.s.-g.n., st.n.s. / д.с.-г.н., ст.н.с.*

ORCID: 0000-0002-5619-492X

Yeremko L.S. / Єремко Л.С.*k.s.-g.n., st.n.s. / к.с.-г.н., ст.н.с.*

ORCID: 000-0001-5641-7436

Kyrlytsia A. O. / Кирлиця А.О.*postgraduate / аспірант*

ORCID: 0009-0006-1619-9423

*Poltava State Agrarian University, Skovorody 1/3, 36003**Полтавський державний аграрний університет, Сковороди 1/3, 36003*

Актуальність. Кукурудза є однією з найпродуктивніших і універсальних культур, важливою для харчових, технічних і енергетичних потреб, а її значення зростає в умовах кліматичних змін, що зумовлює потребу в удосконаленні технологій вирощування. **Проблема дослідження** полягає в недостатній адаптації густоти стояння кукурудзи до біологічних особливостей гібридів та агрокліматичних умов, що призводить до порушення балансу між площею живлення, використанням світла, вологи й поживних речовин. Це зумовлює посилення внутрішньовидової конкуренції, зниження життєздатності рослин, зменшення біомаси та врожайності зерна. **Матеріали і методи.** Дослідження проводили впродовж 2021–2022 рр., на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М.І. Вавилова ІС і АПВ НААН України. Кліматичні і ґрунтові умови місця проведення досліджень цілком відповідають біологічним вимогам кукурудзи. **Результати.** Виявлено, що висота рослин кукурудзи суттєво залежить від густоти стеблостою, причому максимальні значення фіксувалися за середніх рівнів щільності. Реакція гібридів на зміну густоти є сортоспецифічною: ранньостиглі сорти чутливіші, тоді як середньостиглі проявляють більшу стабільність морфологічних ознак. Оптимальна густина сприяє формуванню максимальної врожайності, яка вищою була у гібридів з тривалішим вегетаційним періодом. **Висновки.** Встановлено, що висота і врожайність кукурудзи залежать від сортових особливостей і густоти стояння. Оптимальні показники спостерігалися за щільності 50–60 тис. рослин/га, а для гібриду ДН Меотида – 65 тис./га. Найвищу продуктивність забезпечив середньостиглий ДК Буришин, що підтверджує перевагу гібридів з тривалішим вегетаційним періодом.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, густина рослин, висота рослин, врожайність.

Вступ.

Впродовж останніх десятиріч, кукурудза стрімко ввійшла до числа найбільш поширених зернових культур світу, поступаючись, за площею посіву,



лише пшениці озимій та рису. Серед інших польових культур її вирізняє висока потенційна і фактична продуктивність та кормова цінність як зерна, так і зеленої маси. Розвиток біотехнології розширив перелік напрямків застосування цієї культури, зокрема на технічні цілі. Набуває широкого поширення використання зерна кукурудзи, як відновлювального джерела енергії, для виробництва біоетанолу, а вегетативної маси для виробництва біогазу. Не менш цінною перевагою кукурудзи є її порівняно висока витривалість до посушливих умов, що гарантує стабільну продуктивність культури за перманентних змін клімату та посилення його аридності. Однак, формування стабільно високих врожаїв, нарощування валового виробництва зерна кукурудзи буде проблемним без удосконалення існуючих, розроблення нових елементів технології вирощування, адаптації їх до екстремальних чинників погоди зумовлених глобальними кліматичними змінами [3–5, 9].

Рівень зернової продуктивності кукурудзи залежить від ряду як технологічних, так і природних чинників, зокрема густоти рослин, способу сівби, системи обробітку ґрунту та удобрення, типу ґрунту і його гідрологічних та хімічних властивостей, а також інших методів управління врожайністю [2, 7].

Оптимізація площі живлення рослин відповідно до біологічних вимог гібридів кукурудзи та біокліматичного потенціалу регіону вирощування є основною стратегією підвищення врожайності культури. Висока щільність рослин призводить до їх взаємного затінення, погіршення їх освітленості та умов для розвитку листя, що зумовлює зниження індексу площі листової поверхні, продуктивності фотосинтезу та формування низької загальної біомаси та врожаю зерна.

Результати наукових досліджень свідчать, що відповідний показник оптимальної густоти рослин варіює залежно від агрокліматичної зони вирощування культури, зокрема типу ґрунту та рівня його родючості, гідрологічного та гідротермічного режимів території. Недотримання рекомендацій щодо оптимальної густоти має негативний вплив на рослину та призводить до зниження продуктивності посівів, оскільки у разі загущення



стеблостою спостерігається підвищена конкуренція рослин за космічні і земні фактори життя, а за зрідження – не ефективне їх використання [11].

Науковими дослідженнями виявлено, що ефективне вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в значній мірі залежить від їх генотипової реакції на густоту рослин. Варіювання площі живлення рослин має істотний вплив на інтенсивність ростових процесів та генеративний розвиток, формування площі асиміляційної поверхні та коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації, використання вологи та поживних речовин, що у підсумку негативно відображається на рівні урожайності зерна [12]. На підставі результатів чисельних досліджень з'ясовано, що на ранніх етапах вегетації практично непомітною є реакція рослин кукурудзи на густоту стеблостою. Це зумовлено тим, що на цей період у рослин ще слабо розвинена коренева система та листовая поверхня. Проте вже до середини періоду вегетації кукурудзи, внаслідок активного росту і розвитку відбувається взаємне ускладнення онтогенезу рослин, яке зумовлено посиленням конкурентних взаємовідносин в агрофітоценозі за доступність до факторів життя. Це в свою чергу призводить до зниження життєздатності рослин та потенціалу їх продуктивності, стійкості до шкочинних об'єктів [6, 8].

Польовими дослідженнями виявлено, що пізньостиглі гібриди кукурудзи краще розвиваються за меншої густоти рослин на одиниці площі, тоді як ранньостиглі, через меншу листостеблову масу, потребують менше вологи та поживних речовин. Загущення більш ефективно для самозапиленних ліній, тому для їх вирощування доцільно розробляти окрему сортову технологію [1].

Аналіз наукових джерел свідчить, що надмірне загущення посівів кукурудзи супроводжується низкою негативних змін у морфо-фізіологічних показниках рослин. Зокрема, спостерігається зменшення асиміляційної поверхні на одну рослину, зниження передзбиральної вологості зерна, скорочення кількості продуктивних качанів, їх розмірів (довжини та діаметра), а також кількості зерен у ряду. Це, своєю чергою, призводить до зменшення маси зерна з одного качана,



виходу зерна та маси 1000 зерен, що негативно впливає на загальну врожайність і якість продукції [10].

Таким чином, проведений аналіз джерел наукової літератури свідчить, що ефективне вирощування кукурудзи залежить від поєднання її високого біоенергетичного потенціалу з адаптованими технологіями, які враховують густоту рослин на одиниці площі, біологічні особливості гібридів та агроекологічні умови регіону, оскільки відхилення від оптимальних параметрів істотно знижує продуктивність культури.

Основний текст.

У 2021–2022 роках на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавилова було закладено польовий короткостроковий експеримент з вивчення впливу різної густоти стояння рослин на біометричні показники та продуктивність гібридів кукурудзи. Дослідження проводили на території с. Степне Полтавського району, де розташоване дослідне поле станції.

Основний тип ґрунту на дослідному полі – це чорнозем типовий мало гумусний важкосуглинковий. Орний шар ґрунту дослідної ділянки містить 3,4 % гумусу, 6,17 мг азоту, що легко гідролізується (за Тюріним і Коновою), 17,7 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 21,4 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою). Кислотність ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН сольової витяжки 5,81. За рівнем агрофізичних показників, вмістом основних елементів мінерального живлення цей тип ґрунту цілком придатний для вирощування кукурудзи від ранньостиглої до середньопізньої груп стиглості.

Схема досліду передбачала вивчення трьох гібридів різних груп стиглості та п'ять густот рослин. Слід відзначити, що густоту рослин диференціювали залежно від групи стиглості гібридів. Повна схема досліду приведена в таблиці 1. Загальна площа дослідної ділянки становила 79,8 м², з них облікова – 27,0 м². Дослід проводили з триразовою повторністю. Кукурудзу вирощували в ланці сівозміни: соя – пшениця озима – кукурудза. Після збирання попередника проводили основний обробіток ґрунту, який включав лушення стерні на глибину



8–10 см. Після появи сходів бур'янів та падалиці попередника виконували суцільне розпушування комбінованим агрегатом АГ-4 «Скорпіон-1» на глибину 6–7 см. У кінці вересня проводили завершальну операцію основної обробки – глибоке розпушування плоскорізними знаряддями на глибину 25–27 см. Ранньовесняний обробіток полягав у розпушуванні та вирівнюванні поверхні ґрунту важкими зубовими бородами, а також передпосівній культивації на глибину загортання насіння (6–8 см). Безпосередньо перед культивацією вносили гербіцид Харнес (2,5 л/га), який має ґрунтову дію та знищує бур'яни ще у фазі проростання насіння.

Висота рослин є важливою сортовою ознакою гібридів кукурудзи, що відображає їхню групу стиглості та напрям використання. У ході досліджень встановлено, що цей показник варіює залежно від густоти рослин (табл. 1). Найвищими виявилися рослини на ділянках із середньою щільністю стеблостою.

Таблиця 1 – Вплив густоти на висоту рослин та прикріплення качана у гібридів кукурудзи, см (середнє за 2021–2022 рр.)

Назва гібридів	Густота рослин, тис.шт./га	Висота рослин у фазу цвітіння волотей, см	Висота прикріплення качана, см
ДН Меотида (ранньостиглий)	50	252	69,7
	55	261	70,6
	60	264	72,0
	65	248	73,0
	70	249	73,8
ДН Корунд (середньоранній)	45	260	81,9
	50	261	82,5
	55	267	82,8
	60	256	83,6
	65	255	84,5
ДК Бурштин (середньостиглий)	40	264	83,8
	45	264	84,3
	50	270	84,8
	55	263	86,0
	60	263	86,8

Результати досліджень свідчать, що максимальна висота стебла у ранньостиглого гібриду ДН Меотида (264 см) зафіксована за густоти 60 тис. рослин/га. Це може свідчити про оптимальні умови просторового розміщення



рослин, коли конкуренція за світло, вологу та елементи живлення ще не була надмірною. Збільшення густоти до 70 тис./га, навпаки, спричинило зниження висоти рослин до 248–249 см, що можна пояснити посиленням внутрішньовидової конкуренції, насамперед за світловий режим та поживні речовини. Водночас, в інтервалі густоти 65–70 тис./га висота рослин залишалася практично на одному рівні, що свідчить про стабілізацію ростових процесів в умовах підвищеного загушення. Загальне зниження висоти на 6,1 % порівняно з максимальним значенням є ознакою адаптаційної реакції рослин на погіршення умов живлення й освітлення за надмірної густоти.

Виявлене підвищення висоти рослин середньораннього гібриду ДН Корунд у разі збільшення густоти стояння з 45 до 55 тис./га (з 260 до 267 см) свідчить про те, що у цьому діапазоні загушення сприяло стимуляції ростових процесів. Імовірно, за меншої густоти (45 тис./га) рослини мали надлишок площі живлення, що не сприяло формуванню конкурентного середовища, необхідного для більш інтенсивного вертикального росту. Зі збільшенням густоти до 55 тис./га підвищується конкуренція за світло, що, у свою чергу, стимулює видовження стебла внаслідок фототропної реакції. Приріст висоти на 7 см (2,7 %) є свідченням адаптивної відповіді рослин на зміни в структурі агроценозу, які в даному випадку мали стимулюючий характер без надмірного пригнічення.

Результати свідчать про відносну стабільність морфологічних ознак середньостиглого гібриду ДК Бурштин за різних рівнів загушення. Незначна різниця за висотою рослин (лише 1 см) між мінімальною (40 тис./га) та максимальною (60 тис./га) густотою свідчить про низьку чутливість цього гібриду до зміни площі живлення. Це свідчить про його добру адаптивність та здатність підтримувати стабільний ріст навіть в умовах зміненої щільності посіву. Найбільший лінійний розмір (270 см) був зафіксований за густоти 50 тис./га, що, ймовірно, є оптимальним варіантом з точки зору співвідношення між доступною площею живлення та рівнем конкуренції між рослинами. Така реакція свідчить про пластичність гібриду і дозволяє зробити висновок про його



меншу залежність від густоти стояння, що є позитивною характеристикою для виробничих умов із нестабільними чинниками середовища.

Висота прикріплення качана також варіювала залежно від густоти: з її підвищенням прикріплення качана розташовувалося вище, що може впливати на ефективність збирання та втрати врожаю під час обмолоту.

Загальним оціночним критерієм доцільності вибору оптимальної передзбиральної густоти рослин кукурудзи є показники рівня досягнутої урожайності зерна.

За підсумками польового експерименту, проведеного впродовж 2021–2022 рр., встановлено значний вплив щільності стеблостою на формування врожаю зерна кукурудзи. Дослідженнями виявлено, що для ранньостиглого гібриду ДН Меотида оптимальною виявилася густота 65 тис. рослин/га, за якої відбулося формування найвищої врожайності – 6,71 т/га (рис. 1).

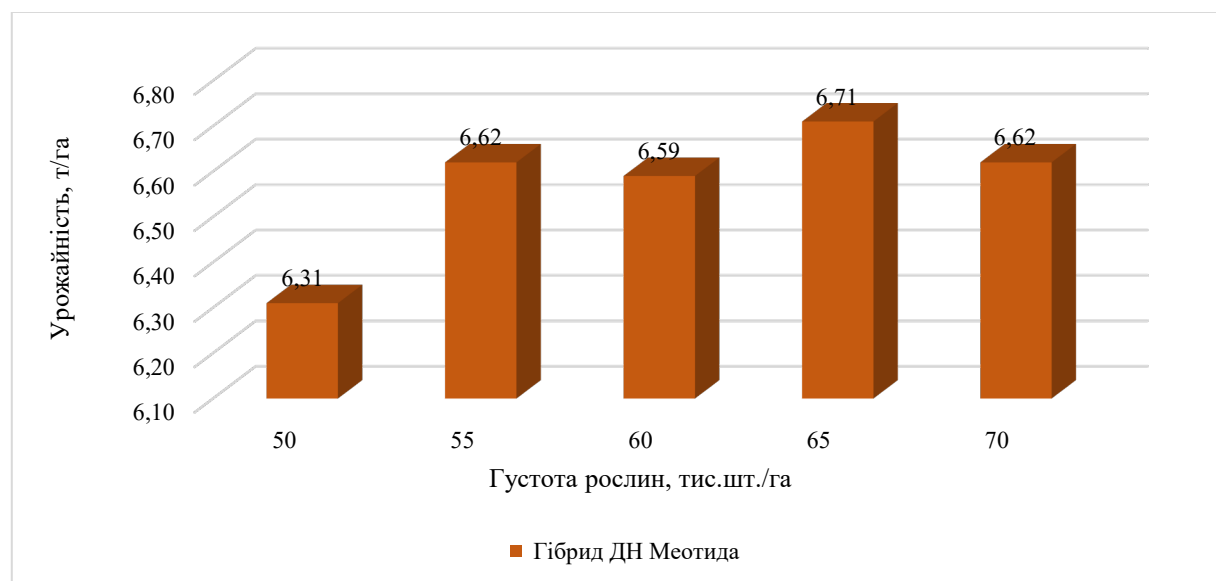


Рисунок 1 - Вплив густоти рослин на урожайність зерна ранньостиглого гібриду ДН Меотида (середнє за 2021–2022 рр.)

($HIP_{0,95}$: фактор A – 0,22; фактор B – 0,22; взаємодія факторів AB – 0,37)

Відхилення від цієї густоти – як у бік загушення, так і розрідження – призводило до зниження зернової продуктивності гібриду. Зокрема, за густоти 70 тис. рослин/га врожайність становила 6,32 т/га, що на 0,09 т/га менше.



Зменшення щільності до 60, 55 і 50 тис. рослин/га спричинило зниження врожайності на 0,09–0,4 т/га або на 1,4–6,7 % у порівнянні з оптимальним варіантом. За даними дисперсійного аналізу істотна різниця, за рівнем урожайності, відзначена лише за передзбиральної густоти 50 тис.шт./га, порівняно з іншими варіантами дослідження. Статистична відмінність між рештою варіантів, за вище зазначеним показником, знаходилася в межах найменшої істотної різниці.

Середньоранній гібрид ДН Корунд характеризувався стабільною врожайністю за різної густоти стояння (рис. 2). Врожайність зерна коливалася у межах 6,62–6,79 т/га, причому найвищу врожайність отримано за густоти 50 тис. рослин/га, а найнижчу – за 45 і 65 тис./га. Дисперсійний аналіз підтвердив слабку чутливість цього гібриду до щільності посіву: розбіжність між варіантами становила лише 0,06–0,17 т/га або 0,9–2,6 %, що відповідає межах НІР.

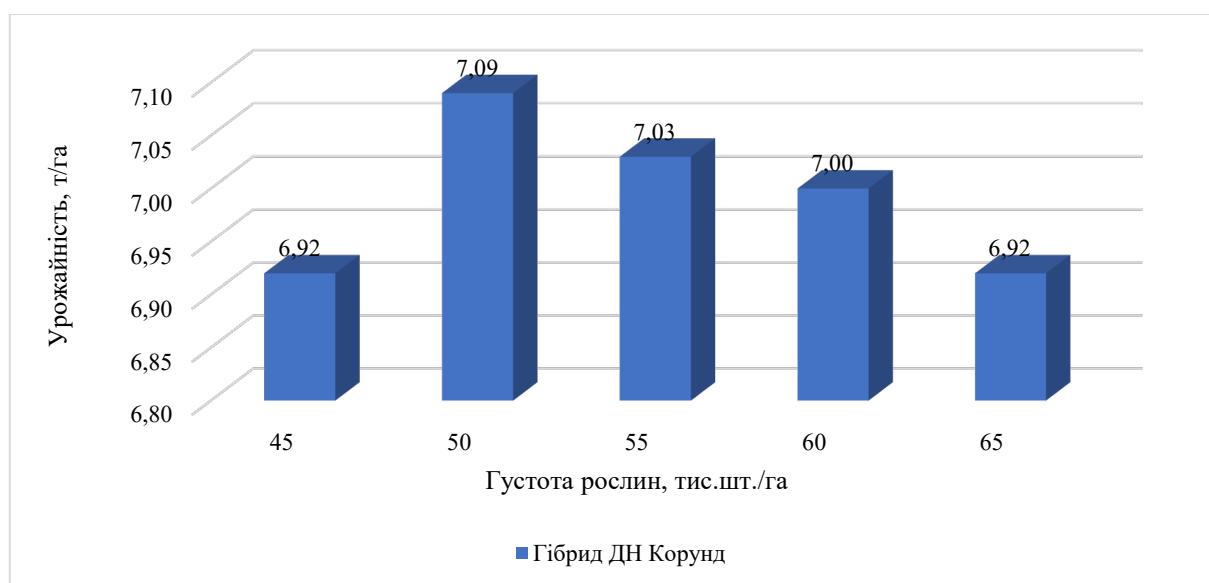


Рисунок 2 – Вплив густоти рослин на урожайність зерна середньораннього гібриду ДН Корунд (середнє за 2021–2022 рр.)

Найбільш виражену реакцію на зміну густоти рослин виявив середньостиглий гібрид ДК Бурштин (рис. 3). Максимальна врожайність (7,86 т/га) досягнута за густоти 55 тис. рослин/га. Підвищення щільності до 60 тис./га супроводжувалося неістотним зниженням продуктивності – на 0,11 т/га (1,4 %).



Водночас, зменшення густоти до 50, 45 і 40 тис./га спричинило істотне зниження врожайності – відповідно на 0,59, 1,01 і 1,35 т/га (8,1, 14,7 і 20,7 %), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу.

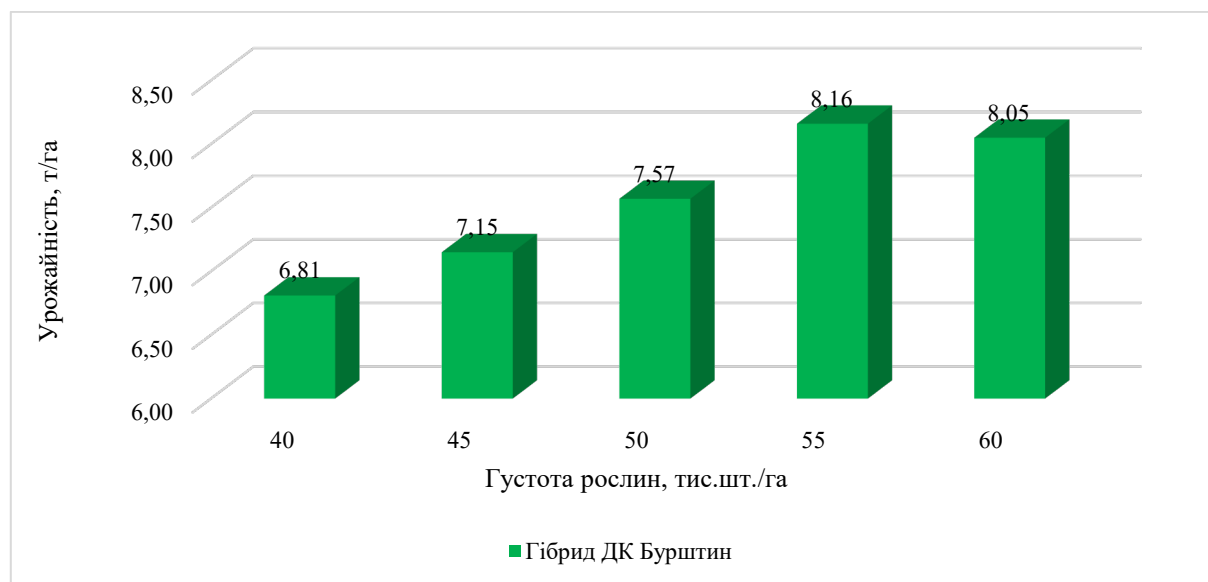


Рисунок 3 – Вплив густоти рослин на урожайність зерна середньостиглого гібриду ДК Бурштин (середнє за 2021–2022 рр.)

У середньому за варіантами густоти найменшу врожайність формували ранньостиглий гібрид ДН Меотида – 6,27 т/га. Середньоранній гібрид ДН Корунд перевищив цей показник на 0,42 т/га (6,7 %), а середньостиглий ДК Бурштин – на 0,98 т/га (15,6 %), що свідчить про перевагу гібридів із більш тривалим вегетаційним періодом у формуванні зернової продуктивності.

Висновки.

За результатами досліджень встановлено, що висота рослин кукурудзи є сортовою ознакою, чутливою до зміни просторового розміщення. За результатами досліджень встановлено, що середній рівень щільності рослин (50–60 тис. рослин/га) сприяє досягненню максимальної висоти та врожайності. Ранньостиглий гібрид ДН Меотида формували найвищу врожайність за густоти 65 тис./га, тоді як гібриди ДН Корунд і ДК Бурштин продемонстрували стабільні або адаптивні реакції до зміни щільності. Середньостиглий ДК Бурштин забезпечив найвищу зернову продуктивність, що свідчить про



перевагу гібридів з довшим вегетаційним періодом. Оптимізація густоти є важливим чинником для забезпечення ефективного росту та високої урожайності кукурудзи.

Література:

1. Абельмасов О.В., Бебех А.В. Особливості прояву основних елементів структури врожайності самозапилених ліній кукурудзи в різних умовах вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14. № 2. С. 209–214. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771
2. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Бояркіна Л.В., Шарій В.О., Біднина І.О. Порівняльний аналіз формування врожайності гібридів кукурудзи різних груп ФАО за краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 24–31. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.3>
3. Гангур В. В., Маренич М. М., Єремко Л. С., Шостя А. М., Пузир Д. О., Кирлиця А. О. Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Т. 26(4). С. 19–23. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.04>
4. Гангур В. В., Руденко В. В. Біометричні параметри рослин та продуктивність кукурудзи (*Zea mays* L.) залежно від строків сівби. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Т. 26(3). С. 36-41. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.07>
5. Гангур В.В., Єремко Л.С., Лень О.І., Руденко В.В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) залежно від строків сівби. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 15–21. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.3>
6. Гангур В.В., Єремко Л.С., Руденко В.В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 37–43. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6>



7. Говенько Р.В., Антал Т.В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 22–29. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.3>

8. Каленська С. М., Таран В. Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14. № 4. С. 415–421. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909

9. Ленъ О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 52–58. doi: 10.31210/visnyk2021.02.06

10. Jia Q., Sun L., Mou H., Ali S., Liu D., Zhang Y., Peng Z., Ren X., Jia Z. Effects of planting patterns and sowing densities on grain-filling, radiation use efficiency and yield of maize (*Zea mays* L.) in semi-arid regions. *Agricultural Water Management*. 2018. V. 201. P. 287–298. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.11.025>

11. Kamara M.M., Rehan M., Ibrahim K.M., Alsohim A. S., Elsharkawy M. M., Kheir A. M. S., Hafez E. M., El-Esawi M. A. Genetic diversity and combining ability of white maize inbred lines under different plant densities. *Plants*. 2020. V. 9(9). P. 1140. <https://doi.org/10.3390/plants9091140>

12. Murányi E. Effect of plant density and row spacing on maize (*Zea mays* L.) grain yield in different crop year. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 2015. V. 2 (1). P. 57–63. doi: 10.18380/SZIE.COLUM.2015.1.57

Abstract. Objective. Maize is one of the most productive and universal crops, important for food, technical, and energy needs, and its importance is growing in the context of climate change, which requires the improvement of cultivation technologies. **The problem of the study** is the insufficient adaptation of the density of maize to the biological characteristics of hybrids and agroclimatic conditions, which leads to an imbalance between the nutritional area, the use of light, moisture, and plant nutrients. This leads to stronger intraspecific competition, reduction of plant viability, and decrease in biomass and grain yield. **Materials and methods.** The research was conducted during 2021-2022 at the experimental field of the Poltava State Agricultural



Research Station named after M.I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production of the NAAS of Ukraine. The climatic and soil conditions of the research location are fully compliant with the biological requirements of maize. **Results.** It was found that the height of maize plants significantly depends on the plant density, and the maximum values were observed at middle density levels. The reaction of the hybrids to changes in density is variety-specific: early-ripening varieties are more sensitive, while mid-ripening varieties show greater stability of morphological traits. The optimal density promotes the formation of the maximum yield, which was higher in hybrids with a longer growing season. **Conclusions.** It was found that the height and yield of maize depend on varietal characteristics and planting density. Optimal parameters were observed at a density of 50-60 thousands plants per ha, and for the hybrid DN Meotida - 65 thousands per ha. The highest productivity was provided by the mid-season hybrid DK Burshtyn, which confirms the superiority of the hybrids with a longer growing season.

Keywords: maize, hybrids, plant density, plant height, yield.



CONTENTS

Medicine and health care

- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-021> 3
PERSONALIZED KINESIOTHERAPY SYSTEM FOR SCOLIOSIS OF DEGREES I–III FOR CHILDREN AGED 8–18
Nahorniak M.B.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-028> 21
INTERDISCIPLINARY APPROACH TO COMPLEX FULL-MAXILLARY RESTORATIONS: COLLABORATION BETWEEN DENTIST AND TECHNICIAN
Hryn V. Yu.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-033> 33
CHRONORHYTHMOLOGICAL FEATURES OF THE NEPHROPROTECTIVE PROPERTIES OF CORVITIN IN ACUTE KIDNEY INJURY
Olexandra Goroshko, Olexandr Zakharchuk, Inna Sakhatska, Lilia Kostyshyn, Vira Drachuk
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-034> 42
COMPARATIVE EFFICACY OF SULPHUR-CONTAINING AMINO ACIDS DERIVATIVES IN ACUTE KIDNEY INJURY OF VARIOUS ETIOLOGY
Vira Drachuk, Olexandra Goroshko
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-038> 52
CHEERLEADER SYNDROME: IDIOPATHIC CONDYLAR RESORPTION OF THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT
Kobtseva O.A., Kobtseva D.D.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-054> 60
MAIN ASPECTS OF TEACHING PHARMACEUTICAL CHEMISTRY BASED ON THE COMPETENCY-BASED APPROACH AT THE PROFESSIONAL COLLEGE OF BSMU
Alla Velyka, Yulia Kropelnytska, Oleksandra Garvasiuk
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-055> 66
APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ELECTRONIC TEXTBOOKS AND TEACHING MATERIALS IN ANALYTICAL CHEMISTRY
Yulia Kropelnytska, Alla Velyka, Oleksandra Garvasiuk
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-056> 72
ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK IN THE STUDY OF PHARMACEUTICAL CHEMISTRY AT PROFESSIONAL COLLEGE OF BSMU
Yulia Kropelnytska, Alla Velyka, Oleksandra Garvasiuk



<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-057> 78

APPLICATION OF THE "BRAINSTORMING" METHOD IN TEACHING ANALYTICAL CHEMISTRY TO PHARMACY STUDENTS AT BUKOVINIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY

Yulia Kropelnytska, Alla Velyka, Oleksandra Garvasiuk

Biology and ecology

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-015> 85

ANALYSIS OF THE AIR POLLUTION INTENSITY BY DUST EMISSIONS FROM AUTO TRANSPORT IN KRYVIY RIH CITY

Dolyna O.O., Panova S.M.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-049> 95

REPTILIAN RESPIRATION: MORPHOLOGICAL EVOLUTION AND ADAPTATION

Zapeka I.

Agriculture, forestry, fishery and water management

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-027> 108

PRODUCTIVITY OF NARROW-LEAVED LAVENDER DEPENDS ON TECHNOLOGICAL FACTORS

Shuvar A.M., Hrokholska T.M., Sydoruk H.P., Moroz V.V., Chernyshenko O.Ya., Boltyk N.P.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-041> 116

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS AND MICROFERRALS ON SOYBEAN PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF AGROCLIMATIC RISKS

Laslo O.O., Olepir R.V.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-042> 123

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF AGROCHEMICAL MONITORING OF SOIL UNDER MULTI-ANNUAL PLANTINGS (CULTIVATION USING ORGANIC TECHNOLOGY) AND MULTI-ANNUAL HERBS (CULTIVATION USING TRADITIONAL PESTICIDE-FREE TECHNOLOGY)

Laslo O.O., Marinich L.G.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-047> 131

POPULATION CONTROL OF THE COTTON BOLLWORM (*HELICOVERPA ARMIGERA* HÜBNER) ON TOMATOES IN GREENHOUSE

Horiainov O. M., Stankevych S.V., Horianova V.V.



<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-053>

139

**PRODUCTIVITY AND METABOLISM IN CALVES OBTAINED FROM
EXPERIMENTAL DRY COWS WITH DIFFERENT LEVELS**

Tkachuk V.P., Kostash V.B.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj32-02-065>

144

**INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON BIOMETRIC PARAMETERS AND
PRODUCTIVITY OF CORN HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-
BANK FOREST-STEP OF UKRAINE**

Hanhur V.V., Yeremko L.S., Kyrlytsia A. O.



Scientific publication

International periodic scientific journal

ScientificWorldJournal

Issue №32

Part 2

July 2025

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 73)

Articles published in the author's edition

*Academy of Economics named after D.A. Tsenov
Bulgaria jointly with SWorld*

Signed: July 30, 2025

e-mail: editor@sworldjournal.com

site: www.sworldjournal.com



www.sworldjournal.com

