



**НАУКОВІ ДОПОВІДІ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

**Електронний науковий
фаховий журнал**

Київ

Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 51 (березень), 2015

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Котюк Л. А. ОЦІНКА ЯКОСТІ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ DRACOSERNALUM MOLDAVICA L. ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ**
- 2. Ісаєнков С. В., Самофалова Д. О. ФІЛОГЕНЕТИНИЙ АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ КАЛІЄВИХ КАНАЛІВ РОДИНИ ТРК РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**
- 3. Станкевич С.А., Пестова І.О., Година О.О., Філозоф Р.С., ДИСТАНЦІЙНА ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ РОСЛИННОСТІ НА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ НА ПРИКЛАДІ НПП «ГОЛОСІЇВСЬКИЙ»**
- 4. Сафронова Л.А., Діденко Г.В. ВПЛИВ ПРОБІОТИКА ЕНДОСПОРИНУ НА ПОКАЗНИКИ СИСТЕМИ ІМУНІТЕТУ У ІНТАКТНИХ ТВАРИН**
- 5. Карелов А. В. Козуб Н.О., Созінов І. О., Борзих О. І. Блюм Я.Б. ПОЛІМОРФІЗМ МАРКЕРА ГЕНА TDF_076_2D ПОМІРНОЇ СТІЙКОСТІ ПРОТИ ФУЗАРІОЗУ КОЛОСУ СЕРЕД СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ (TRITICUM AESTIVUM L.) СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ**
- 6. Венгер А. М., Волкова Н. Е. ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ, ЩО КОДУЮТЬ ХАЛКОНСИНТАЗИ, ТА ЙОГО ЗВ'ЯЗОК З РІВНЕМ ГІРКИХ РЕЧОВИН ШИШОК ХМЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО**
- 7. Таран М. В., Шаванова К. Є., Марченко О. А., Годлевська О. О., Стародуб М. Ф. ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ЕКСПРЕСНА ОЦІНКА СТАНУ СТІЙКОСТІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ДО АБІОТИЧНИХ СТРЕСОВИХ ЧИННИКІВ**
- 8. Колесник О. О., Чеботар С. В., Хохлов О. М. МІКРОСАТЕЛІТНІ МАРКЕРИ, АСОЦІЙОВАНІ З ОЗНАКОЮ КОЛЬОРУ ЗЕРНА УКРАЇНСЬКИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ (англ. мов.)**
- 9. Іванович Я.І. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ГЕНОМУ ЧЕРЕШНІ (PRUNUS AVIUM (L.) L.)**

10. АльДалаін Е., Бондар О.С., Тимчишин О.В., Шевченко Т.П., Будзанівська І.Г., Поліщук В.П. ФІЛОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВІРУСУ МОЗАЇКИ ТОМАТУ, ВИДІЛЕНОГО З НАСІННЯ *LYCOPERSICON ESCULENTUM L.*

Агрономія

11.Полторецький С. П. ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗБОРУ ВРОЖАЮ НА НАСІННЄВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА ПОСІВНОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

12.Калитка В.В., Золотухіна З.В. ЗАСВОЄННЯ АЗОТУ РОСЛИНАМИ ІНТЕНСИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ АКМ

13.Антоненко О. Ф., Ал-Ясірі Хусам Моханад ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОТРУЙНИКІВ НА ЯЧМЕНІ ЯРОМУ ПРОТИ ЗБУДНИКА ТВЕРДОЇ САЖКИ

14.Тонха О. Л., Піковська О. В. ҐРУНТОЗАХИСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І ЯКІСНИЙ СКЛАД ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЧОРНОЗЕМІВ

15.Господаренко Г. М., Пташник М. М. ВИДІВ, НОРМ І СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ВМІСТ БІЛКА ТА КРОХМАЛЮ В ЗЕРНІ ЖИТА ОЗИМОГО

16.Зацерковна Н. С. ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОПЕРЕДНИКІВ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

17.Огурцов Ю. Є. УРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН І МІКРОДОБРИВА НА РІЗНИХ ФОНАХ ЖИВЛЕННЯ

18.Клименко І.І. ВПЛИВ ПРОТРУЙНИКІВ І БІОПРЕПАРАТУ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ Й УРОЖАЙНІСТЬ БАТЬКІВСЬКИХ ФОРМ ТА ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

19.Ляшук І. О., Цвігун А. Т., Цвігун О. А. БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ КОРІВ В РІЗНІ ФАЗИ ЛАКТАЦІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ГОДІВЛІ

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

20. Уховський В. В. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ІМУНІЗУЮЧОЇ ДОЗИ КОНЦЕНТРОВАНОЇ ПОЛІВАЛЕНТНОЇ ІНАКТИВОВАНОЇ ВАКЦИНИ ПРОТИ ЛЕПТОСПРОЗУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

21. Соловодзінська І.Є. ЖИРНОКИСЛОТНИЙ ПРОФІЛЬ РІЗНИХ ОРГАНІВ ПІД ДІЄЮ НОВОГО КОМПЛЕКСНОГО ЛПОСОМАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ "ІНТЕРФЛОК" (англ. мов.)

Нові книги

ПОСУДІН Ю.І. МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. (англ. мов.)

УДК 582. 929.4:581.5 (477.42)

ОЦІНКА ЯКОСТІ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ *DRACOSERHALUM MOLDAVICA* L. ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Л. А. КОТЮК, кандидат біологічних наук

Житомирський національний агроекологічний університет

*В умовах Житомирського Полісся отримано якісний посівний матеріал нової нетрадиційної ефіроолійної рослини – змієголовника молдавського (*Dracoserhalum moldavica* L.), що є свідченням успішності інтродукції.*

Під час вивчення посівних якостей насіння цієї культури в умовах інтродукції встановлено, що за морфометричними показниками переважає білоквіткова форма, а лабораторна схожість та енергія проростання вища у синьоквіткової.

Ключові слова: *Dracoserhalum moldavica* L., насіння, інтродукція, Житомирське Полісся.

Однією із нових перспективних ефіроолійних, пряно-ароматичних, лікарських рослин є змієголовник молдавський *Dracoserhalum moldavica* L. (Lamiaceae), який використовують у фармації, харчовій і парфумерній галузях. Батьківщина *D. moldavica* – Середня Азія, Монголія. Рослина у природі зустрічається на Далекому Сході, у Середній Азії, Західному і Східному Сибіру, Монголії, Китаї та Північній Америці. В науковій літературі є багато відомостей про успішну інтродукцію змієголовника молдавського в Європі [5,7,8,18], а також у лісостеповій і степовій зонах України [14,16].

Важливо, що цінною є не лише надземна частина рослин, але й насіння *D. moldavica*. Польськими і словацькими дослідниками встановлено, що насіння синьоквіткової форми містить 21,03 % білка, 23,62 % жирів, 11,23 % клітковини і 4,91 % золи; білоквіткової – відповідно 21,39, 11,10 і 5,03 %. У насінні змієголовника молдавського є жирні кислоти, переважно це α -лінолева (близько 60 %), лінолева (близько 20 %) та олеїнова (близько 10 %) поліненасичені

кислоти, які належать до класу Омега–3. Крім жирних кислот, виявлено значну кількість фітостеролів, γ -токоферол, вітамін Е. Ці сполуки є протекторами щодо розвитку атеросклерозу, тромбозу, знижують ризик запальних та імунних захворювань, ідеальні компоненти рецептур для вікової, чутливої і схильної до подразнення шкіри, а також для виготовлення БАДів [2,18].

D. moldavica – однорічна рослина, яка розмножується лише насіннєвим способом. Він є простий і економічно вигідний, а якість посівного матеріалу нових нетрадиційних культур свідчить про успішність їх інтродукції. Отримання життєздатного і якісного насіння є невід’ємною умовою виживання рослин, розширення ареалу виду, можливості його вирощування в умовах культури [10]. Під час вивчення адаптивних особливостей інтродуцентів важливо вивчити біологію проростання та особливості зберігання насіння, що дає можливість оцінити якість посівного матеріалу, передбачити швидкість і дружність сходів. Показники якості насіння є також основою для розрахунку раціональної норми висіву культури [15].

Відомо, що насіння *D. moldavica* має високі показники схожості протягом 3–5 років зберігання [1,3,12]. Так, за повідомленням С. В. Овечко, після 5 років зберігання насіння вона становила 58,2 %, енергія проростання – 32,0 %, через 3 роки відповідно 85,6 і 60,6 %, тоді як через рік – 95,6 і 80,4%. На темпи проростання насіння, окрім оптимальних умов навколишнього середовища, впливають структура і фізико-хімічні особливості насінневої оболонки, які змінюються за тривалого зберігання [13].

Метою наших досліджень було вивчення якісних показників насінневого матеріалу змієголовника молдавського двох форм (морфометричних показників, маси 1000 штук, вологості, енергії проростання та схожості еремів) за умов інтродукції на Житомирському Поліссі.

Матеріали та методи досліджень. У дослідженнях використано посівний матеріал двох форм змієголовника молдавського: синьоквіткової та білоквіткової (сорт «Перлінка» – *D. moldavica* L. cv. *Perlynka*), наданий відділом нових культур Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка

НАН України. Інтродукційні дослідження здійснювали у ботанічному саду Житомирського національного агроекологічного університету. Висівали насіння в останню декаду квітня – першу декаду травня за схемою 45 x 30 см.

Вивчення якісних показників насіння здійснювали упродовж 2008-2013 рр. Показники енергії проростання і схожості насіння визначали за загальноприйнятими методиками, згідно з ДСТУ 4138 – 2002. Насіння пророщували на зволоженому фільтрувальному папері у чашках Петрі за температури 25° С у чотириразовій повторності по 100 насінин у кожній [4,9].

Масу 1000 штук еремів визначали зважуванням двох проб по 500 насінин, вологість встановлювали висушуванням насіння за температури 105° С упродовж 5 годин [4].

Статистичну обробку даних здійснювали з використанням програми Microsoft Exel – 10.

Результати досліджень та їх обговорення. Інтродукційні дослідження показали, що за висівання змієголовника молдавського у третій декаді квітня, період плодоношення розпочинався у третій декаді липня – першій декаді серпня, при цьому у білоквіткової форми порівняно з синьоквітковою цей період був коротшим на 5–7 діб. Тривалість періоду плодоношення у *D. moldavica* становила від 21 до 43 діб.

Плоди змієголовника – ценобії, формуються у чашечці квітки. За даними одних дослідників плід у змієголовника сухий, який згодом розпадається на чотири однонасінні горішки [6], інших – це розпадний плід, який розвивається з ценокарпного двочленного гінецею і характеризується поздовжньо-кільцевими розривами у тканині плодолистиків з поперечно-кільцевими біля їх основи. У результаті такого розриву із зрілого плоду відділяються чотири замкнуті однонасінні фрагменти, які називають еремами. [10,13,15].

Ереми змієголовника молдавського – довгасті, обернено-яйцевидні, тригранні, з одного боку загострені, темно-бурі, з шорсткою поверхнею. На базальній частині вентральної поверхні чітко видно насінневий рубчик (рис.1).

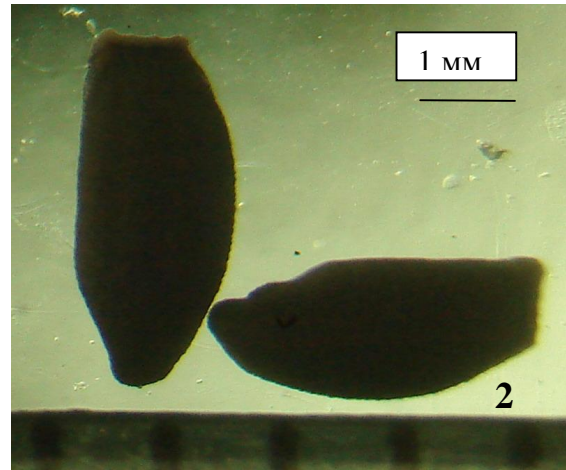
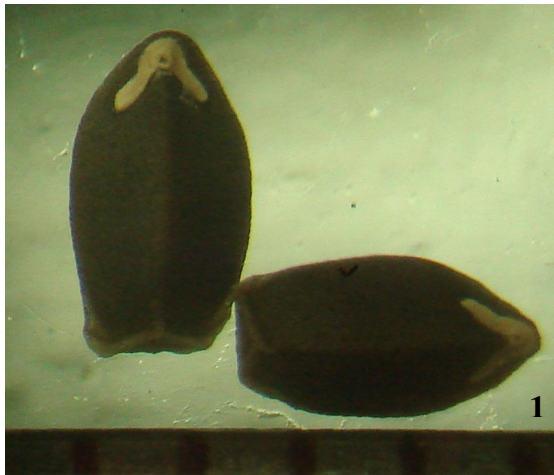


Рис.1. Ереми *D. moldavica* L.: 1 – вентральний бік; 2 – дорзальний бік

Упродовж 2008–2013 рр. було вивчено морфометричні показники еремів змієголовника молдавського. Встановлено, що середні розміри еремів синьоквіткової форми *D. moldavica* L. становили: довжина – $2,62 \pm 0,03$, ширина – $1,35 \pm 0,01$, товщина – $0,74 \pm 0,01$ мм, а білоквіткової форми *D. moldavica* відрізнялись від неї неістотно – відповідно $2,63 \pm 0,02$, $1,40 \pm 0,02$, $0,89 \pm 0,02$ мм. Максимальні розміри еремів спостерігали в урожаї 2012 року, мінімальні – переважно у 2008, 2010 та 2011 роках, що зумовлюється впливом кліматичних умов на ріст, розвиток рослин і формування насіння (табл. 1).

Ереми змієголовника молдавського синьоквіткової форми дещо дрібніші порівняно з білоквітковою, маса 1000 штук у середньому становила $2,35 \pm 0,18$ г, мінімальна була у 2008 році ($1,92 \pm 0,06$ г), максимальна – у 2010 році ($2,94 \pm 0,05$ г). У білоквіткової форми ці показники становили відповідно $2,47 \pm 0,13$; $2,05 \pm 0,15$ і $2,96 \pm 0,03$ г (рис.2).

Під час культивування змієголовника молдавського у Польщі маса 1000 штук еремів у білоквіткової і синьоквіткової форм була відповідно 1,92 і 1,96 г, а морфометричні параметри насіння обох форм характеризувались майже однаковим параметрами [17]. За культивування *D. moldavica* у Малайзії маса 1000 штук еремів варіювала від 1,62 до 2,81 г [19].

1. Біометричні параметри еремів *D. moldavica* у 2008–2013 рр, мм, $M \pm m$.

Рік збору	Довжина		Ширина		Товщина	
	Ф. синьоквіткова	Ф. білоквіткова	Ф. синьоквіткова	Ф. білоквіткова	Ф. синьоквіткова	Ф. білоквіткова
2008	2,45±0,02	2,41±0,01	1,30±0,02	1,38±0,01	0,71±0,02	0,89±0,03
2009	2,56±0,04	2,68±0,02	1,34±0,01	1,42±0,01	0,72±0,01	0,91±0,01
2010	2,40±0,04	2,68±0,03	1,29±0,02	1,41±0,02	0,65±0,01	0,82±0,01
2011	2,78±0,03	2,37±0,02	1,34±0,01	1,30±0,02	0,79±0,01	0,84±0,02
2012	2,93±0,05	2,95±0,05	1,42±0,03	1,46±0,03	0,85±0,01	0,96±0,02
2013	2,59±0,03	2,67±0,02	1,34±0,01	1,40±0,02	0,64±0,03	0,81±0,02
Середнє	2,61±0,03	2,63±0,03	1,34±0,02	1,40±0,02	0,73±0,02	0,87±0,02

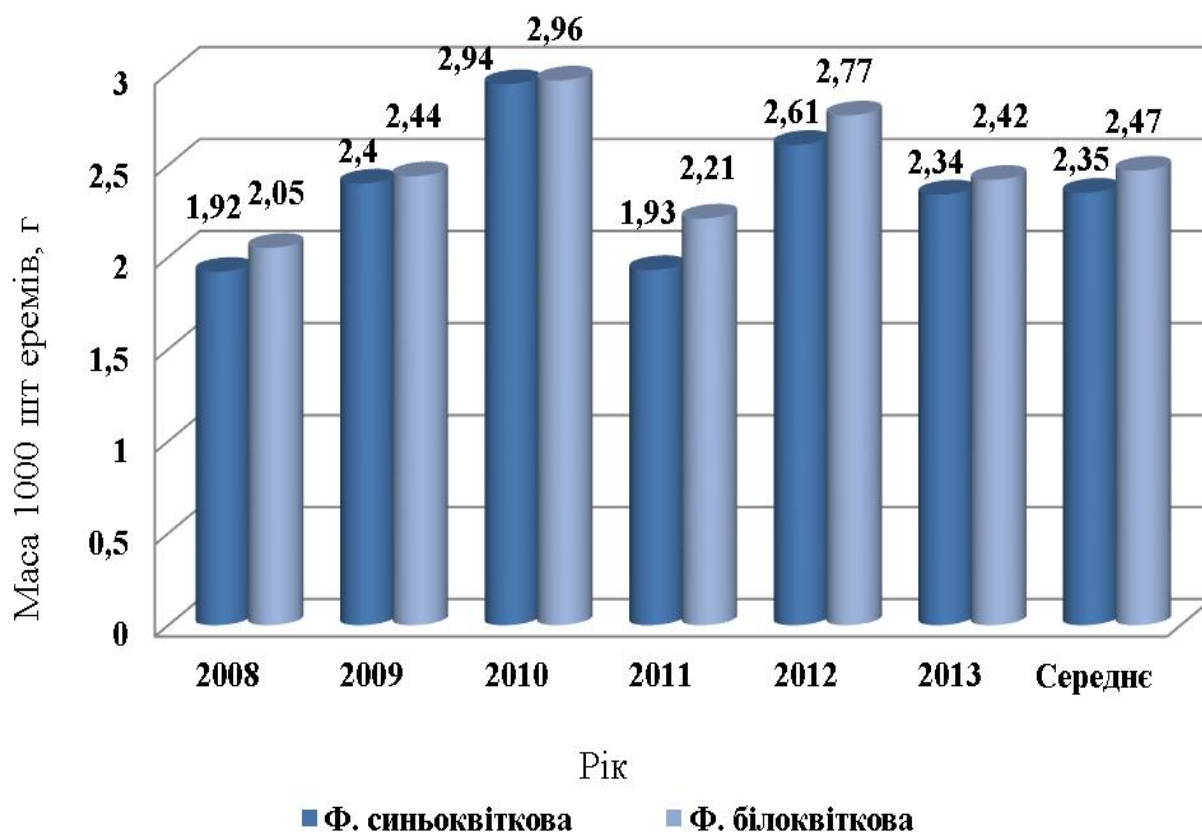


Рис. 2. Маса 1000 шт еремів білоквіткової та синьоквіткової форм *D. moldavica* (2008–2013 рр)

Дослідження показали, що у середньому за 2008–2013 роки вологість насіння синьоквіткової форми *D. moldavica* становила $6,76 \pm 0,24$ %, білоквіткової – $6,19 \pm 0,22$ %. Максимальні показники вологості відзначено в

урожаї 2009 року (форма синьовіткова) і 2008 року (форма білоквіткова) – відповідно $7,75 \pm 0,21$ і $7,35 \pm 0,43$ %, мінімальні в 2013 і 2009 – $6,43 \pm 0,12$ і $4,70 \pm 0,13$ % (табл. 2).

2. Вологість насіння синьоквіткової та білоквіткової форм *D. moldavica* урожаю 2008–2013 рр, %, $M \pm m$

Рік урожаю	<i>Ф. синьоквіткова</i>	<i>Ф. білоквіткова</i>
2008	$6,78 \pm 0,51$	$7,35 \pm 0,43$
2009	$7,75 \pm 0,21$	$4,70 \pm 0,13$
2010	$6,50 \pm 0,1$	$6,70 \pm 0,13$
2011	$6,60 \pm 0,35$	$5,40 \pm 0,27$
2012	$6,52 \pm 0,12$	$6,70 \pm 0,13$
2013	$6,43 \pm 0,12$	$6,3 \pm 0,20$
Середнє	$6,76 \pm 0,24$	$6,19 \pm 0,22$

Полеві спостереження показали, що за досягання плоду ереми механохорно поширюються і проростають через 7–10 діб, тобто, фізіологічний спокій у них нетривалий. Сходи на поверхні ґрунту появлялись у вересні – жовтні за температури, в ищії $+5^{\circ}$ С. Однак самосів змієголовника у зимовий період гинув повністю, що свідчить про недоцільність підзимнього висіву.

У лабораторних умовах за температури 25° С проростання еремів спостерігали вже на третю добу. Насінина при пророщуванні на зволоженому фільтрувальному папері утворює навколо себе драглисту капсулу вже через 10–15 хв, що є ознакою ксерофільності виду.

Відомо, що ослизнення насіння під час набухання забезпечує збереження вологи у зоні проростка і свідчить про наявність у ньому жирів, які при проростанні виділяють не тільки велику кількість енергії, але й воду. Біологічне значення ослизнення запобігає ураженню ґрунтовими грибками, покращує прикріплення еремів до часток ґрунту [13].

Уже на другу добу зародок руйнує оболонку ерема, з'являється корінь і на третю добу – сім'ядолі (рис.3).

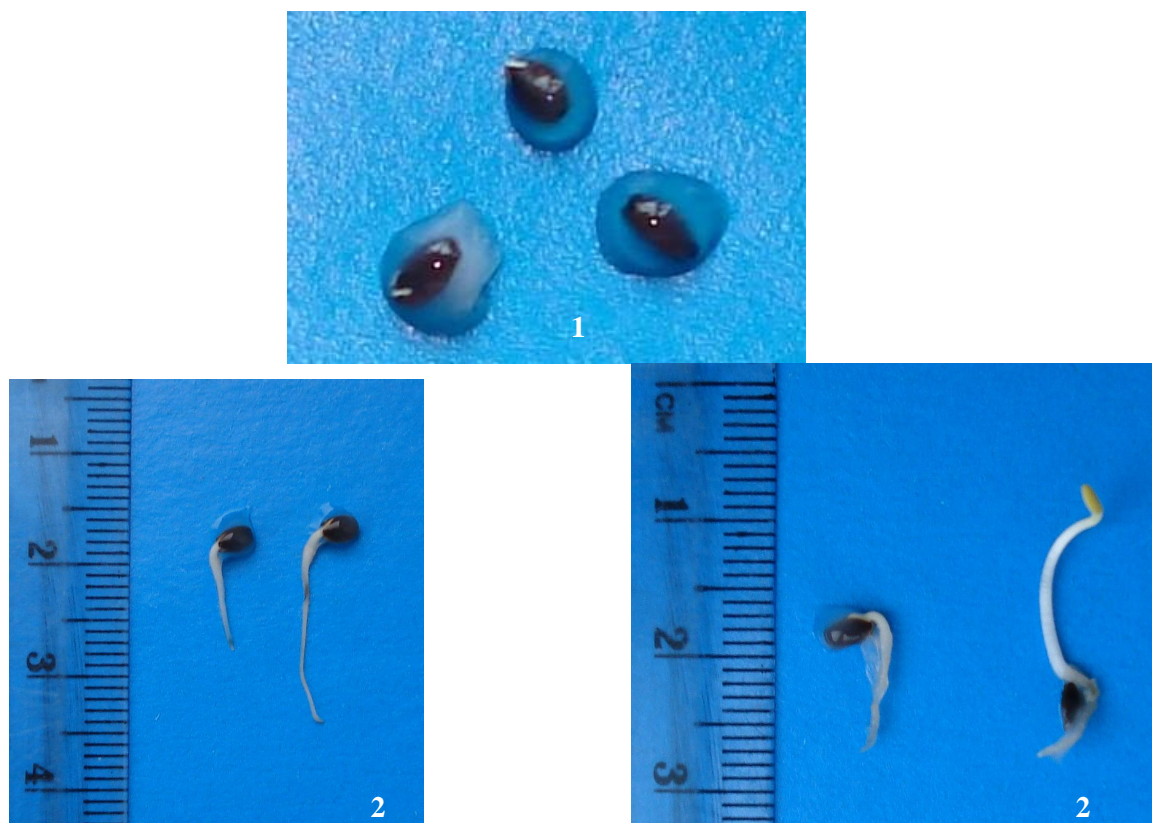


Рис. 3. Утворення слизової капсули (1) та проростання насіння (2) *D. moldavica*

Для встановлення оптимальних термінів зберігання насіння змієголовника молдавського вивчали показники енергії проростання і лабораторної схожості еремів упродовж одного–семи років зберігання.

Наші дослідження показали, що енергія проростання насіння синьоквіткової форми упродовж семи років зберігання знизилась у 7,2 раза, білоквіткової – у 16 разів, показники схожості – відповідно у 1,4 та 1,3 раза. Так, енергія проростання насіння синьоквіткової форми змієголовника урожаю 2013 року становила 70,8%, білоквіткової – 80,3%, схожість насіння відповідно 97,0% і 93,8%, а насіння урожаю 2006 року – 9,8% (ф. синьоквіткова) і 5,0% (ф. білоквіткова), схожість відповідно 71% і 70,5% (рис.4 –5).

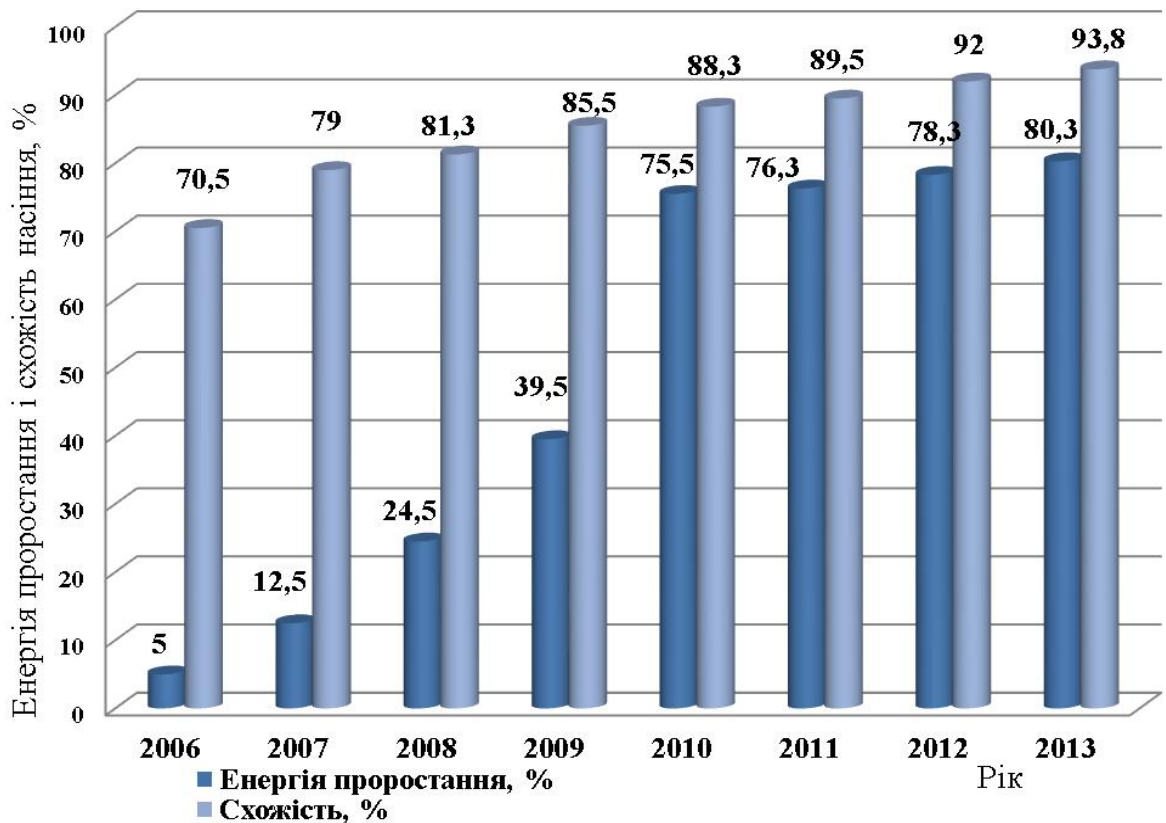


Рис. 4. Вплив тривалості терміну зберігання на посівні якості насіння синьоквіткової форми *D. moldavica*



Рис. 5. Вплив тривалості терміну зберігання на посівні якості насіння білоквіткової форми *D. moldavica*

Висновки

1. Морфометричні показники кращі у білоквіткової форми, а лабораторна схожість вища у синьоквіткової.

2. У середньому за 2008–2013 рр розміри еремів синьоквіткової форми становили: довжина – $2,62 \pm 0,03$, ширина – $1,35 \pm 0,01$, товщина – $0,74 \pm 0,01$ мм, а білоквіткової форми незначно переважали їх – відповідно на 0,01; 0,05 і 0,15 мм. Середня маса 1000 штук еремів синьоквіткової форми була $2,47 \pm 0,13$ г, білоквіткової форми – $2,35 \pm 0,18$ г, а вологість насіння відповідно – $6,76 \pm 0,24\%$ і $6,19 \pm 0,22\%$.

3. Відзначено незначні відмінності життєздатності насіння між двома формами змієголовника. Так, показники схожості насіння синьоквіткової форми *D. moldavica* змінювались від 97,0% (2013) до 71,0% (2006), білоквіткової – відповідно від 93,8% до 70,5%. Схожість насіння змієголовника молдавського суттєво знизилась через 6 років зберігання, енергії проростання – через 4 роки.

Отже, в умовах Житомирського Полісся отримано якісний посівний матеріал нової нетрадиційної рослини – змієголовника молдавського, що свідчить про успішність його інтродукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеева Н. Б. Морфология проростков и ювенильных растений некоторых видов *Dracoscephalum* L. / Н. Б. Алексеева // Раст. ресурсы. 1990. – Вып. 2. – С. 202-209.
2. Бухта М. Масла расторопши и змееголовника молдавского – новые источники ненасыщенных кислот [Электронный ресурс] / М. Бухта. – Favea, 2011. – Режим доступа: www.favea.org/article_001.html
3. Воронина Е. П. Новые ароматические растения для Нечерноземья. / Е. П. Воронина, Ю. Н. Горбунов, Е. О. Горбунова. – М.: Наука, 2001. – 173 с.

4. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. – К.: НІЧЛАВА, 2003. – 320 с.
5. Губанов И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов, К. В. Киселева. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. – Т. 3. – 520 с.
6. Денисова Г. Р. Онтогенез *Dracoscephalum moldavica* L. (Lamiaceae) в условиях Восточного Забайкалья / Г. Р. Денисова // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. – 2011. – № 1 – С. 166–169.
7. Кораблева О. А. Пряности и приправы / О. А. Кораблева –К.: Юнівест медіа, 2011. –193 с.
8. Маланкина Е. Л. Интродукция змеголовника молдавского в Московской области: биология, продуктивность, накопление эфирного масла. – автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. биол. наук: спец. 03.00.05 — ботаника / Маланкина Елена Львовна – М., 1995. – 19 с.
9. Насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур. Сортові та посівні умови. Технічні умови: (ДСТУ 7160 – 2010). – [Чинний від 2010-07-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 16 с.- (Національний стандарт України).
10. Нові кормові, пряно-ароматичні та овочеві інтродуценти в Лісостепу і Поліссі України. / [Д. Б. Рахметов, Н. О. Стаднічук, О. А. Кораблева та ін.]. – К., 2004. – 162 с.
11. Овечко С. В. Біологічні особливості розвитку *Dracoscephalum moldavica* L. в умовах Херсонської області / С. В. Овечко. // Заповідна справа: стан, проблеми, перспективи. – Херсон: Айлант, 1999. – С. 72–74.
12. Овечко С. В. Біологія насіння змеголовника молдавського в умовах південного степу України / С. В. Овечко, В. Д. Работягов // Вісті біосферного заповідника "Асканія-Нова" – 2002. – Т. 4. – С. 108–112.

13. Овечко С. В. Биологические особенности и хозяйственно ценные признаки *Dracocephalum moldavica* L. в условиях нижнего Приднепровья Херсонской обл. – дисс. на соиск. ученой степени. канд. биол. наук: 03.00.05 – ботаника / Овечко Сергей Викторович. – Ялта, 2003. – 161 с.
14. Свиденко Л. В. Біологічні особливості і господарсько-цінні ознаки перспективних ефіроолійних рослин в умовах Херсонської області: автореф. дис на здобут. наукового ступеня канд. біол. наук: 03.00.05. – ботаника / Свиденко Людмила Вікторівна. – Ялта, 2002. – 20 с.
15. Тоцкая С. А. Послеубочное дозревание семян змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.) / С. А. Тоцкая, И. Н. Коротких, Ф. М. Хазиева // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2013. – N 5. – С.25–27.
16. Эфиромасличные и лекарственные растения, интродуцированные в Херсонской обл. (эколого-биологические особенности и хозяйственно ценные признаки) / [В. Д. Работягов, Л. В. Свиденко, В. Н. Деревянко, М. Ф. Бойко.] – Херсон: Айлант, 2003. – 324 с.
17. Physicochemical and grinding characteristics of dragonhead seeds / D. Dziki, A. Mioe, B. Gladyszewska et al. // Int. Agrophys. – 2013. – 27. – P.403–408.
18. Hanczakowski P. Composition and nutritive value of protein of Moldavian balm seeds (*Dracocephalum moldavica* L.) / [P. Hanczakowski, B. Szymczyk, S. Kwiatkowski and T. Wolski] // Roczniki Nauk Zootechnicznych. – 2009. – 36. – P. 55-61.
19. Khoulenjani M. B., Salamati M. S. The study of seed yield and yield components in different populations of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) / M. B. Khoulenjani, M. S. Salamati // International Conference on Agriculture, Food and Environmental Engineering (ICAFEE'2014). – Kuala Lumpur. – 2014 – P. 35–36.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА *DRACOCERPHALUM MOLDAVICA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЖИТОМИРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

КОТЮК Л. А.

В условиях Житомирского Полесья получен качественный посевной материал новой нетрадиционной эфиромасличной культуры – змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.), что является свидетельством успешности интродукции. При изучении посевных качеств семян змееголовника молдавского в условиях интродукции установлено, что по морфометрическим показателям преобладает белоцветковая форма, а лабораторная всхожесть и энергия прорастания выше у синецветковой.

Ключевые слова: *Dracocephalum moldavica* L., семена, интродукция, Житомирское Полесье.

THE ASSESSMENT OF MOLDAVIAN DRAGONHEAD SEEDS MATERIAL QUALITY UNDER ITS INTRODUCTION IN ZHYTOMYR POLISSYA

KOTYUK L.A.

When studying the sowing qualities of Moldavian dragonhead seed under the conditions of introduction it has been established that with respect to morphometric indices the white flower form prevails, while the laboratory germination are higher in the blue flower form. Under the conditions of Zhytomyr Polissya we succeeded in obtaining a qualitative seeding material of a new nontraditional volatile-oil-bearing plant – Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) which testifies to a successful introduction.

Keywords: *Dracocephalum moldavica* L., seed, seed quality, Zhytomyr Polissya.

ФІЛОГЕНЕТИНИЙ АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ КАЛІЄВИХ КАНАЛІВ РОДИНИ ТРК РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

С. В. Ісаєнков, старший науковий співробітник,

Д. О. Самофалова, провідний інженер

ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»

Проведено біоінформаційний пошук послідовностей потенційних ТРК-каналів та узагальнення філогенетичного різноманіття родини ТРК. За допомогою низки спеціалізованих програм та онлайн сервісів проводився порівняльний аналіз та вирівнювання амінокислотних послідовностей потенційних представників ТРК-каналів. Після вторинного аналізу доменної архітектури порових ділянок 300 потенційних білків, було відібрано 157 каналів родини ТРК різних видів рослин. Подальший кладистичний аналіз показав, що родина ТРК-каналів рослин поділяється на чотири різних клади, показуючи ділення за типовими ознаками.

Ключові слова: *двопорові калієві канали родини ТРК, доменна структура ТРК-каналів, кладистичний аналіз, філогенетичне дерево*

Представники родини двопорових каналів родини ТРК виконують різноманітні фізіологічні функції. За винятком однопорового родича AtKCO₃, усі інші мембранні канали, які відповідають за транспорт калію мають дві пори з характерним амінокислотним підписом GYGD, що відповідає за селективність до калію (рис. 1). Цілком можливо, що однопоровий канал KCO₃ утворився внаслідок часткового відділення одного із селективних за калієм фільтрів та двох трансмембранних доменів (рис. 1). Було показано, що однопоровий канал AtKCO₃ із арабідопсису набуває функціональності лише за умови формування димерів [6, 15].

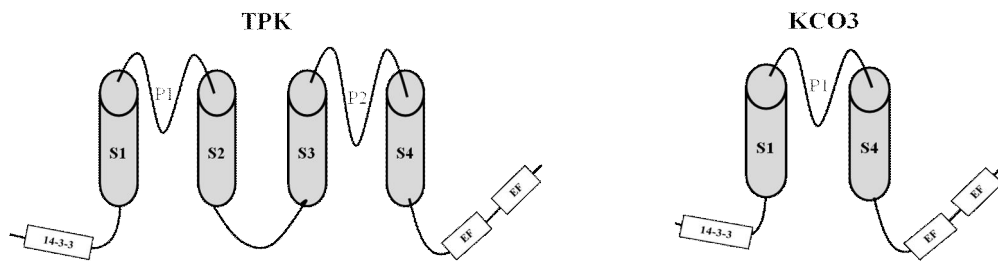


Рис. 1. Структура ТРК та КСО3 каналів в рослинах. Канали складаються з порових доменів (P) та трансмембранних доменів (S). Канали родини ТРК та КСО мають на своєму N-кінці 14-3-3 домени, що можуть зв'язуватись із 14-3-3 білками і таким чином регулювати активність цих каналів. Зазвичай С-кінець цих каналів містить EF-домени, що відповідають за зв'язування із іонами кальцію, внаслідок цього відбувається регуляція роботи цих каналів.

Канали родини ТРК мають структурну подібність до калієвих каналів із тандемним поровим доменом з клітин ссавців (рис. 1). Канали родини ТРК мають чотири трансмембранних домени, два порових регіони, що містять у собі амінокислотну послідовність GYGD. Такий амінокислотний «підпис» відповідає за селективність порових регіонів за калієм. Окрім того, слід зазначити, що більшість представників цих каналів мають EF- домени у С-терміналі, тому ці білки можуть регулюватись іонами кальцію. Багато представників родини ТРК також містять сайт зв'язування 14-3-3 білками у своєму N-терміналі.

Завдяки своїм структурним відмінностям, ТРК-канали виконують різні фізіологічні функції і можуть мати різну клітинну локалізацію. Вакуолярні канали родини ТРК були знайдені у геномах багатьох видів рослин від мохів роду *Physcomitrella* до евкаліпту. Найбільш вивченим представником ТРК-каналів є AtTRP1 із арабідопсису. Активність цього каналу залежить від значення рН у цитозолі та внутріклітинної концентрації кальцію. Як і більшість каналів цієї родини, AtTRP1 локалізований у тонопласті великих літичних вакуоль [3, 15]. Останні дослідження функцій та клітинної локалізації деяких представників родини ТРК свідчать про те, що існують

ТРК-канали із відмінною від тонопласта літичних вакуоль мембранною спеціалізацією. Зокрема відомо, що AtTPK4 з арабідопсису локалізується у плазматичній мембрані [1] і немає EF-доменів у C-терміналі. Раніше вважалося, що AtTPK3 локалізується у тонопласті центральної вакуолі, але останні дані свідчать про те, що цей канал має хлоропластну локалізацію [2, 15]. Цікавим фактом є те, що ТРК-канали із рису (OsTPKa та OsTPKb) локалізуються у вакуолях різних типів. OsTPKa специфічний для тонопласту літичної вакуолі, а у мембрані малих, за розміром, протеїнових вакуоль знаходиться OsTPKb [6, 7]. Схожий характер клітинної локалізації має представник родини ТРК із тютюну - NtTPK1b (таблиця) [8, 14]. Було показано, що канали цього типу локалізуються у везикулярних структурах подібних до протеїнових вакуоль. Слід відзначити, що хоча інші представники родини ТРК з арабідопсису, а саме AtTPK2 і AtTPK5 локалізуються в мембранах літичних вакуоль, існують експериментальні дані про те, що ці канали також можуть локалізуватися у менших за розміром везикулярних структурах (див. таблицю) [15].

Фізіологічна роль каналів родини ТРК є дуже різноманітною. Вони беруть участь у підтримуванні гомеостазу калію і генерації тургорного тиску. Канали цієї родини задіяні у багатьох процесах рослинних відповідей на дію абіотичних стресів [6]. Зокрема було показано, що AtTPK1 бере участь у русі продихових клітин [3]. На відміну від AtTPK1, ген якого експресується у всіх типах рослинних тканин, AtTPK2 є спеціалізованим каналом пилку, отже є важливим елементом у процесах запилення [1]. Рисовий OsTPKb завдяки своїй унікальній локалізації важливий для процесів формування насіння і збагачення його на мінерали. Існує низка даних, яка свідчить про те, що функція каналів цієї родини є надзвичайно важливою при сольовому та водному стресі [6]. Відомо, що активність NtTPK1a чутлива до дії спермідину і сперміну, а рівень транскриптів гена цього каналу підвищується за гіперосмотичних умов [4]. Показано, що експресія гена ТРК каналу із тополі в клітинах тютюну підвищувала їх стійкість проти сольового стресу [16].

Головні фізіологічні та функціональні характеристики деяких представників каналів родини ТРК

Білок	Експресія гену	Клітинна локалізація	Функція	Посилання
AtTRK1	Всі тканини	Топопласт центральних вакуоль	Гомеостаз K^+ , вивільнення K^+ протягом руху продихових клітин, проростання насіння	1, 3
AtTRK2	Пилок	Топопласт центральних вакуоль	Невідома	1, 2
AtTRK3	Кінцівки коренів, Пилок	Мембрана хлорпластів	Гомеостаз K^+ в хлоропластах	2, 5
AtTRK4	Пилок	Плазматична мембрана	Гомеостаз k^+	1,4
AtTRK5	Провідні тканини	Топопласт центральних вакуоль	Невідома	1, 2
OsTRKa	Всі тканини	Топопласт центральних вакуоль	Невідома	1, 6
OsTRKb	Всі тканини, насіння	Топопласт протеїнових вакуоль	Гомеостаз K^+ у насінні	1, 6
NtTRK1a	Невідомо	Топопласт центральних вакуоль	Регуляція сольового та осмотичного шоку	1, 7, 9
NtTRK1b	Невідомо	Можливо протеїнові вакуолі	Клітинний поділ, посуха	1, 7, 8

Мета дослідження – вивчення і узагальнення відомих послідовностей калієвих каналів родини ТРК. Верифікація цих послідовностей на основі вторинної перевірки доменної структури. Проведення кладистичного аналізу і побудова філогенетичного дерева. Оцінка перспективи подальших досліджень цих каналів.

Матеріал і методика досліджень. Пошук рослинних гомологів виконували за ключовими словами і на основі результатів BLASTp-сканування бази даних UniProt (SIB BLAST Network Service) та GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) [9, 17].

Межі каталітичних доменів визначали за даними статей GenBank, UniProt і результатів аналізу доменної архітектури в SMART7 (<http://smart.embl-heidelberg.de/>) [12]. Пошук рослинних гомологів проводили за алгоритмом BLASTp з обмеженням пошуку в групі «Viridiplantae» і

використанням таких параметрів: вагова матриця – BLOSUM62, число очікуваних збігів у випадковій вибірці із порогом $E=10$ за активної фільтрації низькоконструйованих ділянок і фрагментів вирівнювань, що містять пробіли (www.expasy.org; www.blast.ncbi.nlm.nih.gov) [9, 12, 17]. Первинну вибірку послідовностей гомологів виконували на основі ваги вирівнювань і показників ідентичності у відсотках, подібності і наявності генів [9].

Оцінку потенційної специфічності та доменної архітектури білків виконували на основі аналізу із застосуванням мережевого інструменту SMART7 (www.smart.embl-heidelberg.de) [12]. Множинне вирівнювання амінокислотних послідовностей здійснювали за допомогою програми ClustalX (2.0.5) (www.clustal.org) із використанням серії матриць BLOSSUM [11].

Філогенетичний аналіз калієвих каналів родини ТРК проводили на основі кластеризації всіх білків з архітектурою двох каталітичних доменів об'єднаних лінкерною областю, із застосуванням методу зв'язування двох найближчих сусідів (Neighbor-Joining) [11, 13].

Візуалізацію, аналіз і визначення кореню філогенетичного дерева виконували за допомогою програм Dendroscope 3.2.8 та MEGA5 [5, 10].

Загальну методологію дослідження представлено на рис.2.

Результати дослідження. На основі літературних джерел [3, 6, 15] і баз даних UniProtKB і GenBank були відібрані відповідні повні амінокислотні послідовності і послідовності їх каталітичних доменів калієвих каналів родини ТРК з *Arabidopsis thaliana*. Подальший BLASTp-пошук усіх інших рослинних гомологів у базі даних UniProtKB і GenBank, виконаний відносно повних амінокислотних послідовностей і каталітичних доменів іонних транспортерів (SMART-Ion_trans_2: PF07885). Випадки багаторазового депонування виявляли на підставі порівняння координат локусів генів відповідних білків.

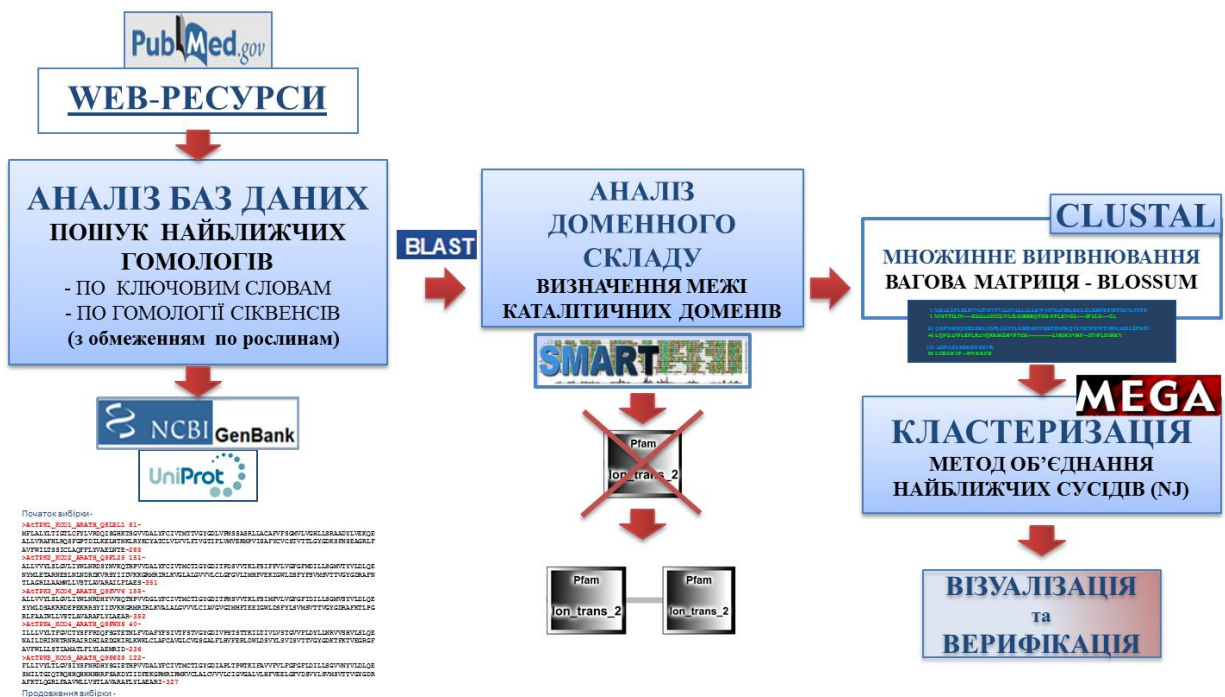


Рис. 2. Загальна методологія дослідження потенційних двопорових калієвих каналів рослинного походження.

Для обмеження отриманої вибірки розміром в 300 білків, проведено відбір послідовностей за допомогою аналізу доменної архітектури. Відібрали тільки ті послідовності, що мали два домени іонних транспортерів Ion_trans_2: PF07885, об'єднаних неструктурованою лінкерною ділянкою. Роботу виконували за допомогою інструменту SMART з підключенням скриптів аналізу за всіма іншими додатковими базами даних. У результаті такого відбору послідовностей відібрали 157 білків, що містять домени визначені за НММ-профілями і є відповідною конструкцію (рис. 2).

За результатами множинного вирівнювання 157 відібраних послідовностей показано високий ступінь гетерогенності відібраної групи гомологів з показниками ідентичності 3,5 та 7,7% подібності, але чітким виділенням консервативних мотивів.

Попри високу гетерогенність в середині вибірки результати спільної NJ – кластеризації каталітичних доменів йонних каналів арабідопсису й інших рослинних гомологів свідчать про існування загальних для них клад, що

може вказувати на їх еволюційну близькість. Зокрема встановлено, що всі знайдені послідовності потенційних рослинних каналів ТРК сформували чотири великі клади (рис. 3). Так, перша клада складалась з контроль-каналу ТРК1 (UniprotKB: KCO1, Q8LBL1) *A. thaliana* та 69 рослинних гомологів цього типу. Слід відзначити, що кладистичний аналіз виявив існування окремої гілки представленої одним білком - ТРК4 з арабідопсису (UniprotKB: KCO4, Q9FWX6), що знаходиться ближче до гіпотетичного кореня філограми (рис. 3). ТРК4 з арабідопсису локалізується у плазматичній мембрані і не містить EF-мотивів у С-терміналі (див. табл. 1) [1]. Друга група каналів родини ТРК має три гілки з дуже схожими за своїми консервативними мотивами білками і складається з 25 потенційних каналів (рис. 3). Третя група представлена 23 рослинними білками, об'єднаними із контрольним білком ТРК5 з арабідопсису (UniprotKB: KCO5, Q9S6Z8). Четверта група ТРК-каналів, що містить потенційний корінь філограми, має 35 потенційних калієвих каналів рослин. Вона об'єднана з двома контрольними білками арабідопсису ТРК2 (UniprotKB: KCO2, Q9FL25) і ТРК3 (UniprotKB: KCO6, Q9SVV6) (рис. 3).

Висновки

1. Проаналізовано 300 білків і відібрано 157 унікальних послідовностей потенційних калієвих каналів родини ТРК на основі аналізу специфічної доменної архітектури.
2. Множинне вирівнювання вказує на високий ступінь дивергенції серед послідовностей потенційних калієвих каналів родини ТРК рослинного походження.
3. У наслідок проведення кладистичного аналізу було виділено чотири клади ТРК – подібних послідовностей із чіткими ознаками та об'єднанням з більш дослідженими контрольними білками з *A. thaliana*.
4. Попри розподіл калієвих каналів родини ТРК на чотири різних групи гомологів, фізіологічні функції і клітинна локалізація їх може різнитися.

Тому подальше вивчення функцій, клітинної локалізації цих транспортних білків та застосування молекулярного моделювання є дуже важливим.

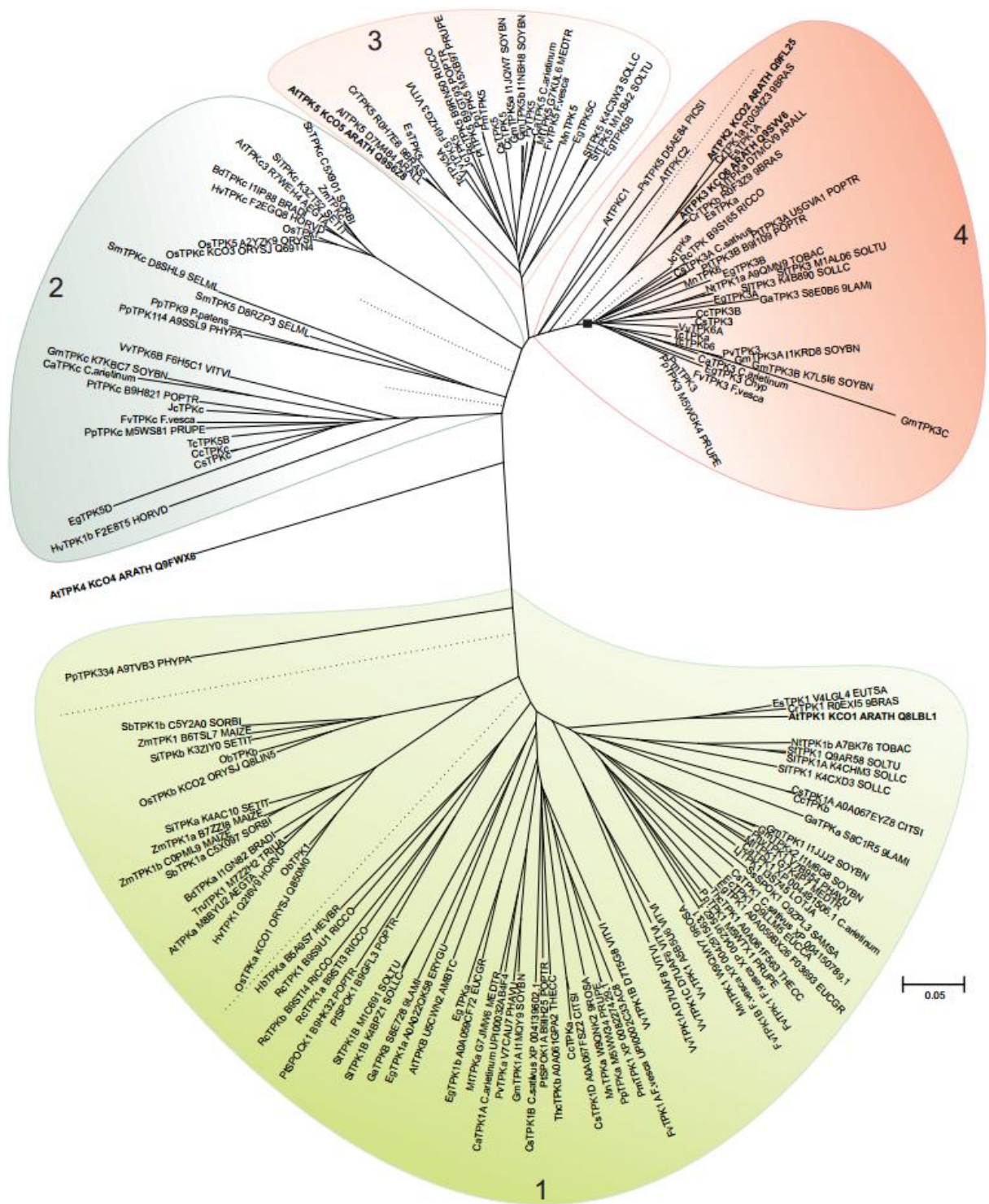


Рис. 3. Результати філогенетичного аналізу зведеної групи потенційних двопорових калієвих каналів рослинного походження. Примітки: алгоритм – зв’язування найближчих сусідів, квадратиком відзначений потенційний корінь дерева.

Список літератури

1. Becker D. AtTPK4, an Arabidopsis tandem-pore K⁺ channel, poised to control the pollen membrane voltage in a pH- and Ca²⁺-dependent manner / D. Becker, D. Geiger, M. Dunkel, [et. al.] // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2004. – Vol.101, № 44. – P. 15621-15626.
2. Carraretto L. Thylakoid-Located Two-Pore K⁺ Channel Controls Photosynthetic Light Utilization in Plants / L. Carraretto, E. Formentin, E. Teardo, [et. al.] // Sci. – 2013. – Vol. 342, № 6154. – P. 114-118.
3. Gobert A. The two-pore channel TPK1 gene encodes the vacuolar K⁺ conductance and plays a role in K⁺ homeostasis /A. Gobert, S. Isayenkov, C. Voelker, [et. al.] // Proc Natl. Acad. Sci. USA. – 2007 – Vol.104, № 25. – P. 10726-10731.
4. Hamamoto S. Characterization of a tobacco TPK-type K⁺ channel as a novel tonoplast K⁺ channel using yeast tonoplasts / S. Hamamoto, J. Marui, K. Matsuoka, [et. al.] // J. Biol. Chem. – 2008. – Vol. 283, № 4 – P. 1911-1920.
5. Huson D. H. Dendroscope 3: an interactive tool for rooted phylogenetic trees and networks / D. H. Huson, C. Scornavacca // Syst Biol. – 2012. – Vol. 61, № 6. – P. 1061–1067.
6. Isayenkov S. Membrane localisation diversity of TPK channels and their physiological role / S. Isayenkov, J. C. Isner, F. J. M. Maathuis // Plant Signal Behav. –2011. – Vol.6, №8. – P. 1201-1205.
7. Isayenkov S. Rice two-pore K⁺ channels are expressed in different types of vacuoles / S. Isayenkov, J. C. Isner, F. J. M. Maathuis // Plant Cell. – 2011. – Vol. 23, № 2. – P.756-768.
8. Ісаєнков С. В. Клонування та особливості клітинної локалізації калієвих каналів родини ТПК із тютюну / С. В. Ісаєнков, Ф. Й. М. Маатхаус // Доп. НАН України. – 2014. – Т. 10. – С. 154 -160.
9. Korf I. Serial BLAST searching / I. Korf //Bioinformatics. - 2003. – Vol.19, № 12. – P. 1492–1496.

10. Kumar S. MEGA: A biologist-centric software for evolutionary analysis of DNA and protein sequences / S. Kumar, J. Dudley, M. Nei, K. Tamura // *Briefings in Bioinformatics*. – 2008. – Vol. 9, № 4. – P. 299-306.
11. Larkin M. A. Clustal W and Clustal X version 2.0 / M. A. Larkin, G. Blackshields, N. P. Brown, [et. al.] // *Bioinformatics*. – 2007. – Vol. 23, № 21. – P. 2947-2948.
12. Letunic I. SMART 7: recent updates to the protein domain annotation resource / I. Letunic, T. Doerks, P. Bork // *Nucleic Acids Res.* – 2012. – Vol. 40, № 34. – P. 302-305.
13. Nei M. *Molecular evolution and phylogenetics* / M. Nei, S. Kumar. – Oxford: University Press, 2000. – pp.333.
14. Sano T. Outward-rectifying K⁺ channel activities regulate cell elongation and cell division of tobacco BY-2 cells / T. Sano, N. Kutsuna, D. Becker, [et. al.] // *Plant J.* – 2009. – Vol. 57, № 1. – P. 55-64.
15. Voelker C. Members of the Arabidopsis AtTPK/KCO family form homomeric vacuolar channels in planta / C. Voelker, D. Schmidt, B. Mueller-Roeber B, K. Czempinski // *Plant J.* - 2006. –Vol. 48, №2. – P. 296-306.
16. Wang F. Overexpression of a poplar two-pore K⁺ channel enhances salinity tolerance in tobacco cells / F. Wang, S. Deng, M. Ding, [et. al.] // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. – 2013. – Vol. 112, № 1. – P. 19 -31
17. Wu C.H. The Universal Protein Resource (UniProt): an expanding universe of protein information / C.H. Wu, R. Apweiler, A. Bairoch, [et. al.] // *Nucleic Acids Res.* – 2006. – Vol. 34, № 34. - P. 187-191.

PHYLOGENETIC ANALYSIS OF PUTATIVE PLANT POTASSIUM CHANNELS BELONGING TO TPK FAMILY

S.V. Isayenkov, D.O. Samofalova

The bioinformatic sequence hunting of putative TPK-channels and summarizing of phylogenetic diversity TPK family were conducted. By application of wide range of bioinformatic tools and online services the comparative analysis and aminoacid sequence alignment of putative TPK-channels were performed. After secondary analysis of pore domain architecture the 157 sequences of TPK-channels from different plants species were selected. The further cladistical analysis of selected TPK sequences exhibited division of TPK family on four different clades.

Key words: *two-pore potassium channels (TPK), TPK-channel domain architecture, cladistical analysis, phylogenetic tree*

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ КАЛИЕВЫХ КАНАЛОВ СЕМЕЙСТВА ТРК

С.В. Исаенков, Д. А. Самофалова

Был проведен биоинформационный поиск потенциальных последовательностей ТРК-каналов и обобщение филогенетического разнообразия семейства ТРК.

Проведено біоінформаційний пошук та узагальнення філогенетичного різноманіття рослинних калієвих каналів родини ТРК. За допомогою низки спеціалізованих програм та онлайн сервісів проводився порівняльний аналіз та вирівнювання амінокислотних послідовностей потенційних представників ТРК-каналів. Після відбору на основі вторинного аналізу доменної архітектури порових ділянок було відібрано 157 каналів родини

ТРК різних видів рослин. Подальший кладистичний аналіз показав, що родина ТРК-каналів рослин поділяється на 4 різних класи.

Ключові слова: *двопорові калієві канали родини ТРК, доменна структура ТРК-каналів, кладистичний аналіз, філогенетичне дерево*

ДИСТАНЦІЙНА ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ РОСЛИННОСТІ НА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ НА ПРИКЛАДІ НПП «ГОЛОСІЇВСЬКИЙ»

д.т.н. С. А. СТАНКЕВИЧ, доктор технічних наук,

І. О. ПЕСТОВА, О. О. ГОДИНА,

Р. С. ФІЛОЗОВ, кандидат географічних наук

Описано методику оцінки якісного стану рослинності за багатоспектральними супутниковими знімками та наземними завірковими даними. Ця методика є важливою складовою цілісної геоінформаційної технології дистанційного оцінювання стану рослинності урбанізованих територій. Продемонстровано застосування розробленої методики до оцінювання стану рослинності в межах території національного природного парку «Голосіївський» міста Києва.

Ключові слова: *якість рослинності, космічні знімки, спектральне відбиття, Red-Edge Tangent, сплайн-інтерполяція, НПП «Голосіївський»*

Внаслідок невпинного розвитку міста формується особливе урбанізоване середовище, екологічний стан якого впливає на якість умов проживання міських жителів. Для підвищення якості життя необхідне постійне оперативне прогнозування та контролювання розвитку міських територій.

Так як значну роль в поліпшенні екологічних умов відіграють зелені насадження, особливу увагу слід приділити дослідженню стану рослинності з залученням сучасних дистанційних і польових даних та геоінформаційних технологій.

На сьогодні оцінка стану рослинності є досить складним завданням. Воно складається з аналізу великого набору різнорідних, а іноді навіть суперечливих показників, необхідності залучення експертів, а отже – суб'єктивних оцінок та впливу людського фактора. Дослідження значних територій трудомістке й

витратне, тому оперативність актуалізації даних буде досить низькою. Одним зі способів пом'якшення вказаних труднощів є залучення дистанційних даних, а саме супутникових знімків середньої просторової розрізненості [7].

Стан рослинності визначається кількісно-якісними показниками, які отримують різноманітними способами. Так, більш-менш розроблені методи визначення кількості рослинності, що базуються на використанні індексу листової поверхні LAI [18]. Нами перевірено метод оцінки кількості рослинності урбанізованих територій за даними супутникової зйомки [12] і вперше для Києва побудовано регресійні залежності LAI(NDVI) [20]. Також досліджено динаміку змін кількості рослинності Київської агломерації за тривалими часовими серіями супутникових знімків [13].

Сучасні методи оцінки якості рослинності можна розділити на наземні та супутникові. Наземні методи, засновані на визначенні таксаційних даних та ландшафтній оцінці, надають усереднені показники якості, вербальні та сповнені протиріч. Методи засновані на супутникових даних використовують такі якісні показники як кількість хлорофілу, газообмін, тощо [14]. Нами була зроблена спроба перевести методи оцінки якості рослинності на геоінформаційну основу.

Мета дослідження – забезпечення об'єктивного оперативного кількісного дистанційного оцінювання і картування якості рослинності урбанізованих територій шляхом розробки необхідних моделей, алгоритмів та впровадження геоінформаційного сервісу для їх реалізації.

Матеріали і методи досліджень – Національний природний парк (НПП) «Голосіївський», який було створено Указом Президента України № 794/2007 від 27 серпня 2007 року в межах Голосіївського району міста Києва. Указом Президента України від 1 травня 2014 р. № 446/2014 територію НПП «Голосіївський» розширено на 6462,62 гектара за рахунок земель Святошинського лісопаркового господарства без вилучення в землекористувача.

НПП «Голосіївський» є багатофункціональною установою природно-заповідного фонду з такими основними напрямками роботи: природоохоронним, науково-дослідним, рекреаційним, еколого- та культурно-освітнім. Відповідно до 21 Закону України «Про природно-заповідний фонд України», на території НПП «Голосіївський» встановлено диференційований режим та проведено функціональне зонування, яке складається з чотирьох функціональних зон: заповідної, регульованої рекреації, стаціонарної рекреації та господарської. В природному відношенні територія НПП має п'ять відокремлених лісових масивів. Лісові екосистеми займають понад 90% території парку. НПП «Голосіївський» – єдина в Україні установа природно-заповідного фонду вищого рангу, яка знаходиться в межах мегаполіса.

Парк «Голосіївський» розташований в правобережній частині м. Києва, на крайній півночі лісостепової зони. Приєднана у 2014 році територія із мішаними лісами належить до фізико-географічної області Київського Полісся. Південна частина парку – це піщані надзаплавні тераси Дніпра, вкриті переважно сосновими і сосново-дубовими лісами. У долині невеликої річки Віти, що перетинає ці тераси, зберігся значний масив лісових боліт. Північніше, у невеликому урочищі Бичок присутні широколистяні лісові природні комплекси заплави Дніпра.

У центральній частині парку є збережені ділянки широколистяних лісів фізико-географічної області Київського плато – урочища Голосіївський ліс (разом із прилеглим Голосіївським парком ім. Максима Рильського) та Теремки. Саме Голосіївський лісовий масив був обраний для проведення досліджень як найбільш відвідуваний та оточений забудовою.

У дослідженні використано фрагмент багатоспектрального космічного знімка середньої просторової розрізненості «Січ-2»/МСУ, який було отримано 1 вересня 2011 року в чотирьох спектральних діапазонах: зеленому, червоному, ближньому інфрачервоному та середньому інфрачервоному.

Також опрацьовані такі дані наземних спостережень: проект організації території Національного природного парку «Голосіївський», охорони,

відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів [9], а також проект організації та розвитку лісового господарства КП ЛПГ «Конча-Заспа», які включають в себе таксаційний опис, відомості поквартальних підсумків та ін. [8].

Раніше було розроблено загальну схему визначення стану рослинності за даними супутникових зйомок, яку реалізовано у вигляді цілісної геоінформаційної технології, починаючи від каліброваних космічних знімків та закінчуючи картосхемами з рекомендаціями [11]. В нашому дослідженні основну увагу приділено її найбільш складній підсистемі, що реалізує оцінювання якості рослинності (рис.1).

При використанні багатоспектральних аерокосмічних зображень якості рослинності оцінюється за вмістом пігментів, важливих для життєдіяльності. В основному це хлорофіл, а також каротиноїди, антоціани і флавоноїди [2, 6]. Аналіз спектральних характеристик відбиття рослинності у видимому та ближньому інфрачервоному спектральних діапазонах [3] є базою для дистанційного оцінювання вмісту пігментів, достовірність якого залежить від точності відновлення спектральної кривої відбиття рослинності та її похідних [5]. За відбиттям рослинного покриву в середньому інфрачервоному діапазоні та температурою визначається вологовміст рослинності [10]. Фотосинтетична активність і стрес досліджуються за допомогою спеціалізованих вегетаційних індексів [15, 17, 19] та ортогональних перетворень [16].

Під час досліджень виявлено, що за дистанційними даними кращу кореляцію з показниками якості рослинності урбанізованих територій забезпечує не положення червоного краю рослинності в спектрі REP (Red-Edge Position), яке найчастіше застосовується для такого роду задач, а екстремум першої похідної в зоні червоного краю RET (Red-Edge Tangent). RET почасти нагадує широко відомий вегетаційний індекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), але на відміну від NDVI він більш точно описує криву спектрального відбиття рослинності в зоні червоного краю.

Було розглянуто такі сучасні методи визначення RET як поліноміальна інтерполяція, розкладання в ряди ортогональних функцій, регресія з NDVI, тощо. Як найбільш придатний для подальшого дослідження було обрано метод оптимальної сплайн-інтерполяції з урахуванням похідних на границях зони червоного краю, який на відміну від класичних методів є стійкішим до шумів [1]. Цей метод базується на визначенні оптимальних вузлових точок з подальшим їх поєднанням кривою, яка забезпечує в кожній точці неперервність функції, що інтерполюється, та її першої і другої похідних. Алгоритм оптимальної сплайн-інтерполяції й обчислення RET з урахуванням специфікацій спектральних діапазонів конкретного багатоспектрального сенсора (у нашому дослідженні – «Січ-2»/МСУ) реалізовано в обчислювальному середовищі SciLab. Так, для «Січ-2»/МСУ фіксація значень похідних спектральної кривої за межами зони червоного краю здійснювалася на основі значень відбиття в додаткових робочих спектральних діапазонах: зеленому ліворуч та середньому інфрачервоному праворуч.

Порядок обробки даних представлений на рис.1.

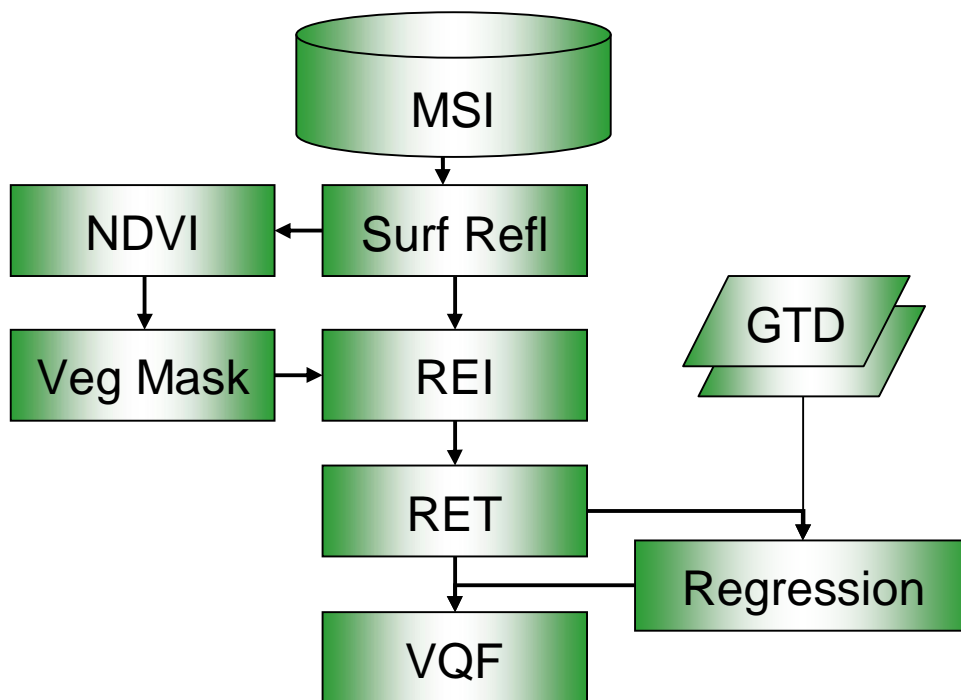


Рис.1. Схема послідовності операцій оцінювання якості рослинності за багатоспектральним зображенням

Спершу виділено фрагмент каліброваного космічного знімку «Січ-2»/МСУ, що відповідає території дослідження (MSI). Виконано атмосферну корекцію зональних зображень, їх перераховано на відповідні коефіцієнти відбиття земної поверхні (Surf Refl). Далі за пороговим значенням NDVI побудовано маску рослинності (Veg Mask) та відокремлено елементарні ділянки рослинних угруповань (виділи), на які є дані наземної завірки (GTD). За алгоритмом оптимальної сплайн-інтерполяції (REI) визначено піксельні значення RET у межах маски рослинності, потім для кожного виділу було визначено його середнє значення.

На основі показників ландшафтної оцінки проведено нормалізацію статистичних вибірок і побудовано робастну регресійну залежність (Regression), показану на рис.2 з відомими класами якості рослинності, які було описано безрозмірним процентним показником VQF (Vegetation Quality Factor). Одержана регресія дозволила обчислити значення VQF в тих частинах знімку, де наземні завіркові дані відсутні.

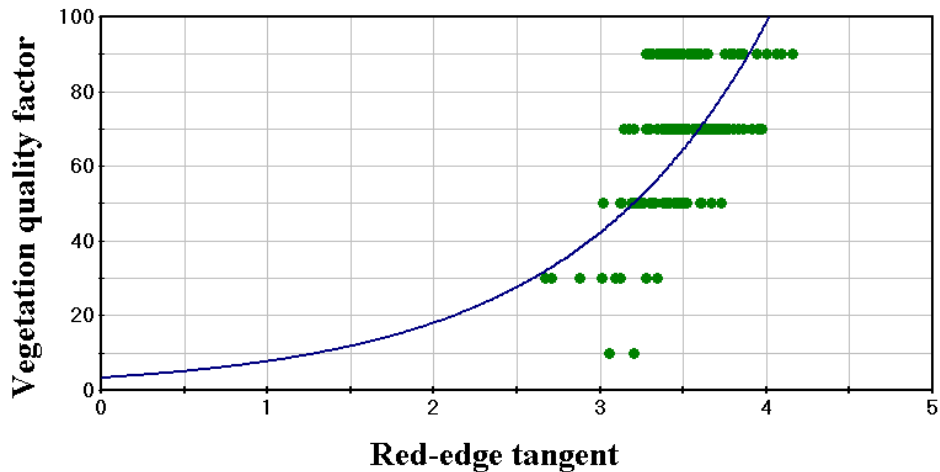


Рис.2. Регресійна залежність VQF(RET)

Результати дослідження. Отримано картосхему нормованого розподілу якості рослинності VQF території дослідження за супутниковими даними. Для покращення візуального сприйняття вона розподілена на п'ять класів та порівняна з розподілом такого показника ландшафтної оцінки як стадія рекреаційної дигресії, тому що рекреаційне навантаження суттєво впливає на стан рослинності [4].

Аналіз отриманих розподілів показує, що середні значення RET невеликих виділів (I) достатньо чітко корелюють з наземними даними (рис.3). Це пояснюється узгодженістю просторового розрізнення знімка та картосхеми, а також тим що в межах декількох пікселів не спостерігається значної варіабельності значень RET.

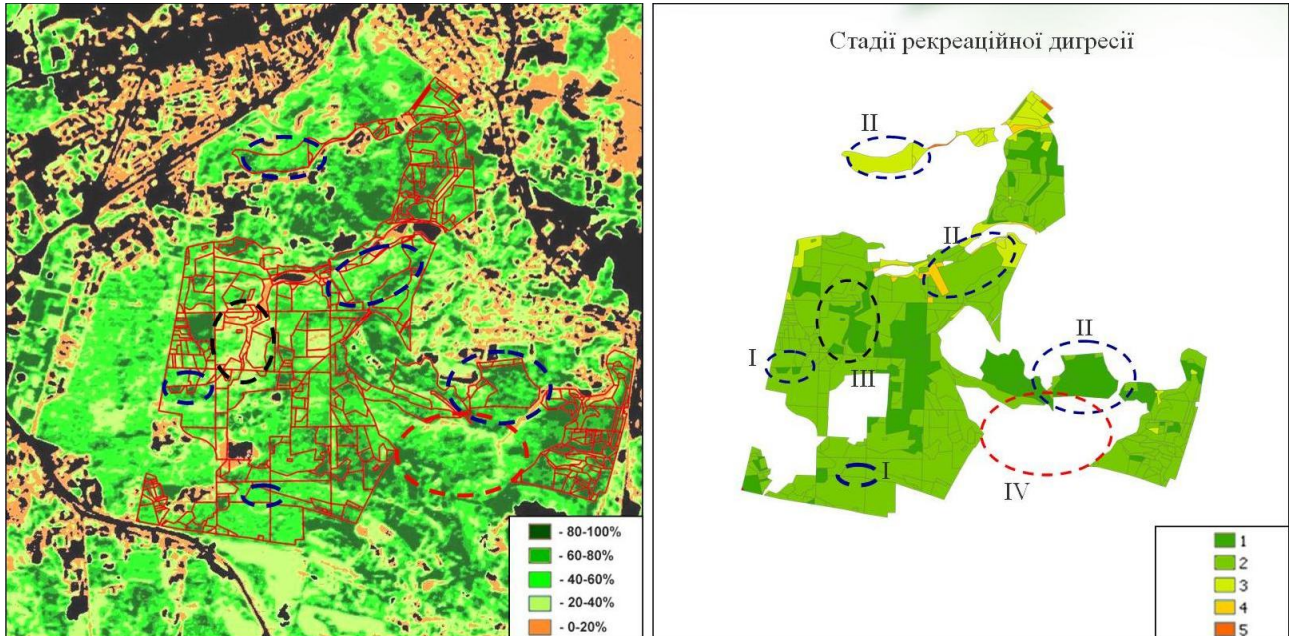


Рис.3. Картосхема розподілу показників стану рослинності за супутниковими даними та даними наземних спостережень

На наступних ділянках (II) можна зазначити значну відповідність наземним даним. Разом із тим очевидною перевагою результатів отриманих за супутниковими даними є виявлення неоднорідності якості великих виділів порівняно з узагальненими показниками ландшафтної оцінки. Це зумовлено як видовою різноманітністю в межах виділу, так і наявністю невеликих за розміром проблемних ділянок, які важко визначаються візуально на місцевості та/або не враховуються за інтегральної експертної оцінки.

Третій варіант (III) – це суттєва розбіжність результатів за супутниковими та наземними даними. Цей випадок є підставою для додаткового наземного обстеження проблемної ділянки та визначення природи розбіжності оцінок якості.

І нарешті перевагою використання супутникових даних є можливість отримати відносні показники якості рослинності на територіях (IV) де не

проводились роботи з ландшафтної оцінки. Так, у цьому випадку, це територія заповідної зони Національного природного парку «Голосіївський», де збереглися природні рослинні угруповання, а також рослини та тварини, які занесені до Червоної Книги України.

Узагальнена оцінка точності виконувалась шляхом порівняння класів рекреаційної дигресії виділів за наземними задвірковими даними з дистанційно отриманими величинами нормованого показника якості рослинності VQF, продискретизованого на відповідні уніфіковані класи ландшафтної оцінки.

Загальна узгодженість показників якості рослинності за наземними та дистанційними даними по виділах така:

Частка узгоджених виділів, %	Розбіжність, %
52,2	0
42,4	20
4,6	40
0,5	60
0,3	80

Усереднена за усіма виділами точність оцінки якості рослинних угруповань становить 89,14%, що є цілком задовільним для дистанційного визначення якості рослинності на міських територіях.

Висновки

1. Розроблено методику дистанційної оцінки якості рослинності, яка є важливою і найбільш складною підсистемою цілісної геоінформаційної технології оцінки стану рослинності. Методику перевірено на даних наземних досліджень в межах НПП «Голосіївський» та отримано задовільні результати.

2. Достовірність одержуваних оцінок характеризувалася величинами коефіцієнтів детермінації відновлених регресійних залежностей, які для різних типів рослинних угруповань знаходяться у діапазоні 0,36-0,68. Неповна відповідність та суперечливість результатів пояснюються неоднозначною експертною оцінкою, тому доцільним кроком у подальших дослідженнях має бути розробка пропозицій щодо уточнення й уніфікації параметрів якісної

оцінки рослинності. Тим не менше, розроблена методика забезпечує 89 % точності збігу результатів з наземними завірковими даними, що дозволяє використовувати її в практиці моніторингу стану міських зелених насаджень.

3. Отримані оцінки є разовими і не можуть описувати загальний якісний стан рослинності повною мірою, тому для більш обґрунтованих оцінок варто застосовувати довготривалі часові серії космічних знімків для згладжування статистичних викидів та виключення впливу фенологічних циклів через видову різноманітність рослинних угруповань досліджуваної території.

4. Для більш однозначних оцінок необхідно проводити оцінку різних класів чи видів окремо. Це вирішується злученням гіперспектральних знімків з наземними завірками польовим спектрометром та космічних знімків високої просторової розрізненості.

Список літератури

1. Бакиров Н. К. Асимптотически оптимальный кубический сплайн / Н. К. Бакиров // Известия вузов. Математика.– 2011.– № 4.– С.8–14.
2. Бранд А. Б. Оптические параметры растительных организмов / А. Б. Бранд, С. В. Тагеева.– М.: Наука, 1967.– 302 с.
3. Выгодская Н. Н. Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности / Н. Н. Выгодская, И. И. Горшкова.– Л.: Гидрометеиздат, 1987.– 248 с.
4. Дацюк В. В. Вивчення змін лісових екосистем під впливом рекреаційних навантажень на території національного природного парку «Голосіївський» / В. В. Дацюк, О. О. Година. – Цілі збалансованого розвитку для України. Матеріали Міжнародної конференції (Київ, 18-19 червня 2013).– К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2013.– С.197–200.
5. Кочубей С. Н. Спектральные свойства растений как основа методов дистанционной диагностики / С. Н. Кочубей, Н. И. Кобец, Т. М. Шадчина.– К.: Наукова думка, 1990.– 136 с.

6. Мовчан Я. И., Каневский В. А., Семичаевский В. Д. и др. Фитоиндикация в дистанционных исследованиях.– К.: Наукова думка, 1993.– 306 с.
7. Попов М. О., Станкевич С. А., Козлова А. О., Маркова І. О. До оперативного оцінювання забезпеченості міських територій зеленими насадженнями із застосуванням багатоспектральних аерокосмічних знімків // Науковий вісник Національного аграрного університету. – Вип.128.– К.: НАУ, 2008.– С.299–301.
8. Проект організації та розвитку лісового господарства КП ЛПГ «Конча-Заспа» м. Київ. Голосіївське лісництво. Таксаційний опис, відомості поквартальних підсумків. – Ірпінь: КП ЛПГ «Конча-Заспа», 2010.– 202 с.
9. Проект організації території національного природного парку «Голосіївський», охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів.– К.: НПП «Голосіївський», 2013.– 303 с.
10. Сахацький О. І. До можливостей оцінювання зволоженості земного покриття за багатоспектральними космічними зображеннями оптичного діапазону на прикладі території України / О. І. Сахацький, С. А. Станкевич // Доповіді НАН України.– 2007.– № 11.– С.122–128.
11. Станкевич С. А. Геоінформаційний сервіс оброблення даних для оцінювання рослинності урбанізованих територій / С. А. Станкевич, І. О. Пестова // Вісник геодезії та картографії.– 2014.– № 3.– С.23–26.
12. Станкевич С. А. Дистанційне оцінювання кількості рослинності в міських агломераціях / С. А. Станкевич, І. О. Пестова // Матеріали науково-практичної конференції «Наукові аспекти геодезії, землеустрою та інформаційних технологій».– К.: ІНТ НАУ, 2013.– С.75–80.
13. Станкевич С. А. Картирование изменений растительного покрова Киевской агломерации на основе долговременных временных рядов многоспектральных космических снимков Landsat / С. А. Станкевич, И. А. Пестова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.– 2014.– Т.11, № 2.– С.187–196.

14. Строчинський А. А. Таксація зелених насаджень на території міста Києва: теорія та практика. Монографія / А. А. Строчинський, В. В. Миронюк.– Корсунь-Шевченківський: ФОП Гавришенко, 2013.– 179 с.
15. Apan A. Detecting sugarcane ‘orange rust’ disease using EO-1 Hyperion hyperspectral imagery / A. Apan, A. Held, S. R. Phinn, J. Markley // International Journal of Remote Sensing.– 2004.– Vol.25, No.2.– P.489–498.
16. Crist E. P. The tasseled cap de-mystified / E. P. Crist, R. J. Kauth // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.– 1986.– Vol.52, No.1.– P.81–86.
17. Merzlyak M. N., Gitelson A. A., Chivkunova O. B., Rakitin V. Y. Nondestructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening // Physiologia Plantarum.– 1999.– Vol.106, No.1.– P.135–141.
18. Myneni R. B., Nemani R. °R., Running S. W. Estimation of global leaf area index and absorbed PAR using radiative transfer model // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.– 1997.– Vol.35.– No.6.– P.1380–1393.
19. Peñuelas J. Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance / J. Peñuelas, F. Baret, I. Filella // Photosynthetica.– 1995.– Vol.31, No.2.– P.221–230.
20. Piestova I. Vegetation state quantitative estimation within urban area / I. Piestova // Матеріали доповідей міжнародної наукової конференції «Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки» (GEO UA-2014).– Київ: Наукова думка, 2014.– С.90–93.

**ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ПРИМЕРЕ
НПП «ГОЛОСЕЕВСКИЙ»**

С.А. Станкевич, И.А. Пестова, О.О. Годына, Р.С. Филозоф

Описана методика оценки качественного состояния растительности по многоспектральным спутниковым снимкам и наземным заверочным данным.

Эта методика является важной составляющей целостной геоинформационной технологии дистанционного оценивания состояния растительности урбанизированных территорий. Продемонстрировано применение разработанной методики к оценке состояния растительности в пределах территории национального природного парка «Голосеевский» города Киева.

***Ключевые слова:** качество растительности, космические снимки, спектральное отражение, Red-Edge Tangent, сплайн-интерполяция, НПП «Голосеевский»*

VEGETATION QUALITY REMOTE ASSESSMENT IN URBAN AREA: GOLOSIIVSKY NNP CASE STUDY

S. Stankevich, I. Piestova, O. Godyna, R. Filozof

In the paper the technique for estimation of vegetation quality using multispectral satellite imagery and ground truth data is described. This technique is an important component of an integrated geoinformation technology for remote assessment of vegetation condition within urban area. The developed technique application for the vegetation condition assessment within the “Golosiivsky” Kiev National Nature Park is demonstrated.

***Key words:** vegetation quality, satellite imagery, spectral reflectance, Red-Edge Tangent, spline interpolation, NNP “Golosiivsky”*

УДК 579.852 : 579.222

ВПЛИВ ПРОБІОТИКА ЕНДОСПОРИНУ НА ПОКАЗНИКИ СИСТЕМИ ІМУНІТЕТУ У ІНТАКТНИХ ТВАРИН.

Л. А. САФРОНОВА, старший науковий співробітник

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,

Г. В. ДІДЕНКО, старший науковий співробітник

Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є.

Кавецького НАН України

Пробіотик ендоспорин при пероральному введенні в інтактний організм сприяє синтезу гуморальних факторів імунітету, що значно посилюють цитотоксичний ефект ефекторних клітин, стимулюють активність клітин макрофагального ряду і мало впливають на активність клітин лімфоцитарного ряду. Введення ендоспорину не призводить до розвитку реакцій запального типу в організмі піддослідних тварин.

Ключові слова: *пробіотик ендоспорин, показники системи імунітету, лімфоцити, макрофаги*

Пробіотики - це препарати на основі живих мікроорганізмів, які при використанні в адекватних кількостях виявляють позитивний вплив на здоров'я організму-господаря [9]. За останні 15 років значно зріс інтерес до пробіотиків із бактерій роду *Bacillus* [11, 4]. Це пов'язано з накопиченням наукових даних, що демонструють їх профілактичну і терапевтичну ефективність при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, порушеннях імунного статусу та обміну речовин [7].

Одним із головних факторів механізму лікувально-профілактичної ефективності пробіотиків є їх здатність позитивно впливати на імунологічну реактивність макроорганізму. Дія препаратів спричиняє активацію макрофагів і

лімфоцитів, індукцію вироблення ендogenous інтерферону, збільшення вмісту гамма-глобулінової фракції крові [8, 13].

Проведені раніше дослідження виявили здатність штамів-продуцентів ендоспорину - лікувально-профілактичного препарату [6] для ветеринарії, стимулювати деякі імунологічні реакції макроорганізму. Встановлено, що не лише пероральне, а також одноразове внутрівагінальне і внутрічеревне введення бактеріальних культур мишам стимулює функціональну активність макрофагів перитонеального ексудату (бактерицидну, міграційну та поглинальну) і індукцію сироваткового α - інтерферону [2]. Ці дані підтвердили доцільність застосування біопрепаратів на основі аеробних бацил під час лікування та профілактики не лише шлунково-кишкового тракту, але й запальних процесів різної локалізації. Отримані результати є підставою для проведення подальших досліджень впливу пробіотика ендоспорину на імунний статус організму.

Мета роботи - вивчення впливу ендоспорину на показники системи імунітету організму за одноразового перорального введення його інтактним лабораторним тваринам (ендоспорин 1) та із застосуванням пробіотика у п'ять підходів (ендоспорин 5).

Матеріали і методи досліджень. Досліди проводили на нелінійних мишах-самцях 2-місячного віку, масою 18-20 г. Тварин розділили на три групи: 1- контрольні тварини, отримували перорально по 0,5 мл фізіологічного розчину протягом 5 діб; 2 – група дослідних тварин, одноразово перорально отримували 0,5 мл ендоспорину; 3 – група дослідних тварини, протягом 5 діб отримували перорально по 0,5 мл ендоспорину.

Показники імунореактивності організму тварин визначали на 7-му, 14-ту та 21-шу добу після початку введення ендоспорину. Доза препарату, яку отримували тварини за один прийом, становила $1 \cdot 10^8$ КУО / тварину.

Критеріями оцінки ендоспорину слугували такі показники: цитотоксична активність лімфоцитів і макрофагів, антитілозалежна цитотоксичність лімфоцитів і макрофагів, функціональна активність макрофагів, кооперативна цитотоксичність лімфоцитів і макрофагів, антитілозалежна кооперативна цитотоксичність лімфоцитів і макрофагів, вміст циркулюючих імунних комплексів.

Цитотоксичну активність досліджували з використанням МТТ-тесту, як описано [10, 12] в модифікації [1]. Клітинами-мішенями (КМ) слугували гомологічні пухлинні клітини штабів, які використовували як моделі експерименту, клітинами-ефекторами (КЕ) - лімфоцити (ЛЦ) селезінки і макрофаги (Мф) перитонеальної порожнини. Бактеріцидну активність перитонеальних макрофагів визначали у НСТ-тесті, вміст циркулюючих імунних комплексів (ЦК) у сироватці крові - методом преципітації в 4,5%-ному розчині поліетиленгліколю-6000 (ПЕГ-6000) [5].

Статистичний аналіз проводили з використанням загальноприйнятих методів варіаційної статистики [3].

Результати досліджень. Дослідження цитотоксичної активності макрофагів показали (рис.1), що в групі тварин, які одержували препарат ендоспорин протягом п'яти діб, спостерігали суттєве і достовірне збільшення цитотоксичності макрофагів порівняно з контрольною групою (на 14-ту добу 32% лізису пухлинних клітин, в той час як в контрольній групі лише 17%; $p < 0,01$). На 21-шу добу число лізованих клітин досягло вже 46%, а в контрольній групі лишилось без змін. На всіх етапах дослідження не спостерігали різниці щодо цитотоксичної активності макрофагів між групами тварин, які отримували ендоспорин одноразово та контрольною ($p < 0,01$).

Додавання сироватки до тест-системи (макрофаги/пухлинні клітини) призводило до значного підвищення цитотоксичної активності перитонеальних макрофагів в обох дослідних групах на 7-му добу дослідження (рис.2.). Число лізованих пухлинних клітин у дослідних групах досягало 30% ($p < 0,01$), тоді як у попередньому тесті лише 15%. Однак на 14-ту і 21-шу добу від початку

введення препарату, в групі тварин, які разово одержували ендоспорин, показники активності макрофагів не відрізнялися від показників інтактних тварин ($p < 0,01$).

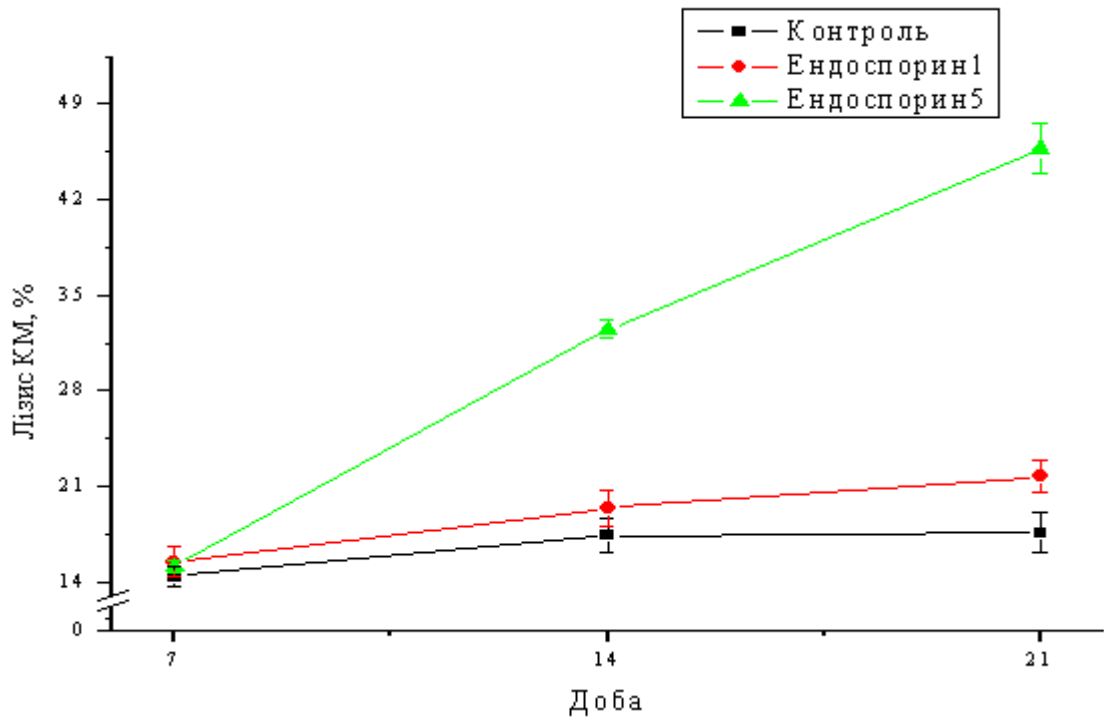


Рис.1. Вплив ендоспорину на цитотоксичну активність макрофагів

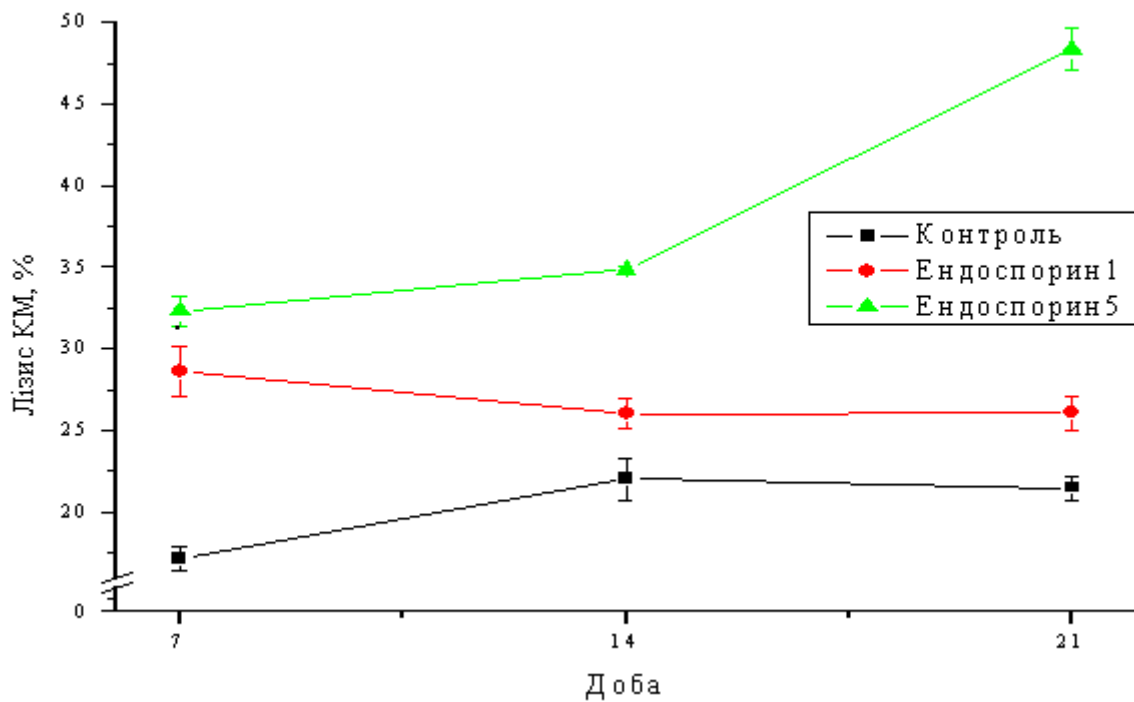


Рис.

2. Вплив ендоспорину на антитілозалежну цитотоксичну активність макрофагів

У групі тварин, які одержували ендоспорин упродовж п'яти діб, активність макрофагів лишалась високою до кінця експерименту (35% лізису пухлинних клітин на 14-ту добу, 48% лізису – на 21-шу добу; $p < 0,01$). Зниження цитотоксичної активності макрофагів спостерігали на 14-ту і 21-шу добу в групі тварин, які отримували ендоспорин одноразово ($p < 0,01$), і вказує на те, що на 7-му добу відбувається заключний етап формування імунних реакцій клітинами макрофагального ряду, тоді як за п'ятиразового введення ендоспорину 7-ма доба є початковою або середньою фазою формування імунних реакцій клітинами макрофагального ряду. Тому прояви активності клітин добре виражені на 14-ту і 21-шу добу дослідження (дія більш пролонгована).

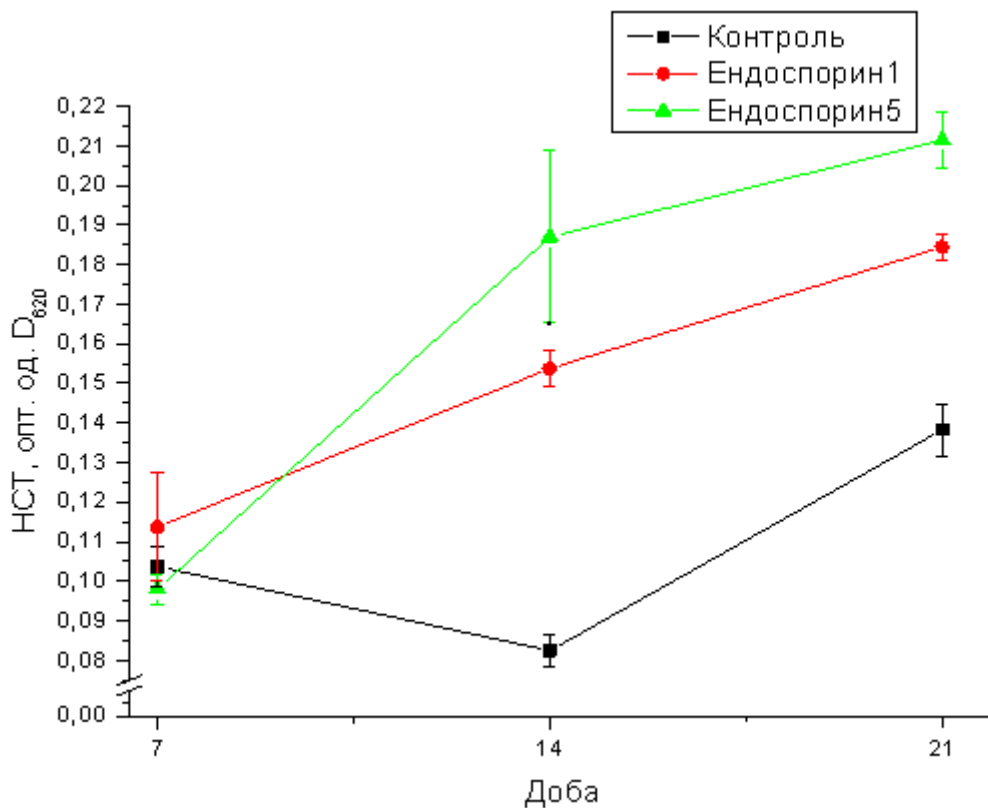
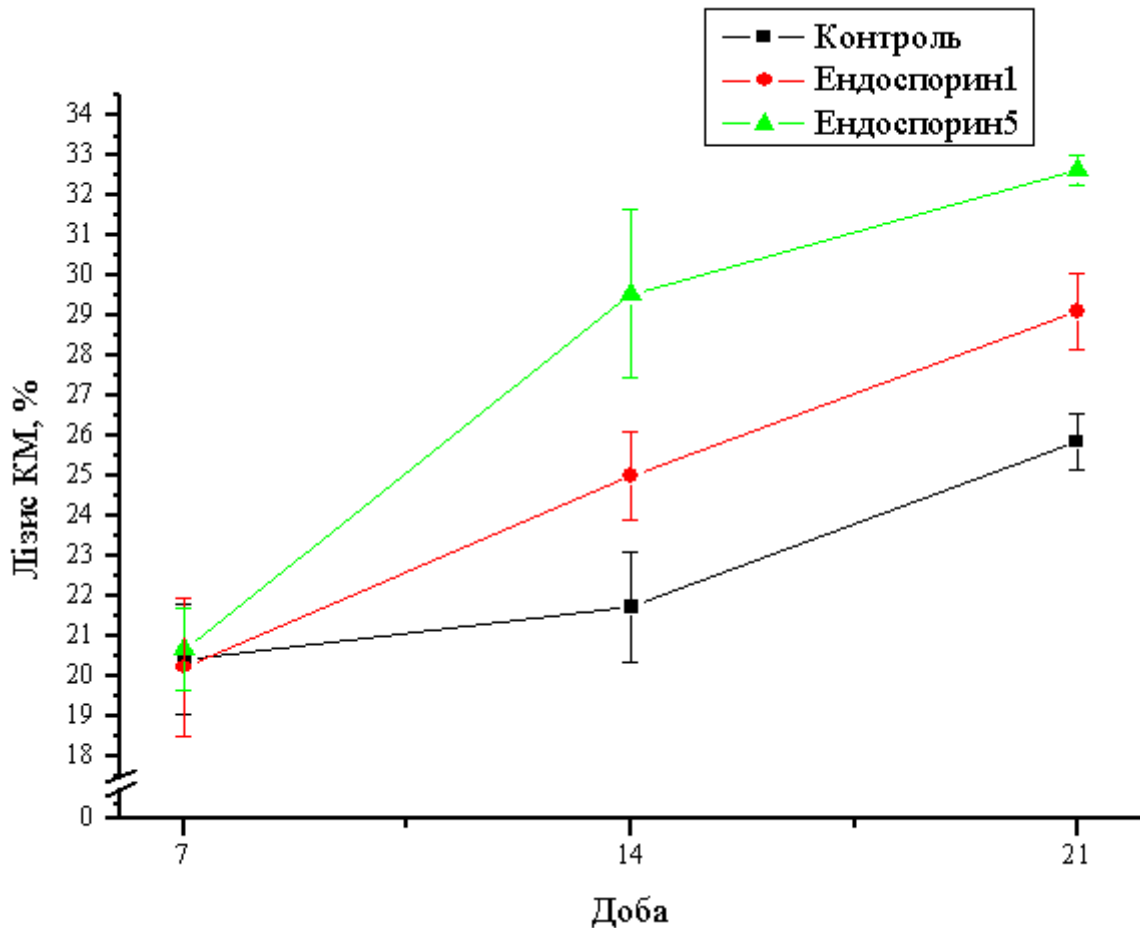


Рис. 3. Вплив ендоспорину на функціональну активність перитонеальних макрофагів.

При дослідженні активності перитонеальних макрофагів у спонтанному НСТ-тесті на 7-му добу від початку введення пробіотика різниці в показниках дослідної і контрольної груп не виявили ($p < 0,01$) (рис.3). Але на 14-ту і 21-шу добу дослідження спостерігали підвищення активності перитонеальних

макрофагів у дослідних групах, які одержували ендоспорин як одноразово, так і впродовж п'яти діб ($p < 0,01$). Крім того, встановлено, що п'ятиразове введення ендоспорину сприяє більш вираженій стимуляції активності перитонеальних макрофагів порівняно з його одноразовим введенням.



Ри

с.4. Вплив ендоспорину на цитотоксичну активність лімфоцитів

Введення ендоспорину експериментальним тваринам не змінило цитотоксичної активності лімфоцитів на 7-му добу досліджень. Помітну різницю в дії препарату можна було спостерігати лише на 14-ту і 21-шу добу ($p < 0,01$) (рис.4.). На кривих динаміки розвитку цитотоксичної реакції лімфоцитів спостерігали поступове підвищення активності клітин. Як і в НСТ-тесті простежується закономірність, яка підтверджує, що кількість разів введення препарату має вирішальний вплив на ступінь виявлення цитотоксичного ефекту. Так, цитотоксична активність лімфоцитів у групі тварин, які отримували ендоспорин упродовж п'яти діб, була вищою, ніж у

групі інтактних тварин і в групі тварин, які одержували препарат одноразово ($p < 0,01$).

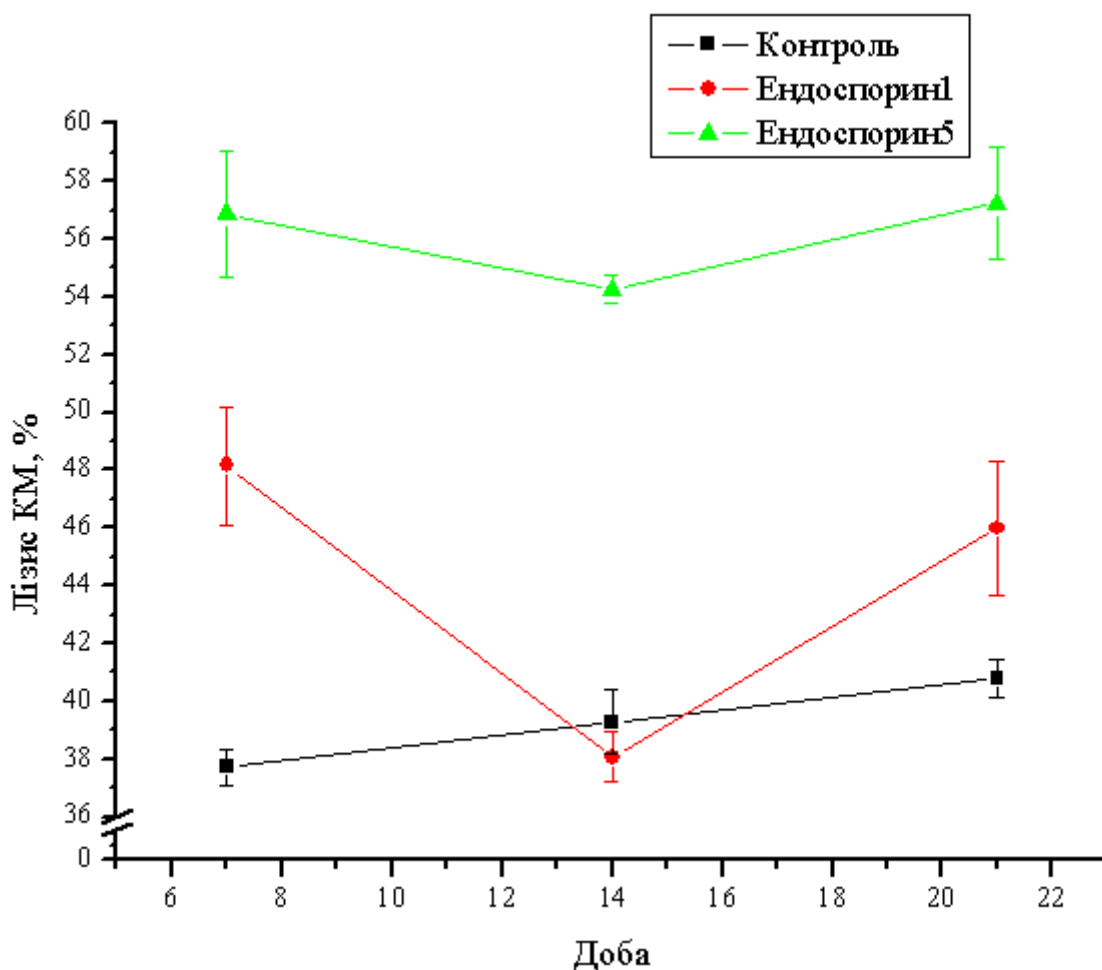
Додавання до тест-системи (лімфоцити/пухлинні клітини) аутологічної сироватки не призвело до виражених змін у прояві цитотоксичної активності лімфоцитів. Вона впродовж усього періоду спостереження у тварин інтактної і дослідної групи була однаковою. Різницю 2-3% у лізисі клітин спостерігали між експериментальною і контрольною групами лише на 21-шу добу ($p < 0,01$).

Під час дослідження кооперативного цитотоксичного ефекту клітин макрофагального ряду і лімфоцитів встановлена майже така сама закономірність розвитку реакцій, що і в тестах за дослідження цитотоксичного ефекту макрофагів. Так, у групі тварин, які отримували ендоспорин упродовж п'яти діб, спостерігали суттєве і достовірне збільшення прояву цитотоксичної дії макрофагів і лімфоцитів порівняно з групою мишей, які не одержували пробіотик: на 14-ту добу 40% лізису пухлинних клітин у експериментальній групі, 27% - у контрольній, на 21-шу добу відповідно - 55% і 40% лізису клітин ($p < 0,01$). У групі тварин, які отримували препарат одноразово, різниці в прояві цитотоксичного ефекту макрофагів і лімфоцитів між дослідною і контрольною групою не спостерігали на всіх етапах дослідження ($p < 0,01$).

Результати, одержані в цьому експерименті, дозволяють зробити висновок, що п'ятиразове введення ендоспорину, в основному, стимулює клітини макрофагального ряду.

Додавання до тест-системи (лімфоцити, макрофаги/пухлинні клітини) аутологічної сироватки сприяє значному збільшенню цитотоксичної активності на 7-му і 21-шу добу після введення мишам препарату в дослідних групах ($p < 0,01$), що збігається із стандартними піками синтезу антитіл (рис.5.). Показники прояву кооперативного цитотоксичного ефекту лімфоцитів і макрофагів у групі тварин, які одержували ендоспорин упродовж п'яти діб, протягом всього періоду спостережень були високими і значно перевищували показники для інтактної групи і тварин, які отримували ендоспорин одноразово ($p < 0,01$). Результати цього експерименту корелюють з даними,

отриманими під час дослідження антитілозалежної цитотоксичної активності макрофагів.



Рис

.5. Вплив ендоспорину на кооперативну взаємодію клітин макрофагального і лімфоїдного ряду з додаванням аутологічної сироватки

При дослідженні вмісту циркулюючих імунних комплексів різної молекулярної маси, що є показником розвитку різних запальних процесів в організмі, в сироватці крові піддослідних тварин на 7-му добу концентрація циркулюючих імунних комплексів у всіх групах реєструвалась на одному рівні (рис. 6). На 14-ту і 21-шу добу спостереження вміст ЦІК різної молекулярної маси в сироватці крові дослідних тварин виявився нижчим, ніж у контрольній групі, а в групі тварин, які одержували ендоспорин п'ятиразово, їх рівень на 21-шу добу був самим низьким ($p < 0,01$). Результати цього тесту свідчать, що введення ендоспорину не призводить до розвитку реакцій запального типу.

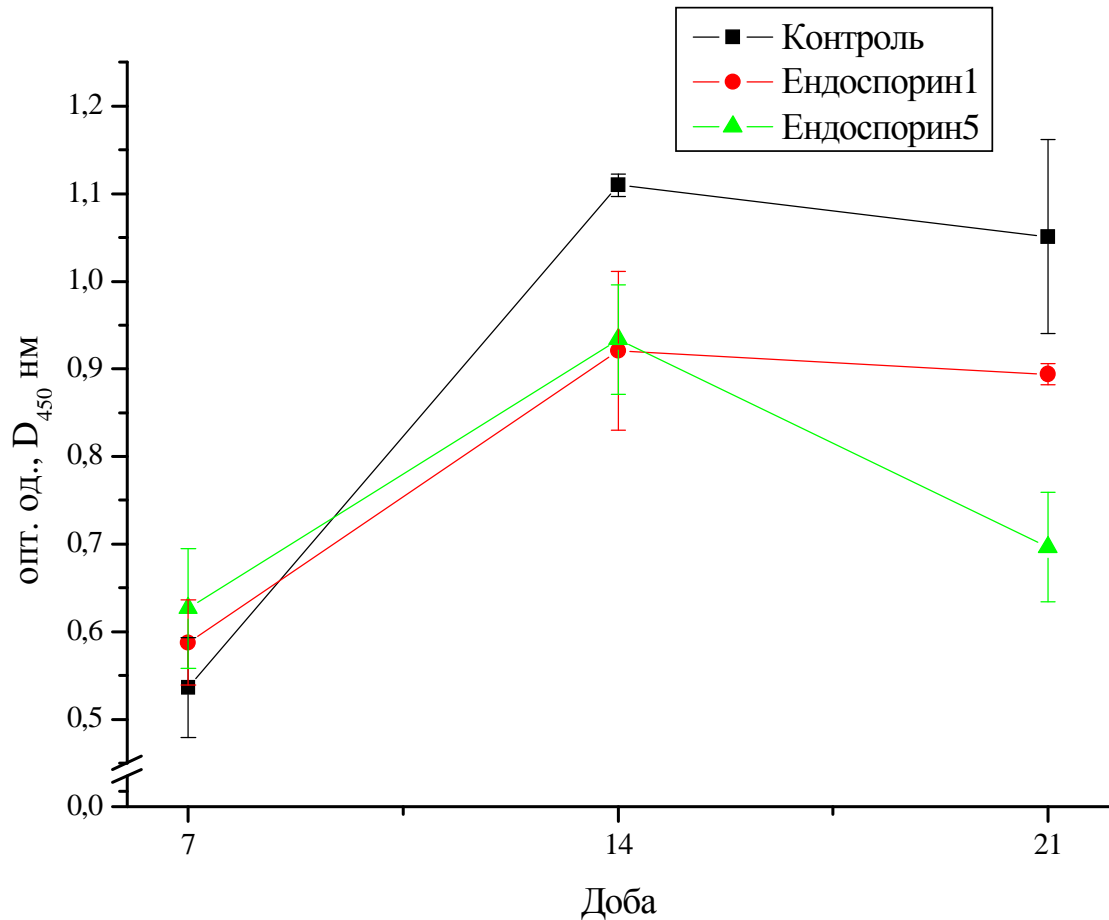


Рис. 6. Вплив ендоспорину на вміст середньомолекулярних ЦК в сироватці крові.

Висновки

1. Введення ендоспорину не призводить до розвитку запальних процесів в організмі піддослідних тварин.
2. Пробіотик сприяє синтезу гуморальних факторів, які підвищують активність ефекторних клітин, стимулює активність клітин макрофагального ряду і слабо впливає на активність клітин лімфоцитарного ряду.
3. П'ятиразове введення ендоспорину призводить до більш вираженого і пролонгованого імуностимулюючого ефекту в організмі піддослідних тварин порівняно з разовим введенням пробіотику.

Список літератури

1. Дворщенко О. С. Моделювання ксеношенних клітинних схем на твердих фазах з використанням пухлиноасоційованих та ембріональних антигенів та їх застосування в протипухлинній терапії/О. С. Дворщенко, О. В. Діденко, О. І. Чередарчук//Доповіді НАН України.-2007.-№12.-С.155-161.
2. Влияние живых культур *Bacillus subtilis* на неспецифическую резистентность организма /[В. А. Кудрявцев, Л. А. Сафронова, А. И. Осадчая и др.]// Микробиол.журн. -1996. - Т.58.- №2. – С.46-54.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин – М.: Высшая школа, 1980. – 293с
4. Похиленко В. Д. Пробиотики на основе спорообразующих бактерий и их безопасность / В. Д.Похиленко, В. В.Перелыгин //Химическая и биологическая безопасность. - 2007. - № 2-3. - С.20-41.
5. Фролов В. М. Ефективність аналізу циклоферину у хворих з тяжким перебігом епідемічного паротиту /В. М. Фролов, І. В. Лоскутова.// Проблеми епідеміології, діагностики, клініки, лікування та профілактики інфекційних хвороб– К: Наукова думка. – 2002. – С. 414-417
6. Пат.14569 Украина, А61К35/74,С12 N1/20. Биопрепарат эндоспорин для лечения и профилактики эндометритов животных / В. В. Смирнов, В. А. Кудрявцев, А. И. Осадчая, Г. Н. Калиновский, Л. А. Сафронова. – Оpubл.11.10.99, Бюл.№6
7. Cutting S. M. Bacillus probiotics [S. M. Cutting] / Food Microbiology. – 2011. –Vol. 28. – P. 214-220.
8. Duc Le.H. Characterization of Bacillus Probiotics available for human use [/Le. H. Duc, Huynh A. Hong, T. M. Barbosa, A. O. Henriques] //Appl. and Environ. Microbiol. – 2004. - Vol. 70. –№ 4. – P. 2161–2171.
9. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food// Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London, Ontario,Canada, April 30 and May 1, 2002.
10. Ohno M. Rapid colorimetric assay for the quantification of leukemia

inhibitory factor (LIF) and interleukin-6 (IL-6) / M. Ohno, T. Abe // J. Immunol. Methods. – 1991. – № 145. – P. 199-203.

11. Sanders M. E. Sporeformers as Human Probiotics: *Bacillus*, *Sporolactobacillus* and *Brevibacillus*/ M. E. Sanders, L. Morelli, T. A. Tompkins //Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.— 2003. - Vol. 2. - P.101-110

12. Stanojkovic T. P. The antitumor immune response in HER-2 positive, metastatic breast cancer patients / T. P. Stanojkovic, Z. Zizak, T. Srdic // J. Transl. Med. – 2005. – № 3. – P.13.

13. Sun P. Effects of *Bacillus subtilis* natto on performance and immune function of preweaning calves/P. Sun, J. Q. Wang , H. T. Zhang //J Dairy Sci. – 2010. –Vol. 93. - № 12. – P. 5851-5855.

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА ЭНДОСПОРИН НА ПОКАЗАТЕЛИ ИММУНИТЕТА У ИНТАКТНЫХ ЖИВОТНЫХ

Сафронова Л. А., Диденко Г. В.

Пробиотик эндоспорин при пероральном введении в интактный организм способствует синтезу гуморальных факторов иммунитета, которые значительно усиливают цитотоксический эффект эффекторных клеток, стимулируют активность клеток макрофагального ряда и слабо влияют на активность клеток лимфоцитарного ряда. Введение эндоспорина не приводит к развитию реакций воспалительного типа в организме подопытных животных.

Ключевые слова: *пробиотик эндоспорин, показатели системы иммунитета, лимфоциты, макрофаги*

EFFECT OF PROBIOTIC ENDOSPORIN ON INDICATORS OF THE IMMUNE SYSTEM OF INTACT ANIMALS.

Safronova L.A., Didenko G.V.

Probiotic endosporin in case of orally introducing to intact organism stimulates synthesis of humoral immunity factors which significantly increasing the cytotoxic effect of the effector cells, stimulating macrophage cell activity, and have little effect on the activity of lymphocytic cells. Introduction endosporin not lead to the development of inflammatory reactions in experimental animals.

Key words: *probiotic endosporin, indicators of immune system, lymphocytes, macrophages*

УДК 575+577.1 : 633.1

**ПОЛІМОРФІЗМ МАРКЕРА ГЕНА *TDF_076_2D* ПОМІРНОЇ
СТІЙКОСТІ ПРОТИ ФУЗАРІОЗУ КОЛОСУ СЕРЕД СОРТІВ
ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ (*TRITICUM AESTIVUM L.*) СТЕПОВОЇ ЗОНИ
УКРАЇНИ**

А. В. КАРЕЛОВ, науковий співробітник,

Н. О. КОЗУБ, кандидат біологічних наук, ,

І. О. СОЗІНОВ, старший науковий співробітник,

О. І. БОРЗИХ, академік НААН,

Інститут захисту рослин НААН

Я. Б. БЛЮМ, доктор біологічних наук, академік НАН,

ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАНУ»

*Досліджували 56 сортів озимої пшениці (*Triticum aestivum L.*), створених у Степовій зоні України, за допомогою маркера *INDEL1* на основі послідовності подібного до *NPR1* гена *TDF_076_2D*, асоційованого з помірною стійкістю проти фузаріозу колоса за типом II. Визначили асоційований зі стійкістю алель у 40% досліджених сортів. Сорти, у яких був виявлений пов'язаний зі стійкістю алель маркера, можуть використовуватись як джерело помірної стійкості проти фузаріозу.*

Ключові слова: *м'яка пшениця, фузаріоз колосу, молекулярні маркери.*

Фузаріоз колоса – небезпечна хвороба злаків, збудниками якої є некротрофні гриби роду *Fusarium* [2, 8, 9, 25]. На території України вони здебільшого представлені видами *F. graminearum*, *F. sambucinum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella*, *F. moniliforme*, одним із домінуючих видів є *F. graminearum*. [2, 4]. Вірогідність і ступінь ураження й втрати урожаю пшениці від фузаріозу колосу залежать від погодних умов, фізичних параметрів та часу цвітіння рослин кожного сорту [27]. Вважають, що фактори стійкості проти грибів цього роду є здебільшого кількісними

(QTL), що означає їх адитивний ефект і забезпечення лише визначеного відсотку стійкості відносно рослин, які таких факторів не мають [18, 21, 27]. Стійкість проти фузаріозу колосу класифікують так: тип I (стійкість проти первинної інфекції), тип II (стійкість проти поширення симптомів у колосі), тип III (стійкість проти інфікування насінин), тип IV (толерантність) і тип V (стійкість проти токсинів шляхом їх розкладання) [10, 19]. Добре дослідженими джерелами стійкості за типом II є китайські сорти, Sumai-3, Wuhan-1 та Ning 7840: ідентифіковано п'ять регіонів, асоційованих із цим типом стійкості, серед яких головну роль відіграють QTL на хромосомах 3В і 5А, які експресуються за адитивним і домінантним типом [15, 18, 23]. Нещодавно проведено асоціативне картування факторів стійкості серед європейських сортів озимої пшениці за допомогою значної кількості мікросателітних маркерів і виявлено нові локуси, які позитивно чи негативно впливають на стійкість рослин проти грибів роду *Fusarium* [27].

Проводяться дослідження модельних рослин для визначення ролі різноманітних генів, продукти яких мають регуляторні функції, у патогенезі некрототрофів і, зокрема, грибів роду *Fusarium* [12, 13, 20]. Важливе значення у регулюванні шляхів взаємодії з патогенами у рослин має ген «відсутності експресії пов'язаних із патогенезом протеїнів групи 1» (nonexpressor of pathogenesis-related proteins 1, *NPR1*) [11, 14, 24]. Було показано, що для рослин виду *Arabidopsis thaliana* функціональний продукт цього гена відіграє ключову роль у експресії генів, що кодують PR-1 та «перемиканні» між зумовленими жасминовою та саліциловою кислотою шляхами захисної відповіді [22, 26]. Також було проведено дослідження ролі *NPR1* у патогенезі грибів роду *Fusarium* шляхом перенесення гена *A. thaliana* у пшеницю й дослідження взаємодії трансгенних рослин із грибами; визначено, що на стадії проростків ген забезпечує підвищену чутливість до *Fusarium asiaticum*, тоді як дорослим рослинам навпаки забезпечує стійкість що свідчить про біфункціональну роль гена в стійкості пшениці [17].

Для помірно стійких до фузаріозу колосу європейських генотипів пшениці Саро та 'SVP72017' було проведено дослідження взаємодії рослин із грибами видів *F. graminearum* та *F. culmorum* на рівні експресії. Визначили зв'язок алельних станів двох подібних до *NPRI* гомеологічних генів на хромосомах 2D і 2A пшениці (*TDF_076_2D* та *TDF_076_2A*) зі стійкістю за типом II на рівні відповідно 14,2% та 3% [9]. Алельні стани генів відрізняються за трьома інсерціями-делеціями в інтронах. Зокрема, з праймерами, що фланкують першу інсерцію-делецію (починаючи з 5'-кінця гена, далі – *INDEL1*), ампліфікуються фрагменти довжиною 212 п.н. на відповідній ділянці гена *TDF_076_2A* в обох алельних станах, проте на ділянці гена *TDF_076_2D* у алельному стані, асоційованому з чутливістю (далі – алель 1) утворюються амплікони довжиною 221 п.н.; у випадку алельного стану гена *TDF_076_2D*, асоційованого зі стійкістю (далі – алель 2) довжина ампліконів також становить 212 п.н. [9].

Мета роботи – охарактеризувати сорти пшениці м'якої української селекції за допомогою маркера гена *TDF_076_2D* помірної стійкості проти фузаріозу колосу.

Матеріали та методи дослідження. Досліджували зразки ДНК, виділені з зерен 56 сортів пшениці, створених у Селекційно-генетичному інституті Національному центрі сортовивчення НААН України, м. Одеса (далі СГІ). Повний перелік сортів наведений у таблиці. Виділяли ДНК із наважки масою 25-35 мг, отриманої із 5 зерен кожного сорту. Виділення здійснювали за допомогою наборів Diatom™ DNA Prep100 за стандартною методикою. ПЛР проводили на ампліфікаторі 2720 GeneAMP System за допомогою наборів GenPak® PCR Core за методикою виробника. Для визначення алельного стану маркера *INDEL1* використовували пару праймерів *INDEL1-F* (5'- TCATGCAGTGTGCTTGATCT-3') та *INDEL1-R* (5'-CCATTCACTTGAGCAACTTCC-3'), із якими отримували продукти довжиною 212 п.н. у випадку алеля 2 і фрагменти довжиною 212 та 221 п.н. – у випадку алеля 1 маркера [23].

Фрагменти, отримані в результаті ПЛР, розділяли у 10%-ному поліакриламідному гелі (ПААГ) і фарбували 0,01%-ним розчином AgNO₃ за стандартною методикою [5].

Результати дослідження наведено в таблиці, а приклад електрофореграми – на рисунку

У 22 досліджуваних сортів був ідентифікований алель, асоційований із помірною стійкістю проти фузаріозу колоса за типом II на рівні 14,2%, що становить близько 40% від досліджених сортів (див. таблицю).

Алельний стан маркера *INDEL1* гена *TDF_076_2D* у досліджених сортах

Сорт	Алель маркера	Сорт	Алель маркера
Альбатрос	1	Княгиня Ольга	1
Антонівка	1	Косовиця	1
Безмежна	2	Куяльник	2
Благодарка	1	Ластівка	1
Борвій	2	Леся	2
Бунчук	2	Литанівка	1
Ватажок	1	Ліана	2
Вдала	1	Ліона	1
Вікторія	1	Місія одеська	1
Годувальниця	2	Небокрай	1
Голубка одеська	1	Никонія	1
Господиня	1	Одеська 267	2
Гурт	2	Одеська червоноколоса	2
Дальницька	2	Оксамитна	1
Доброполька	1	Отаман	2
Дюк	1	Писанка	1
Епоха	1	Повага	1
Жайвір	2	Подяка	2
Журавка	2	Польовик	1
Заможність	1	Пошана	1
Запорука	2	Селянка	2
Землячка	1	Сирена	2
Зміна	1	Скарбниця	1
Знахідка одеська	1	Служениця	1
Зорепад	2	Супутниця	2
Зустріч	1	Турунчук	1
Істина	1	Ужинок	2
Кирия	2	Українка одеська	1

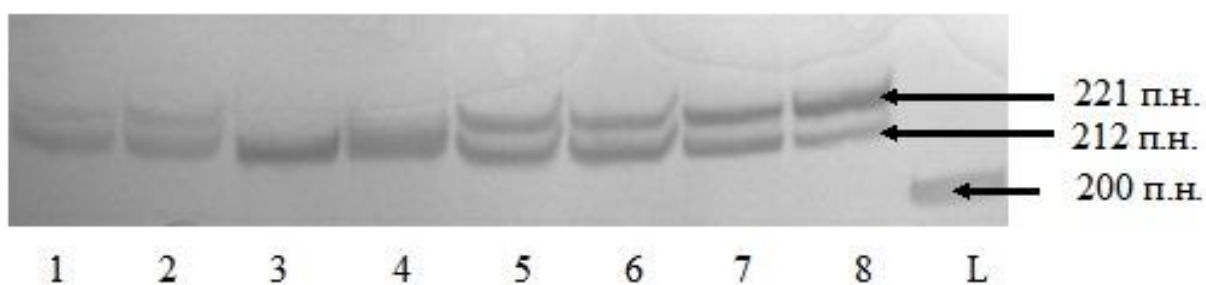


Рис. Електрофореграма із фрагментами, отриманими в результаті ПЛР із праймерами, що фланкують маркер *INDEL1* в 10%-ному ПААГ. 1 – Альбатрос; 2 – Антонівка; 3 – Безмежна; 4 – Знахідка одеська; 5 – Місія одеська; 6 – Косовиця; 7 – Господиня; 8 – Зміна; L – 100 bp ladder (маркер молекулярних мас, ціна поділки – 100 п.н.)

За порівнянням алельного стану маркера із стійкістю/чутливістю сортів, встановленою різними дослідниками фітопатологічним шляхом (безпосередня взаємодія між грибами роду *Fusarium* та рослинами пшениці) [22, 24, 27], чіткої відповідності результатів із алельним станом маркера *INDEL1* не спостерігали. Очевидно, це пов'язано із наявністю інших факторів стійкості/чутливості, які експресувались сильніше в умовах проведених польових тестів. За результатами асоціативного картування вірогідний QTL, зумовлений геном *TDF_076_2D*, виявляється за різних умов [27].

Таким чином, хоча алель інтересу дослідженого маркера і гена присутній серед сортів пшениці української селекції, його відбір при створенні нових сортів без тестування за допомогою молекулярно-генетичних методів є проблематичним. Разом із тим алель забезпечує на 14,2% нижче інфікування колосків пшениці грибами роду *Fusarium* порівняно із носіями чутливого алеля, не впливаючи при цьому на інші властивості рослин, як це характерно для надзвичайно стійкого, але непродуктивного сорту Sumai-3 [Dr. George Fedak, особисте повідомлення].

Тринадцять сортів, у яких виявили алель 2 маркера, також несуть пов'язаний зі стійкістю алель молекулярних маркерів гена *Lr34/Yr18/Pm38/Sr57* помірної

стійкості проти іржастих грибів, борошнистої роси та жовтої карликовості ячменю [3, 6]. У 16 сортів, у яких був виявлений алель 2 маркера *INDEL1*, раніше визначили пов'язаний із нечутливістю до токсину А *Pyrenophora tritici-repentis* алель маркера *fcp623* гена *Tsn1* [1].

Отже сорти, у яких був виявлений пов'язаний зі стійкістю алель маркера, можуть використовуватись як джерело помірної стійкості проти фузаріозу та інших фітопатогенів.

Висновки

1. Алель помірної стійкості II типу проти фузаріозу колосу виявлено у 40% досліджених сортів.
2. Сорти пшениці м'якої української селекції можуть слугувати джерелами комплексної помірної стійкості проти біотрофних та некротрофних фітопатогенів.
3. Варто дослідити окремі сорти за допомогою маркерів, асоційованих із QTL та іншими генами-кандидатами, пов'язаними із цим та іншими типами стійкості для визначення генетичних передумов особливостей взаємодії цих сортів із грибами роду *Fusarium*.

Список літератури

1. Алельний стан маркерів гена, асоційованого із чутливістю до токсину А *Pyrenophora tritici-repentis* і *Stagonospora nodorum*, серед сортів м'якої пшениці степової зони України / А.В. Карелов, Н.О. Козуб, І.О. Созінов, О.О. Созінов // Захист і карантин рослин. – 2014. – Вип. 60 – С. 106–113.
2. Грицюк Н.В. Стійкість сортів пшениці озимої проти фузаріозних інфекцій за різних строків ураження / Н.В. Грицюк // Карантин і захист. – 2013. № 10. С. 1–3.
3. Идентификация аллельного состояния гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr34* у сортов озимой мягкой пшеницы украинской селекции / А.В.

Карелов, Я.В. Пирко, Н.А. Козуб [и др.] // Цитология и генетика. – 2011. – Т. 45, №5. – С. 3–10.

4. Ковалишина М. Хвороби колосу у озимої пшениці лісостепу України / М. Ковалишина, Л.А. Мурашко, А.Б. Ковалишин // Вісник українського товариства селекціонерів і генетиків. – 2008. – Т. 6, № 2. – С. 223–239.

5. Маниатис Т. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование: пер. с англ. / Т.Маниатис, Э. Фитч, Дж. Сэмбрук – М.:Мир, 1984. – 480 с.

6. Характеристика українських сортів м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) за допомогою новітніх молекулярних маркерів генів помірної стійкості проти іржастих грибів / А.В. Карелов, Н.О. Козуб, І.О. Созінов [та ін.] // Захист і карантин рослин. – 2013. – Вип. 59, – С 128–137.

7. Яринчин А.М. Стійкість сортів озимої пшениці проти ураження збудниками фузаріозу колосу / А.М. Яринчин // Захист і карантин, 2009. – №4. – С. 13–15.

8. An adaptive evolutionary shift in *Fusarium* head blight pathogen populations is driving the rapid spread of more toxigenic *Fusarium graminearum* in North America / T.J. Ward, R.M. Clear, A.P. Rooney [et al.] // Fungal Genet Biol. – 2008. – Vol. 45, No 4. P. – 473–484.

9. Association of allelic variation in two *NPR1*-like genes with *Fusarium* head blight resistance in wheat / M. Diethelm, M. Schmolke, J. Groth [et al.] // Mol Breeding. – 2014. – Vol. 34, Iss. 1. – P. 31–43.

10. Bai. G. Management and resistance in wheat and barley to *Fusarium* head blight / G. Bai, G. Shaner // Annu. Rev. Phytopathol. – 2004. – Vol. 42. – P. 135–161.

11. Characterization of an *Arabidopsis* mutant that is nonresponsive to inducers of systemic acquired resistance / [H. Cao, S.A. Bowling, A.S. Gordon, X. Dong] // Plant Cell. – 1994. – Vol. 6. – P. 1583–1592.

12. Characterization of the defense transcriptome responsive to *Fusarium oxysporum*-infection in *Arabidopsis* using RNA-seq / Q.-H. Zhu, S. Stephen,

K. Kazan [et al.] // Gene. – 2012. – (электронный ресурс, доступный онлайн за адресою: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gene.2012.10.036>)

13. Comparative analysis of PR gene expression in tomato inoculated with virulent *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and the biocontrol strain *F. oxysporum* Fo47 / [S. Aime, C. Cordier, C. Alabouvette, C. Olivain] // Physiological and Molecular Plant Pathology. – 2008. – Vol. 73. – P. 9–15.

14. Delaney T.P. *Arabidopsis* signal transduction mutant defective in chemically and biologically induced disease resistance / T.P. Delaney, L. Friedrich, J.A. Ryals // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1995. – Vol. 92. – P. 6602–6606.

15. Detection of QTL linked to *Fusarium* head blight resistance in Sumai 3-derived North Dakota bread wheat lines / I.A. del Blanco, R.C. Froberg, R.W. Stack [et al.] // Theor Appl Genet. – 2003. – Vol. 106, No 6. – P. 1027–1031.

16. Genetic dissection of a major *Fusarium* head blight QTL in tetraploid wheat / C.D. Otto, S.F. Kianian, E.M. Elias [et al.] // Plant Molecular Biology. – 2002. – Vol. 48. – P. 625–632.

17. Inverse effects of *Arabidopsis NPR1* gene on fusarium seedling blight and fusarium head blight in transgenic wheat / C.-S. Gao, X.-J. Kou, H.-P. Li [et al.] // Plant Pathology. – 2013. – Vol. 62, Iss. 2. – P. 383–392.

18. Liu.S. Marker assisted evaluation of *Fusarium* head blight resistant wheat germplasm / S. Liu, J. A. Anderson // Crop Science. – Vol. 43, No. 3. – P. 760–766.

19. Mesterhazy A. Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat / A. Mesterhazy // Plant Breeding. – 1995. – Vol. 114, Iss. 5. – P. 377–386.

20. Mutations in the *Arabidopsis* homoserine kinase gene *DMR1* confer enhanced resistance to *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* / H.C. Brewer, N.D. Hawkins, K.E Hammond-Kosack // BMC Plant Biology. – 2014. – Vol.14. (электронный ресурс, доступный онлайн за адресою: <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/14/317>)

21. Nature of wheat resistance to *Fusarium* head blight and the role of deoxynivalenol for breeding / [A. Mesterhazy, T. Bartok, C. G. Mirocha, R. Komoroczy] // Plant Breeding. – 2008. – Vol. 118. – P. 97–110.
22. *NPR1* modulates cross-talk between salicylate- and jasmonate-dependent defense pathways through a novel function in the cytosol / S.H Spoel, A. Koornneef, S.M.C. Claessens [et al.] // The Plant Cell. – 2003. – Vol. 15. – P. 760–770.
23. RLFP mapping of QTL for *Fusarium* head blight resistance in wheat / B. L. Waldron, B. Moreno-Sevilla, J. A. Anderson // Crop Science. – 1999. – Vol. 39. – P. 805–811.
24. Shah J. Characterization of a salicylic acid-insensitive mutant (*sai1*) of *Arabidopsis thaliana*, identified in a selective screen utilizing the SA-inducible expression of the *tms2* gene / J. Shah, F. Tsui, D.F. Klessig // Mol. Plant-Microbe Interact. – 1997. – Vol. 10. – P. 69–78.
25. Snijders C.H.A. Effects of head blight caused by *Fusarium culmorum* on toxin content and weight of wheat kernels / C.H.A. Snijders, J. Perkowski // Phytopathology. – 1990. – Vol. 79. – P. 455–469.
26. The coactivator function of *Arabidopsis NPR1* requires the core of its BTB/POZ domain and the oxidation of C-terminal cysteines / A. Rochon, P. Boyle, T. Wignes [et al.] // The Plant Cell. – 2006. – Vol. 18. – P. 3670–3685.
27. Whole genome association mapping of *Fusarium* head blight resistance in European winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / S. Kollers, B. Rodemann, J. Ling [et al.] // PLoS ONE – 2013. – Vol. 8, Iss. 2. – e57500. doi:10.1371/journal.pone.0057500.

**ПОЛИМОРФИЗМ МАРКЕРА ГЕНА *TDF_076_2D* УМЕРЕННОЙ
УСТОЙЧИВОСТИ К ФУЗАРИОЗУ КОЛОСА СРЕДИ СОРТОВ
ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) СТЕПНОЙ ЗОНЫ
УКРАИНЫ**

А.В.Карелов, Н.А.Козуб, И.А.Созинов, А.И. Борзых, Я.Б.Блюм

Исследовали 56 сортов озимой пшеницы (Triticum aestivum L.), созданных в Степной зоне Украины, при помощи маркера INDEL1 на основе последовательности подобного NPR1 гена TDF_076_2D, ассоциированного с умеренной устойчивостью к фузариозу колоса по типу II. Определена ассоциированная с устойчивостью аллель у 40% исследованных сортов. Сорта, у которых была выявлена связанная с устойчивостью аллель маркера, могут быть использованы как источники умеренной устойчивости к фузариозу.

Ключевые слова: *мягкая пшеница, фузариоз колоса, молекулярные маркеры*

**POLYMORPHISM OF THE *TDF_076_2D* GENE CONFERRING
MODERATE *FUSARIUM* HEAD BLIGHT RESISTANCE AMONG
COMMON WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) CULTIVARS OF THE
STEPPE ZONE OF UKRAINE**

A.V. Karelov, N.A. Kozub, I.A. Sozinov, A.I. Borzykh,

Yu.B. Blume

Fifty six common wheat (Triticum aestivum L.) cultivars developed in the Steppe zone of Ukraine were studied using the marker INDEL1 on the basis of the sequence of NPR1-like TDF_076_2D gene associated with moderate type II Fusarium head blight resistance. We discovered the resistance associated allele in 40% of the cultivars studied. The cultivars with the resistance associated allele of the marker may be used as the source of moderate resistance against Fuasarium head blight.

Key words: *common wheat, Fusarium head blight, molecular markers*

**ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ, ЩО КОДУЮТЬ ХАЛКОНСИНТАЗИ, ТА ЙОГО
ЗВ'ЯЗОК З РІВНЕМ ГІРКИХ РЕЧОВИН ШИШОК ХМЕЛЮ
ЗВИЧАЙНОГО**

А.М. Венгер, молодший науковий співробітник

Н.Е. Волкова, доктор біологічних наук

*Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства
та сортовивчення*

Проведений аналіз поліморфізму генів, що кодують халконсинтази, у сортів хмелю звичайного української селекції. Встановлено залежність між поліморфізмом цих генів та рівнем гірких речовин у складі шишок хмелю. Показана можливість використання молекулярних маркерів, які виявляють поліморфізм генів, що кодують халконсинтази, для визначення типу (гіркий або ароматичний) сорту хмелю звичайного.

Ключові слова: *хміль звичайний, халконсинтази, поліморфізм, гіркі та ароматичні сорти, кластерний аналіз.*

Хміль звичайний *Humulus lupulus* L. – цінна сільськогосподарська культура, що використовується у різних галузях господарства, особливо в харчовому, медичному та парфумерному напрямках. Використання хмелю звичайного в господарстві зумовлене більшою мірою наявністю в його шишках гірких α - і β -кислот (зокрема, когумулону та колупулону) й ароматичних речовин – пренілфлавоноїдів [8]. Ключовими ферментами в синтезі цих речовин є халконсинтази. У хмелю звичайного відомо п'ять халконсинтаз –

халконсинтаза 1 (CHS_H1), халконсинтаза 2 (CHS2), халконсинтаза 3 (CHS3), халконсинтаза 4 (CHS4), валерофенонсинтаза (VPS), що кодуються генами відповідно *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4*, *vps* [6]. У літературі описаний поліморфізм цих генів, визначений за дослідження сортів хмелю звичайного з різних країн світу [2, 5, 6, 8].

Залежно від співвідношень α - і β -кислот у складі шишок сорти хмелю звичайного поділяють на гіркі та ароматичні [11]. Масова частка когумулону в складі α -кислот становить менше 30% у ароматичних сортів та більше 30% у гірких. Масова частка колупулону в складі β -кислот менше 50% в ароматичних сортів та більше 50% у гірких. Співвідношення кількості β -кислот до α -кислот у ароматичних та гірких сортів дорівнює відповідно менше 0,9% і більше 0,7%,. Пренілфлавоноїди та α - і β -кислоти не є прекурсорами ефірної олії, проте рівень α - і β -смол (похідних α - і β -кислот) прямо пов'язаний з рівнем ефірної олії [11].

Визначення рівня α - та β -кислот проводиться методами газової та вискоефективної рідинної хроматографії, яка є дорогою та довготривалою процедурою [8, 1]. Незважаючи на значний обсяг молекулярно-генетичних та біоінформатичних досліджень геному хмелю, огляд літератури показав відсутність робіт, присвячених розробці молекулярних маркерів для ідентифікації типу сорту. Тому мета дослідження полягала в оцінюванні можливості визначення типу сорту за молекулярними маркерами генів *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4* та *vps* хмелю звичайного.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом досліджень слугували 20 сортів хмелю звичайного селекції Інституту сільського господарства Полісся НААН, для яких визначено тип сорту: гіркі сорти – Альта, Зміна, Ксанта, Кумир, Надія, Назарій, Оболонський, Поліський, Промінь, Чаклун; ароматичні сорти – Видибор, Гайдамацький, Житомирський 75, Заграва, Клон 18, Оскар, Пивовар, Полісянка, Славянка, Хмелеслав.

Результати молекулярно-генетичного аналізу поліморфізму генів *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4* та *vps* (довжини продуктів ампліфікації певних регіонів генів у парах нуклеотидів, п.н.) у вибірці досліджуваних сортів наведено у таблиці.

Поліморфізм генів, що кодують халконсинтази, у сортів хмелю звичайного української селекції [6, 12]

Сорт	Локус							
	3'-не-трансльова-ний регіон гена <i>chs_H1</i>	інтрон 1 гена <i>chs_H1</i>	екзон 2 гена <i>chs_H1</i>	інтрон гена <i>chs2</i>	інтрон гена <i>chs3</i>	інтрон гена <i>chs4</i>	Промотор гена <i>vps</i>	екзон 1, інтрон. екзон 2 гена <i>vps</i>
	Довжина локусу, п.н.							
Альта	247, 267	248, 264	1833, 1833	230, 240	232, 232	223, 223	188, 188	917, 1303
Промінь	255, 267	248, 264	1833, 1833	230, 230	232, 232	223, 223	188, 188	917, 1303
Заграва	255, 267	264, 264	1833, 1833	237, 237	232, 232	223, 223	178, 185	1303, 1303
Видибор	255, 267	248, 248	1833, 1833	237, 237	232, 232	223, 223	178, 185	1303, 1303
Гайдамацький	261,267,267	248,264,272	1833,1833,1833	237,237,237	232,232,232	223,223,223	175,178,185	1303,1303, 1303
Назарій	261, 267	248, 264	1833, 1833	230, 240	232, 232	223, 223	180, 180	917, 1303
Надія	261, 267	248, 264	1833, 1833	230, 230	232, 232	223, 223	180, 180	1303, 1303
Поліський	261, 267	253, 253	1833, 1833	230, 240	232, 232	223, 223	180, 180	1303, 1303
Полісянка	261, 267	264, 264	1833, 1833	237, 237	232, 232	223, 223	178, 185	1303, 1303
Оскар	261, 267	248, 264	1833, 1833	237, 237	232, 232	223, 223	178, 185	1303, 1303
Пивовар	247, 267	264, 272	1833, 1833	237, 237	232, 232	223, 223	178, 185	1303, 1303
Клон 18	261, 267	264, 272	1833, 1833	237, 237	232, 232	223, 223	165, 175	1303, 1303
Оболонський	261, 267	264, 272	1833, 1833	230, 240	232, 232	223, 223	180, 180	1303, 1303
Славянка	261, 267	264, 272	1833, 1833	237, 237	232, 232	223, 223	175, 185	1303, 1303
Хмелеслав	247, 267	248, 264	1833, 1833	230, 230	232, 232	223, 223	175, 185	1303, 1303
Кумир	261, 267	248, 264	1833, 1833	230, 230	232, 232	223, 223	191, 191	917, 1303
Чаклун	247, 267	248, 264	1833, 1833	230, 240	232, 232	223, 223	180, 180	1303, 1303
Ксанта	255, 267	264, 272	1833, 1833	230, 230	232, 232	223, 223	180, 180	1303, 1303
Житомирський 75	247, 267	234, 234	2015, 2015	237, 237	232, 232	223, 223	178, 185	1303, 1303
Зміна	255, 267	264, 272	1833, 1833	230, 240	232, 232	223, 223	180, 180	1303, 1303

Кластерний аналіз даних молекулярно-генетичного аналізу проводили за допомогою програми TREES 4.0 (у вільному доступі) незваженим парногруповим методом з арифметичним усередненням (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean, UPGMA) [5].

Достовірність перевіряли за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмана [10] для малих вибірок.

Результати досліджень. Для кластерного аналізу використовували сумарні дані молекулярно-генетичних досліджень поліморфізму інтрону, 3'-нетрансльованого регіону та екзону 2 гена *chs_H1*; інтронів генів *chs2*, *chs3*, *chs4*; промотора та локуса, що складається з екзона 1, інтрона та екзона 2, гена *vps* сортів хмелю звичайного української селекції.

Кластерний аналіз даних молекулярно-генетичних досліджень поліморфізму окремих регіонів генів *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4*, *vps* та поліморфізму окремих генів, а також їх поєднань не дозволив згрупувати сорти за типом (дендрограми не наведено).

За результатами кластерного аналізу сумарних даних щодо поліморфізму генів, які кодують халконсинтази, отримано угруповання сортів за типом. На дендрограмі визначено два кластери: до кластеру I увійшли всі гіркі сорти, до кластеру II – всі ароматичні (рисунок).

Значення критичної точки $T_{кр}$ становить 0,19, коефіцієнта – 0,88. $|r| > T_{кр}$ ($0,88 > 0,19$), це означає, що нульова гіпотеза не підтверджується; ранговий кореляційний зв'язок між ознаками значущий. Довірчий інтервал r був (0,79; 0,97). Таким чином, зв'язок між показником «тип сорту» (гіркий або ароматичний) і поліморфізмом певних регіонів генів *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4* та *vps* хмелю звичайного є прямим, значущим та в межах довірчого інтервалу.

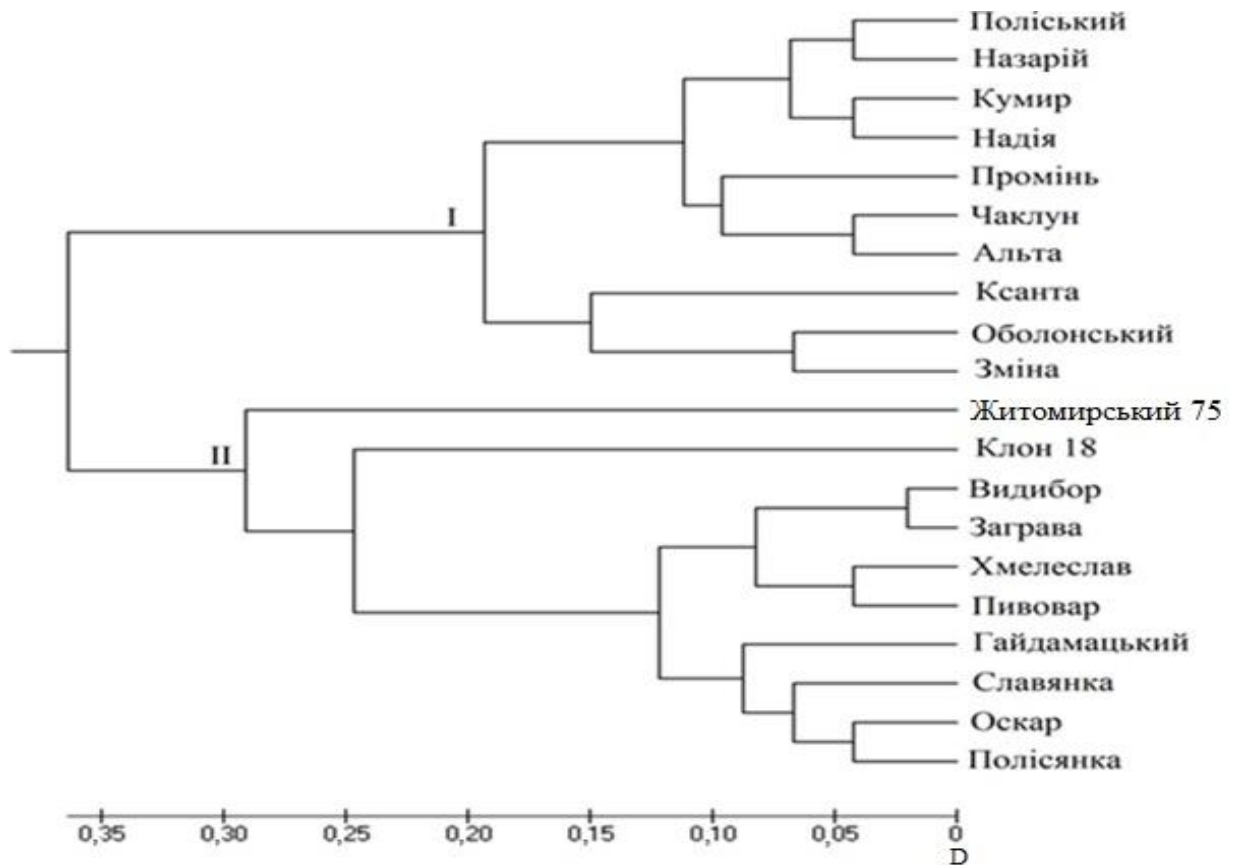


Рис. Результати кластерного аналізу поліморфізму генів *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4* та *vps* сортів хмелю звичайного української селекції (I і II – кластери)

Таким чином, кластеризація за типом здійснилась тільки за використання сумарних даних щодо поліморфізму всіх регіонів усіх досліджених генів. Це означає, що для синтезу певних кількостей когумулону, колупулону й отримання певного співвідношення β - і α -кислот, що призводить до формування показника «тип сорту», важливим є алельний стан усіх генів, що кодують халконсинтази, *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4* та *vps*. При цьому слід відзначити, що функції CHS3 невідомі, а функції CHS2 та CHS4 відомі тільки в умовах *in vitro* [8].

ВИСНОВКИ

1. Показана залежність типу сорту хмелю звичайного від поліморфізму генів *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4* та *vps*.

2. Розроблений статистично достовірний підхід оцінки типу сорту хмелю за молекулярними маркерами, який дозволяє зменшити часові та матеріальні витрати при ідентифікації генотипів хмелю звичайного.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Assessment of the genetic diversity of wild hops (*Humulus lupulus* L.) in Europe using chemical and molecular analyses / [J. Patzak, V. Nesvadba, A. Henychova, K. Krofta] // Biochemical Systematics and Ecology. 2010. №38-P. 136–145.
2. Cloning and characterisation of chs-specific DNA and cDNA sequences from hop (*Humulus lupulus* L.) / [J. Matousek, P. Novak, J. Patzak, H. Niedermeierova] // Plant Science. 2002. №162-P. 1007–1018.
3. DNA Sequence and Expression Variation of Hop (*Humulus lupulus*) Valerophenone Synthase (*VPS*), a Key Gene in Bitter Acid Biosynthesis / [C. Castro, L. Whittock, S. Whittock, G. Leggett] // Ann Bot. 2008. № 102 (2).- P. 265–273.
4. Genbank Derived microsatellite markers in hop [N. Bassil, B. Gilmore, J. Oliphant, J. Henning] // Acta hort. 2005. № 668.- P. 47– 52.
5. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods / [K. Tamura, D. Peterson, N. Peterson, G. Stecher et all] // Molecular Biology and Evolution. 2011. № 28 (10).- P. 2731-2739.
6. Venger A. Molecular-genetic polymorphism of *vps* gene in Ukrainian hop varieties / A. Venger, N. Volkova // Modern science. 2014. № 1.- P. 28-34.
7. Patzak J. New STS molecular markers for assessment of genetic diversity and DNA fingerprinting in hop (*Humulus lupulus* L.) / J. Patzak, I. Vrba , J. Matousek // Genome. 2007. № 50.-P. 15– 25.
8. Schröder J. Stilbene and chalcone synthases: related enzymes with key functions in plant-specific pathways / J. Schröder, G. Schröder // Journal of biosciences. 1990. №45.- P. 5– 8.

9. Chadwick L. R. The pharmacognosy of *Humulus lupulus* L. (hops) with an emphasis on estrogenic properties / L. R. Chadwick, G. F. Pauli, N. R. Farnsworth // *Phytomedicine*. 2006. №13.-P. 119–131.
10. Spearman C. The proof and measurement of association between two thing / C. Spearman // *Amer. J. Psychol.* 1987. № 100.- P. 441–471.
11. Ляшенко Н. И. Физиология и биохимия хмеля / , Н. Г. Михайлов, Р. И. Рудык / Житомир: Полісся, 2004. – 405 с.
12. Венгер А. М. Молекулярно-генетичний поліморфізм генів *chs2*, *chs3*, *chs4* у сортів хмеля звичайного української селекції / А. М. Венгер, Н. Е. Волкова // *Вісник Запорізького національного університету*. – 2014. – Т. 1. – 13-21 с.

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ, КОДИРУЮЩИХ ХАЛКОНСИНТАЗЫ, И ИХ СВЯЗЬ С УРОВНЕМ ГОРЬКИХ ВЕЩЕСТВ ШИШЕК ХМЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО

А. Н. Венгер, Н. Э. Волкова

Проведен анализ полиморфизма генов, кодирующих халконсинтазы у сортов хмеля украинской селекции. Показана зависимость между полиморфизмом данных генов и уровнем горьких веществ в составе шишек хмеля. Показана возможность использования молекулярных маркеров выявляющих полиморфизм генов, кодирующих халконсинтазы, для определения типа (горький или ароматический) сорта хмеля.

Ключевые слова: *хмель, халконсинтазы, полиморфизм, горькие и ароматические сорта, кластерный анализ.*

POLYMORPHISM OF CHALCONE SYNTHASE ENCODING GENES AND THEIR RELATION WITH BITTER SUBSTANCES LEVEL IN HOPS CONES

A. M. Venger, N. E. Volkova

Analysis of polymorphism of encoding chalcone synthase genes of Ukrainian hop varieties was conducted. The dependence between gene polymorphism and the level of bitter substances in hop cones was shown. The possibility of usage of molecular markers that show the polymorphisms of encoding chalcone synthase genes for determination of hop varieties type (aroma of bitter) was shown.

Key words: *hop, chalcone synthase, polymorphism, bitter and aromatic varieties, cluster analysis.*

УДК 635.652/654:60

ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ЕКСПРЕСНА ОЦІНКА СТАНУ СТІЙКОСТІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ПРОТИ АБІОТИЧНИХ СТРЕСОВИХ ЧИННИКІВ

М. В. Таран, аспірант*

К. Є. Шаванова, О.А. Марченко, кандидати біологічних наук

О. О. Годлевська, кандидат фізико-математичних наук

М. Ф. Стародуб, доктор біологічних наук, професор

Наведено результати вивчення впливу абіотичних стресових чинників на стан фотосинтетичного апарату квасолі звичайної методами біосенсорики, що забезпечують експрес-діагностику. Визначено показники ІФХ, інтенсивність фотосинтезу, індекси адаптації рослин до абіотичних стресових чинників та індекси життєздатності.

***Ключові слова:** біосенсор, ІФХ, індекси адаптації, індекси життєздатності, квасоля звичайна, абіотичні стресові чинники.*

Визначення впливу чинників довкілля на стан рослини вимагає застосування експресних та інформативних методів, які б дозволяли проводити аналізи як в лабораторних, так і в польових умовах з мінімальним порушенням цілісності досліджуваних об'єктів. До таких методів належить метод реєстрації індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ), що базується на сучасних принципах біосенсорики і який може бути широко використовуваним у сучасних дослідженнях фотосинтетичних процесів [7, 13]. Цей метод віддзеркалює ті зміни фотосинтетичного апарату, які відбуваються на найбільш ранніх стадіях зовнішнього впливу на рослину. Інтерес до вивчення повільної індукції флуоресценції хлорофілу (ПІФХ) зумовлений ще й тим, що в цьому явищі значною мірою проявляються регуляторні процеси, які забезпечують оптимальне функціонування всієї

*Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор М.Ф. Стародуб

сукупності фотосинтетичних реакцій. Вивчення ПФХ рослин є досить перспективним з точки зору розробки експрес-методів оцінки стану рослин в умовах навколишнього природного середовища, що змінюється [10, 14]. Оскільки запропонований інструментальний підхід реалізації цього методу дещо новий, то у роботі він порівнюється з традиційним, а саме, з визначенням інтенсивності фотосинтезу газометричним способом у течії повітря.

Квасоля – цінна бобова культура, загальна площа вирощування якої у світі становить 25,6 млн. га , зокрема в Україні 20 тис. га У плодах квасолі містяться білки, вуглеводи, азотисті речовини, флавоноїди, стеріни та органічні кислоти, вітаміни: піридоксин, тіамін, пантотенова та аскорбінова кислоти. Але останнім часом вирощування цієї корисної овочевої культури стало проблемним, оскільки різні стресові чинники погано впливають на її розвиток і продуктивність [1, 3, 4].

Метою досліджень було вивчення особливостей ІФХ, встановлення індексів життєздатності та адаптації до стресів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris L.*) за різних умов її росту, а саме: на підкислених, засолених і сухих ґрунтах.

Матеріали та методи дослідження. Вихідним матеріалом для дослідження було обрано квасолю звичайну, оскільки ця рослина має широку листову пластинку, що спрощує проведення експериментів, та високу інтенсивність росту. Рослини висаджували на кислі, лужні та зневоднені ґрунти, що слугували стресовим чинником [6, 5].

Для отримання даних про вплив чинників на фотосинтетичний апарат рослини застосовували біосенсор Флоратест (виробництва Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України) і портативний флуорометр (виготовлений кафедрою фізики НУБіП України), які базуються на визначенні ІФХ, та класичний газометричний метод визначення

інтенсивності фотосинтезу. Для контролю кислотності та вологості ґрунтів використовували прилад рН-300 [9].

Виміри за допомогою приладу Флоратест проводили так : фіксували початковий час процедури; далі здійснювали темнову адаптацію контрольованої площини листка, а потім визначали рівень флуоресценції протягом 3 хв та 160 с, відповідно. Листові пластинки для вимірювання брали з ідентичних ярусів у кожній серії дослідів. Для побудови кривих ІФХ та їх аналізу використовували програмний засіб Microsoft Office Excel 2007 [8].

ІФХ, або індукційна крива, – показує залежність інтенсивності флуоресценції від часу після початку освітлення. За допомогою приладу Флоратест можна зафіксувати кінетику як швидких, так і повільних змін рівня сигналу, та інтерпретувати характерні ділянки індукційних кривих. У кінетиці індукційних переходів флуоресценції хлорофілу знаходять своє відображення процеси як світлової так і темної фази фотосинтезу. Для оцінки стану фотосинтетичного апарату використовують цілий комплекс параметрів, серед яких основними є:

1. $(F_{max}-F_o)/F_{max}=F_v/F_{max}$ – залежить від ефективності фотохімічних реакцій фотосинтетичної системи 2 (ФС2), де: $(F_v=F_{max}-F_o$ – варіабельна флуоресценція);
2. $(F_{pl}-F_o)/F_v$ – якщо інтенсивність діючого світла достатня для досягнення стану максимальної відновлюваності системи QA у момент досягнення рівня F_{max} , тоді параметр $(F_{pl}-F_o)/F_v$ відповідає відносній кількості QB-невідновлюючих комплексів ФС2, які не беруть участі у лінійному транспорті електронів;
3. $t_{1/2}$ – час, який відповідає досягненню половини варіабельної флуоресценції;
4. $(F_{max}-F_{st})/F_{st}$ – величина гасіння флуоресценції, на яку впливають як фотохімічні (фіксація CO₂), так і нефотохімічні процеси (теплова дисипація енергії збудженого стану молекул хлорофілу).

Форма кривої ІФХ чутлива до змін стану фотосинтетичного апарату в результаті дії несприятливих чинників або фізіологічно-активних речовин, наприклад, гербіцидів. Вимірювання не потребують значних затрат часу та реактивів, їх можна проводити, не пошкоджуючи нативної структури об'єкта. Завдяки цим перевагам метод індукції флуоресценції набув широкого застосування у дослідженнях фотосинтетичного апарату [2, 7].

Для визначення індексів адаптації до стресів використано метод флуоресцентної спектроскопії на основі портативного флуорометра кафедри фізики НУБіП України. Зразок перед вимірюванням тримали в кліпсі 4 хвилини у темряві, після чого здійснювали реєстрацію ІФХ одразу на обох довжинах хвиль (690 і 740нм) протягом наступних 4-х хв. Флуоресцентні індекси реєстрували на екрані рідинно-кристалічного індикатора [3]. Як флуоресцентні параметри використовували: індекс життєздатності (Rfd), який вимірювали на двох довжинах хвиль: $Rfd(690)$ і $Rfd(740)$, а також індекс адаптації до стресів (Ap). Індекси життєздатності обраховували за формулою:

$$Rfd = \frac{f_d}{f_{st}} = (f_{max} - f_{st}),$$

де f_{max} – максимальна, а f_{st} – стаціонарна флуоресценція, $f_d = f_{max} - f_{st}$ віддзеркалює зменшення флуоресценції. Індекс адаптації до стресів вираховували за таким рівнянням:

$$Ap = 1 - [Rfd(740) + 1] + [Rfd(690) + 1] [4, 12, 13].$$

Визначення інтенсивності фотосинтезу газометричним методом здійснювали так : розміщували фотосинтезуючий листок у плоску прозору камеру; вносили барит (в об'ємі 100 мл при концентрації 9 г/л) у колбу, з'єднану трубкою з поглиначем; спочатку гумову трубку приєднували до циліндра, закріпленого в штативі, другий кінець її опускали в колбу, а потім фіксували час (t) і пропускали воду з 10-літрової ємності; відбирали в колбу 10 мл бариту, через який не проходило повітря, додавали 1-2 краплі індикатора фенолфталеїну до ледь рожевого забарвлення; титрування проводили щавлевою кислотою до зникнення забарвлення і визначали її

кількість (B), при цьому 1 мл щавлевої кислоти дорівнює 0,2 мг CO₂); підраховували фотосинтезуючу площу поверхні листка (S). і, на кінець, зповторювали досліди декілька разів, але без листка в камері і визначали кількість щавлевої кислоти, що використана на титрування (C).

Розраховували інтенсивність фотосинтезу за формулою [11]:

$$I\phi = [(A - C) - (A - B)] \times 0,2 \times 100 \times 60 \div S \times t,$$

де: Iφ-інтенсивність фотосинтезу, мг CO₂×дм²/год; S – площа листка, см²; t – час дослід, год.

Результати досліджень та їх обговорення. *Дослідження стану рослин на основі ІФХ.* Прямих експресних методів оцінки процесу фотосинтезу не існує, але аналіз конкурентного до фотосинтезу процесу, яким є флуоресценція, дає змогу здійснювати експрес-діагностику фотосинтетичного апарату рослини. Застосування методу оцінки ІФХ рослин надає можливість отримати об'єктивну експресну інформацію про функціонування фотосинтетичного апарату досліджуваної рослини під впливом зміни умов її життєвого циклу.

При зміні умов вирощування квасолі звичайної спостерігалися зміни в характері переходів ІФХ, які супроводжувалися досить суттєвими змінами спектральних характеристик листової тканини рослин (рис. 1).

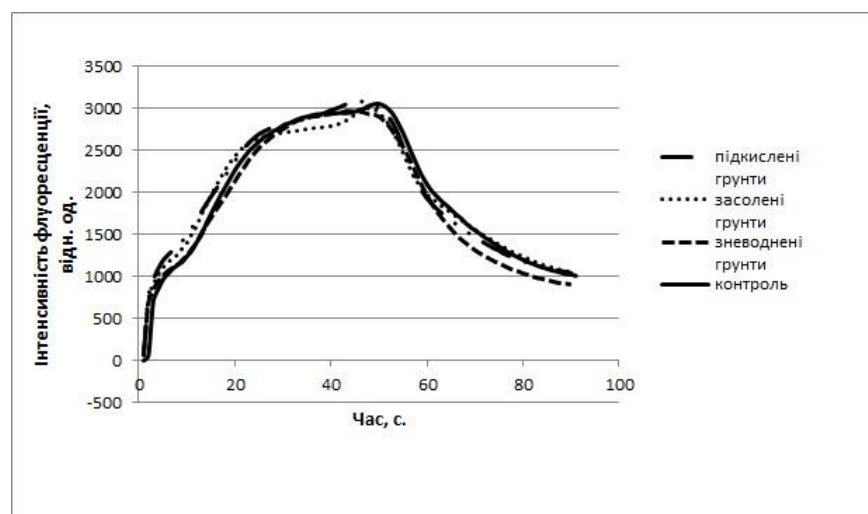


Рис.1. Криві ІФХ квасолі звичайної у фазі 2-ох листків за дії абіотичних стресових чинників

За результатами вимірювання ІФХ під дією стресових чинників у фазі двох листків, можна стверджувати, що найзгубніше на рослину діє кисле середовище, оскільки фоновий рівень флуоресценції $F_{0\text{кисле}}=772$, отже, саме цей стресовий чинник викликає найбільші втрати енергії збудження під час міграції по пігментній матриці, а також зменшує вміст молекул хлорофілу. Фонові рівні флуоресценції рослин, що зростали на засолених і зневоднених ґрунтах, теж високі: $F_{0\text{лужне}}=736$ і $F_{0\text{зневоднені}}=725$ порівняно з контролем $F_{0\text{к}}=700$. Ефективність фотохімічних реакцій ФС2, F_v/F_{max} у рослин, які росли під впливом стресових чинників, нижча порівняно з контролем (табл. 1).

1. Вплив підкислених, засолених і зневоднених ґрунтів на параметри індукції флуоресценції хлорофілу квасолі звичайної в фазі двох листків.

Величина гасіння флуоресценції, на яку впливають як фотохімічні, так і

Ґрунт	Параметри									
	F_o	F_{pl}	F_{max}	F_{st}	F_v	K_i	dF_{pl}	dF_{pl}/F_v	F_v/F_{max}	$(F_{max}-F_{st})/F_{st}$
Контроль	700±62	980±61	3048±70	1008±63	2348	0,7703	280	0,1193	0,7703	2,0238
Підкислений	772±55	1152±63	3000±68	1040±61	2328	0,7509	380	0,1632	0,7509	1,9808
Засолений	736±53	1020±64	2992±64	1052±62	2256	0,7540	284	0,1259	0,7540	1,8441
Зневоднений	725±51	1024±61	2992±64	904±61	2300	0,7687	332	0,1443	0,7687	2,3097

нефотохімічні процеси $(F_{max}-F_{st})/F_{st}$ у рослин, які росли на підкислених і засолених ґрунтах, нижча, ніж у контролю та рослин, що росли на зневодненому ґрунті.

Аналізуючи криві, показані на рис. 2, ми отримали дані, внесені до табл. 2, які переконують, що у фазі цвітіння квасолі звичайної визначені показники зросли.

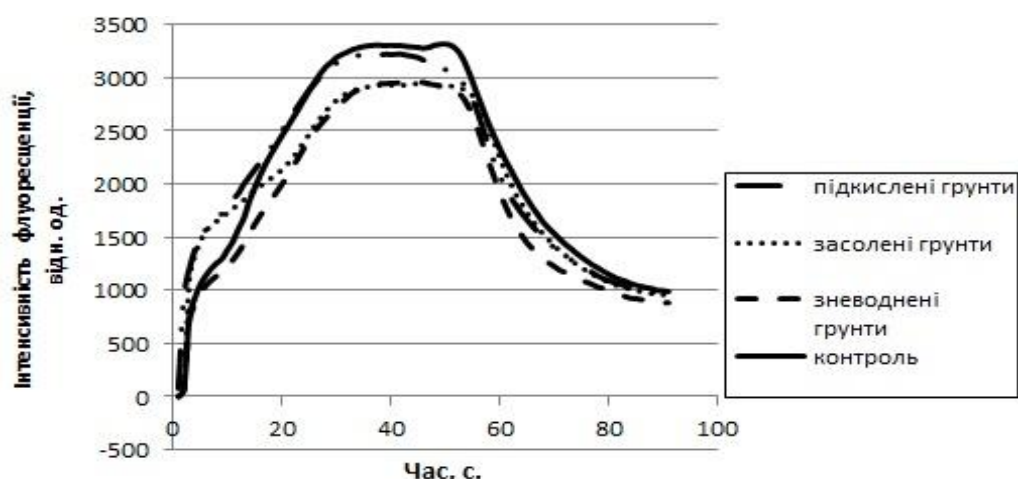


Рис. 2. Криві ІФХ квасолі звичайної у фазі цвітіння за дії абіотичних стресових чинників

Найзгубніше на рослину діє лужне середовище $F_{0\text{лужне}} = 1104$. Отже, саме цей стресовий чинник приводить до найбільших втрати енергії збудження під час її міграції по пігментній матриці, а також зменшує вміст молекул хлорофілу.

2. Вплив підкисленого, засоленого і зневодненого ґрунту на параметри індукції флуоресценції хлорофілу квасолі звичайної в фазі цвітіння.

Ґрунт	Параметри									
	F_0	F_{pl}	F_{max}	F_{st}	F_v	K_i	dF_{pl}	dF_{pl}/F_v	F_v/F_{max}	$(F_{max} - F_{st})/F_{st}$
Контроль	720 ±53	960 ±61	3316 ±69	988 ±56	2568	0,7744	212	0,0826	0,7744	2,3563
Підкислений	944 ±55	1468 ±57	3228 ±67	960 ±52	2284	0,7076	524	0,2294	0,7076	2,3625
Засолений	1104 ±56	1486 ±57	2960 ±65	960 ±52	1856	0,6270	382	0,2058	0,6270	2,0833
Зневоднений	722 ±52	988 ±56	2974 ±65	882 ±57	2252	0,7572	266	0,1181	0,7372	2,37198

Фонові рівні рослин, що зростали на підкисленому і зневодненому ґрунті, теж високі: $F_{0\text{кисле}} = 944$ і $F_{0\text{зневоднене}} = 722$ порівняно з контролем – $F_{0\text{контроль}} = 720$. Інтенсивність фотохімічних реакцій ФС2, F_v/F_{max} у рослин під впливом стресових чинників нижча порівняно з контролем.

За результатами вимірювання ІФХ під дією стресових чинників у фазі плодоношення (рис. 3, табл. 3) фоновий рівень флуоресценції у всіх рослин майже не змінився, що можна пояснити поступовою адаптацією їх до стресу.

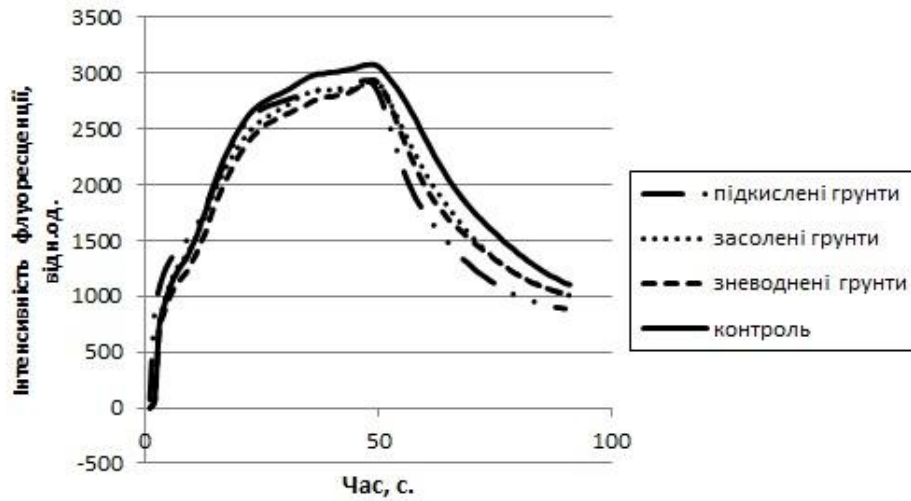


Рис. 3. Криві ІФХ квасолі звичайної в фазі плодоношення за дії абіотичних стресових чинників

Інтенсивність фотохімічних реакцій ФС2, F_v/F_{max} у рослин під впливом стресових чинників залишилася нижчою порівняно з контролем.

3. Вплив підкисленого, засоленого і зневодненого ґрунту на параметри індукції флуоресценції хлорофілу квасолі звичайної у фазі плодоношення.

Ґрунт	Параметри									
	F_o	F_{pl}	F_{max}	F_{st}	F_v	K_i	dF_{pl}	dF_{pl}/F_v	F_v/F_{max}	$(F_{max} - F_{st})/F_{st}$
Контроль	705 ±53	1148 ±65	3084 ±70	1104 ±64	2348	0,7613	412	0,1755	0,7613	1,7935
Підкислений	705 ±53	1324 ±63	2936 ±61	888 ±55	2076	0,7070	464	0,2235	0,7071	2,3063
Засолений	752 ±63	1184 ±66	2932 ±67	1008 ±64	2180	0,7435	432	0,1982	0,7435	1,9087
Зневоднений	707 ±56	1108 ±64	2932 ±67	1012 ±63	2228	0,7599	404	0,1813	0,7599	1,8972

Максимальний рівень флуоресценції хлорофілу найвищий у контрольної групи, але дані інших груп подібні, що ще раз підтверджує здатність рослин адаптуватися до стресових чинників.

Результати вимірювання індексів життєздатності та індексу адаптації залежності флуоресцентних індексів квасолі звичайної від впливу стресових чинників наведені в табл. 4.

4. Залежність індексів життєздатності ($Rfd(690)$ та $Rfd(740)$) від абіотичних стресових чинників

Показник	Контроль	Підкисленість	Засоленість	Зневоднення
$Rfd(690)$	1,077±0,09	0,466±0,04	0,992±0,05	1,550±0,11
$Rfd(740)$	1.618±0,20	0,508±0,03	1,133±0,11	2,136±0,23
$Rfd(740)/Rfd(690)$	1,502	1,090	1,142	1,378

Вони свідчать про те, що флуоресцентні індекси чутливі до впливу абіотичних стресових чинників.

Під впливом підкисленості, засоленості та зневоднення у співвідношення флуоресцентних індексів рослини квасолі мають істотно нижчі, ніж у контролі, оскільки вони піддаються стресу. Зменшення індексів життєздатності супроводжуються серйозним порушенням фотосинтетичного апарату. Вплив водного дефіциту на фотосинтетичну активність рослин і флуоресцентні індекси можна пояснити перевищенням втрат води через транспірацію порівняно з її постачанням через кореневу систему та стебло, що призводить до руйнування хлоропластів та порушення їх функцій. Кислотність є не менш стресовим чинником для рослини. Значна зміна значення рН в той чи інший бік має шкідливий, а іноді і згубний вплив на рослину. Менш шкідливе для рослин зміщення значення рН ґрунту в лужний бік. Це пояснюється тим, що клітини кореня рослини виділяють CO_2 , а іноді й органічні кислоти, які нейтралізують надлишкову лужність. Різке зміщення реакції ґрунту в кислий бік має небажані наслідки через декілька обставин: прямого пошкоджуючого впливу на поверхневі шари протоплазми; гальмування надходження в клітини кореня поживних катіонів; переходу в розчин солей алюмінію і заліза, щоперетворює фосфорну кислоту в незасвоювану для рослин форм і отруєє рослинний організм.

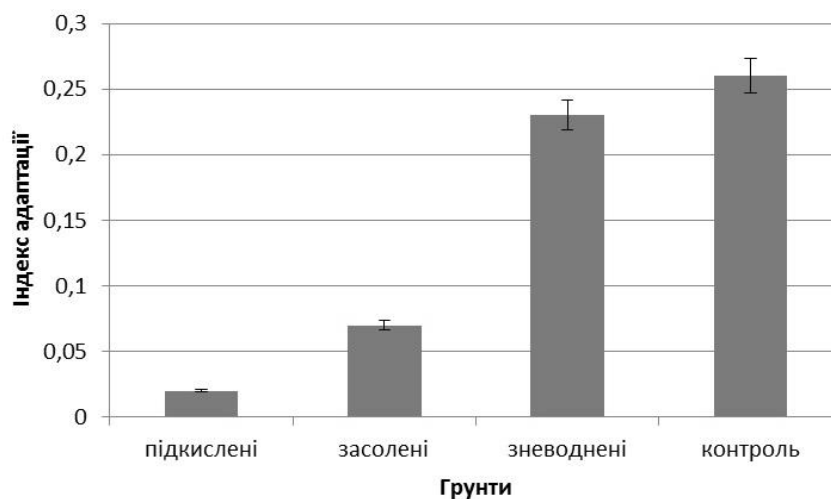


Рис.4. Залежність індексів адаптації від різних стресових умов.

Результати, що представлені на рис. 4, свідчать про те, що індекс адаптації до стресів у листках квасолі, яка росла на підкисленому, засоленому, надмірно осушеному ґрунтах, становив відповідно 0,02, 0,07 та 0,23 відносної одиниці. В той же час у контрольних дослідах цей показник мав значення 0,26. Отримані результати вказують на те, що флуоресцентні індекси чутливі до впливу таких стресових чинників як підкислення, засолення, зневоднення. Всі ці умови призводять до зменшення індексів *Rfd(690)* і *Rfd(740)*, крім зневоднення.

Результати експериментального визначення інтенсивності фотосинтезу газометричним методом за кількістю засвоєного вуглекислого газу (CO_2) фотосинтезуючим листком квасолі звичайної за одиницю часу наведені в табл. 5.

5. Визначення інтенсивності фотосинтезу квасолі звичайної газометричним методом.

Ґрунт	Інтенсивність фотосинтезу, мг $\text{CO}_2 \times \text{дм}^2/\text{Год}$ (Іф)
Контроль	21,07±3,49
Підкислений	9,13±0,98
Засолений	16,25±1,61
Зневоднений	14,32±1,32

Дані табл. 5 підтверджують, що інтенсивність фотосинтезу під впливом стресових чинників починає спадати, а найзгубніше на фотосинтетичну активність рослини діє закисленість ґрунтів, оскільки інтенсивність фотосинтезу зменшилася істотно на 56,7% порівняно з контролем.

Висновки

1. Проведені дослідження стану фотосинтетичного апарату рослин квасолі за дії ряду чинників довкілля за допомогою трьох типів інструментальних пристроїв. Найбільш ефективним за простотою, експресністю та інформативністю отриманих результатів виявилось застосування біосенсора Флоратест.
2. Виходячи з параметрів ІФХ, встановлено, що у фазі двох листків у квасолі, порівняно з фазами її цвітіння і плодоношення, найзгубніше на рослину діє кисле середовище, оскільки фоновий рівень флуоресценції $F_{01к} = 772$ істотно відрізняється від контролю, саме цей стресовий чинник найбільше зумовлює втрату енергії збудження під час міграції по пігментній матриці, а також зменшує вміст молекул хлорофілу. Інтенсивність фотохімічних реакцій ФС2, F_v/F_{max} і величина гасіння флуоресценції у таких рослин істотно нижча, ніж у контролі.
3. Виявлено, що засоленість ґрунту поступово пригнічує фотосинтетичний апарат рослини. Рівень пригнічення ІФХ спостерігається у фазі цвітіння і має найвищі показники $F_{01л} = 1104$, вищі, ніж під впливом підкислених ґрунтів у фазі двох листків. Максимальна флуоресценція в цих умовах теж істотно знижується. Так, показник F_{max} у рослин на засолених ґрунтах складає 2960, а в контролі він зберігається на рівні 3316.
4. Стресовий чинник – зневоднення, порівняно з підкисленням і засоленням, менш згубно впливає на рослину. В цьому разі найвищий фоновий рівень флуоресценції спостерігався у фазі двох листків ($F_{01к} = 725$), ефективність фотохімічних реакцій (ФС2, F_v/F_{max}) і величина гасіння флуоресценції у таких рослин наближена до контролю.

5. Встановлено, що індекс адаптації до стресів у листках квасолі, під впливом підкислення, засолення, посухи, становив 0,02, 0,07 та 0,23 відносних одиниць, істотно поступаючись контролю (0,26). Отримані результати свідчать про те, що флуоресцентні індекси чутливі до впливу таких стресових чинників як підкислення, засолення, зневоднення. Всі ці умови призводять до істотного зменшення індексів *Rfd(690)* і *Rfd(740)*.
6. Результати, отримані під час газометричного методу діагностики, підтверджують показники, визначені за допомогою портативного флуориметра та біосенсора Флоратест - інтенсивність фотосинтезу істотно зменшувалась під впливом стресових чинників порівняно з контрольним зразком. Під впливом засоленості вона становила $16,25 \text{ мгСО}_2 \times \text{дм}^2/\text{год}$, підкисленості – $9,13 \text{ мгСО}_2 \times \text{дм}^2/\text{год}$, зневоднення – $14,32 \text{ мгСО}_2 \times \text{дм}^2/\text{год}$, а в контролі – $21,07 \text{ мгСО}_2 \times \text{дм}^2/\text{год}$.

Список літератури

1. Дудчак Т. В. Стан і перспективи виробництва в Україні зерна квасолі / Т. В. Дудчак // Збірник наукових праць. – Кам'янець-Подільський – 2007. – № 15. – С.92-96.
2. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу [О. В. Брайон, Д. Ю. Корнєєв, О. О. Снегур, О. І. Китаєв] Методичні вказівки для студентів біологічного факультету – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000.– 15 с.
3. Клиша А. І. Взаємозв'язок ознак продуктивності та їхній вплив на урожайність квасолі / А. І. Клиша, І. В. Хорошун // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 2. – С. 41-44.
4. Клиша А. І. Мінливість господарсько-цінних ознак у квасолі і добір урожайних форм / А. І. Клиша, І. В. Хорошун // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2009. – № 36. – С. 159-162.

5. Коломієць О. Д. Неспецифічні реакції рослинних клітин на стресові фактори / О.Д. Коломієць // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – 2001. – Т2. – с.41-47.
6. Колупаєв Ю. Є. Стресові реакції рослин (молекулярно-клітинний рівень) / Є. С. Колупаєв. – Харків: Хар. держ. агр. ун-т. , 2001. – 173 с.
7. Корнеев Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофила / Д. Ю. Корнеев. – К.: «Альтерпрес», 2002. – 188с.
8. Корсунский В. М. Инструкция к прибору “Флоратест ФТ-1” / В. М. Корсунский – К.: Научно-производственная фирма “Рост”, 1997. – 11 с.
9. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Ґрунтознавство” для студентів спеціальності „Екологія та охорона навколишнього середовища” / За ред. Стороженко Д. О. – Полтава: Полтавський нац. технічний ун-т, 2005. – С. 15-24.
10. Посудін Ю. І. Флуоресцентний аналіз гороху посівного *Pisum sativum* впродовж розвитку та під впливом зовнішніх факторів / Ю. І. Посудін, О. В. Богдасева // Наукові доповіді НУБіП України. – 2010. – №5(21).
11. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений [Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин и др.] ; Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 2000. – 640 с.
12. Posudin Y. I. Application of portable fluorometer for estimation of plant tolerance to abiotic factors / Y. I. Posudin, O. O. Godlevska, I. A. Zaloilo, Ya.V. Kozhem'yako // Agrophysics – 2010. – V. 24, No 4. – P.363-368.
13. Romanov V. O. Biosensors for express-diagnostics of photosynthesis and acute viral infections / V. O. Romanov, M. F. Starodub, I. B. Galelyuka // Proceedings: Measurements Control Computers in Economy and Environment Protection – 2010. – 3. – P. 3-7.

14. Smart portable fluorometer for express-diagnostics of photosynthesis: principles of operation and results of experimental researches [V. Romanov, V. Sherer, I. Galelyuka, et al.] Information research and applications (I.TECH 2007): Firth International Conference, 26-30 June 2007, Varna, Bulgaria : Proceedings. – VI., 2007. – Vol. 2. – P. 399-403.

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССНАЯ ОЦЕНКА
СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ К
АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ**

**М. В. Таран, К. Е. Шаванова, О.А. Марченко, О. А. Годлевская,
М. Ф. Стародуб**

В статье представлены результаты изучения влияния абиотических стрессовых факторов на состояние фотосинтетического аппарата фасоли обыкновенной методами биосенсорики, обеспечивающие экспресс-диагностику. Определены показатели ИФХ и интенсивности фотосинтеза, а также индексы адаптации и жизнеспособности растений под влиянием абиотических стрессовых факторов.

***Ключевые слова:** биосенсор, ИФХ, индексы адаптации, индексы жизнеспособности, фасоль обыкновенная, абиотические стрессовые факторы.*

**EXPRESS INSTRUMENTAL STABILITY ASSESSMENT
OF ORDINARY BEANS TO ABIOTIC STRESS FACTORS
Taran M.V., Shavanova K.E, Marchenko O.A., Godlevska O.O.,
Starodub N.F.**

The results of studying the influence of abiotic stress factors on the state of the photosynthetic apparatus of bean by the conventional methods based on the biosensors allowed the rapid diagnostics are presented. It was characterized a

number of such indexes: IFH, the intensity of photosynthesis adaptation and viability of plants to abiotic stress factors.

Keywords: *biosensor, IFH, indexes adaptation, sustainability indexes, common bean, abiotic stress factors.*

**MICROSATELLITE MARKERS ASSOCIATED WITH GRAIN
COLOUR OF UKRAINIAN BREAD WHEAT VARIETIES**

O. O. Kolesnyk, S. V. Chebotar, O. M. Khokhlov

*The Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar
Investigations*

Analysis of microsatellite markers associated with grain colour was performed in order to identify the important regions involving in this trait. As a result, 37 marker trait associations (MTAs) were found to be significant in one – three growing seasons, of which 20 MTAs were significantly associated with the lighter grain colour (Cl_g) while 17 MTAs showed association with the darker Cl_g . Our study showed that the significant MTAs were located on wheat chromosomes 1B, 3A, 5A, 6D and 7B.

Keywords: *Triticum aestivum L., microsatellite analysis, marker-trait association, grain colour*

The red colour of grain occurs in most common European wheat varieties [18]. It is controlled by one to three dominant alleles *R-A1* (on chromosome 3AL) [13], *R-B1* (3BL) [20] and *R-D1* (3DL) [17]. Contrary, white grain colour is determined by the recessive alleles, i.e. *r-A1*, *r-B1* and *r-D1* [18]. The major genes described for the coloration of glumes are known to be (*Rg1*, *Rg2*, *Rg3*, *Bg*), for anthocyanin pigmentation of coleoptiles (*Rc-A1*, *Rc-B1*, *Rc-D1*), anthers (*Pan1*, *Pan2*), auricles (*Ra1*, *Ra2*, *Ra3*), straw (*Pc1*, *Pc2*) and grains (*Pp1*, *Pp2*) [19]. The pigment of grain has been suggested to be a derivative of catechin-tannin generated in the process of biosynthesis of flavonoids and has been associated with economically important characteristics: brightness of wheat flour and level of grain dormancy [8, 9]. From the structural point of view anthocyanins are glycosides composed of hydroxylated or methoxylated 2-phenylbenzopyrylium skeleton with hydroxyl and methoxy groups in the B-ring [7]. The red colour of the grain is associated with a higher content of bitter phenolic components, lower activity of hydrolytic enzymes, and better resistance to

sprouting [18]. The degree of red color is additive, the intensity of the red color depends on the number of *R* alleles, and only those homozygous recessive at all three genes being white (*R-A1a*, *R-B1a* and *R-D1a*). Li et al. [17] have mapped the genes controlling the character of red grain color in Chuanmai 42 derived from synthetic hexaploid wheat by SSR markers, and provided useful markers for breeding white grain colour variety by using synthetic hexaploid wheats and Chuanmai 42 as genetic resources.

In the present study we have applied microsatellite markers [21, 22] for the association with major QTLs controlling wheat grain colour in a core collection from modern Ukrainian bread wheat varieties [12, unpublished data]. Furthermore we report the distribution of alleles at microsatellite loci associated with lighter and darker colours of wheat grains obtained with the help of digital image analysis (DIA) [25]. DIA is the process of converting digital images of individual objects, such as plant organs, into quantitative measurements. DIA methods that convert photographs of plant organs into quantitative data based on measures of axes or pixel counts have been used by numerous research groups [3, 4, 6, 14]. A major objective of this scientific work was to find microsatellite markers associated with the grain colour intensity (CIg) which can be applied to breeding programs.

Materials and research methods. Ukrainian bread wheat core collection consisted of 47 bread winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) originated in Plant breeding and genetics institute (PBGI) and registered in State Register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2003-2013 years. The genotypes of taken varieties outlined in Kolesnyk et al. [12] were characterized using 17 SSR markers abundantly described in the literature [5, 15, 21, 22]. Varieties Albatros odes'kyi (1990) and two collection samples of variety Bezosta 1 (1955) were added into research as standard (etalon) samples. The plants have been grown by 2-rows mini-plots in field experiment conditions in 2010/11, 2011/12, 2012/13 seasons by the laboratory of Variety Investigation and Breeding Process Modelling of PBGI, located in Odesa, Ukraine (46° 27' 3", 30° 39' 18"). In 2010 from each variety in a randomized way 5 seedlings were taken for microsatellite analysis (MS analysis), of

which one was selected for the further growing of its seed progenies in consecutive seasons according to spike-row scheme. Each season, the sowing was carried out in 1st decade of October - optimum time for this climatic zone. Plants were harvested in early July, in stage of fully ripened seeds. Genomic DNA was extracted from seedlings using modified CTAB method [23]. Polymerase chain reactions (PCR) was performed on a Tertsyk thermocycler (DNA Technology, Russia) according to Röder et al. [21], with 35 instead of 45 cycles of denaturation for 1 min at 94 °C, annealing for 1 min at 50 °C (55 or 60 °C depending on the primer) and extension for 1 min at 72 °C followed by a final extension step for 5 min at 72 °C. PCR was carried out in a final reaction volume of 25 µL containing: 60 ng of DNA; 0.25 µM of each primer; 10x PCR-buffer (40 mM Tris-HCl pH 8,4; 25 mM KCl; 1.5 mM of MgCl₂; 0,01 % Tween-20); 0,2 mM of each dNTP; 1 unit of Taq-polymerase. The amplification products (10-µL aliquot of the PCR mixture) were separated in 7% polyacrylamide gel in 1 x TBE using Hoefer scientific instruments device (United States) according to the manufacturer's instruction. Visualization of PCR products of electrophoretic division was performed by the staining of gels in AgNO₃ according to "Silver sequence TM DNA Sequencing System Technical Manual" ("Promega", United States). Image Master VDS video system (Amersham Pharmacia Biotech, United States) was used to assess the fragment size of the alleles at each microsatellite locus according to the recommendations of the manufacturer [24]. The pUC19 DNA/MspI and 100 bp DNA Ladder were used as standard ladders.

Each year the obtained grain material was analyzed for colorimetric characteristics extracted from the digital images of kernels using a computer program ImageJ ver.1.49h (National Institute of Health, USA). The program was tested and adapted for objects of varieties investigation [2]. In order to standardize images characteristics and to improve productivity the set of macros was developed making it possible to perform high-speed routine estimations. The grains, 150-200 kernels for each sample, were scanned on the device HP 3570c, against a dark background, with 200 dpi (pixels / inch) resolution, as recommended by Цевма and Хохлов [1]. The hardware/software configuration applied is able to register colour-related information

from all three Red-Green-Blue channels. But since it was known beforehand, that all varieties taken into investigation are graded as "red-grained", the characteristics were restricted by "level of grey" only with full range 0-255 units for 8-bit gray images. All five available characteristics were registered (mean, median, mode, skewness, and kurtosis). But, in view of tight correlations among all these, the only first of them is presented here. Grain color intensity (CI_g) was expressed by grey level values with full scale from 0 (entirely black) to 255 (pure white). The data were used "as is", without transformation, calibration or any other treatment. Other words, raw readings were interpreted as common quantitative trait. Only classes with not less than three samples were taken into statistical consideration. Over this limitation only about half of all alleles presented were suited for association detection. Differences significance between alleles means were the main criterion of associations. They were evaluated by instruments of descriptive statistics of EXCEL and also SIMFIT, ver.7.0.5 package. For preliminary evaluation of variation characteristics within each sample was used dedicated instrument incorporated into ImageJ. It was detected here that the average level of standard error for sample consisted of 150 kernels was around 0,4-0,7 units which allowed fine discriminant ability even while working with samples of one colour grade only.

The research results. Microsatellite markers have a great potential of applying into the research as they are apt to describe polymorphism in the SSR loci and show wheat genetic diversity [5, 15]. In our previous study the allelic composition of 47 bread wheat varieties has showed that it would be quite enough to choose 7-8 most informative microsatellite markers for complete variety identification and differentiation [12]. 35-36 varieties were also chosen to form standard varieties collection, which included carriers of alleles typical for varieties released by PBGI.

CI_g of the Ukrainian bread wheat collection was measured in three growing seasons (2010/11, 2011/12, 2012/13). Mean values of CI_g in three years analyzed showed considerable levels of diversity within each of year (Table 1).

1. Variability of grain colour intensity among studied varieties in three growing seasons

CHARACTERISTICS	2010/2011	2011/2012	2012/2013
CI _g mean	138,9	132,8	131,2
min	131,2	122,7	121,9
max	149,6	147,7	144,3
SD	4,19	5,13	4,49
Stds	0,60	0,87	0,76
CV	3,02	3,86	3,42
Shapiro-Wilks normality test:			
W-statistic	0,980	0,981	0,970
significance level	0,767	0,597	0,231

*CI_g – grain colour intensity; Mean – average values; SD – standard deviation; Stds – standard error; CV – coefficient of variation, %

Over weather conditions in first season level of CI_g was higher (more light grains). Though all studied varieties are considered as 'red-grained', wide scale of CI_g was registered among them. Genetic nature of these differences was confirmed by significant positive correlations between years (0,35-0,58). LSD₀₅ criterion for variety means comparing, determined by ANOVA, was 5,8. The lowest level of CI_g in all three seasons displayed Bezostaya 1, 126,6 in average. This 'milestone' for world breeding variety was famous for its large, dark-red kernels. Podiaka variety showed the same color (127,4). For comparison: the experimental lines with deep purple colour of pericarp have CI_g level about 105-115. The highest rate of CI_g was typical for Zaporuka variety, 145,9 in average. It was close to varieties grown in these very conditions and graded as 'white-grained' (about 150, in general). Light grain (CI_g from 138 to 140) was registered also in varieties Albatros odes'kyi, Scarbnytsia, Zmina, Ednist', Istyna, Gospodynia, and Oksana. The last was the only variety with soft endosperm, so opacity was the reason of its increased CI_g level.

Shapiro-Wilks test indicated normality of variety-specific CI_g distribution in all three seasons. It is also obvious in Figure. Normality is one of conditions required for implementation of simple (without transformations etc.) t-test at associations finding.

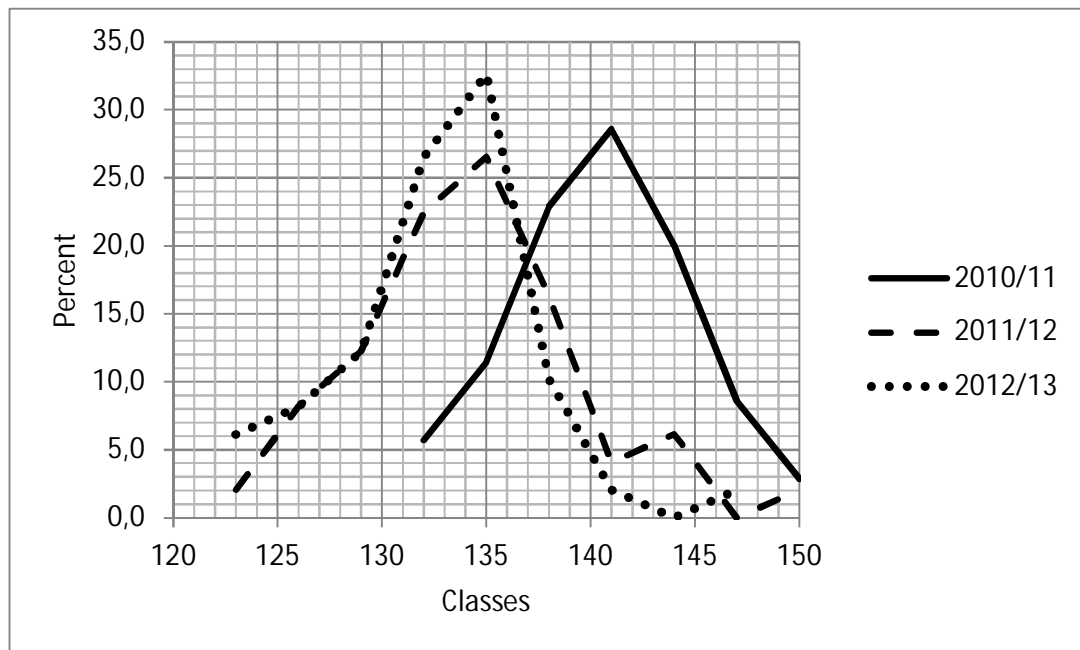


Figure. Distribution of variety-specific levels of CI_g in three seasons.

The results of marker-trait associations (MTAs) in two – three analyzed years are shown in Table 2. Overall 20 alleles of SSR markers were associated with the lighter CI_g while 17 alleles were associated with the darker CI_g. Ten MTAs were found to be significant in two growing seasons. 27 MTAs were shown to be significantly associated with CI_g in one growing season, namely alleles *Xgwm357*₁₁₉, *Xgwm18*₁₉₂, *Xgwm18*₁₉₆, *Xtaglgap*₂₁₈, *Xgwm3*₈₆, *Xgwm155*₁₃₉, *Xgwm155*₁₅₂, *Xgwm389*₁₄₅, *Xgwm408*₁₈₈, *Xgwm190*₂₀₄, *Xgwm325*₁₄₆, *Xgwm325*₁₄₈, *Xgwm577*₁₇₅, *Xgwm44*₁₇₆, *Xwmc405*₂₁₈ were found to be significantly associated with the lighter CI_g while alleles *Xgwm357*₁₂₅, *Xtaglgap*₂₁₅, *Xgwm3*₇₉, *Xgwm155*₁₄₅, *Xgwm389*₁₄₂, *Xgwm186*₁₀₂, *Xgwm186*₁₂₉, *Xgwm190*₂₀₈, *Xgwm325*₁₄₂, *Xgwm577*₁₃₇, *Xgwm44*₁₈₇, *Xwmc405*₂₂₂ showed to be significantly associated with the darker CI_g.

Table 2 displays the mean values for CI_g with their standard errors (Sx) at *p ≤ 0.05 and **p ≤ 0.01 significance. Bold regular/italic font indicates significant plus/minus associations. During two growing seasons the darker CI_g was significantly associated with alleles *Xgwm18*₁₈₆, *Xgwm155*₁₄₁, *Xgwm155*₁₄₇, *Xgwm325*₁₂₈, *Xgwm325*₁₅₀ while the lighter CI_g showed stable associations in two – three growing seasons with alleles *Xgwm18*₁₈₈, *Xgwm155*₁₄₃, *Xgwm186*₁₁₅, *Xgwm325*₁₁₅,

2. Associations of SSR alleles with grain colour (Cl_g), revealed in field experiments in three growing seasons

Locus	Allele	Cl_g		
		2010/11	2011/12	2012/13
		Mean \pm Sx	Mean \pm Sx	Mean \pm Sx
<i>Xgwm357</i> (1A)	116	–	133,8 \pm 3,23	134,8 \pm 2,80
	119	141,1 \pm 2,86	138,3 \pm 3,83*	–
	121	141,2 \pm 2,74	–	–
	123	139,9 \pm 1,77	133,3 \pm 1,22	131,6 \pm 1,31
	125	137,7 \pm 0,98	132,5 \pm 0,71*	130,8 \pm 0,85
	128	140,4 \pm 1,31	132,7 \pm 1,16	130,1 \pm 1,67
	134	137,6 \pm 2,53	133,3 \pm 2,54	127,8 \pm 1,62
<i>Xgwm18</i> (1B)	186	138,1 \pm 1,73	128,7 \pm 1,44**	128,3 \pm 2,41*
	188	139,1 \pm 0,64	134,2 \pm 0,71**	132,9 \pm 0,83*
	192	139,9 \pm 0,76	132,8 \pm 1,08*	130,8 \pm 1,14
	196	–	135,0 \pm 0,87**	131,6 \pm 1,21
<i>Xtaglgap</i> (1B)	215	138,7 \pm 1,62	129,9 \pm 1,43**	130,9 \pm 2,33
	218	139,2 \pm 0,82	134,0 \pm 0,61**	132,0 \pm 0,71
	235	–	–	–
	238	139,7 \pm 1,20	133,3 \pm 1,51	128,8 \pm 1,40
	265	–	–	–
<i>Xgwm095</i> (2A)	110	–	–	–
	120	138,2 \pm 1,49	135,6 \pm 2,65	133,7 \pm 3,03
	122	139,3 \pm 0,78	132,4 \pm 0,66	130,3 \pm 0,80
	128	138,1 \pm 2,89	132,7 \pm 0,90	130,8 \pm 0,95
	130	–	134,1 \pm 1,38	133,2 \pm 1,66
<i>Xgwm3</i> (2D)	75	–	–	–
	77	138,4 \pm 2,54	132,5 \pm 1,66	129,1 \pm 1,87
	79	137,8 \pm 1,43	130,4 \pm 1,74*	129,9 \pm 2,39
	81	139,9 \pm 1,84	134,4 \pm 1,18	131,1 \pm 0,55
	83	–	132,4 \pm 1,70	130,8 \pm 0,85
	86	138,9 \pm 1,15	134,2 \pm 0,93*	132,6 \pm 1,03
	88	140,2 \pm 1,42	134,1 \pm 0,77	132,0 \pm 1,15
<i>Xgwm155</i> (3A)	129	–	–	–
	135	–	–	–
	137	–	–	–
	139	138,6 \pm 1,14	138,1 \pm 2,43**	130,7 \pm 2,22
	141	136,8 \pm 3,56	130,7 \pm 2,31*	126,2 \pm 2,67**
	143	143,7 \pm 2,23*	132,8 \pm 0,94*	132,2 \pm 0,83*
	145	138,3 \pm 2,01	132,5 \pm 1,26*	130,3 \pm 1,77
	147	138,3 \pm 1,27*	132,1 \pm 0,79**	132,1 \pm 1,39
	149	140,1 \pm 0,69	133,2 \pm 0,79*	133,1 \pm 0,99**
	152	–	136,9 \pm 3,20*	134,3 \pm 1,07

Table 1 continued

Locus	Allele	Cl_g		
-------	--------	--------	--	--

		2010/11	2011/12	2012/13
		Mean \pm Sx	Mean \pm Sx	Mean \pm Sx
<i>Xgwm389</i> (3B)	117	138,4 \pm 0,97	133,2 \pm 0,98	130,4 \pm 0,93
	119	–	132,3 \pm 1,32	130,0 \pm 1,47
	134	139,1 \pm 1,72	133,5 \pm 1,29	132,4 \pm 1,50
	136	137,4 \pm 1,93	132,6 \pm 2,44	131,6 \pm 2,56
	138	140,3 \pm 1,23	133,5 \pm 1,40	131,6 \pm 2,17
	142	–	131,8 \pm 0,50**	131,8 \pm 1,02
	145	–	137,1 \pm 1,75**	–
<i>Xgwm165/1</i> (4A)	185	136,8 \pm 3,08	133,0 \pm 1,00	131,3 \pm 0,43
	189	–	–	–
	191	137,2 \pm 1,38	132,7 \pm 0,98	131,0 \pm 1,27
	193	140,6 \pm 1,22	133,3 \pm 0,90	131,0 \pm 1,26
	195	139,3 \pm 0,57	132,8 \pm 0,91	131,8 \pm 0,89
<i>Xgwm186</i> (5A)	102	139,2 \pm 1,01	132,3 \pm 0,71**	130,7 \pm 0,68
	107	–	134,4 \pm 3,26	–
	113	141,2 \pm 2,74*	132,2 \pm 0,88*	132,8 \pm 2,99
	115	139,6 \pm 0,25*	138,7 \pm 2,50**	–
	125	139,1 \pm 2,31	133,5 \pm 3,09	131,6 \pm 4,44
	129	134,1 \pm 1,16*	134,2 \pm 1,41	–
	135	139,0 \pm 3,38	134,0 \pm 1,73	130,0 \pm 1,63
	139	–	132,3 \pm 3,22	–
	142	139,2 \pm 1,30*	132,7 \pm 0,78	–
<i>Xgwm408</i> (5B)	148	–	–	–
	162	–	–	–
	178	–	132,4 \pm 0,42	–
	185	–	–	–
	188	138,4 \pm 0,87	134,2 \pm 0,80	131,4 \pm 0,87
	192	139,0 \pm 2,42	131,5 \pm 2,61	131,4 \pm 3,63
<i>Xgwm190</i> (5D)	204	141,5 \pm 0,96**	134,1 \pm 0,80	132,7 \pm 1,12
	208	137,6 \pm 0,70**	132,5 \pm 0,69	130,4 \pm 0,70
	210	–	–	–
<i>Xgwm325</i> (6D)	115	–	134,3 \pm 1,19**	133,7 \pm 0,99*
	120	–	–	–
	128	–	129,0 \pm 1,03**	127,9 \pm 2,44*
	134	–	–	–
	138	–	–	–
	142	136,1 \pm 1,51*	–	–
	144	138,5 \pm 0,94	132,6 \pm 0,97	131,7 \pm 1,25
	146	140,9 \pm 1,45	134,9 \pm 1,03**	132,4 \pm 1,19
	148	140,7 \pm 0,94*	134,8 \pm 2,86	127,1 \pm 4,00
	150	–	127,4 \pm 1,66**	128,8 \pm 1,14*
Table 1 continued				
Locus	Allele	Cl _g		

		2010/11	2011/12	2012/13
		Mean \pm Sx	Mean \pm Sx	Mean \pm Sx
<i>Xgwm577</i> (7B)	137	137,6 \pm 2,25	128,2 \pm 1,37**	128,4 \pm 2,44
	152	–	132,2 \pm 2,14	–
	171	136,1 \pm 1,44*	133,5 \pm 0,83**	131,9 \pm 1,07
	173	139,7 \pm 0,76*	133,6 \pm 0,66**	131,3 \pm 0,70
	175	–	137,0 \pm 2,97**	134,7 \pm 4,16
<i>Xgwm437</i> (7D)	105	–	–	–
	107	138,9 \pm 0,87	132,8 \pm 0,71	132,3 \pm 0,90
	109	139,6 \pm 1,00	133,3 \pm 0,83	129,8 \pm 0,83
	113	138,1 \pm 3,71	136,0 \pm 4,20	–
<i>Xgwm44</i> (7D)	176	143,0 \pm 4,61	136,0 \pm 1,08*	132,1 \pm 1,63
	178	–	–	–
	180	139,5 \pm 2,18	135,3 \pm 2,89	–
	183	139,2 \pm 0,67	132,7 \pm 1,02	131,8 \pm 1,46
	185	138,3 \pm 0,80	133,0 \pm 0,72	130,8 \pm 0,76
	187	–	129,7 \pm 2,30*	130,4 \pm 5,02
<i>Xbarc126</i> (7D)	138	–	134,9 \pm 2,04	130,8 \pm 0,76
	142	–	–	–
	146	–	–	–
	152	–	–	–
	156	139,2 \pm 0,90	132,7 \pm 0,80	131,2 \pm 0,97
	158	–	–	–
	160	138,9 \pm 3,23	–	–
	162	–	–	–
	164	138,0 \pm 0,95	134,0 \pm 0,97	130,2 \pm 1,05
	166	140,7 \pm 1,51	131,7 \pm 0,89	131,4 \pm 1,07
<i>Xwmc405</i> (7D)	210	–	–	–
	212	–	–	–
	216	136,1 \pm 1,88	–	–
	218	140,2 \pm 0,98	133,1 \pm 0,68*	131,9 \pm 0,81
	220	137,6 \pm 1,06	133,5 \pm 0,87	131,0 \pm 0,94
	222	139,2 \pm 2,23	128,0 \pm 2,29*	–

*Significant at $p \leq 0.05$; ** significant at $p \leq 0.01$; all significant deviations are shown in bold font, among them regular/italic indicate increasing or reducing, respectively, of the studied value depending on alleles associated with this value; Mean – average values; Sx – standard error; a dash means not available data

*Xgwm577*₁₇₃. SSR alleles *Xgwm155*₁₄₉, *Xgwm186*₁₁₃, *Xgwm186*₁₄₂, *Xgwm577*₁₇₁ showed alternative effect on the value of CI_g.

Among studied 17 microsatellite markers we have found 37 alleles of *Xgwm357*, *Xgwm18*, *Xtaglgap*, *Xgwm3*, *Xgwm389*, *Xgwm155*, *Xgwm186*, *Xgwm190*, *Xgwm325*, *Xgwm577*, *Xgwm44* and *Xwmc405* mapped on 1A, 1B, 2D, 3A, 3B, 5A, 5D, 6D, 7B

and 7D chromosomes associated with the value of CI_g . Khlestkina et al. [11] has mapped a total of 35 microsatellite markers on the homoeologous group 1 chromosomes. The genes *Bg*, *Rg1*, *Rg3* and the smokey-grey glume color gene were mapped between the markers *Xgwm1223* and *Xgwm0033* at the distal ends of the short arms of the homoeologous group 1 chromosomes. In our study we have detected alleles of the microsatellite marker *Xgwm18-1BL* to be significantly associated with the value of CI_g during two growing seasons. At the same time alleles *Xgwm357₁₁₉* and *Xgwm357₁₂₅* detected at the chromosome 1AS were shown to be associated with CI_g during one growing season, thus insufficient amount of data prevented us from drawing any conclusions. Additionally Khlestkina et al. [11] reported a total of 8 microsatellite markers to be mapped on the chromosome 7D. The major gene loci *Pl* (purple leaf), *Pc2* (purple culm), and *Pan1* (purple anthers) were mapped in a region, about 15 cM distal from the centromere on chromosome 7DS. Among four microsatellite markers located at the chromosome 7D used in our study we have found markers *Xgwm44* and *Xwmc405* to be significantly associated with CI_g during one growing season. In the mentioned region there was previously mapped the gene *Rc-D1* in charge for anthocyanin pigmentation of coleoptile [10].

We have detected that microsatellite marker *Xtaglgap-1B* hasn't shown stable association with QTL for CI_g in all years analyzed. In studies carried out by Landjeva et al. [16] it was noted that the presence of allele *Xtaglgap₂₄₄* was strictly correlated with the red glume colour gene *Rg-B1b* in Bulgarian wheat cultivars. Khlestkina et al. [11] has found an association between *Rg-B1b* and *Xtaglgap₂₅₀*. Additionally she suggested that besides 250 bp, alleles of 241, 244 and 247 bp of *Xtaglgap* marker may be specific for *Rg-B1b* in different wheat collections.

Himi et al. [9] reported that pigmentation of wheat grain is controlled by the *R* gene on the end region of the long arms of wheat chromosomes 3A, 3B, and 3D. In our study we have found markers *Xgwm155-3A*, *Xgwm389-3B* significantly associated with CI_g during one – two growing seasons. Microsatellite marker *Xgwm155-3A* had the highest number of alleles associated with CI_g when compared with the other studied markers. Alleles of microsatellite markers *Xgwm18-1B*,

Xgwm155-3A, *Xgwm186-5A*, *Xgwm325-6D*, *Xgwm577-7B* which have shown stable associations in two growing seasons are located near to QTLs identified for the first time to be significantly associated with CI_g .

Conclusions

In this study the analysis of microsatellite markers associated with grain colour (CI_g) was performed in order to identify the important regions involving in this trait. As a result, 37 marker trait associations (MTAs) were found to be significant in one – three growing seasons, of which 20 MTAs were significantly associated with the lighter CI_g while 17 MTAs showed association with the darker CI_g . Our study showed that the significant MTAs were located on wheat chromosomes 1B, 3A, 5A, 6D and 7B. The performed association analysis provides useful information for breeding of Ukrainian bread wheat.

References

1. *Цевма В. М.*, Інструментальне визначення сортоспецифічних характеристик кольору зерна пшениці / *В.М.Цевма, О.М. Хохлов* // Зб. наук. праць СГІ. – 2007. – Вип. 10 (50). – С. 116-135.
2. *Хохлов О.М.* Застосування програми аналізу зображень ImageJ в дослідженнях об'єктів сортовивчення / *О.М. Хохлов* // Виноградарство і виноробство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Спец. випуск. – Одеса. – 2009. – С.179-185.
3. *Breseghello F., Sorrells M. E.* Association analysis as a strategy for improvement of quantitative traits in plants // *Crop Science*. – 2006. – Vol. 43, № 6. – P. 1323-1330.
4. *Breseghello F., Sorrells M. E.* QTL analysis of kernel size and shape in two hexaploid wheat mapping populations // *Field Crops Res.* – 2007. – Vol. 101, № 2. – P. 172-179.
5. *Brbaklic L., Trkulja D., Kondic-Spika A., Treskic S., Kobiljski B.* Detection of QTLs for Important Agronomical Traits n Hexaploid Wheat Using Association Analysis. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. – 2013. – Vol. 49, № 1. – P. 1-8.

6. *Campbell K.G., Bergman C. J., Gualberto D. G., Anderson J. A., Giroux M. J., Hareland G., Fulcher R. G., Sorrells M .E., Finney P. L.* Quantitative trait loci associated with kernel traits in a soft x hard wheat cross // *Crop Sci.* – 1999. – Vol. 39, № 4. – P. 1184-1195.

7. *Havrlentova M., Psenakova I., Žofajova A., Ruckschloss L., Kraic J.* Anthocyanins in wheat seed – a mini review // *Nova Biotechnologica et Chimica.* – 2014. – Vol. 13, № 1. – doi: 10.2478/nbec-2014-0001.

8. *Himi E., Mares D.J., Yanagisawa A., Noda K.* Effect of grain colour gene (*R*) on grain dormancy and sensitivity of the embryo to abscisic acid (ABA) in wheat // *J. Exp. Bot.* – 2002. – Vol. 53, № 374. – P. 1569-1574.

9. *Himi E., Nisar A., Noda K.* Colour genes (*R* and *Rc*) for grain and coleoptile unregulate flavonoid biosynthesis genes in wheat // *Genome.* – 2005. – Vol. 48, № 4. – P. 747-754.

10. *Khlestkina E.K., Pestsova E.G., Röder M.S., Börner A.* Molecular mapping, phenotypic expression and geographical distribution of genes determining anthocyanin pigmentation of coleoptiles in wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Theor Appl Genet.* – 2002. – Vol. 104, № 4. – P. 632-637.

11. *Khlestkina E. K., Pshenichnikova T. A., Salina E. A., Röder M. S., Arbutova V. S., Börner A.* Microsatellite mapping of genes for coloration of different wheat plant organs on homoeologous groups 1 and 7 chromosomes // *Proceedings of the 14th International EWAC Conference, Istanbul, Turkey, 6-10 May 2007.* – P. 85-90.

12. *Kolesnyk O. O., Chebotar S. V., Sivolap Yu. M., Tsevma V. M., Khokhlov O. M., Litvinenko M. A.* The courses of nurseries control and variety investigation systems founded on molecular markers // *Collection of scientific papers of PBGI-NCCI.* – 2013. – Vol. 22 (62). – P. 89-99.

13. *Kuraparthy V., Sood S., Gill B. S.* Targeted genomic mapping of a red seed color gene (*R-A1*) in wheat // *Crop Sci.* – 2008. – Vol. 48, № 1. – P. 37-48.

14. Kwack M. S., Kim E. N., Lee H., Kim J., Chun S., Kim K. D. Digital image analysis to measure lesion area of cucumber anthracnose by *Colletotrichum orbiculare* // J Gen Plant Pathol. – 2005. – Vol. 71, № 6. – P. 418-421.
15. Landjeva S., Ganeva G., Korzun V., Palejev D., Chebotar S., Kudrjavitsev A. Genetic diversity of old bread wheat germplasm from the Black Sea region evaluated by microsatellites and agronomic traits // Genetic Resources and Crop Evolution. – 2014. – doi:10.1017/S1479262114000781.9.
16. Landjeva S., Korzun V., Ganeva G. Evaluation of genetic diversity among Bulgarian winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties during the period 1925 – 2003 using microsatellites // Gen. Res. Crop Evol. – 2006. – Vol. 53, № 8. – P. 1605-1614.
17. Li J., Wei H., Hu X., Lu B., Yang W. Locus *R-D1* conferring red-grain-color in synthetic derivative wheat chuanmai 42 mapped with SSR markers // Molecular Plant Breeding. – 2010. – Vol. 1, № 3. – doi:10.5376/mpb.2010.01.0003.
18. Martinek P., Jirsa O., Vaculova K., Chrpova J., Watanabei N., Burešova V., Kopecky D., Štiasna K., Vyhnanek T., Trojan V. Use of wheat gene resources with different grain colour in breeding // Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs. – 2014. – Vol. 64, № 1. – P. 75–78.
19. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Devos K.M., Dubcovsky J., Rogers J., Appels R. Catalogue of gene symbols for wheat (2003). Available from <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp> [cited 16 December 2004].
20. Nalam V., Vales M.I., Watson C. et al. Map-based analysis of genes affecting the brittle rachis character in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.) // Theor. Appl. Genet. – 2006. – Vol. 112, № 2. – P. 373–381.
21. Röder M.S., Korzun V., Wendehake K., Plaschke J., Tixier M.-H., Leroy P., Ganal M. A microsatellite map of wheat // Genetics. – 1998. – Vol. 149, № 4. – P. 2007–2023.

22. Röder M.S., Wendehake K., Korzun V., Bredemeijer G., Laborie D., Bertrand L., Isaac P., Rendell S., Jackson J., Cooke R. J., Vosman B., Ganal M. W. Construction and analysis of a microsatellite-based databasa for European wheat cultivars // Theoretical and Applied Genetics. – 2002. – Vol. 106, № 1. – P. 67–73.

23. Sivolap, Yu. M. The use of PCR analysis in genetic and breeding research: a laboratory manual. Kiev: Agrarian Sciences. – 1998. – 159 p.

24. Technical manual. GenePrint® STR Systems (Silver Stain Detection). Promega Corporation. – 2001. – 47 p.

25. Williams K., Munkvold J., Sorrells M. Comparison of digital image analysis using elliptic Fourier descriptors and major dimensions to phenotype seed shape in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) // Euphytica. – 2013. – Vol. 190, № 1. – P. 99-116.

МІКРОСАТЕЛІТНІ МАРКЕРИ, АСОЦІЙОВАНІ З ОЗНАКОЮ КОЛЬОРУ ЗЕРНА УКРАЇНСЬКИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

О. О. Колесник, С. В. Чеботар, О. М. Хохлов

Аналіз мікросателітних маркерів, пов'язаних із кольором зерна був проведений з метою виявлення важливих регіонів що відповідають за цю ознаку. В результаті 37 асоціацій маркерів з ознакою кольору зерна виявилися значними протягом одного - трьох сільськогосподарських сезонів вегетації, з яких 20 були пов'язані зі світлішим кольором зерна, а 17 показали достовірну асоціацію з темнішим кольором зерна. Наше дослідження продемонструвало, що значні асоціації маркерів були знайдені на хромосомах пшениці 1В, 3А, 5А, 6D і 7В.

***Ключові слова:** *Triticum aestivum* L., мікросателітний аналіз, аналіз асоціацій, колір зерна*

МИКРОСАТЕЛЛИТНЫЕ МАРКЕРЫ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С ПРИЗНАКОМ ЦВЕТА ЗЕРНА УКРАИНСКИХ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

О. А. Колесник, С. В. Чеботарь, А. Н. Хохлов

Анализ микросателлитных маркеров, связанных с цветом зерна был проведен с целью выявления важных регионов отвечающих за этот признак. В результате 37 ассоциаций маркеров с признаком цвета зерна оказались

значительными в течение одного - трех сельскохозяйственных сезонов вегетации, из которых 20 были связаны с более светлым цветом зерна, а 17 показали достоверную ассоциацию с более темным цветом зерна. Наше исследование показало, что значительные ассоциации маркеров были найдены на хромосомах пшеницы 1B, 3A, 5A, 6D и 7B.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., микросателитный анализ, анализ ассоциаций, цвет зерна

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ГЕНОМУ ЧЕРЕШНІ (*PRUNUS AVIUM* (L.) L.)

Я. І. ІВАНОВИЧ, аспірант*

Інститут садівництва НААН України

Якісне покращення і суттєве пришвидшення селекції черешні можливе при використанні маркер-опосередкованої селекції. В останнє десятиріччя активно тривають дослідження генетики господарсько цінних ознак черешні. Багато молекулярних досліджень ще тривають, але вже сьогодні відомі гени, що детермінують самоплідність, самобезплідність та розмір плодів у черешні.

Ключові слова: *S-локус, локуси кількісних ознак, маркер- опосередкована селекція, розмір плодів, черешня.*

Черешня є однією з важливих промислових плодкових культур в Україні. За останні десятиріччя українськими селекціонерами створено велику кількість сортів черешні перспективних для промислового вирощування та конкурентоспроможних на світовому ринку. Метою нашого дослідження був пошук у літературних джерелах маркерів господарсько цінних ознак, які можна використати в маркер-опосередкованій селекції (MAS) черешні. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) у світі спостерігається стабільне зростання площі насаджень і вирощування плодів черешні. У зв'язку зі збільшенням попиту на плоди черешні на світовому ринку актуальною є потреба цілеспрямованого покращення сортименту в короткі строки.

Традиційна стратегія селекційних схем має ряд недоліків, серед яких

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор М. О. Бублик.

потреба у великих площах насаджень, висока вартість і розтягнутість у часі. Тривалість селекційного процесу від схрещування до створення сорту в родині Rosaceae може коливатись в межах 12-20 років. Зважаючи на це, впровадження молекулярних підходів для пришвидшення добору генотипів може бути ключем до покращення ефективності селекційних програм [24].

Розвиток молекулярних маркерів значно полегшив вивчення генетики кількісних ознак через проведення аналізу локусів кількісних ознак (QTL) і ідентифікацію ділянок геному, що контролюють важливі ознаки і визначення їх генетичного ефекту. Молекулярні маркери можуть використовуватись на практиці через маркер-опосередковану селекцію, де добір базується на послідовності ДНК, а не на фенотипі [39].

Представників роду *Prunus* часто використовують як об'єкти досліджень в генетиці і селекції із застосуванням молекулярних маркерів через свою практичну цінність. Деякі види і міжвидові гібриди є модельними об'єктами молекулярно-генетичних досліджень (зокрема, потомство від схрещування *P. dulcis* Texas × *P. persica* Earlygold лягло в основу узагальненої генетичної карти кісточкових).

Черешня належить до підроду Вишня (*Cerasus* Pers.), роду Слива (*Prunus*). Вважається, що вона походить із Близько-Східного центру культурних рослин чи Кавказького регіону в результаті одомашнення дикої черешні. Черешня – зазвичай диплоїдна ($2n = 2x = 16$; проте є $3x = 24$; $4x = 32$) плодова порода із розміром геному близько 218 млн. нуклеотидів [8, 20, 21, 37].

У всьому світі селекція черешні проводиться за найважливішими характеристиками – якісними і кількісними. Якісними (моно- чи олігогенними) є: самоплідність/самобезплідність, колір м'якоті, соку й екзокарпу, альбінізм, карликовість габітусу, стійкість проти борошнистої роси. Проте більшість ознак є кількісними (полігенними): сила росту, швидкоплідність, строки цвітіння і дозрівання плодів (ранньо-, пізньостиглість), їх величина, урожайність, сила утримання плодів на плодоніжках, стійкість проти розтріскування плодів, бактеріального раку та ін. [3, 23, 25, 35, 40].

На відміну від персика, в якого багато якісних ознак плодів контролюються моно- чи олігогенно, у черешні більшість ознак є полігенними і мають складне успадкування [12].

Головною метою досліджень морфологічних та фізіологічних ознак є зменшення розмірів дерева, самоплідність, покращення якості плодів та урожайності [31]. Для полегшення вивчення генетики габітусу черешні Sansavini визначив три класи: компактні, спурові (шпорцеві) та стандартні крони. Компактний і спуровий габітуси контролюються багатьма рецесивними генами, через те, що схрещування між класами призводить до утворення в основному стандартної крони [18].

У представників родин Розові, Пасльонові та Подорожникові запилення контролюється системою гаметофітної само-несумісності (ГСН, GSI). Ця система генетично детермінована одним мультиалельним локусом (S) з двома генами, що кодують специфічні детермінанти (у стовпчику маточки та пилкових зернах) реакції само-несумісності. Запліднення у видів із ГСН відбувається лише тоді, коли S -алелі, що експресуються у пилковій трубці та стовпчику маточки відрізняються. Якщо S -алель гаплоїдного пилку збігається з одним із алелів диплоїдної тканини стовпчика – ріст пилкової трубки зупиняється, пилек відторгається і запліднення не відбувається (рис. 1) [6, 19, 34].

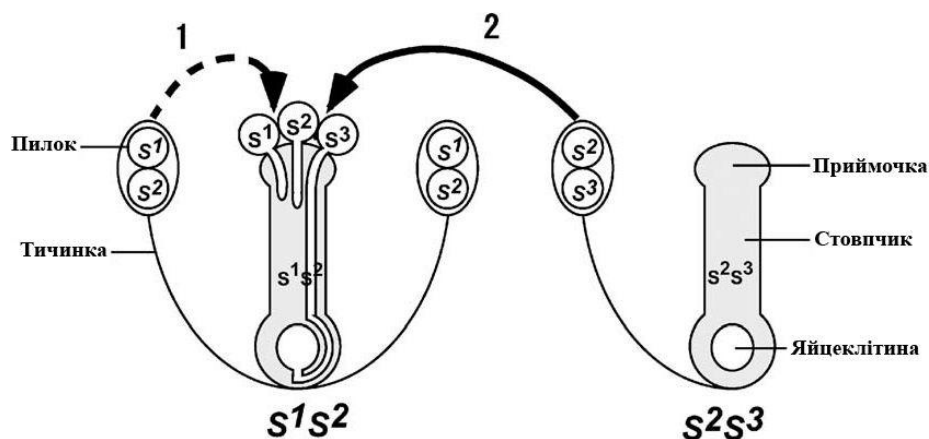


Рис. 1. Генетичний контроль системи гаметофітної само-несумісності. Самозапилення (1) та перехресне запилення (2) у самонесумісних сортів (за Тао, 2010).

У кісточкових культур (триба *Amygdaleae*) два зчеплені *S*-локусні гени беруть участь у відповіді на розпізнавання несумісності - *S-PHKазні* гени (кодують компонент стовпчика маточки – основний глікопротеїн з РНКазною активністю) та *SLF/SFB* (*S*-locus F-box/*S*-haplotype-specific F-box; кодують компонент пилку – білок з F-бокс мотивами). F-бокс домен білка є посередником підчас убіквітінування цільових білків SCF (Skp1–Cullin–F-box) E3-убіквітинлігазним комплексом, що руйнує 28S протеосоми. Сукупність специфічних *S*-алелів називають *S*-гаплотипом. *S*-локусні гени ідентифіковані у різних видів зерняткових та кісточкових: мигдалю, персика, черешні, вишні, звичайного та японського абрикоса, домашньої та японської сливи [6, 19].

Локус *S-PHKазни* у черешні локалізований в шостій парі хромосом (LG) [5]. Ген *S-PHKазни* включає п'ять консервативних ділянок (C1-C3, RC4 та C5), а також одну гіперваріабельну ділянку (HVR), яка грає важливу роль у розрізненні *S*-алелів. *S-PHKазний* ген також має два інтрони, для яких характерне алель-специфічне варіювання довжини (рис. 2) [34].

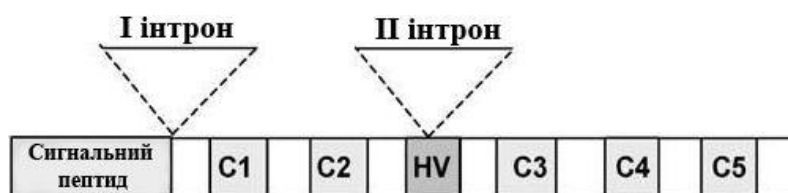


Рис. 2. Структура гена *S-PHKазни* у кісточкових (за Sonneveld, 2003).

Згідно з останніми даними Szikriszt, відомо 37 *S*-алелів та 45 перехресно-несумісних груп (CIG) (напр. у XLV групі – сорти із S_2S_{18}). Запилення сортів із однієї групи несумісності виключене. Сорти з унікальними несумісними генотипами можна поєднувати з деревами, що належать до будь-якої із груп перехресної несумісності, як універсальні запилювачі (наприклад сорт із S_1S_2 для сорту із S_3S_4). Унеможлиблюється зворотне схрещування з одним із батьків, якщо батьківські сорти були із гаплотипами, наприклад S_1S_2 та S_1S_3 , що ускладнює детальні генетичні дослідження [34, 35]. Алельний стан *S*-локусу сортів черешні вітчизняної селекції частково досліджувався і наведений у таблиці, самосумісні сорти невідомі.

Для черешні притаманний ауткросинг (схрещування рослин з різних ліній), який стимулюється ГСН [18]. У самонесумісних (SI) видів, зокрема черешні, сорти-продуценти мають поєднуватись із запилювачами для забезпечення взаємозапилення й утворення достатньої кількості зав'язі. Недостатня продуктивність насаджень часто спричинена сортами-запилювачами, тому самосумісні (SC) сорти пріоритетні в селекції черешні [19]. Порівняно із самонесумісними сортами, самоплідні (SF) зазвичай краще забезпечують високі стабільні врожаї та легше адаптуються до широкого діапазону умов навколишнього середовища. Також самоплідні сорти можуть використовуватись як універсальні запилювачі для самонесумісних [31].

S – гаплотипи деяких українських сортів черешні

Сорт	S-гаплотип	Група несумісності	Посилання
Перспективна	S ₁ S ₂	I	Hegedus, 2013
Кримська ніч	S ₁ S ₃	II	Hegedus, 2013
Транспортабельна	S ₁ S ₃	II	Hegedus, 2013
	S ₃ S ₄	III	Shuster, 2007
Червнева рання	S ₄ S ₅	V	Hegedus, 2013
Кутузовка	S ₃ S ₅	VII	Hegedus, 2013
Мелітопольська крапчаста	S ₃ S ₅	VII	Hegedus, 2013
Трудівниця степу	S ₂ S ₅	VIII	Hegedus, 2013
Гібрид 2115	S ₆ S ₉	X	Hegedus, 2013
Валерій Чкалов	S ₁ S ₉	XVIII	Bekefi, 2006 Shuster, 2007
	S ₁ S ₆	XX	Bekefi, 2006
19-21Б	S ₂ S ₉	–	Cabrera, 2012
Мелітопольська рання	S ₅ S ₁₄	XXXV	Shuster, 2007
Крупноплідна	S ₄ S ₅	V	Hegedus, 2013
	S ₅ S ₉	XXXVII	Bekefi, 2006 Shuster, 2007 Cabrera, 2012

У 1954 році в Інституті Джона Іннеса (Великобританія) шляхом опромінення пилку рентгенівським випромінюванням було створено лінію JI2420 (Emperor Francis (S₃S₄) × опромінений пилкок Napoleon (S₃S₄) з частковою мутацією пилку (PPM). У JI2420 було виявлено S-гаплотип S₄S₄'. Кодомінантний алель S₄' відрізняється від S₄ 4-нуклеотидною делецією в *SFB*, внаслідок чого стала можливою самосумісність. Розроблено підходи для диференціації сортів черешні з гаплотипами S₄S₄, S₄S₄' та S₄'S₄'. Метод

передбачає гніздову ПЛР із dCAPS-праймерами, а продукти ампліфікації можуть бути додатково розрізані рестриктазами *EcoRV* та *MboI* [19].

У промислових насадженнях, генетичних дослідженнях і селекційних програмах на сьогодні активно використовуються самосумісні сорти черешні, серед них: Lapins, Skeena (S_1S_4'); Stella, Sweetheart, Sunburst (S_3S_4'); Kronio ($S_5'S_6$); Maiolina a Rappu (S_3S_5'); Temprana de Sot і його спорт Cristobalina (S_3S_6) та багато ін. [6, 19, 22, 36].

Самосумісність було виявлено у різних представників роду *Prunus*, а більшість мутацій, що її спричиняють знайдено в *S*-локусі. Мутації *S-PHKazi* були виявлені у мигдалю, японської сливи та вишні. Часткові мутації пилку знайдено у японського абрикоса, вишні й черешні: штучно-індуковані – у JI2434 та JI2420; природними самосумісними сортами є Kronio та Maiolina a Rappu. Водночас Sachi та ін. знайшли генотипи, що несуть мутації, локалізовані поза *S*-локусом. Серед кісточкових, самосумісність, що, можливо, зв'язана з поза-*S*-локусними факторами відома у мигдалю (функція стовпчика) та абрикоса сорту Canino й черешні сорту Cristobalina (функція пилку). Лocus поза-*S*-локусної само-сумісності у Cristobalina знайдено в третій парі хромосом у F_1 -гібридів Brooks \times Cristobalina [6, 22].

Серед характеристик плодів, основна увага приділяється розміру, зовнішньому вигляду, забарвленню, смаковим якостям і тривалості зберігання. Хоча ці ознаки сильно зв'язані з генотипом, на них значною мірою впливають ґрунтово-кліматичні умови, сорто-підщепні комбінування та агротехнічні заходи [31, 40].

Нещодавно Ganopoulos та ін. дослідили зв'язки між мікросателітними (SSR і ISSR) маркерами і важливими характеристиками плодів черешні: масою плоду, його полярним діаметром, кольором екзокарпу, вмістом сухих розчинних речовин та часом дозрівання плодів із застосуванням множинного регресійного аналізу (MRA). Дослідники використали 21 сорт черешні, серед яких 19 грецьких сортів та два міжнародні [13]. В результаті стали відомими

асоціації господарсько цінних ознак і групи маркерів, проте залишаються невідомими гени, що детермінують ці ознаки.

Діаметр плодів черешні є важливим фактором у виборі споживача й основною складовою для формування відпускнуої і ринкової ціни. Великоплідні черешні придатні для більш ефективного збору урожаю, скорочення часу сортування та ін. робіт, особливо за однорідної величини плодів [31]. Плід черешні, як і інших представників роду, складається з тонкої захисної шкірки (екзокарпу), м'якоті (мезокарпу) і порожнистої кісточки (ендокарпу) з насінною. Морфологічно культурна і дика черешні дуже схожі, зокрема, формою плодів. Єдиною вагомою відмінністю є тільки їх розмір. Традиційно дослідження QTL у черешні зосереджені саме на ідентифікації функціональних генів, зокрема, тих, що відповідають за величину плодів.

Незважаючи на важливість цієї селекційної ознаки збільшення величини плодів у черешні залишалось складним через недостатню вивченість генетичного контролю. Тільки нещодавні дослідження виявили гени зв'язані з величиною плодів [9, 39].

Зв'язок між величиною плодів та кількістю і розмірами клітин досліджувався у плодових, у тому числі й у черешні. Yamaguchi дійшов висновку, що різниця між величиною плодів у черешні спричинена як розміром, так і кількістю клітин мезокарпу. Подібно, Olmstead повідомляв, що відмінність сортів за цією ознакою в першу чергу зумовлена кількістю клітин мезокарпу, хоча їх розмір має значення, але знаходиться під слабшим генетичним контролем. Крім кількості та розміру клітин мезокарпу не знайдено більше надійних генетично зумовлених чинників величини плодів [39].

Розмір плодів черешні вважається кількісною ознакою і як наслідок її важко аналізувати використовуючи класичні генетичні методи. Серед культурних представників родини Rosaceae генетичний аналіз величини плодів розпочався досить недавно [39].

Дослідивши популяцію від схрещування Emperor Francis (EF, ~8 г) та дикої черешні New York 54 (NY, ~2 г), Zhang ідентифікував три QTL розміру

плодів. У другій парі хромосом локуси картовано у EF та NY та в шостій – лише у NY. Виявлено, що локуси розміру плодів: довжини (три QTL), діаметру (три QTL) та маси (три QTL) збігаються за локалізацією і перекриваються. У другій групі зчеплення EF ідентифіковано також один локус кількості клітин мезокарпу, що утворює кластер із QTL розміру плодів. Виходячи з цього – основою зростання величини плодів у черешні є збільшення кількості клітин мезокарпу. Крім того, у шостій групі зчеплення в NY локуси довжини й діаметра кісточки та величини плодів розміщені одним кластером, тобто основи морфологічного збільшення розміру плодів і кісточки відрізняються [39].

Нещодавно Rosyara та ін. провели більш повний аналіз QTL, пов'язаних із величиною плодів у черешні. Досліджувались чотири двобатьківські родини повних сибсів: NY × EF, Regina × Lapins, Namati × Summit та Namati × Крупноплідна. В підсумку було ідентифіковано шість QTL маси плодів (FW): у першій парі хромосом – *FW_G1*, у другій – *FW_G2a*, *FW_G2b*, *FW_G2c*, у третій – *FW_G3*, в шостій – *FW_G6*. Сумарно локуси пояснюють 76% усіх фенотипових варіацій, це свідчить про те, що ознака значною мірою контролюється генетично, а описані QTL пояснюють основні компоненти генетичної варіації [30]. Встановлено також, що локус маси плодів у третій парі хромосом колокалізований із головним локусом, зчепленим із кольором плодів і м'якоті та з локусом самоплідності типу *Cristobalina*; локус маси плодів у шостій парі хромосом колокалізований із *S*-локусом, що контролює самоплідність та перехресну сумісність [16].

Перші два локуси (*FW_G2a* та *FW_G2b*) з другої групи зчеплення мають найбільший адитивний вплив на величину плодів. Дещо менший, проте також значний вклад *FW_G3*, зменшується у *FW_G1*, *FW_G6* та *FW_G2c*. Маркери (CPST038 та BPPCT034), що фланкують *FW_G2a*, можуть використовуватись для визначення алельного стану локусу. Позитивний гаплотип (*QQ*) у потомстві R × L та NY × EF за алелем *FW_G2a* характеризується ампліконами довжиною 190/204 нп (CPST038) та 255/255 нп (BPPCT034). Фрагмент BPPCT034₂₅₅ корелює із предомінантно позитивним адитивним ефектом на величину плодів.

Проте цій моделі не відповідає ампліфікація у черешні Крупноплідна фрагментів 190/192 нп (CPSCT038) та 223/223 нп (BPPCT034). Вважається, що найбільш перспективними локусами для селекції в цьому напрямі є *FW_G2a*, *FW_G2b* та *FW_G3*, оскільки алелі великоплідності на сьогодні недостатньо закріплені в сортименті черешні [30].

Паралельно із картуванням QTL De Franceschi та ін. проводили ідентифікацію генів, пов'язаних із збільшенням розмірів (маси) плодів черешні. Раніше Cabrera [4] пропонував кілька генів-кандидатів, проте істинні гени було встановлено після використання синтениї з геномом персика. Вперше ген маси плоду *FW2.2* був описаний як результат одомашнення і селекції томатів. Члени родини генів *FW2.2* у кукурудзи отримали назву регуляторів кількості клітин (*CNR*). В родину *FW2.2/CNR* входять гени, які беруть участь у регуляції кількості клітин, що в результаті відображається на рості рослин і розмірі органів [9, 14, 17].

У геномі персика виявлено 23 гени, що є членами цієї родини та локалізовані на восьми парах хромосом. Два з цих *CNR*-генів знаходяться в раніше відкритих QTL в другій та шостій парах хромосом у черешні та отримали назву *PavCNR12* і *PavCNR20*, відповідно [9].

При порівнянні послідовностей *PavCNR12* із 17 сортів черешні було виявлено три алельних варіанти (*PavCNR12-1*, *PavCNR12-2* та *PavCNR12-3*), що мають 14 поліморфних нуклеотидів у некодуючих ділянках (у другому та третьому інтронах і промоторній ділянці). Стосовно *PavCNR20*, у сортів Emperor Francis, Ambrunes та Cristobalina ідентифіковано один мономорфний алель, а в New York 54 – ще один алель; вони дивергентні між собою або можливо є паралогами, а не одним геном. У потомства (NY × EF та R × L) із гомозиготним алелем *PavCNR12-1/1* найвища маса плодів та мезокарпу, водночас, *PavCNR12-2* є дрібноплідним алелем. Третій – *PavCNR12-3* асоційований із найменш сприятливим локусом у потомстві NY × EF [9].

Варіації гена *PavCNR12* у черешні можуть використовуватись для пошуку гомозигот за алелем *PavCNR12-1*, такі генотипи демонструють на 9-16% більшу

масу плодів [9]. Встановити алельний стан локусу можна використовуючи метод елонгації алель-специфічних праймерів (ASPE) [4] з подальшим секвенуванням ПЛР-продуктів із однонуклеотидним поліморфізмом (SNP) і вирівнюванням первинної нуклеотидної послідовності. Таким чином було встановлено, що алель *PavCNR12-1* у черешні Крупноплідна знаходиться в гомозиготному стані.

Щільність (твердість) плодів – одна з ознак, що найбільше цінується, забезпечує краще дозрівання плодів на дереві, більшу транспортабельність, триваліший термін зберігання, придатність для холодильного зберігання і експортну цінність [31]. Найважливіший і найстабільніший QTL щільності плодів черешні, що пояснює високий відсоток варіації, виявив Quero-García у другій парі хромосом у *Lapins* [28].

Колір екзокарпу і самого плоду у черешні варіює в червоних та жовтих відтінках. Створюють забарвлення плодів черешні антоціани, які синтезуються в результаті транскрипційної регуляції шляхів метаболізму флавоноїдів; цими ж обмінними шляхами синтезуються споріднені вторинні метаболіти – таніни й флавоноли [27].

Успадкування кольору плодів у популяціях черешні вивчається вже тривалий час. На сьогодні відомо три генетичні фактори. Фактор кольору м'якоті (*F*) і головний фактор кольору шкірки (*A/a*) є ключовими детермінантами кольору плодів, коли червоне забарвлення проявляє неповне домінування над жовтим. Третім є мінорний фактор кольору шкірки (*B/b*), що може надавати їй рум'янець, але епістатично маскується домінантним алелем *A* [27].

Нещодавно Parker дослідив шляхи метаболізму флавоноїдів у черешні та їх транскрипційну регуляцію. У червоноплідної черешні *Lapins* виділено гени, що кодують ферменти із метаболічних шляхів флавоноїдів та можливі регулятори їх синтезу. Ген *PaMYBA1* кодує R2R3-MYB фактор, який має високу подібність послідовності із специфічними антоціановими регуляторами. *PaMYBA1* характеризується здатністю до активації промоторів генів

антоціанів, флавоноїдів і танінів. Припускається, що *PaMYBA1* є важливим фактором кольору, тому що між накопиченням антоціанів та експресією *PaMYBA1* у *Lapins* і *Rainier* та флавоноїдів у *Sam* виявлена кореляція. Транскрипційний аналіз показав, що *PaMYBA1* необхідний для утворення забарвлення плодів у черешні, в той час як *PaMYBA1* не експресується у позбавлених антоціанів жовтих плодах *Yellow Glass*. Натомість, подібні рівні експресії *PaMYBA1* у рум'яних, червоних і чорних плодах черешні свідчать про наявність додаткових факторів, які викликають відмінність інтенсивності забарвлення [27].

Згідно з існуючою моделлю регуляції метаболічних шляхів флавоноїдів, включені також додаткові антоціанінові фактори типу MYB: *PaMYBA2* та *PaMYBA3*, які беруть участь у формуванні пігментації [27].

Для з'ясування локалізації QTL картували популяцію від схрещування EF (рум'яна шкірка, жовта м'якоть) та NY (коричнево-червона шкірка, темно-червона м'якоть). Sooriyathirana з колегами виявили три QTL: по одному локусу в третій, шостій та восьмій парах хромосом. Припускається, що ген *PavMYB10* із третьої групи зчеплення є головним детермінантом кольору шкірки та м'якоті плодів черешні, а локуси із шостої та восьмої пари хромосом є мінорними і беруть участь в епістатичних взаємодіях. У досліджених сортів черешні виявлено два алельні стани гена *PavMYB10* – *h* та *k*, що відрізняються одонуклеотидними замінами у промоторній ділянці [33]. Wünsch та ін. з'ясували, що диференційна експресія *PavMYB10* у білих і червоних сортів черешні впливає на рівень антоціанів. Так, у білих сортів є велика інсерція послідовностей *PavMYB10* в одному алелі та відсутня транскрипція. Вважається, що ця мутація і невеликі зміни в послідовності промотора *PavMYB10* є причиною низької експресії цього гена в білих сортів [38].

Фенологія, особливо репродуктивної сфери, є критичною для плодових дерев, через те що урожай і якість плодів прямо залежать від правильного розвитку квітки [7]. В цьому напрямі селекцію проводять за такими

параметрами: пізніє цвітіння, раннє і пізніє дозрівання плодів, їх одномірність, низька й висока потреба в холоді [31].

У черешні процеси цвітіння індукуються специфічними коливаннями холоду і тепла. Якщо температура стає середньою процес порушується [7].

Використовуючи шеститисячний набір SNP, створений Pease та ін. для черешні, картовано дві внутривидові популяції F_1 : Regina \times Lapins (R \times L) та Regina \times Garnet (R \times G). Локуси кількісних ознак, що контролюють потребу в холоді були знайдені в першій-сьомій парах хромосом. Для обох ознак більшість локусів виявляли в четвертій групі зчеплення. Гени-кандидати ідентифіковані поєднанням функціональних даних з геному персика і локусів обох досліджуваних кількісних ознак [7]. У подальшому встановлено, що найбільш стабільні локуси дати розкриття бруньок локалізовані в четвертій та восьмій парах хромосом [29].

З огляду на глобальні кліматичні зміни, фенологія цвітіння деревних культур є ключовим фактором, тому що впливає на врожай. У плодкових садах вона має непрямий вплив на пошкодження весняними заморозками, запилення, період спокою і дозрівання плодів [11].

Dirlewanger та ін., поряд із популяціями персика та абрикоса досліджували F_1 -потомство R \times L [11]. У результаті аналізу багаторічних даних популяції R \times L, у Regina було виявлено дві найбільш стабільні QTL дати цвітіння в четвертій парі хромосом, з яким пов'язують 47,2% загальної варіації, а також у п'ятій групі зчеплення. У Lapins найбільш стабільний локус виявлено в першій групі зчеплення, що пояснює 20,6% варіації. Сумарно QTL дати цвітіння знайдені в першій-сьомій хромосомах черешні (рис. 3) [11, 29].

У черешні рівень успадкування строку цвітіння вищий за успадкування строків дозрівання плодів, що узгоджується з величиною коефіцієнта кореляції [11]. Припускають, що деякі гени, включені в контроль часу цвітіння можуть збігатися у різних видів, а потреба в холоді і дата цвітіння можуть бути детермінованими тими ж чи сильно зчепленими генами. Локалізація QTL дати цвітіння з четвертої пари хромосом у Regina збігається із ділянкою гена

Late blooming (Lb) у мигдалю. QTL дати цвітіння з першої групи зчеплення виявлено у двох популяціях персика та у черешні *Larins* в тих самих ділянках, що й два QTL дати цвітіння, потреби у холоді та локус постійного росту (*Evg*) у персика. В п'ятій парі хромосом виявлено два QTL дати цвітіння, що були знайдені у персика *Ferjalou Jalousia* × *Fantasia* (J×F) та черешні *Regina* [11].

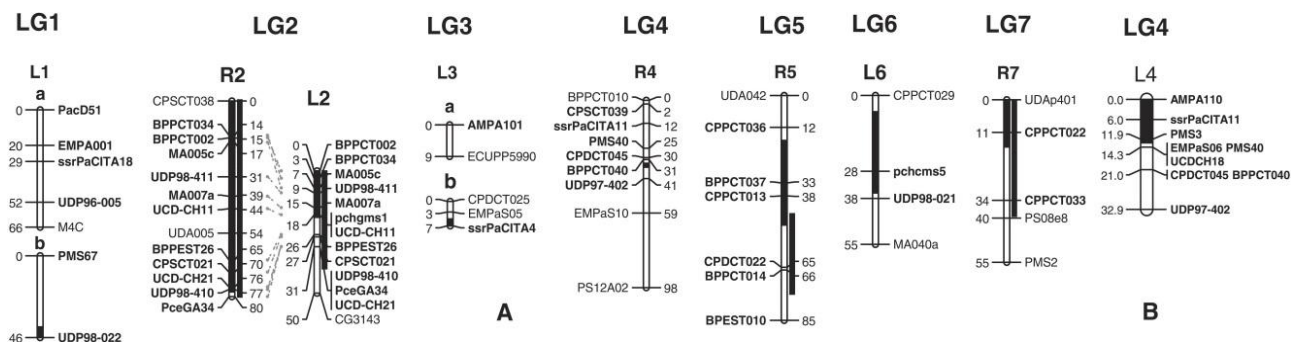


Рис. 3. Розміщення локусів кількісних ознак, що контролюють дату цвітіння (A) та час дозрівання плодів черешні (B) на генетичній карті популяції R×L. Маркери, спільні для кількох груп зчеплення показані жирним та з'єднані лініями. Суцільними смугами показані довірчі інтервали на 1000 «бутстрепів». Наведені тільки багаторічні дані (за Dirlewanger, 2012).

Тривалість сезону дозрівання плодів і як наслідок періоду їх реалізації є першочерговою перевагою для черешні. Водночас її постачання у регіонах із помірним кліматом часто не довше п'яти-шести тижнів. Серед кісточкових черешня дозріває найшвидше, починаючи з кінця травня і до кінця липня із середнім строком дозрівання – у середині червня. Для збільшення періоду дозрівання плодів черешні проводиться селекція на створення конвеєра сортів, від надранніх до дуже пізніх [11, 31].

Поряд із дослідженнями дати цвітіння Dirlewanger та ін. вивчали локуси зв'язані із часом дозрівання плодів у черешні. У популяціях черешні, персика й абрикоса виявлено значно менше локусів асоційованих зі строками дозрівання плодів, на відміну від QTL строків цвітіння. В результаті аналізу багаторічних даних популяції R×L, у *Larins* було знайдено один QTL з четвертої пари хромосом, що пояснює 20,4% варіації у строках дозрівання плодів. У персика, абрикоса і в популяції T×E цей консервативний локус було картовано в тій

самій хромосомній позиції, а в мигдалю він колокалізований із геном *Lb*. Локуси, що контролюють строк дозрівання плодів черешні, крім четвертої пари хромосом, знаходяться також у першій, п'ятій та шостій групах. Лише два QTL із *Larins* пояснюють більше 20% варіацій ознаки: в шостій (47.5%) та четвертій (21.8%) парах хромосом (рис. 3) [11, 29].

Поглиблений аналіз послідовностей QTL із четвертої пари хромосом, оснований на прогнозуванні функцій білків і їх потенційної участі у строках цвітіння та дозрівання плодів, сприяв виділенню чотирьох генів-кандидатів [11]. Послідовність одного з них, високо подібна до ERF4 (*Arabidopsis ethylene-responsive transcription factor 4*). ERF4 є хорошим геном-кандидатом стосовно контролю строків дозрівання плодів. Родина генів ERF є однією із найбільших родин транскрипційних факторів у рослин, що включають консервативні ДНК-зв'язуючі домени (ERF-домени). Більшість ERF-генів зв'язані із дозріванням плодів чи з метаболізмом етилену і відомі у помідорів, сливи, яблуні та ківі. Зокрема VII підродина (включає ERF4) генів ERF частково пов'язана із дозріванням плодів. Гіпотеза, що ERF4 контролює строки дозрівання плодів у клімактеричних культур, може пояснити зв'язок цього QTL та строків дозрівання плодів, тому що у персика й абрикоса (клімактеричні плодови культури) проявляється значно сильніший ефект, ніж у черешні (неклімактерична порода) [11].

Ознаки стійкості проти абіотичних та біотичних чинників є економічно важливими. Продовжуються дослідження генетики стійкості, толерантності до розтріскування плодів у черешні [1]. Дослідження стійкості проти борошнистої роси (*Podosphaera clandestina* (Wallr. Fr.) Lév.) сприяли виявленню гена *Pmr1*. Наразі, сорти-донори *Pmr1* активно впроваджуються в селекційні програми [26].

Висновок. За результатами останніх досліджень, маркер-опосередкована селекція черешні може бути проведена тільки за деякими господарсько цінними ознаками – можливе визначення алельного стану гена *PavCNR12*, пов'язаного з величиною плодів і *S*-локусу, ідентифікація геноплазми із дефектним локусом

самоплідності S_4' . Нами розроблено і планується впровадження нового методу ідентифікації алельних варіантів *PavCNR12* за допомогою CAPS-маркерів. Незабаром імовірно стане можливим визначення кольору плодів черешні через ідентифікацію алелів гена *PavMYB10*. Повногеномне сиквенування ще триває, а активне впровадження SNP-маркерів пришвидшить ідентифікацію генів важливих господарсько цінних ознак та маркер-опосередковану селекцію черешні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Balbontín C. Cracking in sweet cherries: a comprehensive review from a physiological, molecular, and genomic perspective / C. Balbontín, H. Ayala, R.M. Bastías // Chilean JAR. – 2012. – Vol. 73, №1. – P. 66–72.
2. Bekefi Zs. Review of sweet and sour cherry incompatibility / Zs. Bekefi // International Journal of Horticultural Science. – 2006. – Vol. 12, № 2. – P. 111 – 116.
3. Botu M. Stone fruit germplasm resource and exploitation and links with ECPGR and EUFRIN / M. Botu // Join meeting of European COST&ISHS – 1st int. congress for bacterial diseases of stone fruits and nuts. – Zurich, 2012. – 53 p.
4. Cabrera A. Genetic analysis and fruit weight QTL fine mapping in sweet cherry (*Prunus avium* L.). Theses of doctoral (Ph.D.) dissertation / A. Cabrera. – Ohio, 2011. – 20 p.
5. Cabrera A. Rosaceae conserved orthologous sequences marker polymorphism in sweet cherry germplasm and construction of a SNP-based map / A. Cabrera, U.R. Rosyara, P. De Franceschi // Tree Genetics & Genomes. – 2012. – Vol. 8. – P. 237–247.
6. Cachi A. M. Characterization and mapping of non-S gametophytic self-compatibility in sweet cherry (*Prunus avium* L.) / A. M. Cachi, A. Wünsch // J. of Exp. Bot. – 2011. – Vol. 62, №6. – P. 1847–1856.
7. Castede S. Genetic determinism and candidate genes for chilling requirement and flowering date in sweet cherry (*Prunus avium*) / S. Castede, J.A. Campoy, M., Lafargue // 6th Rosaceous Genomics Conference. – Mezzocorona, 2012. – P. 80.

8. Das B. *Prunus* diversity - early and present development: A review / B. Das, N. Ahmed, P. Singh // Int. J. Biodivers. Conserv. – 2011. – Vol. 3, №14. – P. 721-734.
9. De Franceschi P. Cell number regulator genes in *Prunus* provide candidate genes for the control of fruit size in sweet and sour cherry / P. De Franceschi, T. Stegmeir, A. Cabrera // Mol. Breeding. – 2013. – Vol. 32, № 2. – P.311-326.
10. Dirlewanger E. Cherry. Chapter 3 / E. Dirlewanger, J. Claverie, A. Wunsch // Genome mapping and molecular breeding in plants. Vol. 4. Fruits and nuts [Ed. C. Kole]. – Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. – P. 103 - 118.
11. Dirlewanger E. Comparison of the genetic determinism of two key phenological traits, flowering and maturity dates, in three *Prunus* species: peach, apricot and sweet cherry / E. Dirlewanger, J. Quero-García, L. Le Dantec // Heredity. – 2012. – Vol. 109, № 5. – P. 280–292.
12. Dirlewanger E. The genetic control of fruit quality traits in two *Prunus* species: peach and cherry / E. Dirlewanger, L. Le Dantec, J.A. Campoy // 6th Rosaceous Genomics Conference. – Mezzocorona, 2012. – P. 36.
13. Ganopoulos I.V. Genetic diversity, structure and fruit trait associations in Greek sweet cherry cultivars using microsatellite based (SSR/ISSR) and morpho-physiological markers / I.V. Ganopoulos, K. Kazantzis, I. Chatzicharisis // Euphytica. – 2011. – Vol. 181, № 2. – P. 237-251.
14. Guo M. Cell number counts – The *fw2.2* and *CNR* genes and implications for controlling plant fruit and organ size / M. Guo, C.R. Simmons // Plant Science. – 2011. – Vol. 181. – P. 1 – 7.
15. Hegedus A. Fruit antioxidant capacity and self-incompatibility genotype of Ukrainian sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars highlight their breeding prospects / A. Hegedus, D. Taller, N. Papp // Euphytica. – 2013. – Vol. 191. – P. 153 – 164.
16. Iezzoni A. Final project report. Consulting for the Pacific Northwest sweet cherry breeding program / A. Iezzoni, N. Oraguzie, M. Whiting. – 2013. – P. 7.
17. Iezzoni A. The genetic control of fruit size in cherry (*Prunus*): from phenotype to candidate genes / A. Iezzoni, A. Cabrera, P. De Franceschi // 6th Rosaceous Genomics Conference. – Mezzocorona, 2012. – P. 32.

18.Iezzoni A.F. Cherries / A.F. Iezzoni // Temperate Fruit Crop Breeding [Ed. by J.F. Hancock]. – Ruel-Malmaison: Springer Science+Business Media B.V., 2008. – P. 151-175.

19.Ikeda K. Molecular markers for the self-compatible S4'-haplotype, a pollen-part mutant in sweet cherry (*Prunus avium* L.) / K. Ikeda, A. Watari, K. Ushijima // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 2004. – Vol. 129, №5. – P. 724-728.

20.Kappel F. Cherry. Chapter 13 / F. Kappel, A. Granger, K. Hrotkó // Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding 8 [Ed. M.L. Badenes, D.H. Byrne]. – Ruel-Malmaison: Springer Science+Business Media LLC, 2012. – P. 459-504.

21.Lacis G. Characterisation of the Latvian and Swedish sweet and sour cherry genetic resources: doctoral thesis / G. Lacis. – Alnarp, 2010. – 39 p.

22.Marchese A. A new self-compatibility haplotype in the sweet cherry 'Kronio', S₅, attributable to a pollen-part mutation in the SFB gene / A. Marchese, R.I. Boskovic, T. Caruso // Journal of Experimental Botany. – 2007. – Vol. 58, № 15-16. – P. 4347–4356.

23.Martínez-Gómez P. Application of recent biotechnologies to *Prunus* tree crop genetic improvement / P. Martínez-Gómez, R. Sánchez-Pérez, M. Rubio // Cien. Inv. Agr. – 2005. – Vol. 32, № 2. – P. 73-96.

24.Meneses C. Using genomics to improve fruit quality / C. Meneses, A. Orellana // Biol Res. – 2013. – Vol. 46. – P. 347-352.

25.Olmstead J. W. *Pmr1*, a gen for resistance to powdery mildew in sweet cherry / J.W. Olmstead, G.A. Lang // HortScience. – 2002. – Vol. 37, № 7. – P. 1098-1099.

26.Oraguzie N. Identification of QTLs associated with powdery mildew resistance in sweet cherry (*Prunus avium* L.) / N. Oraguzie, M. Bellamkonda, C. Peace // 2011 Washington State Annual Report to the W-6 Technical Advisory Committee [C. Miles, J. King]. – 2011. – 20 p.

27.Parker J.-L. An investigation into flavonoid pathway regulation in sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit: theses of doctoral (Ph.D.) / J.-L. Parker. – Adelaide, 2010. – 199 p.

- 28.Quero-García J. QTL detection for fruit weight, fruit firmness and fruit cracking tolerance in sweet cherry / J. Quero Garcia, J. A. Campoy, J. Joly // Plant and Animal Genome XX Conference. – San Diego, 2012. – P. 496.
- 29.Quero-García J. QTL Detection of Important Agronomic Traits for Sweet Cherry Breeding / J. Quero-García, A. Fodor, A. Reignier // Acta Hort. (ISHS). – 2014. – Vol. 1020. – P. 57-64.
- 30.Rosyara U.R. Fruit size QTL identification and the prediction of parental QTL genotypes and breeding values in multiple pedigreed populations of sweet cherry / U.R. Rosyara, M.C.A.M. Bink, E. van de Weg // Mol. Breeding. – 2013. – Vol. 32, № 4. – P.875-887.
- 31.Sansavini S. Sweet cherry breeding programs in Europe and Asia / S. Sansavini, S. Lugli // Acta Hort. (ISHS). – 2008. – Vol. 795. – P. 41-58.
- 32.Schuster M. Determination of self-incompatible genotypes in sweet cherry (*Prunus avium* L.) accessions and cultivars of the German Fruit Gene Bank and from private collections / M. Schuster, H. Flachowsky, D. Kohler // Plant Breeding. – 2007. – Vol. 126. – P. 533 – 540.
- 33.Sooriyapathirana S.S. QTL analysis and candidate gene mapping for skin and flesh color in sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.) / S.S. Sooriyapathirana, A. Khan, A.M. Sebolt // Tree Genetics & Genomes. – 2010. – Vol. 6. – P. 821 – 832.
- 34.Szikriszt B. Variability of the sweet cherry *S*-locus in the gene centre. Theses of doctoral (Ph.D.) dissertation / B. Szikriszt. – Budapest, 2012. – 20 p.
- 35.Theiler-Hedtrich R. Inheritance of tree and fruit characters in progenies from crosses of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars / R. Theiler-Hedtrich // Euphytica. – 1994. – Vol. 77, №1-2. – P. 37-44.
- 36.Tobutt K.R. Cherry (in)compatibility genotypes – an updated cultivar table / K.R. Tobutt, T. Sonneveld, Z. Bekefi // Acta Hort. (ISHS). – 2004. – Vol. 663. – P. 667 – 672.
- 37.United States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service. Plants Profile for *Prunus avium* (sweet cherry). [Online Database]. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?29844> (05 December 2014)

38. Wünsch A. Differential expression of cherry MYB10 in white and red varieties is responsible for anthocyanin levels / A. Wünsch, K. Lin-Wang, A. C. Allan // 7th International Rosaceae Genomics Conference. – Seattle, 2014. – P.95.

39. Zhang G. Fruit size QTL analysis of an F₁ population derived from a cross between a domesticated sweet cherry cultivar and a wild forest sweet cherry / G. Zhang, A. M. Sebolt, S. S. Sooriyapathirana // The Genetics & Genomes. – 2010. – Vol. 6. – P. 25-36.

40. Zhao Y. Pedicel-fruit retention force in sweet cherry (*Prunus avium* L.) varies with genotype and year / Y. Zhao, B. Athanson, M. Whiting // Scientia Horticulturae. – 2013. – Vol. 150. – P. 135-141.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНОМА ЧЕРЕШНИ (*PRUNUS AVIUM* (L.) L.)

Я.И. Иванович

Качественное улучшение и существенное ускорение селекции черешни возможно при использовании маркер-сопутствующей селекции. В последнее десятилетие активно продолжаются исследования генетики хозяйственно-ценных признаков черешни. Много молекулярных исследований еще продолжаются, но уже сегодня известны гены, детерминирующие самоплодность, самобесплодность и размер плодов у черешни.

Ключевые слова: *S-локус, локусы количественных признаков, маркер-сопутствующая селекция, размер плодов, черешня.*

**CURRENT STATUS OF STUDYING THE SWEET CHERRY
(*PRUNUS AVIUM* (L.) L.) GENOME**

Y. I. Ivanovych

Qualitative improvement and a significant acceleration of breeding sweet cherry possible under using marker assisted selection. The genetics research of agronomically-important traits in sweet cherry was actively continues in the last decade. Many molecular studies are still ongoing, but already known genes that determine self-compatibility, self-incompatibility and fruit size in sweet cherry.

Keywords: *S-locus, quantitative trait loci, marker assisted selection, the fruit size, cherry.*

УДК 578.865

**ФІЛОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВІРУСУ МОЗАЇКИ ТОМАТУ,
ВИДІЛЕНОГО З НАСІННЯ *LYCOPERSICON ESCULENTUM L.***

Е. АльДалаін, аспірант* , О. С. Бондар, магістр,

О. В. Тимчишин, бакалавр,

Т. П. Шевченко, кандидат біологічних наук,

І. Г. Будзанівська, В. П. Поліщук, доктори біологічних наук

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

ННЦ «Інститут біології»

Здійснено перевірку насіння *Lycopersicon esculentum L.* на контамінацію вірусом мозаїки томату (ВМТо), який є типовим патогеном цих рослин. Виявлення вірусних антигенів проводили за допомогою ІФА. Серед перевірених сортів насіння 40% були контаміновані ВМТо. Отримано та проаналізовано послідовність гена капсидного білка українського ізоляту ВМТо (ТоMV-ukr3). Філогенетичне дерево на основі гена капсидного білка українського ізоляту та штамів з Genbank продемонструвало його гомологію з відомими штамми в діапазоні 96-99%. У результаті проведеного філогенетичного аналізу та порівняння ВМТо-ukr3 з охарактеризованими штамми ВМТо було встановлено, що виділений патоген є спорідненим до штамів ВМТо-1-2, ВМТо-G26 та ВМТо-G6.

Ключові слова: ВМТо, *Lycopersicon esculentum L.*, насіння, філогенетичний аналіз

Помідор (*Lycopersicon esculentum L.*) – важлива сільськогосподарська культура в Україні. Його рослини чутливі до багатьох вірусних хвороб, зокрема до спричинених вірусом мозаїки томату [1, 8]. Цей патоген належить до роду

* Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор В. П. Поліщук

Tobamovirus родини *Virgaviridae* [11]. Ураження ВМТо може призводити до зменшення кількості та якості врожаю помідорів і завдавати економічних збитків сільському господарству.

Здатність розповсюджуватись за допомогою насіння є ключовою для швидкого поширення ВМТо на великі відстані. Саме тому контроль якості насіння, використання безвірусного насінневого матеріалу, розробка і впровадження сертифікаційних програм є найбільш ефективними заходами для запобігання виникнення нових спалахів ВМТо [7].

Метою дослідження було перевірити насіння *L. esculentum* L. на контамінацію ВМТо та провести філогенетичний аналіз гена капсидного білка ВМТо.

Матеріали і методи досліджень. Для аналізу відібрали насіння помідорів українського виробництва десяти різних сортів: Перцевидний, Черрі, Ведмежа лапа, Рожеві щічки, Український велетень, Новинка Придністров'я, Оберіг, Санька, Вогні Москви, Волове серце рожеве. Перед проведенням серологічних тестів насіння пророщували у стерильних чашках Петрі за температури 20⁰С протягом 7 днів. Потім пророщене насіння гомогенізували у 0.1М фосфатно-сольовому буфері, рН 7,4 у співвідношені 1:3 (m/v). Отриманий гомогенат центрифугували у режимі 5000 об/хв протягом 20 хв при температурі 4° С на центрифугі РС-6 для очистки матеріалу від рослинних компонентів. Відібраний надосад використовували для подальшої діагностики вірусних антигенів.

Для тестування насіння на наявність вірусних антигенів застосовували ІФА у модифікації «сендвіч» [3] у 96-лункових полістиролових планшетах (Labsystem, Фінляндія). Постановку ІФА здійснювали з використанням тест-систем виробництва Loewe (Німеччина) згідно з рекомендаціями виробника. При проведенні аналізу використовували стандартні (позитивні та негативні) комерційні контролі. Для статистичної достовірності кожен із дослідних зразків під час постановки ІФА аналізували у трикратній повторності. Результати реєстрували на рідері Termo Labsystems Opsi MR (США) із програмним забезпеченням Dynex Revelation Quicklink за довжини хвиль 405/630 нм [3].

Морфологію віріонів досліджували за допомогою електронного мікроскопа Jeogs (JEM-1400). Як контрастер використовували 2%-ний ураніл ацетат [4]. Тотальна РНК була виділена із зразків насіння, контамінованого ВМТо, з використанням RNeasy Plant Mini kit (Qiagen, Велика Британія). Ефективність виділення перевіряли за допомогою горизонтального електрофорезу в 1,5%-ному агарозному гелі. Отриману РНК використовували як матрицю для постановки зворотнотранскрипційної полімеразноланцюгової реакції (ЗТ-ПЛР). Для ЗТ-ПЛР використовували відомі з літературних даних праймери, специфічні до гена капсидного білка ВМТо (продукт 700 п.н) [5]:

прямий праймер – CGGAAGGCCTAAACCAAAAAG;

Tob-Uni1 праймер – ATTTAAGTGGAGGGAAAAACACT.

Для візуалізації продуктів ЗТ-ПЛР використовували горизонтальний електрофорез в 1%-ному агарозному гелі. Отримані очищені ампліфіковані фрагменти були сиквензовані. Послідовність гена капсидного білка порівнювали з послідовностями відомих штамів, використовуючи NCBI/BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Філогенетичний аналіз проводили за допомогою програми MEGA6 з використанням методу максимальної подібності на основі 3-параметричної моделі Тамури [10] з 1000 бутстреп-реплікацій.

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті проведеного ІФА було виявлено, що чотири з десяти проаналізованих сортів насіння помідора контаміновані антигенами вірусу мозаїки томату. У зразку насіння Ведмежа лапа спостерігався найвищий титр вірусу, тому цей зразок обрали для подальших досліджень.

Використовуючи електронно-мікроскопічні дослідження, було візуалізовано паличкоподібні вірусні частки розміром $300\pm 3 \times 19\pm 3$ нм, що характерні для ВМТо за літературними даними (рис.1).

У результаті ЗТ-ПЛР з тотальною РНК, виділеною з контамінованого насіння сорту Ведмежа лапа, була отримана кДНК довжиною 700 п.н. (рис.2).

Послідовність гена капсидного білка (480 п.н.) порівнювали з послідовностями відомих штамів, використовуючи NCBI/BLAST

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Виявлений ізолят (ToMV-ukr3) найбільш подібний до групи тобамовірусів, що в основному вражають рослини з родини Пасльонових (*Tomato mosaic virus*, *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mottle mosaic virus* (ToMMV), *Pepper mild mottle virus* (PMMoV)).

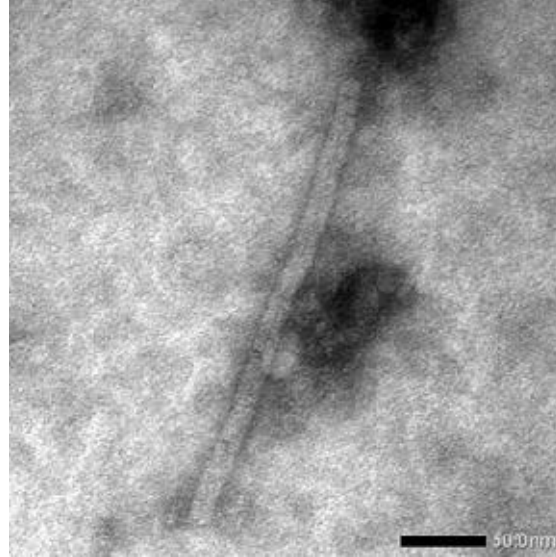
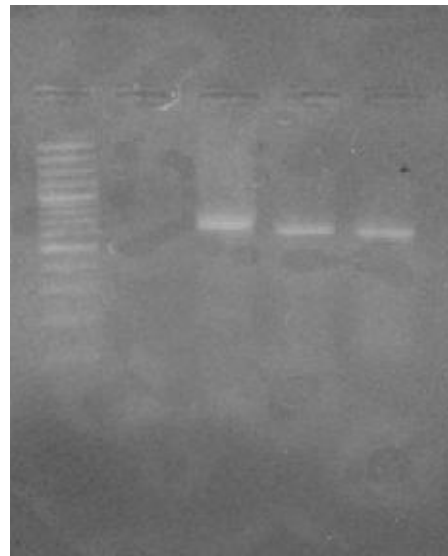


Рис. 1. Електронно-мікроскопічне зображення вірусу мозаїки томатів



М 1 2

Рис. 2. Електрофореграма продуктів ЗТ-ПЛР ВМТо: М – маркери (100 bp, Fermentas), 1,2 – κДНК гена капсидного білка. Розмір продукту – 700 bp

Для роду *Tobamovirus* штами, які проявляють менше ніж 90% подібності за порівняння сиквенсів нуклеових кислот, вважаються різними видами [6]. Найвищий відсоток подібності послідовності гена капсидного білка ToMV-ukr3

спостерігався відносно різних штамів ВМТо (96-99%), водночас набагато меншу подібність спостерігали зі штамми ТМV (74-79%), РММoV (71-73%) та ТоММV (85%). Дані результати підтверджують приналежність виявленого ізолята до ВМТо.

Філогенетичне дерево побудовано за методом максимальної подібності у програмі МЕGА6 (рис. 3).

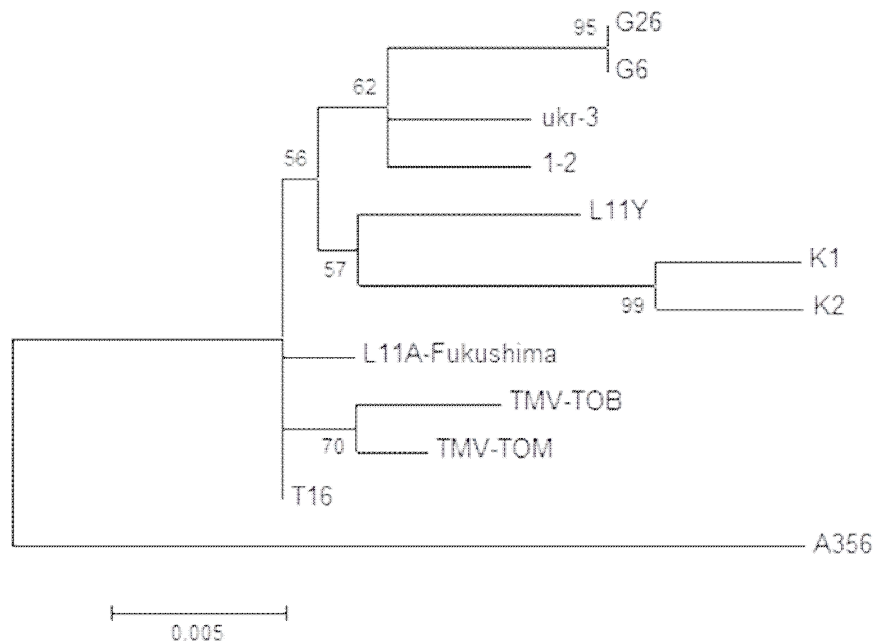


Рис. 3. Філогенетичне дерево для гена капсидного білка ВМТо, побудоване у програмі МЕGА6 за допомогою методу максимальної подібності

Як видно з рисунку, усі досліджувані штами, окрім ВМТо-А356, виявляли близьку спорідненість, утворювали один кластер і мали єдиного спільного предка. Їх гомологія з українським ізолятом становила 98-99%. На філограмі спостерігається утворення субкластера ВМТо-ukr3 зі штамми ВМТо-1-2 (Німеччина), ВМТо-G26 та ВМТо-G6 (Іран). Ці штами є близькоспорідненими до українського ізолята, гомологія їхніх нуклеотидних послідовностей становить близько 99%. Штам ТоМV-А356 виявляв найменший відсоток гомології (96%) з українським ізолятом (таблиця). Таку низьку гомологію можна пояснити тим, що цей штам був виділений із волошок

(*Centaurea sp.*), що належать до родини *Asteraceae*, а для тобамовірусів характерна сильна кореляція з їхніми покритонасінними хазяями [9].

Гомологія послідовностей гена капсидного білка українського ізоляту ВМТо та відомих штамів з Genbank

Штами з Genbank	Хазяїн (якщо відомий)	Номер	Гомологія нуклеотидних послідовностей,%
ToMV-K2		Z92909	98,1%
ToMV-K1		AJ243571	98,1%
ToMV-L11Y	<i>Nicotiana sp.</i>	AB355139	98,74%
ToMV-G26	<i>L.esculentum L.</i>	HQ593627	98,94%
ToMV-1-2		DQ873692	99,16%
ToMV-G6	<i>Solanum melongena L.</i>	HQ593624	98,94%
ToMV-L11A-Fukushima		AB083196	99,16%
ToMV-T16		HQ593626	99,37%
ToMV-A356	<i>Centaurea sp.</i>	KF527464	96,37%
TMV-TOB	<i>Nicotiana sp.</i>	AF103780	98,7%
TMV-TOM	<i>L. esculentum L.</i>	AF103779	98,9%

Висновки

На основі проведеного філогенетичного аналізу можна стверджувати, що виявлений ізолят не належить до емерджентних штамів, які долають стійкість різних видів рослин проти вірусу [12]. Тому можна використовувати відомі стратегії боротьби з хворобами, спричиненими цим патогеном [2]. Зважаючи на великий відсоток контамінованого насіння серед проаналізованого, заходи боротьби з ВМТо мають проводитись перед висаджуванням у ґрунт. Зокрема можна застосовувати безвірусний насінневий матеріал і стійкі сорти помідорів.

Список літератури

1. Болезни и вредители овощных культур и картофеля / [А. Ахатов, Ф. Ганнибал, Ю. Мешков и др.] – М.:Товарищество научных зданий КМК, 2013. – 463с.
2. Вірусні хвороби томатів в Україні: діагностика та методи боротьби: Методичні рекомендації/ [Т. О. Руднева, Т. П.Шевченко, В. П. Поліщук, А. Л. Бойко] – К.:ЦОП «Глобус», – 2012. – 23с.

3. Crowther J.R. (Ed.) ELISA. Theory and practice, Humana Press, N.Y. – 1995. – 223 p.
4. Dijkstra J. Practical Plant Virology: Protocols And Exercises / J. Dijkstra, Cees P. de Jager. – Berlin: – Springer-Verlag and Heidelberg GmbH & Co, 1998. – 459 p.
5. Letschert B. Detection and differentiation of serologically cross-reacting tobamoviruses of economical importance by RT-PCR and RT-PCR-RFLP/ B. Letschert, G. Adam, D.-E. Lesemann [et all.] //Journal of Virological Methods. – 2002. – Vol. 106. – P. 1 – 10.
6. Li R. Complete Genome Sequence of a New Tobamovirus Naturally Infecting Tomatoes in Mexico/ R. Li, S. Gao, Z. Fei, K.-S. Ling // Genome Announcements. – 2013. – Vol.1. – N.5.
7. Sastry K. Subramanya Seed-borne plant virus diseases/ K. S. Sastry– Berlin:Springer, 2013. – 327p.
8. Silva P. P. Detection of tomato mosaic virus in tomato seed and treatment by thermotherapy / P. P. Silva, R.A. Freitas, W.M. Nascimento // Acta Horticulturae. – 2011. – Vol. 917. – P. 303-308.
9. Co-divergence and host-switching in the evolution of tobamoviruses/ A.H. Stobbe, U. Melcher, M.W. Palmer [et all.] // Journal of General Virology. – 2012. – Vol.93. – P. 408-418.
10. Tamura K. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees / K. Tamura, M. Nei // Molecular Biology and Evolution – 1993 – Vol.10 – P. 512-526.
11. Virus taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses: Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / [A. King, M. Adams, E. Lefkowitz et all.] – London: Academic Press, 2012. – 1327p.
12. Missense Mutation in Tomato mosaic virus L11A-Fukushima Genome Determines Its Symptomless Systemic Infection of Tomato / H. A. Yamamoto, T. Abe, K. Ueda [et all.] //Journal of General Plant Pathology. – 2002. – Vol. 68. – P. 385-389.

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИРУСА МОЗАИКИ ТОМАТА, ИЗОЛИРОВАННОГО ИЗ СЕМЯН *LYCOPERSICON ESCULENTUM L.*

Е. Аль Далаин, А.С. Бондарь, О. В. Тымчишин, Т.П. Шевченко,
И.Г. Будзанивская, В.П. Полищук

*Проведена проверка семян *Lycopersicon esculentum L.* на контаминацию вирусом мозаики томата (ВМТо), типичного патогена этих растений. Детекцию вирусных антигенов проводили с помощью ИФА. Из проверенных сортов семян 40% были контаминированные ВМТо. Получена и проанализирована последовательность гена капсидного белка украинского изолята ВМТо (ТоMV-ukr3). Филогенетическое дерево на основании гена капсидного белка украинского изолята и штаммов с Genbank продемонстрировало его гомологию с известными штаммами в диапазоне 96-99%. В результате проведенного филогенетического анализа и сравнения ВМТо-ukr3 с охарактеризованными штаммами ВМТо было установлено, что выделенный патоген является родственным к штаммам ВМТо-1-2, ВМТо-G26 и ВМТо-G6.*

Ключевые слова: *ВМТо, *Lycopersicon esculentum L.*, семена, филогенетический анализ*

PHYLOGENETIC ANALYSIS OF TOMATO MOSAIC VIRUS ISOLATED FROM SEEDS OF *LYCOPERSICON ESCULENTUM L.*

E. AlDalain, O.S. Bondar, O.V. Tymchyshyn, T.P. Shevchenko,
I.G. Budzanivska, V.P. Polishchuk

Tomato seeds of different cultivars were checked for contamination with Tomato mosaic virus (ToMV), typical pathogen of these vegetable crops in Ukraine. The incidence of viral contaminations was determined using ELISA. Approximately 40% of seed samples were contaminated with ToMV. The coat protein (CP) gene sequence of Ukrainian isolate (ToMV-ukr3) was obtained and analyzed. Phylogenetic tree based on complete CP sequences of Ukrainian isolate and strains available in

Genbank was constructed in Mega 6. Comparison of nucleotide sequences of obtained isolate with those of other ToMV strains in Genbank confirmed that detected pathogen is isolate of Tomato mosaic virus. CP sequence of ToMV-ukr3 revealed 96-99% nucleotide homology with existing ToMV strains. ToMV-ukr3 was the most related to strains ToMV-1-2, ToMV-G26 and ToMV-G6.

Key words: *ToMV, Lycopersicon esculentum L., seeds, phylogenetic analysis*

**ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗБОРУ ВРОЖАЮ НА НАСІННЄВУ
ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА ПОСІВНОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

С. П. Полторецький, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва

Встановлено, що максимальну насінневу продуктивність забезпечує роздільний обмолот насінницьких посівів проса за наявності 65–70% зрілого насіння в волоті з терміном відлежування валка від трьох до шести діб, а також прямий обмолот за 85–90%-ного ступеня зрілості.

Ключові слова: *просо, насіння, ступінь зрілості, строк збору, спосіб збору.*

Просо має ряд біологічних особливостей, що зумовлюють значну різноякісність його насіння. Найваговитіше і крупне зерно формується у верхній частині волоті. Від початку досягання насіння з верхньої частини волоті до повної його стиглості в нижній у середньому проходить 15–25 діб [3]. Проте, період дозрівання може істотно подовжуватися через неодночасність формування волотей на окремих стеблах рослини. Тому, загальна тривалість періоду від викидання волотей до господарської стиглості іноді сягає 45–50 діб. Така неодночасність дозрівання насіння з різних частин волоті зумовлює значні відмінності в його посівних кондиціях.

У практиці набули поширення як пряме комбайнування, так і роздільний спосіб збору врожаю проса. Залежно від ґрунтово-кліматичних і сортових особливостей окремі дослідники надають перевагу кожному з них. Як правило, пряме комбайнування найчастіше використовують за повної стиглості 50 – 60% насіння, а також у тих випадках коли висота рослин менше 45 см, або зрідженому стеблостой й низько нахилений волоті. Так, у дослідях В. Куляєва

[4], під час скошування у валки досить густого стеблостою – 257 рослин на 1 м² і його висоті 41 см валок формувався дуже тонким (6 см) і загальні втрати за жаткою та підбирачем становили 10%, тоді як за прямого комбайнування вони були в 1,5 раза меншими.

Інші дослідники вказують і на недоліки цього агроприйому [2]. Так, прямий обмолот не повністю зрілого насіння проса може призвести до значного зниження його посівних якостей. Щоб уникнути такого явища, вони пропонують використовувати двофазний обмолот – за перший раз на понижених обертах молотильного агрегату вимолочується лише дозріле і найваговитіше насіння (до 60% від загальної маси врожаю), а решта – обмолочується через 5–6 діб після підсихання і використовується вже на харчові або кормові цілі [6]. Проте А.І. Єфанов [1] наводить дані, що способи збирання істотного впливу не мають як на рівень урожайності зерна й насіння проса, так і на його посівні якості. При цьому, за результатами проведених автором досліджень, найдоцільнішим виявилось пряме комбайнування, але з обов'язковим попереднім внесенням десикантів.

Зважаючи на це, проблема встановлення оптимальних строків збору врожаю насінницьких посівів проса потребувала подальшого дослідження.

Метою досліджень було комплексне вивчення взаємного впливу строків скошування, тривалості відлежування валків і погодних умов у цей період на рівень насінневої продуктивності проса посівного в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2011 – 2013 рр. у польовій сівозміні кафедри рослинництва. Двофакторний польовий дослід з вивчення впливу особливостей збору врожаю насінницьких посівів передбачав такі градації факторів: *A* (ступінь зрілості насіння в мітелці) – 25–30%, 45–50, 65–70 (контроль) і 85–90% насіння досягало фази повної стиглості; *B* (тривалість відлежування валка) – пряме комбайнування, а також через три, шість (контроль) і дев'ять діб після скошування. Для сівби використовували середньостиглий сорт проса посівного Золотисте.

Попередник проса – пшениця озима. Фосфорні і калійні добрива вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під першу весняну культивуацію загальною нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$. Строк сівби – друга декада травня. Повторностей – чотири, розміщення варіантів послідовне. Збір врожаю – згідно зі схемою досліджень, з подальшим зважуванням зерна та перерахуванням його на стандартну вологість і засміченість. Урожайність контролювали за пробними снопами з 1 м^2 в усіх повтореннях.

Польові і лабораторні дослідження, обліки, аналізи та спостереження проводили згідно із загальноприйнятими методиками [5].

Район проведення досліджень характеризується нестійким зволоженням. Комплексна оцінка умов зволоження й температурного режиму протягом років досліджень за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Г. Т. Селянинова свідчить, що вегетаційний період проса в 2012 році характеризувався як середньо посушливий (ГТК = 0,6), а 2011, 2013 і 2014 роки – відповідно надмірно (ГТК = 2,0) та достатньо (ГТК = 1,0 – 1,5) вологими. При цьому, як правило, на час настання повної стиглості була спекотна погода і лише в окремі роки (2011 р.) значна кількість дощу в цей період спричиняла часткове поникання посівів й утруднювала збір урожаю.

Результати досліджень та їхній аналіз. Сівбу проса в умовах років досліджень здійснювали в рекомендований для цього регіону строк – друга декада травня. Достатні запаси ґрунтової вологи, сформовані в результаті дощів у цей період, а також оптимальний температурний режим повітря ($+16,4 - +19,5^\circ \text{C}$) і ґрунту ($+17,4 - +21,5^\circ \text{C}$) забезпечили досить високий рівень показників польової схожості, а також появу дружних і вирівняних сходів. У середньому за роки досліджень густота рослин проса, а також показники польової схожості насіння були досить високими і вирівняними і становили $243-246 \text{ шт./м}^2$ і $73,9-74,9\%$, без істотних відмінностей в окремі роки.

Значно суттєвішим виявився вплив погодних умов, а також досліджуваних особливостей збору врожаю на кінцеву морфоструктуру насінницьких посівів. Так, значна кількість дощу в червні й липні 2011 року (на 149 і 173% більше

середньобагаторічної позначки) в поєднанні з порівняно невисоким температурним режимом істотно змінили структуру насінницького ценозу – на час настання 25–30%-ної стиглості насіння у волоті збереженість материнських рослин проса становила 77,3–80,7%, тоді як за сприятливіших умов 2012 і 2013 років вона варіювала в межах 83,1–85,4 та 84,7–87,6%.

Крім цього, понаднормове надходження вологи в 2011 році призвело до підвищеного кушіння материнських рослин проса. Так, загальне і продуктивне кушіння в умовах цього року в середньому в досліді становило відповідно 1,28 і 1,19, тоді як в інші роки ці показники зменшувались на 6 – 16%.

Залежно від дії досліджуваних особливостей збору врожаю з'ясовано, що в усі роки досліджень з перенесенням у часі строків скошування від 25–30 до 85–90%-ного ступеня зрілості насіння в мітелці густота материнських рослин мала тенденцію до зниження, проте, як правило такі зміни були не критичними – 1–3%.

У подальшому, такі особливості формування щільності насінницького ценозу знайшли пряме відображення в формуванні величини врожайності материнських рослин і елементів його структури.

За результатами проведених досліджень строки скошування, а також тривалість відлежування біомаси в валках неоднозначно впливали на врожайність материнських рослин проса (таблиця).

Так, в усі роки досліджень одержанню найвищої врожайності насіння проса за роздільного способу збору врожаю сприяло використання рекомендованого строку скошування, коли ступінь його зрілості в мітелці сягав 65–70% – у середньому за варіантами обмолоту 3,85 т/га. Передчасні до цього строки скошування, коли кількість зрілого насіння в мітелці становила лише 25–30 і 45–50%, супроводжувалися істотними втратами урожаю насіння – відповідно 0,44 і 0,24 т/га при $НІР_{05(A)} = 0,11–0,15$ т/га. Невдалою виявилася й затримка зі скошуванням материнських рослин проса до часу, коли кількість зрілого насіння в мітелці підвищувалася до 85–90% – двофазний збір урожаю. За таких умов збиральні роботи супроводжувалися істотними втратами

(0,56 т/га) зрілого насіння внаслідок його обсипання.

Урожайність насінницьких посівів проса залежно від особливостей збору врожаю, т/га

Варіант досліджу		Рік			Середня за три роки
Ступінь зрілості насіння в мітелці (фактор А)	Тривалість відлежування валка (фактор В)	2011	2012	2013	
25–30%	Прямий обмолот	1,79	1,16	1,82	1,59
	Три доби	3,49	2,98	3,51	3,33
	Шість діб	3,79	3,24	3,86	3,63
	Дев'ять діб	3,41	2,92	3,48	3,27
45–50%	Прямий обмолот	2,03	1,82	2,18	2,01
	Три доби	3,64	3,21	3,87	3,57
	Шість діб	3,83	3,40	4,11	3,78
	Дев'ять діб	3,51	3,18	3,73	3,48
65–70% (контроль)	Прямий обмолот	3,21	2,73	3,62	3,19
	Три доби	3,95	3,56	4,33	3,95
	Шість діб (контроль)	3,85	3,46	4,57	3,96
	Дев'ять діб	3,74	3,27	3,95	3,65
85–90%	Прямий обмолот	3,86	3,55	4,21	3,87
	Три доби	3,76	3,39	4,04	3,73
	Шість діб	3,49	3,11	3,62	3,41
	Дев'ять діб	2,72	2,53	2,97	2,74
<i>Середнє по досліджу</i>		3,38	2,97	3,62	3,32
<i>НІР₀₅, т/га</i>	<i>Фактор А</i>	0,11	0,12	0,15	
	<i>Фактор В</i>	0,11	0,12	0,15	
	<i>Взаємодія АВ</i>	0,22	0,24	0,30	
<i>Частка впливу, %</i>	<i>Фактор А</i>	11	16	22	
	<i>Фактор В</i>	41	38	33	
	<i>Взаємодія АВ</i>	44	41	39	
	<i>Інші</i>	4	5	6	

Значно кращим за такого ступеня стиглості насіння виявився прямий обмолот материнських рослин – урожайність за роки досліджень при цьому становила 3,55–4,21 т/га, що лише в умовах 2013 року було істотно менше (0,36 т/га), ніж у контрольному варіанті збору врожаю (65–70% зрілого насіння в волоті з терміном відлежування валка шість діб). В інші два роки прямий обмолот валків за настання 85–90%-ної стиглості насіння в волоті забезпечував більшу врожайність (на 0,01–0,09 т/га) за рахунок менших втрат через осипання. Передчасні до цього строки прямого обмолоту спричиняли істотні втрати (0,69–2,28 т/га) урожаю насіння. Найгіршим виявився варіант, коли прямий обмолот використовували за повної зрілості лише 25–30% насіння в

волоті – врожайність була найменшою в усі роки досліджень – 1,16–1,82 т/га. І хоча зріле насіння виявилось дуже крупним і важким, проте його прямий обмолот у цей період сильно ускладнювався через підвищену вологість сирої біомаси материнських рослин проса, що призводило до значних втрат урожаю. Перенесення строків прямого обмолоту до настання 45–50 і 65–70% зрілого насіння в мітелці покращувало якість обмолоту і сприяло істотному збільшенню врожайності на 0,42 і 1,60 т/га.

Позитивним для одержання високої врожайності виявилось й використання такого агрозаходу як відлежування валків. Так, при скошуванні материнських рослин проса за 25–30%-ної стиглості насіння в мітелці, відлежування валків упродовж трьох і шести діб істотно покращувало якість обмолоту за рахунок висушування листостеблової маси. Крім цього, завдяки здатності виповненого, але незрілого насіння проса дозрівати у валках урожайність збільшувалася на 2,04–0,30 т/га або до рівня 3,33–3,63 т/га ($HP_{05(B)} = 0,11–0,15$ т/га). Проте подальше подовження строків обмолоту ще на три доби призвело до втрати врожаю (0,30 т/га) внаслідок обсипання найбільш важкого і зрілого насіння. Подібна тенденція спостерігалася впродовж усіх років досліджень. При цьому, якщо за наявності в мітелці 25–30 і 45–50% стиглого насіння найефективнішим виявилось відлежування валків не менше шести діб, то за 65–70% ефективність цього агрозаходу за трьох і шести діб була однаковою (різниця становила 0,01 т/га), а за 85–90%-ні й стиглості була недоцільною (кожні три доби збільшували втрати насіння внаслідок обсипання відповідно на 4, 11 і 21%).

Погодні умови року вирощування також вносили істотні корективи в формування рівня врожаю насіння. Так, спекотні й посушливі умови 2012 року призвели до зрідження насінницького ценозу і значного прискорення генеративних процесів у материнських рослин проса. При цьому, якщо в умовах 2011 року зрідження густоти рослин частково було компенсоване внаслідок підвищеного коефіцієнта продуктивного куціння за значного зволоження, то посушливі умови 2012 року сприяли формуванню лише

одностеблових рослин. Найбільш вдалим у цьому відношенні виявився 2013 рік, оптимальний розподіл опадів, а також температурний режим на рівні біологічного оптимуму впродовж вегетації насінницьких посівів проса забезпечив найкращу збереженість і густоту продуктивного стеблостою. Відповідно до цього врожайність насінницьких посівів проса в умовах 2013 року в середньому за варіантами досліджень становила 3,62 т/га порівняно з 2,72 і 2,53 т/га у 2011 і 2012 роках.

За результатами дисперсійного аналізу найвпливовішим чинником, що забезпечував максимальний збір урожаю насінневого матеріалу виявилось вдале поєднання вибору строку скошування і тривалості відлежування валків (взаємодія АВ) – частка впливу на рівні 39–44%. Не менший вплив мало й окреме використання такого агроприйому, як відлежування валків (фактор В) – відповідно 33–41%. Найменше впливало окреме врахування ступеня зрілості насіння в мітелці – 11 – 22%.

За результатами комплексної оцінки досліджуваних агроприймів, а також погодних умов у роки формування врожаю нами побудовано емпіричну математичну модель:

$$z = 2,84 + 0,049 \cdot x - 0,03 \cdot y,$$

що описує тісний прямий множинний кореляційний зв'язок ($r_{z/xy} = 0,62 \pm 0,04$) між урожайністю материнських рослин (z), кількістю опадів (x) та сумою ефективних температур (y) у період дозрівання насіння проса (рисунок).

Біологічний аналіз змісту цього зв'язку показав, що з подовженням тривалості зазначеного періоду, накопичення суми ефективних температур і опадів позитивно впливає на збільшення врожаю насіння проса. Крім цього, за результатами аналізу парних взаємодій встановлено, що урожайність насіння на 37% апроксимується з сумою ефективних температур і на 29% – з кількістю опадів у період дозрівання ($r^2_{yz} = 0,37$ і $r^2_{xz} = 0,29$).

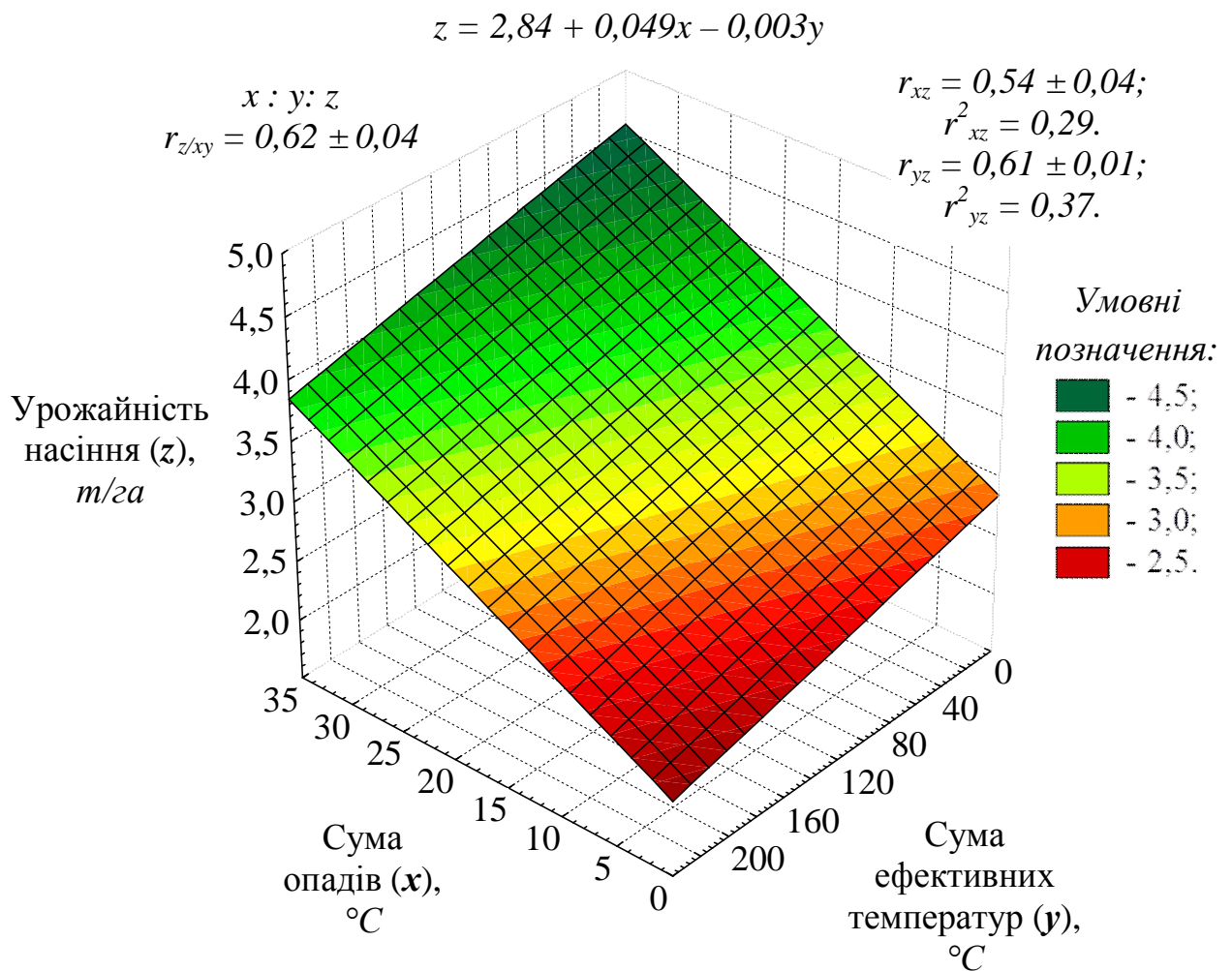


Рис. Залежність урожайності материнських рослин від кількості опадів та суми ефективних температур у період дозрівання насіння проса, 2011 – 2013 рр.

Проте, як показали результати досліджень 2013 року, подальша затримка рекомендованих строків збору (65–70% зрілого насіння в мітелці) поєднувалася з великою кількістю дощу в третій декаді серпня, призводячи до значних втрат врожаю внаслідок обсипання найважчого і зрілого насіння. Так, між урожайністю материнських рослин і кількістю опадів у період 85–90%-ної зрілості насіння в волоті було встановлено обернений тісний кореляційний зв'язок ($r = -0,82 \pm 0,00$), який вказує на значну прогнозованість (68%) втрат насіння внаслідок утруднення обмолоту й обсипання ($r^2 = 0,68$).

Висновки

1. Одержанню найвищої врожайності насіння проса за роздільного способу

його збирання сприяло використання строку скошування, коли ступінь його зрілості в мітелці сягав 65–70% – відповідно у середньому за варіантами обмолоту 3,85 т/га. Передчасне скошування (25–30 і 45–50%), а також його затримка (85–90%) супроводжувалися істотними втратами врожаю насіння – відповідно 0,44; 0,24 і 0,56 т/га.

2. За перестою рослин на корені (ступінь зрілості 85–90%) найоптимальнішим є прямий обмолот материнських рослин – урожайність за роки досліджень становила 3,55–4,21 т/га, що лише в умовах 2013 року було істотно менше (0,36 т/га), ніж у контрольному варіанті збирання врожаю (65–70% зрілого насіння в волоті з відлежуванням валка впродовж шести діб). Передчасний прямий обмолот призводив до істотних втрат (0,69–2,28 т/га) врожаю насіння, найбільшими вони були при проведенні його за повної зрілості лише 25–30% насіння в волоті – врожайність у всі роки досліджень становила лише 1,16–1,82 т/га.

3. Відлежування валків неоднозначно впливало на збір врожаю: за 25–30 і 45–50% зрілого насіння у волоті найефективнішим воно було тривалістю не менше шести діб; за 65–70% – варіанти трьох і шести діб мали однакову ефективність; за 85–90% – цей агроприйом був недоцільним.

5. Найбільш впливовим чинником, що забезпечував максимальний збір врожаю насінневого матеріалу було вдале поєднання вибору строку скошування і тривалості відлежування валків – частка впливу 39–44%. Не менш впливовим виявилось й окреме використання такого агроприйому, як відлежування валків – відповідно 33–41%.

6. Між урожайністю материнських рослин, кількістю опадів та сумою ефективних температур у період дозрівання насіння проса існує тісний множинний кореляційний зв'язок, який вказує на те, що з подовженням тривалості цього періоду, накопичення суми ефективних температур і опадів позитивно впливає на збільшення врожаю насіння проса. Проте в умовах регіону досліджень за затримки строків збору врожаю прогноз значних втрат насіння збільшується внаслідок його обсіпання через загрозу випадання

значної кількості дощу й утруднення обмолоту.

Список літератури

1. Ефанов А. И. Влияние различных способов уборки гороха, гречихи и проса на урожайность зерна, посевные качества и урожайные свойства семян в условиях юго-западной части ЦЧЗ: автореф. дис. на соискание ученой степени к.с.-х.н.: 06.01.05 / Ефанов А. И. ; – Белгород: Белгород. гос. с.-х. акад., 2000. – 26 с.
2. Коренев Г. В. Биологическое обоснование сроков и способов уборки зерновых культур / Г. В. Коренев ; 2-е изд. перераб.и доп. – М. : Колос, 1971. – 160 с.
3. Корнилов А. А. Просо / А. А. Корнилов. – М. : Сельхозиздат, 1960. – С. 48–56.
4. Куляев В. Раздельная уборка низкорослого проса / В. Куляев // Машинно-тракторная станция. – 1958. – № 8. – С. 26 – 29.
5. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / [В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз]; за ред. В.О. Єщенка. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.
6. Тохтуев А. В. Просо в Сибири / А. В. Тохтуев. – М. : Сельхозгиз, 1957. – 71 с.

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СБОРА УРОЖАЯ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРОСА ПОСЕВНОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Полторецкий С. П.

Установлено, что максимальную семенную продуктивность обеспечивает раздельный обмолот семеноводческих посевов проса при наличии 65–70% зрелых семян в метелке со сроком отлёживания валка от трех до шести суток, а также прямой обмолот при 85–90% степени зрелости.

Ключевые слова: просо, семена, степень зрелости, срок сбора, способ сбора.

INFLUENCE OF HARVEST FEATURES ON SEED PRODUCTIVITY OF MILLET IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Poltoretskiy S.P.

It was found that the maximum seed productivity provides separate threshing of millet sowings with the presence of 65-70% of mature seeds in the panicle with the term of store maturation of the swath from three to six days, and direct thrashing with 85-90% degree of maturity.

Keywords: *millet, seeds, maturity degree, harvest term, harvest method.*

УДК 633.11:631.811

**ЗАСВОЄННЯ АЗОТУ РОСЛИНАМИ ІНТЕНСИВНИХ СОРТІВ
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ АКМ**

В.В. КАЛИТКА, доктор сільськогосподарських наук

З.В. ЗОЛОТУХІНА, асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Встановлено, що використання регулятора росту АКМ для передпосівної обробки насіння і вегетуючих рослин інтенсивних сортів пшениці озимої сприяло зростанню вмісту азоту у вегетативній масі протягом усього досліджуваного періоду вегетації за рахунок активізації процесу поглинання його із ґрунту і добрив. Застосування цього агроприйому стимулювало процес реутилізації азотистих речовин із вегетативних частин рослини до репродуктивних.

***Ключові слова:** пшениця озима, регулятор росту, сорт, засвоєння азоту, реутилізація азоту.*

Світова практика свідчить, що врожайність пшениці озимої росте в міру оптимізації ресурсного забезпечення, повнішого використання генетичного потенціалу сортів, максимальної адаптації технології вирощування до вимог сорту та ґрунтового-кліматичних умов зони [9]. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва, вирощування високоякісного зерна пшениці озимої неможливе без раціонального використання азотних добрив [6]. Проте ефективність засвоєння азоту в посівах зернових культур залишається низькою. Частково це можна пояснити несприятливими погодними умовами протягом вегетації, але основною причиною залишається невідповідність систем азотного живлення фізіологічним потребам рослин. Тому нині дуже важливим є питання розробки технологій підвищення ефективності засвоєння азоту рослинами пшениці озимої, які якнайповніше б відповідали вимогам сорту за відповідних умов вирощування.

Одним із елементів сучасної інтенсивної технології вирощування зернових культур є впровадження регуляторів росту рослин (РРР) нового покоління. Результати досліджень свідчать, що нові РРР здатні підвищувати на 10-30% як врожайність основних польових культур, так і білкову цінність вирощеної продукції [1]. Але характер їх впливу на азотне живлення рослин пшениці озимої вивчено недостатньо.

Метою дослідження було вивчення впливу регулятора росту АКМ на процес асиміляції азоту у вегетативних і репродуктивних органах рослин інтенсивних сортів пшениці озимої.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2009-2012 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва в навчально-виробничому центрі Таврійського державного агротехнологічного університету. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний легко глинистий, вміст гумусу в орному шарі – 2,9-3,7%, легкогідролізованого азоту – 80,0-98,0 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 138,1-158,0 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 165,8-180,0 мг/кг ґрунту, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН = 6,5-7,5).

За величиною гідротермічного коефіцієнта весняно-літній період вегетації пшениці озимої у 2010 і 2012 роках був слабко посушливим (ГТК = 0,8), а у 2011 році – достатньо зволеним (ГТК = 1,4).

Двофакторний польовий дослід проводили за схемою:

Фактор А. Регулятор росту:

1. контроль (без РРР);
2. АКМ.

Фактор В. Сорт:

1. Золотоколоса;
2. Антонівка;
3. Тітона.

Передпосівну обробку насіння здійснювали за 1-2 дні до посіву методом інкрустації з розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння. Норма використання регулятора росту АКМ становила 0,33 л/тонну насіння, протруйника раксіл ультра – 0,2 л/тонну. В період вегетації рослини обробляли у фазу виходу в трубку та під час наливу зерна препаратом АКМ (0,33 л/га) із

розрахунку 200 л/га робочого розчину. За сівби у всіх варіантах досліду вносили повне добриво у вигляді нітроамофоски дозою $N_{12}P_{12}K_{12}$ за діючою речовиною. Для ранньовесняного підживлення використовували 100 кг/га аміачної селітри (N_{34}).

Попередник пшениці озимої в сівозміні – чорний пар. Обробіток ґрунту та підготовку поля до сівби здійснювали за схемою, загальноприйнятою для зони Південного Степу України [3]. Насіння висівали в першій декаді жовтня в добре підготовлений ґрунт звичайним рядковим способом, глибина загорання – 5-6 см, норма висіву – 5,0 млн. насінин на 1 га. У фазу кушіння вносили гербіцид Гранстар (0,02 кг/га). У фазу виходу в трубку рослини оброблялися фунгіцидом Форсаж 500SC (0,5 л/га). Для захисту від шкідників використовувався інсектицид Бі-58 Новий (1,5 л/га).

Вміст азоту в рослинному матеріалі визначали за методом К'єльдаля, коефіцієнт реутилізації азоту в зерно із вегетативних органів рослини K_{pz} розраховували за формулою Д. А. Кірізія [4]. Статистичну обробку результатів досліджень проводили дисперсійним та кореляційно-регресійним методами із використанням програмного забезпечення MS Office 2007 та Agrostat New.

Результати дослідження та їх аналіз. Відомо, що білковість зерна залежить від особливостей генотипу і забезпеченості рослин азотом, яка у свою чергу пов'язана з інтенсивністю ростових процесів, в основі яких лежить продуктивність фотосинтетичного апарату та здатність кореневої системи поглинати азот із ґрунту і добрив. Для уникнення зменшення білковості, підвищення врожаю має супроводжуватись збільшенням поглинання азоту й ефективності його використання для біосинтезу білка [8]. Накопичення білка в зерні відбувається за рахунок використання двох джерел азотовмісних сполук: реутилізації азоту, накопиченого у вегетативних органах (переважно листках і стеблах) і поглинання азоту із ґрунту та добрив у період дозрівання зернівки [5,7].

Результати дослідження показують, що засвоєння азоту рослинами контрольних варіантів залежало від сортових особливостей і погодних умов

весняно-літнього періоду вегетації. Найбільшу кількість азоту у вегетативних органах рослин пшениці озимої спостерігали в посушливих 2010 та 2012 роках, тоді як у достатньо зволоженому 2011 році його вміст був меншим. Однак динаміка накопичення азотистих сполук за фазами розвитку мала однакоvu тенденцію для рослин усіх сортів протягом досліджуваних років (рис.1). Так, максимальну кількість азоту (3,9-4,4%) рослини інтенсивних сортів пшениці озимої накопичували до фази виходу в трубку. На початку формування репродуктивних органів (фаза цвітіння) вміст азоту у вегетативних органах зменшувався до 3,0-3,5% з більш різким зниженням його вмісту в період досягання зерна (1,8-2,1%), що пов'язано з процесом реутилізації азотистих речовин до зернівки.

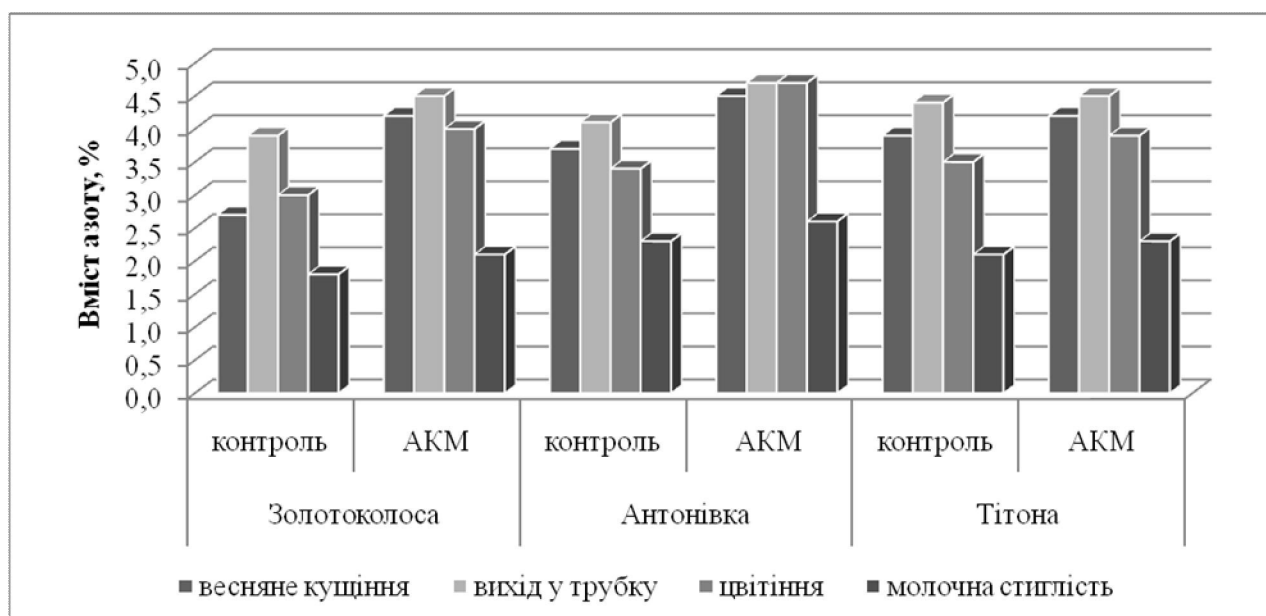


Рис.1 Динаміка вмісту азоту у вегетативних органах рослин інтенсивних сортів пшениці озимої залежно від дії регулятора росту, в середньому за 2010-2012 рр.

Серед досліджуваних сортів пшениці озимої найменшу кількість азоту в усі досліджені фази розвитку накопичували рослини сорту Золотоколоса (1,8-3,9%), найбільшу – сорту Тітона (2,1-4,4%).

Застосування регулятора росту АКМ сприяло зростанню вмісту азоту в 1,1-1,6 раза в рослинах усіх сортів протягом усього дослідженого періоду. При

цьому найбільший вплив на його величину відзначали у сорту Золотоколоса, для якого збільшення вмісту азоту від використання АКМ у середньому за період вегетації становило 0,85% (абс.).

Коефіцієнт засвоєння азоту рослинами контрольних варіантів відрізнявся за сортами і залежав від погодних умов року (табл.1). Так, найвище значення цього показника в межах 57-68% відзначено в 2011 році за сприятливих гідротермічних умов, коли достатня кількість вологи сприяла максимальному поглинанню азоту кореневою системою рослин. За дефіциту вологи, що було характерним для вегетаційного періоду 2010 та 2012 років, засвоєння азотистих речовин різко знижувалося до 18-50%.

1. Коефіцієнт засвоєння азоту рослинами пшениці озимої з ґрунту і добрив залежно від дії регулятора росту, %

Сорт (фактор В)	РРР (фактор А)	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за 2010- 2012 рр.	C _v , %
Золотоколоса	контроль	18	68	20	35	81
	АКМ	22	85	25	44	81
Антонівка	контроль	50	57	30	46	30
	АКМ	63	69	39	57	28
Тітона	контроль	29	68	42	46	43
	АКМ	53	91	64	69	28
НІР ₀₅ , для:	фактора А	8,6	8,0	6,2	2,7	-
	фактора В	3,6	3,7	3,3	1,9	-

Слід також відзначити різну реакцію досліджуваних сортів на стресові умови, спричинені ґрунтовою посухою в період весняної вегетації. Так, найбільшою стабільністю поглинання азоту, незалежно від погодних умов року, характеризувався сорт Антонівка, що підтверджується найменшим коефіцієнтом варіації. Найбільшу варіабельність цього показника спостерігали у сорту Золотоколоса – від 18-20% за стресових умов 2010 та 2012 років до 68% у сприятливому 2011 році. Тобто, серед досліджуваних сортів найвищою

стійкістю проти несприятливих умов характеризувався сорт Антонівка, а найменш стресостійким виявився сорт Золотоколоса, який належить до сортів, здатних реалізувати свій потенціал продуктивності лише за оптимальних умов вологозабезпечення.

Застосування регулятора росту АКМ сприяло кращому поглинанню азоту, що проявилось у збільшенні коефіцієнта засвоєння азотистих речовин на 4-24% (абс.) рослинами усіх сортів пшениці озимої порівняно з контролем. Найбільший ефект від використання АКМ відзначали у сорту Тітона, в якого цей показник у середньому за роки проведення дослідження збільшився на 23% (абс.), порівняно з варіантом без використання РРР. Зростання інтенсивності поглинання азотистих речовин за використання АКМ відбувалося, напевно, за рахунок розвитку більш потужної кореневої системи [2].

Під час досягання зерна відбувалося різке зменшення вмісту азоту в листках і стеблах, що супроводжувалося накопиченням азоту в зернівці (рис.2).

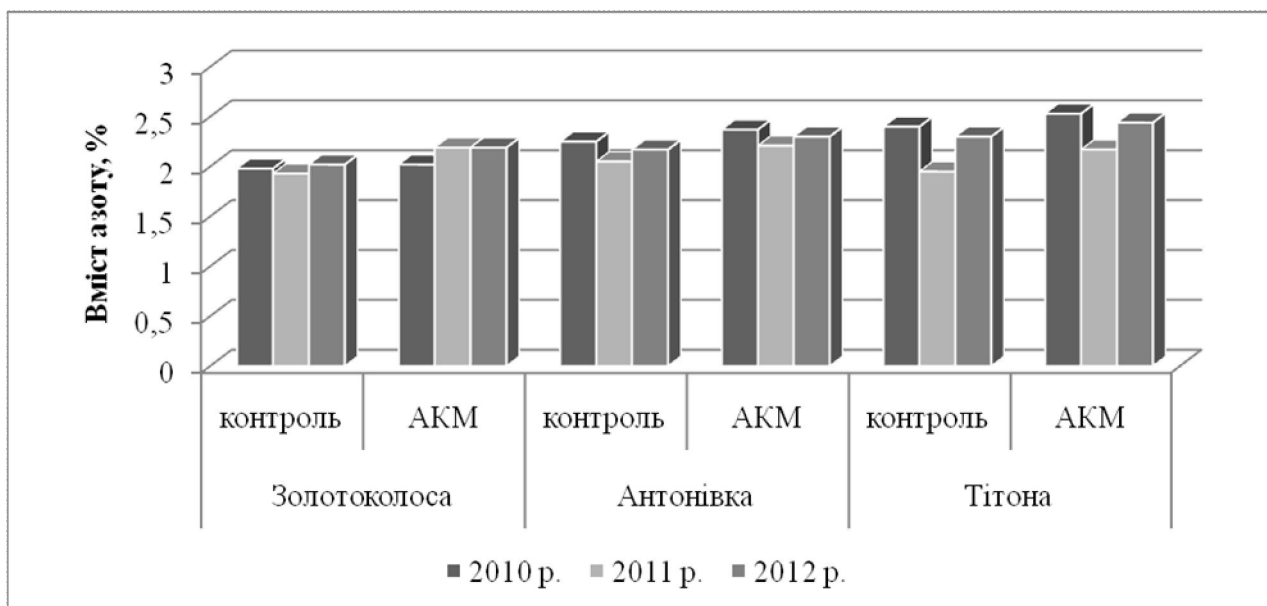


Рис.2 Вміст азоту в зернівці інтенсивних сортів пшениці озимої залежно від дії регулятора росту

Асиміляція азоту в репродуктивних органах рослин контрольних варіантів мала сортові особливості і залежала від погодних умов вегетації. Так, найбільшу кількість азотистих речовин у зернівці рослини досліджуваних

сортів накопичували за посушливих умов 2010 (1,98-2,40%) та 2012 (2,02-2,30%) років, а найменшу – в достатньо зволоженому 2012 році (1,93-2,05%). Проведений кореляційний аналіз показав, що між гідротермічними умовами в період наливу зерна і вмістом азоту в зернівці існує тісний від'ємний зв'язок ($r = -0,86 - -0,99$), тобто підвищена температура повітря та нестача вологи активізують переміщення азотовмісних сполук до зернівки.

Серед досліджуваних сортів пшениці озимої найбільшу кількість азоту в зернівці накопичували рослини сорту Тітона (1,95-2,40%), а найменшу – сорту Золотоколоса (1,93-2,02%). Разом з тим, слід відзначити найменшу варіабельність цього показника саме у сорту Золотоколоса, коефіцієнт варіації якого становив 2%, в той час як для сорту Антонівка – 5%, а для сорту Тітона – 11%.

Застосування регулятора росту АКМ сприяло зростанню вмісту азоту в зернівці усіх досліджуваних сортів на 0,12-0,26% (абс.) залежно від погодних умов року. Найбільший вплив на величину цього показника відзначали у сорту Тітона, для якого збільшення вмісту азоту в зернівці за використання АКМ у середньому за роки проведення дослідження становило 0,16% (абс.). Разом з тим застосування регулятора росту рослин для сорту Тітона сприяло зменшенню варіабельності цього показника за роками, внаслідок чого коефіцієнт варіації знизився від 11% в контрольному варіанті до 8% за застосування АКМ.

Для детальнішого аналізу особливостей азотного обміну у рослин інтенсивних сортів пшениці озимої використовували коефіцієнт реутилізації азоту в зерно K_{pz} [4], який показує частку азоту, накопичену в стиглому зерні, реутилізовану із вегетативних органів рослини.

Отримані дані показують, що накопичення азоту в зернівці контрольних варіантів усіх досліджуваних сортів у період молочної – молочно-воскової стиглості відбувалося практично однаково як за рахунок його активного поглинання з ґрунту і добрив, так і за рахунок реутилізації із вегетативних органів рослини (табл.2).

2. Коефіцієнт реутилізації азоту із вегетативних пагонів пшениці озимої в зернівку в процесі наливу зерна, %

Сорт (фактор В)	PPP (фактор А)	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за 2010- 2012 рр.
Золотоколоса	контроль	61	62	59	61
	АКМ	94	87	87	89
Антонівка	контроль	49	54	51	51
	АКМ	89	95	92	92
Тітона	контроль	58	72	61	64
	АКМ	63	74	66	68
НР ₀₅ , для:	фактора А	2,5	7,2	5,4	1,0
	фактора В	5,0	5,0	3,7	2,5

Найбільше значення коефіцієнта реутилізації серед досліджуваних сортів було характерне для сорту Тітона, найменше – сорту Антонівка.

Застосування регулятора росту АКМ стимулювало процес реутилізації азоту, накопиченого в вегетативних частинах рослини, про що свідчить зростання коефіцієнта реутилізації цього елемента в середньому за роки проведення дослідження з 61 до 89% для сорту Золотоколоса і з 51 до 92% для сорту Антонівка. Для сорту Тітона вплив PPP на цей процес був незначним, тому збільшення у нього білковості зерна за використання АКМ відбувалося в основному за рахунок зростання інтенсивності поглинання азотистих речовин із ґрунту та добрив (див. табл. 1).

Висновки

1. Використання регулятора росту АКМ у технології вирощування інтенсивних сортів пшениці озимої сприяло інтенсивнішому накопиченню азоту в листках та стеблах на початкових етапах розвитку рослин за рахунок збільшення коефіцієнта його засвоєння з ґрунту і добрив з подальшою активною реутилізацією азотистих речовин із вегетативних органів до зернівки.

2. Ефективність впливу АКМ на процеси засвоєння і реутилізації азоту мала чітко виражену сортову специфічність.

Список літератури

1. Бабаянц О. В. Биорегуляторы нового поколения для качества урожая / О. В. Бабаянц, С. П. Пономаренко: материалы 6-й Международной конференции Radostim 2010 «Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве», (Краснодар, 24-25 ноября 2010 г.). – Краснодар: КГАУ, 2010. – С. 79–81.
2. Біологічно активні речовини в рослинництві / [З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк]. – К.: ЗАТ «Нічлава», 2008 – 352 с.
3. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.
4. Особливості фотосинтезу і продукційного процесу у високоінтенсивних генотипів озимої пшениці / Кірізій Д. А., Шадчина Т. М., Стасик О. О. та ін. – К.: Основа, 2011. – 416 с.
5. Павлов А. Н. Физиологические причины, определяющие уровень накопления белка в зерне различных генотипов пшеницы / А. Н. Павлов // Физиология растений. – 1982. – №4. – С. 767–780.
6. Оптимізація живлення рослин озимої пшениці за осіннього внесення амонійного азоту / [В. В. Швартау, В. В. Моргун, Л. М. Михальська, В. К. Ходаніцький] // Физиология и биохимия культ. растений. – 2012. – Т.44, №4. – С. 290–301.
7. Gyuga P. Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation / Gyuga P., Demagante A.L., Paulsen G.M. // Journal of Plant Nutpition. – 2002. – Vol. 25, №6. – P. 1281–1290.
8. Lawlor D. W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems / D. W. Lawlor // Journal of Experimental Botany. – 2002. – № 370. – P. 773–787.
9. Prospects and doubling global Wheat yields / M. J. Hamkesford, J-L. Araus, R. Park et al. // Food and Energy Security. – 2013. – Vol. 2.– P. 34–48.

**УСВОЕНИЕ АЗОТА РАСТЕНИЯМИ ИНТЕНСИВНЫХ СОРТОВ
ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕГУЛЯТОРА РОСТА АКМ**

В.В. Калитка

З.В. Золотухина

Установлено, что использование регулятора роста АКМ для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений пшеницы озимой способствовало увеличению содержания азота в вегетативной массе на протяжении всего исследуемого периода вегетации за счет активизации процесса поглощения его из почвы и удобрений. Использование данного агроприема стимулировало процесс реутилизации азотистых веществ из вегетативных частей растения в репродуктивные.

Ключевые слова: *пшеница озимая, регулятор роста, сорт, усвоение азота, реутилизация азота.*

**ASSIMILATION OF NITROGEN BY WINTER WHEAT PLANTS WHEN
USING AKM GROWTH REGULATOR**

V.V. Kalitka

Z.V. Zolotukhina

It has been determined that application of AKM growth regulator for pre-sowing seed treatment and treatment of vegetating winter wheat plants contributed to nitrogen contents increase in vegetative mass during the whole studied vegetation period. At the same time, this agromeasure stimulated the process of nitrogen absorption from the soil and fertilizers as well as its reutilization from vegetative to productive parts of the plant.

Keywords: *winter wheat, growth regulator, variety, nitrogen assimilation.*

УДК 632.4:633.16 (477.4)

**Ефективність протруйників на ячмені ярому проти збудника
твердої сажки**

О. Ф. Антоненко, доктор сільськогосподарських наук;

Ал-Ясірі Хусам Моханад, аспірант*

Наведено результати досліджень біологічної і господарської ефективності застосування на ячмені ярому фунгіцидів-протруйників проти насінневої інфекції твердої сажки

Ключові слова: ячмінь ярий, насіннева інфекція, протруйники, тверда сажка

Значних втрат урожаю ячменю ярому завдають паразитарні хвороби, серед яких великою шкідливістю відзначається тверда сажка, яка передається насінням. Тому сівба заспореним насінням призводить до ураження проростків ячменю й подальшого розвитку хвороби на молодих рослинах. Хворі проростки уповільнюють свій ріст і розвиток, частина їх гине, внаслідок чого знижується схожість і густина посівів.

Ячмінь ярий, уражений твердою сажкою, може мати в колосі замість зерна утворення чорної спорової маси. Тому протруєння посівного матеріалу є обов'язковим складовим елементом технології його вирощування. Воно забезпечує надійний захист молодих проростків від насінневої інфекції, сприяє подальшому їх росту, підвищує продуктивність рослин і поліпшує якість продукції.

Мета дослідження – вивчити ефективність застосування найбільш поширених протруйників для сорту ячменю ярого Голден, насіння якого попередньо було заспорене збудником твердої сажки.

Матеріал і методика досліджень. Польові дослідження проводили в НДГ ВП НУБіП України «Дослідне поле» у 2013 – 2014 рр. на ячмені ярому сорту Голден за схемою (табл.1). у чотириразовому повторенні Площа

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук професор О.Ф. Антоненко

облікової ділянки становила 25 м.кв.. Насіння висівали селекційною сівалкою «Клен».

1. Схема досліду

Варіант досліду	Інфекційне навантаження, г/кг	Норма витрати препарату
Контроль (без заспорення)		
Заспоре́не насіння	2	
Вітавакс 200 ФФ	-//-	2,5
Ламандор 400 FS	-//-	0,25
Максим Стор 0,25 FS	-//-	1,5

Ґрунти дослідного поля - чорнозем типовий, малогумусний з вмістом гумусу до 4,7%; РН-7,3. Попередник - кукурудза на силос. Обробіток ґрунту під ячмінь ярий загальноприйнятий для зони дослідження. Ураженість насіння ячменю ярого твердою сажкою вивчали в лабораторних умовах методом пророщування його на вологому фільтрувальному папері в термостаті за температури 18-20⁰ С; ураженість рослин у польових умовах визначали у фазі молочно-воскової стиглості. Ячмінь ярий збирали прямим комбайнуванням (Sampro -150) з подільанковим обліком урожаю.

Заспорення насіння ячменю ярого твердою сажкою проводили у передпосівний період із розрахунку 2 г спор на 1 кг насіння. У досліді використовували протруйники Вітавакс 200 ФФ, Ламандор 400 FS, Максим Стор 0,25 FS. Достатня волога і помірна температура від сівби і в першій половині літа (2013,2014 рр.) сприяли як вегетативному розвитку рослин, так і ураженню твердою сажкою.

Статистичну обробку даних проводили методами дисперсійного та кореляційного аналізів керуючись методикою Б. А. Доспехова [3] та за допомогою комп'ютерних програм.

Результати досліджень. Фітопатологічне вивчення пророщеного насіння ячменю на вологому фільтрувальному папері в лабораторних умовах

показало, що всі протруйники суттєво не сприяли підвищенню лабораторної схожості насіння, але знижували ураженість твердою сажкою (табл. 2). З даних таблиці видно, що всі протруйники порівняно з контролем (без заспорення) помітного впливу на лабораторну схожість не мали. Варіанти з протруйниками за польовою схожістю на 8-10% поступались контролю (чиста вода) і мали мінімальну перевагу, за винятком Вітавакса 200ФФ, відносно заспороного контролю.

2. Вплив протруйників на схожість насіння ячменю ярого

Варіант досліджу	Норма препарату, л/т	Лабораторна схожість,%			Польова схожість,%		
		2013р.	2014р.	середнє	2013р.	2014р.	середнє
Контроль		92	93	92,5	88	90	89
Контроль, (заспорований)	2г спор на 1кг насіння	86	88	86,5	81	83	82
Вітавакс 200ФФ	2,5 л/т	91	92	91,5	77	79	78
Ламандор 400 FS	0,25л/т	92	94	93	81	85	83
Максим Стар0,25 FS	1,5 л/т	91	93	92	81	85	83
НСР05		1,5	1,6		2,2	2,4	

У табл. 3 наведені результати лабораторних досліджень щодо впливу протруйників на проростки насіння ячменю ярого, заспорованого твердою сажкою. Встановлено, що найбільш ефективним протруйником був Ламандор 400- 0,25л/т. Ураженість проростків твердою сажкою на цьому варіанті становила 1,5%, що в 13,5 раза була нижчою за контроль (заспорований). Інші варіанти з протруйниками також показали високу ефективність в лабораторних умовах.

3. Вплив протруйників на ураженість проростків насіння ячменю ярого твердою сажкою

Варіант досліджу	Норма препарату, л/т	Ураженість твердою сажкою, %		
		2013р.	2014р.	Середнє
Контроль		0	0	0
Контроль, (заспорований)	2г спор на 1кг насіння	14,6	15,4	15,0
Вітавакс 200ФФ	2,5 л/т	2,8	3,2	3,0
Ламандор 400 FS	0,25л/т	1,4	1,6	1,5
Максим Стар0,25 FS	1,5 л/т	3,0	3,4	3,2
НСР05		4,2	3,6	

У польових умовах найвищу ефективність спостерігали у варіанті з протруйником Ламандор 400 FS- 0,25л/т. Зниження ураженості твердою сажкою ячменю, порівняно з контролем, при цьому становило 10,2%. Решта протруйників мали підвищену ефективність щодо контролю і займали проміжне місце відносно цього препарату (табл. 4).

Біологічна ефективність протруйників на ячмені яровому проти твердої сажки за роки досліджень становила в середньому 80 – 89,5%. Найвищу ефективність виявлено у варіанті з протруйником Ламандор 400 FS - 0,25л/т, яка за роками досліджень становила відповідно - 90% і 89%.(Табл. 5).

Вивчення господарської ефективності протруйників на ячменю яровому показало, що всі вони сприяли суттєвому підвищенню врожайності насіння. Із даних, наведених в табл 6, видно, що найвищий урожай був одержаний на варіантах досліджу, де використовували протруйник Ламандор 400 FS- 0,25 л/т і Максим Стар 0,25 FS – 1,5 л/т. (3,98, 394 т/га). Приріст урожаю відносно

контролю становив 0,4 т/га і 0,35т/га., а за використання Вітавакса 200ФФ – 2,5л/т – 0,14т/га.

4.Вплив протруйників на ураженість рослин ячменю ярого твердою сажкою

Варіант дослідів	Норма препарату, л/т	Ураженість твердою сажкою,%		
		2013р.	2014р.	Середнє
Контроль		0	0	0
Контроль, (заспорений)	2г. спор на 1кг насіння	10,5	14,3	12,4
Вітавакс 200ФФ	2,5 л/т	4,8	5,6	5,2
Ламандор 400 FS	0,25л/т	2,0	2,4	2,2
Максим Стар0,25 FS	1,5 л/т	3,5	3,7	3,6
НСР05		4,5	5,6	

5. Біологічна ефективність протруйників на ячмені ярого сорту Голден проти твердої сажки, %

Препарат	Тверда сажка		
	2013р.	2014р.	Середнє
Вітавакс 200ФФ	80	79	79,5
Ламандор 400FS	90	89	89,5
Максим Стар 0,25 FS	79	89	84,0

Таким чином, передпосівна обробка насіння протруйниками є однією з важливих складових інтенсивної технології вирощування ячменю ярого. Перш за все, підвищується стійкість рослин проти твердої сажки, достовірно

збільшується продуктивність рослин, поліпшується якість одержаної продукції.

6. Господарська ефективність використання протруйників на ячмені ярого сорту Голден

Варіант досліджу	Тверда сажка		
	2013р.	2014р.	Середнє
Контроль	3,40	3,76	3,58
Контроль, (заспорений)	2,70	2,90	2,80
Вітавакс 200ФФ	3,60	3,84	3,72
Ламандор 400 FS	3,82	4,14	3,98
Максим Стар0,25 FS	3,90	3,98	3,94
НСР05	3,8	4,3	

Список літератури

1. Пересыпкин В. Ф. Болезни зерновых культур./В.Ф. Пересыпкин- М.: Колос, 1979.- 279с.
2. Болезни сельскохозяйственных культур в 3 т. [В. Ф. Пересыпкин, Н. Н. Кирик, М. П. Лесовой и др.]; под. ред. В. Ф. Пересыпкина..
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат.- 1985.- 347с.
4. Болезни зерновых и зернобобовых культур. – Т.1. К.: Урожай, 1989.- 216с.
5. Ретьман С. В., Горбачова Н. М., Джам О. В., Горбачова Н. М. Передпосівна обробка насіння/ С. В. Ретьман // Захист рослин. – 1999. - №1.- С.4-5.
6. Бабаянц О. В. Висока ефективність фунгіцидних препаратів - протруювачів насіння – надійний захист майбутнього врожаю /О. В. Бабаянц// Агроном. – 2005. - №3.- с.48.

7. Пересипкін В. Ф., Марков І. Л., Шелестова В. С., практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин / навчальний посібник для студентів спеціальності: 7.130104- «Захист рослин» для вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації. – К.: ВЦ НАУ, 2000.- 179 с.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ЯЧМЕНЕ ЯРОВОМ
ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ТВЕРДОЙ ГОЛОВНИ**

Антоненко А.Ф., Ал- Ясири Хусам Моханад

Приведены результаты исследований биологической и хозяйственной эффективности использования фунгицидов- протравителей против семенной инфекции твердой головни

Ключевые слова: ячмень яровой, семенная инфекция, протравители, твердая головня.

**EFFECTIVENESS OF FUNGICIDES ON BARLEY SPRING AGAINST
SMUT PATOGEN**

O. Antonenko, Al-Yasiri Husam Mohanad

The results of studies of the biological and economic efficiency in the use of barley spring fungicides, disinfectans against infection barley smut.

Key words: Barley spring, seed infection, fungicides, smut

**EFFECTIVENESS OF FUNGICIDES ON BARLEY SPRING AGAINST
SMUT PATOGEN**

O. Antonenko AL- YASIRI HUSAM MOHANAD

The results of studies of the biological and economic efficiency in the use of barley spring fungicides, disinfectants against infection barley smut.

Barley spring, seed infection, fungicides, smut

Significant loss of yield of barley spring have parasitic diseases, including large harmfulness determined smut. Smut transmitted by seeds. Therefore, sowing seeds infected by smut leads to destruction of seedlings of barley and further development of the disease in young plants. Affected seedlings slow down their growth and development, some of them are killed, as result in reduced germination and crop density.

Planting has direct yield losses when instead grain is formed spore mass of fungus and covert yield losses.

Therefore treatment of seeds is an important component of the growing technology of barley spring .

Treatment of seeds provides protection for young seedlings from infection contributes to further their growth and increases plant productivity and improve product quality.

Research Methods. The aim of our study was to investigate the effectiveness of disinfectants on the most common sort barley spring Golden, seed which has been previously infected teliospores of smut.

1. The scheme of the experiment for the study of the effectiveness of disinfectants on barley variety Golden against barley smut

Variant of the experiment	Infections load, h/kh	Drug consumption rate
Control /Infections less/		
Infections sude	2	
Vitavax 200 ff		2,5 l/t
Lamardor 400 FS TH		0,25 l/t
Maxim Star 0,25 FS		1,5 l/t

Field research was conducted in the experimental conditions NDG National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.

The discount area was 25m kw. Recurrence – four fold. Sowing drill conducted during “maple” Soils of research field - typical chernozem, from humus content to 4,7. Treatment of soil under spring barley, generally for a given area. Viability teliospores previously studied in the laboratory. Infestations of plants in the field were studied in the ripen phase. The yield of barley harvested direct combine, used combine Sampo 150.

The scheme of the experiment is shown in table 1. Inoculation of seeds barley smut conducted before sowing. Infestation load was 2h spores per 1kg of seeds. Moisture and mild temperatures in the first half of the growing season (2013 and 2014) were favorable for the development of barley and affected their barley smut.

Results. Phytopathological study early growth of barley spring on wet paper filtering in the laboratory showed that fungicides don't increase laboratory germination but decreased development of barley smut.(Table 2). From the data in Table 2 shows that all disinfectants compared with control (without inoculation of seeds) haven't influence of laboratory growth. Field germination of barley spring on variants with treatment of seeds with fungicides was less on 8-10% compared with the control.

In table 3 shows results of laboratory studies on the impact of disinfectants on seedlings seeds spring barley infected by barley smut. Found that the most effective disinfectant was Lamardor 400- 0,25 l/t. Defect seedlings of barley smut in this variant was 1,5%, which is 13,5 times less than the control. Other disinfectants have also shown high efficiency in the laboratory.

2. Effect of disinfectants on seed germination of barley spring

Variant of the experiment	The rate of the drug	Laboratory similarity			Field similarity		
		2013	2014	research	2013	2014	The mean
Control (Infections less)		92	93	92,5	88	90	89
Control Infections	2h kh	86	88	86,5	81	83	82
Vitavax 200 ff	2,5 l/t	91	92	91,5	77	79	78
Lamardor 400 FS TH	0,25 l/t	92	94	93	81	85	83
Maxim Star 0,25 FS	1,5 l/t	91	93	92	81	85	83
NSR 05		1,5	1,6		2,3	2,4	

3. Effect of desinfectants on the destruction of seed lings spring barley plants barley smut (Laboratory research)

Variant of the experiment	The rate of the drug	Infections of barley smut,%		
		2013	2014	The mean
Control (Infections less)		0	0	0
Control Infections	2h kh	14,6	15,4	15,0
Vitavax 200 ff	2,5 l/t	2,8	3,2	3,0
Lamardor 400 FS TH	0,25 l/t	1,4	1,6	1,5
Maxim Star 0,25 FS	1,5 l/t	3,0	3,4	3,2
NSR 05		4,2	3,6	

In the field the highest efficiency was also in the form of protectants Lamardor 400 - 0,25 l/t Reducing lesions barley smut was 10,2% less than control (inoculated seeds). The rest of desinfectants were raised about the effective ness of control occupy an intermediate position relative Lamardore (Table 4)

The biological effectiveness of disinfectants on barley spring against smut all years of research by an average of 80,0-89,5%. The highest efficiency found in the form of fungicide Lamardor- 400-0,25 l/t, which years investigation was 90% and 89%.(Table 5).

4. Effect of disinfectants on the destruction of barley plants barley smut (Field research)

Variant of the experiment	The rate of the drug	Infections of barley smut,%		
		2013	2014	The mean
Control (Infections less)		0	0	0
Control Infections	2h kh	10,5	14,3	12,4
Vitavax 200 ff	2,5 l/t	4,8	5,6	5,2
Lamardor 400 FS TH	0,25 l/t	2,0	2,4	2,2
Maxim Star 0,25 FS	1,5 l/t	3,5	3,7	3,6
NSR 05		4,5	5,6	

5. Biological effectiveness of disinfectants on barley spring variety Golden against barley smut,%

Preparation	2013	2014	The mean
Vitavax 200 ff	80	79	79,5
Lamardor 400 FS TH	90	89	89,5
Maxim Star 0,25 FS	79	89	84,0

Study on the economic efficiency of disinfectants on barley spring of variety Golden Showed that all disinfectants significantly increased grain yield. From the data presented in Table 6 shows that the highest yield was obtained in experiments with variations protectants Lamardor 400 FS - 0,25 l/t and Maxim Star 0,25 - 1,5 l/t (3,98 and 3,94 t/ha). Increase in yield relative to control was 0,4 t/ha and 0,35 t/ha. In the version with Vitavax 200 ff – increase yield was 0,14 t/ha.

6. Economic efficiency of disinfectants on barley spring variety Golden

Variant of the experiment	Barley smut		
	2013	2014	The mean
Control (Infections less)	3,40	3,76	3,58
Control Infections	2,70	2,90	2,80
Vitavax 200 ff	3,60	3,84	3,72
Lamardor 400 FS TH	3,82	4,14	3,98
Maxim Star 0,25 FS	3,90	3,98	3,94
NSR 05	3,8	4,3	

This reason for, preplant seed treatment of barley is an important part of intensive technology cultivation of barley spring. First of all, it increasing plant productivity, improving product quality.

**ГРУНТОЗАХИСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І ЯКІСНИЙ СКЛАД
ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЧОРНОЗЕМІВ**

О. Л. ТОНХА, О. В. ПІКОВСЬКА,
кандидати сільськогосподарських наук

Наведено результати досліджень вмісту рухомих гумусових речовин і фракційного складу чорнозему типового за різних способів обробітку ґрунту та удобрення. З'ясовано, що застосування глибокого плоскорізного обробітку сумісно з органо-мінеральною системою удобрення сприяли збільшенню вмісту лабільних гумусових речовин і покращенню групо-фракційного складу гумусу.

***Ключові слова:** рухомі гумусові сполуки, груповий склад гумусу, водорозчинна органічна речовина, чорнозем типовий, оранка, глибокий плоскорізний обробіток, мілкий плоскорізний обробіток.*

У формуванні ефективної родючості ґрунтів важливе значення мають лабільні органічні речовини, які представлені водорозчинними, а також вільними і зв'язаними з півтораоксидами гумусовими речовинами. У результаті ферментних і окисних процесів вони частково мінералізуються і є джерелом найбільш доступних для рослин поживних речовин і частково, стабільного гумусу. Рухомі органічні речовини слугують біохімічно активним фондом органічної частини ґрунту, який здійснює суттєвий вплив на процеси структуроутворення і акумуляції енергії. Ці сполуки характеризуються підвищеним вмістом функціональних груп азоту і незначним вуглецю, карбоксильних і фенольних груп, низькою оптичною щільністю. Вміст амонійного азоту, який вивільняється зі складу лабільних гумусових сполук у гумінових кислотах становить 9,7-13,8 % [1].

Метою дослідження було оцінити вплив різних обробітків ґрунту й удобрення на вміст лабільних органічних речовини, груповий і фракційний склад гумусу.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили на стаціонарному досліді кафедри ґрунтознавства і охорони ґрунтів НУБіП України ВП «Великоснітинське НДГ ім. О.В.Музиченка» у Фастівському районі Київської області протягом 2006-2012 рр. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий середньосуглинковий малогумусний на лесі, вміст гумусу в орному шарі становив $3,57 \pm 0,13$, а в підорному – $3,52 \pm 0,14$. Реакція ґрунтового середовища у верхніх горизонтах рН водної витяжки 6,7-6,9.

У досліді вивчали три варіанти основного обробітку ґрунту: традиційний, - оранка на глибину 22–27 см, ґрунтозахисний - різноглибинний безполицевий обробіток під різні культури на 22–27 см, ґрунтозахисний – мілкий плоскорізний обробіток на 10-12 см.

Також варіанти удобрення ґрунту в сівозміні: без добрив (контроль), Солома 1,2 т/га + N_{12} + $N_{78}P_{68}K_{68}$, Солома 1,2 т/га + N_{12} + сидерати + $N_{78}P_{68}K_{68}$.

Змішані зразки ґрунту відбирали буром з глибини 0-20, 20-40 см, в яких визначали: вміст гумусу за Тюріним у модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004) [9], водорозчинну органічну речовину – за І. В.Тюриним у модифікації Сімакова [8], рухомі гумусові речовини (РґР) у витяжці 0,1 н NaOH [7], груповий склад гумусу за В. В.Пономарьовою, Т. А. Плотніковою [6]. Статистичну обробку даних проводили з використанням комп'ютерної програми Excel.

Результати досліджень. Технології, що вивчали, мали значний вплив на вміст рухомих гумусових речовин (табл. 1). Так, на контролі рослинних і корневих решток сільськогосподарських культур, які залишаються для компенсації мінералізованих рухомих гумусових речовин, недостатньо. Органічні добрива підвищують їх вміст у шарі 0-40 см на 26-27 %. За використання соломи вміст РґР був більшим порівняно з оранкою на 0,04–0,06%, органо-мінеральної системи удобрення із соломою і сидератами – на

0,12–0,14%. Найвищі показники РГР у шарі ґрунту 0–40 см спостерігали у разі застосування глибокого плоскорізного обробітку (0,11–0,26%) порівняно з оранкою. При цьому, розподіл РГР був подібний до перелугу.

1. Уміст рухомих гумусових речовин за 14-річного впровадження технологій вирощування культур на чорноземі типовому, %

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %, за варіантами удобрення					
	Контроль (без добрив)		Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈		Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + сидерати + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	
	Вміст РГВ	% від умісту гумусу	Вміст РГВ	% від умісту гумусу	Вміст РГВ	% від умісту гумусу
Оранка						
0-20	0,09	2,8	0,14	3,9	0,20	5,6
20-40	0,11	3,6	0,16	4,6	0,23	6,5
0-40	0,10	3,2	0,15	4,2	0,22	6,2
Різноглибинний плоскорізний обробіток						
0-20	0,12	3,7	0,16	4,4	0,28	7,3
20-40	0,10	3,3	0,18	5,1	0,23	5,5
0-40	0,11	3,5	0,17	4,7	0,26	6,5
Мілкий плоскорізний обробіток						
0-20	0,11	3,4	0,16	4,6	0,24	6,3
20-40	0,09	3,0	0,11	3,1	0,20	5,3
0-40	0,10	3,2	0,14	3,9	0,22	5,8
Переліг						
	Вміст РГВ			Відсоток від вмісту гумусу		
0-20	0,30			7,5		
20-40	0,24			5,6		
0-40	0,27			6,6		

НІР₀₅=0,02-0,04

Ведення перелугу формувало найвищі показники у шарі 0–20 см, далі за профілем вони зменшувалися. Водорозчинні органічні речовини як рухомі

форми гумусу відіграють важливу роль у ґрунтоутворенні і родючості ґрунту. Вони є вихідним матеріалом для утворення всіх груп стабільних гумусових речовин [2], активізують мобілізацію поживних речовин і підсилюють їхню міграційну здатність [3].

За оранки процес мінералізації водорозчинних речовин відбувався інтенсивніше, ніж за безплужного обробітку, особливо у верхній частині оброблюваного шару. На нашу думку, це зумовлено швидкою мінералізацією частини водорозчинних органічних речовин до кінцевих продуктів і частково переходом у стабільніші форми гумусових речовин, уміст яких за внесення органічних і мінеральних добрив підвищується.

Ґрунтозахисні технології, що базуються на плоскорізному обробітку, підвищують родючість верхнього 0–20 см шару ґрунту за вмістом водорозчинних органічних речовин (табл. 2). У підорному шарі перевагу до 5–10 % мали варіанти з відвальним обробітком.

2. Вплив ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур на вміст водорозчинних органічних речовин у чорноземі типовому, мг/100 г ґрунту

Система обробітку ґрунту	Удобрення на 1 га сівозмінної площі	Шар ґрунту, см		
		0-20	20-40	0-40
Оранка	Без добрив	130	141	136
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	157	164	161
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + сидерати + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	183	195	189
Різноглибинний плоскорізний	Без добрив	147	144	146
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	174	165	170
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + сидерати + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	210	195	203
Мілкий плоскорізний	Без добрив	145	137	141
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	176	159	168
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + сидерати + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	215	180	198

НІР₀₅=9 мг/100 г ґрунту

Таким чином, уміст водорозчинних органічних речовин у чорноземах типових малогумусних Правобережного Лісостепу України визначається надходженням біомаси рослинних решток, нормами і видами органічних та мінеральних добрив, а також інтенсивністю мікробіологічних процесів, які значною мірою залежать від способів обробітку ґрунту. За впливом на вміст водорозчинних органічних речовин у ґрунті агрозаходи, що вивчаються, можна розподілити в такий низхідний ряд: солома → безплужні обробітки → оранка. Ґрунтообробні знаряддя призводять до мінералізації органічної речовини, яка значною мірою проявляється на оранці порівняно з безплужним обробітком. Ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, що базуються на безплужному обробітку ґрунту, порівняно з технологією, що базується на оранці, змінюють характер надходження органічної речовини ґрунту, локалізуючи переважаючу кількість рослинних решток, органічних і мінеральних добрив у верхній частині шару, що обробляється, створюють умови для зміщення системи "гуміфікація↔мінералізація" в бік підсилення гуміфікації.

Істотне збільшення відтворення гумусу порівняно з оранкою в чорноземів типових малогумусних Правобережного Лісостепу України в умовах інтенсивної польової зерно-бурякової сівозміни (40% просапних) і безплужного обробітку ґрунту досягається за варіанта удобрення солома 1,2т/га + N₁₂ + сидерати + N₇₈P₆₈K₆₈ на 1 га сівозмінної площі.

Важливим методом оцінки якості гумусу є дослідження його групово-фракційного складу, який дає можливість розрахувати систему показників гумусного стану [5]. Ряд дослідників вважають, що на груповий і фракційний склад гумусу впливають органічні і мінеральні добрива, сільськогосподарські культури, але стосовно обробітку ґрунту існують різні погляди.

У наших дослідженнях групово-фракційний склад гумусу змінювався залежно від удобрення ґрунту та його обробітку. Зміни гумінових і фульвокислот у груповому складі гумусу суттєво відрізнялися за використання різних способів обробітку (рисунок). Так, у разі застосування полицевої оранки

сума гумінових кислот за всіх варіантів досліду коливалась у межах 32,6–44,4%, тоді як за глибокого плоскорізного обробітку ґрунту – 34,9–44,8% і за мілкого плоскорізного – 35,6–44,1%. Сума фульвокислот на глибокому плоскорізному обробітку була вищою порівняно з відповідним показником на полицевій оранці на 30,8%. Це свідчить про наближення процесу гумусоутворення за застосування мінімального обробітку до цілини [5].

Унесення добрив сприяло зниженню негідролізованого залишку за орґано-мінеральної системи удобрення з соломою і сидератами на 10,2-10,4; орґано-мінеральної з соломою – на 28,7-30,2% порівняно з контролем. Відповідним чином змінилось і відношення вуглецю гумінових до фульвокислот. Воно розширилось за використання добрив і в контролі в орґаному шарі $C_{ГК} : C_{ФК}$ становило 1,92–2,07; соломи 1,2 т/га + $N_{12} + N_{78}P_{68}K_{68}$ – 1,97–2,24; соломи 1,2 т/га + $N_{12} + N_{78}P_{68}K_{68}$ + сидерати – 1,98–2,11. Тобто, у всіх варіантах гумінові кислоти переважають фульвокислоти, що відповідає гуматному типу гумусоутворення.

У фульватній частині гумусу спостерігаються зміни таких напрямів: внесення добрив зменшувало вміст майже всіх фракцій фульвокислот, особливо другої та третьої фракції (ФК-2, ФК-3). Одночасно частина агресивної фракції, розчинної в кислотах, була вищою, ніж у варіанті без добрив порівняно з внесенням орґанічних добрив. Це пов'язано з переходом у цю фракцію значної кількості неспецифічних орґанічних сполук, які потрапляють у ґрунт за внесення орґанічних добрив і з рослинними рештками сільськогосподарських культур.

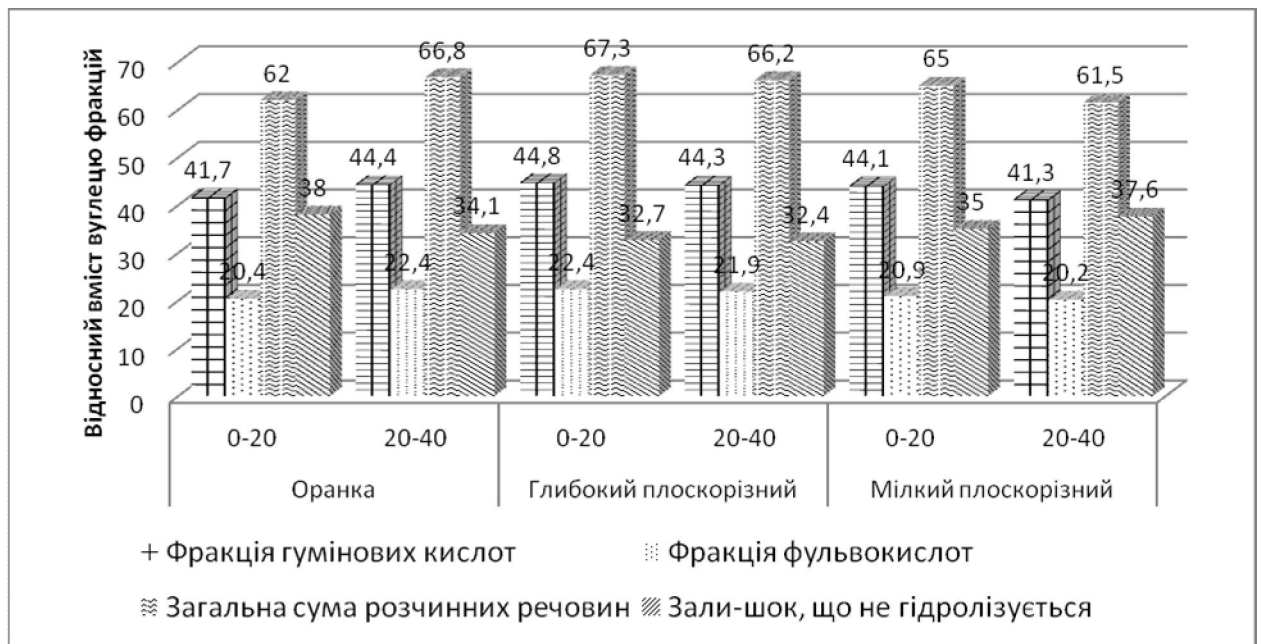


Рис. Вплив удобрення на груповий склад гумусу чорнозему типового малогумусного при застосуванні різних технологій вирощування на варіанті солома 1,2 т/га + N₁₂ + сидерати + N₇₈P₆₈K₆₈.

Висновки

1. Глибокий плоскорізний обробіток та орґано-мінеральна система удобрення з соломною і сидератами сприяє позитивним змінам групового і фракційного складу гумусу порівняно із оранкою, що проявляється в підвищенні суми розчинних речовин до 11% і зменшенні вмісту негідролізованого залишку до 15%.

2. Втрати орґанічної речовини чорноземами на контролі пов'язані із зменшенням вмісту лабільних фракцій гумусу – вільних і зв'язаних з кальцієм (ГК 1, ФК 1, ФК 1а і ГК 2), вмісту розчинних речовин та підвищенням частки негідролізованого залишку, що свідчить про «старіння» гумусових речовин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Булигін С. Ю. Гумусний стан чорноземів України/ С. Ю. Булигін, В. В. Дегтярьов, С. В. Крохін // Вісн. аграр. науки.– 2007.– №2.– С.13–16.
- Кривич Н. Я. О влиянии удобрений на групповой состав и содержание гумуса в светло-серых лесных почвах/ Н. Я. Кривич// Науч. тр. Укр. с.-х. акад.– 1975.– Вып.135.– С.24–29

3. Лактионов Н. И. Органическая часть почвы в агрономическом аспекте: монография/ Н. И. Лактионов/.– Харьков: Харьк. гос. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева, 1998.–122 с.

4. Лыков А. М. Гумус и плодородие почвы /А. М. Лыков.– М.: Моск. рабочий, 1985.– 192с.

5. Мазур Г. А. Гумус і родючість ґрунту/ Г. А. Мазур//Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. тем.зб.– Харків, 2002.– Кн.1.– С.27–33 (спец. вип. до VI з'їзду УТГА).

6. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів /ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського” УААН /ТК з стандартизації 142 “Ґрунтознавство”.– Харків, 2004.– Кн.1.– С.129–154.

7. Якість ґрунту. Методи визначання лабільної органічної речовини: ДСТУ 4732:2007.– [Чинний від 2007-04-20]. –К.: Держспоживстандарт України, 2007.– 11 с.– (Національні стандарти України).

8. Якість ґрунту. Методи визначення водорозчинної органічної речовини: ДСТУ 4731:2007.– [Чинний від 2007-04-29]. –К.: Держспоживстандарт України, 2007.– 11 с.– (Національні стандарти України).

9. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004.– [Чинний від 2004-04-30]. –К.: Держспоживстандарт України, 2005.– 9 с.– (Національні стандарти України).

ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ

О. Л. ТОНХА, Е. В. ПИКОВСКАЯ

Представлены результаты исследований содержания подвижных гумусовых веществ и фракционного состава чернозема типичного при различных способах обработки почвы и удобрения. Установлено, что применение глубокой плоскорезной обработки совместно с органо-минеральной

системой удобрения способствовало увеличению содержания лабильных гумусовых веществ и улучшению группово-фракционного состава гумуса.

Ключевые слова: *подвижные гумусовые соединения, групповой состав гумуса, водорастворимое органическое вещество, чернозём типичный, вспашка, глубокая плоскорезная обработка, мелкая плоскорезная обработка.*

SOIL CONSERVATION TECHNOLOGIES OF CROP PRODUCTION AND QUALITATIVE COMPOSITION OF ORGANIC MATTER IN CHERNOZEMS

O.L. TONKHA, E.V. PIKOVSKA,

The results of studies of mobile humic substances content and fractional composition of typical chernozem at different tillage methods and fertilizer are presented in the article. It was established that the use of deep soilconservation tillage compatible with organic-mineral fertilizer system contributed to the increase of content of labile humic substances and improvement of group-fractional composition of humus.

Keywords: *mobile humic compounds, group composition of humus, water-soluble organic matter, humus typical, plowing, soilconservation tillage.*

**ВМІСТ БІЛКА ТА КРОХМАЛЮ В ЗЕРНІ ЖИТА ОЗИМОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВ ВИДІВ, НОРМ І СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ
АЗОТНИХ ДОБРИВ**

Г.М. ГОСПОДАРЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор
М.М. ПТАШНИК, аспірант*

Уманський національний університет садівництва

Досліджено формування вмісту білка та крохмалю в зерні жита озимого залежно від видів добрив, норм і строків азотних підживлень. Доведено, що зерно жита озимого за оптимального мінерального живлення характеризується добрими хлібопекарськими властивостями, оскільки вміст білка за внесення азотних добрив не перевищує 11,5%, але вміст крохмалю при цьому знижується з 61,9% до 59,6%.

Ключові слова: жито озиме. мінеральні добрива, білок, крохмаль

Продукти із зерна жита містять необхідні для організму людини поживні речовини. Вони багаті на вуглеводи, білки, жири, а також мінеральні речовини. У випеченому хлібі містяться вітаміни В₁, В₂, РР, Е. З хлібом людина одержує від 30 до 50 % всієї необхідної для життєдіяльності енергії, до 40 % потреби у білку, до 60 % вітамінів групи В, до 80 % вітаміну Е [6].

Жито – одна з основних продовольчих культур, зерно якого використовується для виробництва хлібопекарського борошна. Житній хліб має високі харчові властивості. Крім хліба, жито і продукти його переробки використовують як корм для сільськогосподарських тварин, а також для виробництва спирту, крохмалю та солоду. Цінним кормовим продуктом є зелена маса жита озимого [7].

Вплив видів, норм і строків застосування добрив на якість зерна жита озимого різнобічний. Так, за даними Р.Б. Нурлигаянова [9], весняне підживлення азотними добривами посівів озимих культур підвищує

врожайність, покращує фізичні і харчові показники якості зерна. Пізні позакореневе азотне підживлення зазвичай не має істотного впливу на врожай, проте підвищує вміст білка в зерні. Хлібопекарські якості жита за азотного підживлення дещо знижуються [1, 10]. Позакореневе підживлення підвищує склоподібність зерна жита озимого і вміст в ньому сирого протеїну. Так, на контрольному варіанті вміст протеїну становив 10,9%, а в зерні варіантів з підживленнями в фазі наливу зерна – 12,7–13,1% [2]. Збалансоване мінеральне живлення підвищує продуктивність жита озимого за рахунок збільшення як маси зерна, так і вмісту в ньому білка [3].

Відомо, що завдяки наявності шкідливих речовин у зерні жита його використання обмежене. Проте вміст 5-алкілрезорцинолу в крупнішому зерні нижчий, оскільки ця сполука міститься в перикарпії і зовсім відсутня в ендоспермі та зародку. Найбільш важливими показниками якості зерна жита озимого є натура зерна, число падіння, вміст білка, склоподібність, які необхідно вивчати лише в системі взаємозв'язку сорту та умов вегетаційного періоду [5].

Основною частиною зерна жита є вуглеводи. Серед вуглеводів перше місце займає крохмаль (56–64 %), інші вуглеводи – цукри, декстрини, клітковина і пентозани становлять близько 10 %. Крохмаль відіграє велику роль у технології приготування житнього тіста і хліба. Він зосереджений в ендоспермі зерна і знаходиться там у вигляді крохмальних зерен різних розмірів [7, 8].

Уміст білка в зерні жита може коливатися від 6% до 17% [11]. На відміну від пшениці підвищення вмісту в зерні жита білка зазвичай не збільшує об'єму хліба. Тому під жито озиме слід вносити стільки азотних добрив, щоб уміст білка в зерні не перевищував 11,5%. За вищого його вмісту закономірно підвищується альфа-амілазна активність [4].

Мета дослідження полягала у вивченні впливу видів, норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка та крохмалю в зерні.

* Науковий керівник – професор Г. М. Господаренко

Матеріал і методика досліджень. Сорт жита озимого Інтенсивне 95 вирощували на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому в умовах дослідного поля Уманського національного університету садівництва впродовж 2010–2012 рр. Дослід закладали за схемою: 1) без добрив, контроль; 2) $P_{60}K_{60}$ – фон; 3) $K_{60} + N_{60}$; 4) $P_{60} + N_{60}$; 5) фон + N_{30} ; 6) фон + N_{60} ; 7) фон + N_{90} ; 8) фон + $N_0 + N_{30}$; 9) фон + $N_0 + N_{60}$; 10) фон + $N_{30} + N_{30}$; 11) фон + $N_{60} + N_{30}$; 12) фон + $N_{30} + N_{60}$; 13) фон + $N_{60} + N_{60}$. Фосфорні та калійні добрива (фон) вносили під основний обробіток ґрунту (1), а азотні – напровесні (2) та в період інтенсивного кушіння рослин (3). Загальна площа дослідної ділянки в досліді становила 72 м^2 , облікової – 40 м^2 , повторність досліду триразова, розміщення ділянок послідовне. Урожайність визначали методом прямого комбайнування. Для оцінки якості врожаю в зерні жита озимого визначали вміст білка за ДСТУ 4117:2007 та крохмалю – за ГОСТ 10845–76.

Математичну обробку експериментальних матеріалів здійснювали методом дисперсійного аналізу однофакторного польового досліду, використовуючи пакет стандартних програм Microsoft Excel 2003.

Результати досліджень. З'ясовано, що в середньому за три роки досліджень вміст білка в зерні жита озимого у варіанті без добрив становив 8,0% і зростав до 8,2–8,9% у варіантах із внесенням N_{30-90} напровесні (табл. 1). У варіантах досліду із перенесенням N_{30} і N_{60} у підживлення на початку виходу в трубку рослин жита озимого цей показник становив відповідно 8,4% і 8,8%, що було істотно більшим порівняно з варіантами, де ці дози було внесено напровесні.

За роздрібного внесення азотних добрив вміст білка у варіанті фон + N_{60} (II) + N_{60} (IV) був найбільшим і становив 9,3%. Внесення лише фосфорно-калійних добрив сприяло збільшенню вмісту білка до 8,1%, а за внесення $K_{60} + N_{60}$ (II) і $P_{60} + N_{60}$ (II) він зростав відповідно до 8,3 і 8,4%.

Вихід білка з урожаю зерна жита озимого на азотно-фосфорному та азотно-калійному фонах був меншим порівняно з повним мінеральним добривом.

Дефіцит вологи та висока температура повітря під час дозрівання зерна

жита озимого у 2010 і 2012 роках сприяли підвищенню вмісту білка, тому порівняно з 2011 р. він був вищим і коливався в межах 8,1 – 9,5%. У 2011 році на ділянках без застосування добрив вміст білка становив 7,8 %, а у варіанті фон + N₆₀ (II) + N₆₀ (IV) – 8,9 %.

Зерно жита озимого характеризується досить високим вмістом крохмалю. Так, у середньому за три роки досліджень на неудобрених ділянках його вміст становив 61,9% і знижувався до 60,9–60,1% за підживлення N₃₀₋₉₀ напровесні та до 60,5–59,6% у варіантах із дворазовим підживленням упродовж вегетації жита озимого (табл. 2).

1. Вміст білка в зерні жита озимого залежно від норм і строків внесення азотних добрив, %

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середнє за три роки дослідження
	2010	2011	2012	
Контроль (без добрив)	8,1	7,8	8,2	8,0
P ₆₀ K ₆₀ – фон	8,1	7,8	8,3	8,1
K ₆₀ + N ₆₀ (II)	8,4	8,1	8,5	8,3
P ₆₀ + N ₆₀ (II)	8,4	8,1	8,6	8,4
Фон + N ₃₀ (II)	8,2	8,0	8,4	8,2
Фон + N ₆₀ (II)	8,7	8,3	8,8	8,6
Фон + N ₉₀ (II)	9,0	8,7	9,1	8,9
Фон + N ₀ + N ₃₀ (IV)	8,4	8,1	8,6	8,4
Фон + N ₀ + N ₆₀ (IV)	8,9	8,5	9,0	8,8
Фон + N ₃₀ (II) + N ₃₀ (IV)	8,7	8,3	8,9	8,6
Фон + N ₆₀ (II) + N ₃₀ (IV)	9,1	8,7	9,2	9,0
Фон + N ₃₀ (II) + N ₆₀ (IV)	8,8	8,3	9,0	8,7
Фон + N ₆₀ (II) + N ₆₀ (IV)	9,4	8,9	9,5	9,3
<i>НІР</i> ₀₅	0,5	0,4	0,6	

Вміст крохмалю в зерні жита озимого значно відрізнявся за роки проведення досліджень. Так, у 2010 р. він становив 59,6 – 62,3 %, у 2011 – 61,1

– 63,2 і в 2012 р. – 58,0 – 60,1 % залежно від варіанта досліджу.

2. Вміст крохмалю в зерні жита озимого залежно від норм і строків внесення азотних добрив, %

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середнє за три роки дослідження
	2010	2011	2012	
Контроль (без добрив)	62,3	63,2	60,1	61,9
P ₆₀ K ₆₀ – фон	62,0	63,1	60,0	61,7
K ₆₀ + N ₆₀ (II)	61,3	62,7	59,8	61,3
P ₆₀ + N ₆₀ (II)	61,2	62,8	59,9	61,3
Фон + N ₃₀ (II)	61,0	62,4	59,4	60,9
Фон + N ₆₀ (II)	60,4	62,1	59,1	60,5
Фон + N ₉₀ (II)	60,0	61,7	58,7	60,1
Фон + N ₀ + N ₃₀ (IV)	61,8	62,9	59,8	61,5
Фон + N ₀ + N ₆₀ (IV)	61,5	62,4	59,4	61,1
Фон + N ₃₀ (II)+ N ₃₀ (IV)	60,7	62,0	58,7	60,5
Фон + N ₆₀ (II)+ N ₃₀ (IV)	60,2	61,6	58,1	60,0
Фон + N ₃₀ (II)+ N ₆₀ (IV)	60,0	61,7	58,3	60,0
Фон + N ₆₀ (II)+ N ₆₀ (IV)	59,6	61,1	58,0	59,6
<i>НІР</i> ₀₅	<i>3,1</i>	<i>3,3</i>	<i>3,0</i>	

Більші показники вмісту крохмалю в зерні жита забезпечувало застосування азотно-калійних, азотно-фосфорних, фосфорно-калійних добрив, а також варіанти з перенесенням 30–60 кг/га д.р. азотних добрив (61,3–61,9%).

За допомогою регресійного аналізу нами знайдено тісний обернений кореляційний зв'язок ($r = -0,85$) між вмістом крохмалю в зерні жита озимого та вмістом у ньому білка, який описується таким рівнянням регресії:

$$Y = -1,7127x + 75,463,$$

де y – вміст крохмалю; %;

x – вміст білка; % (рисунок).

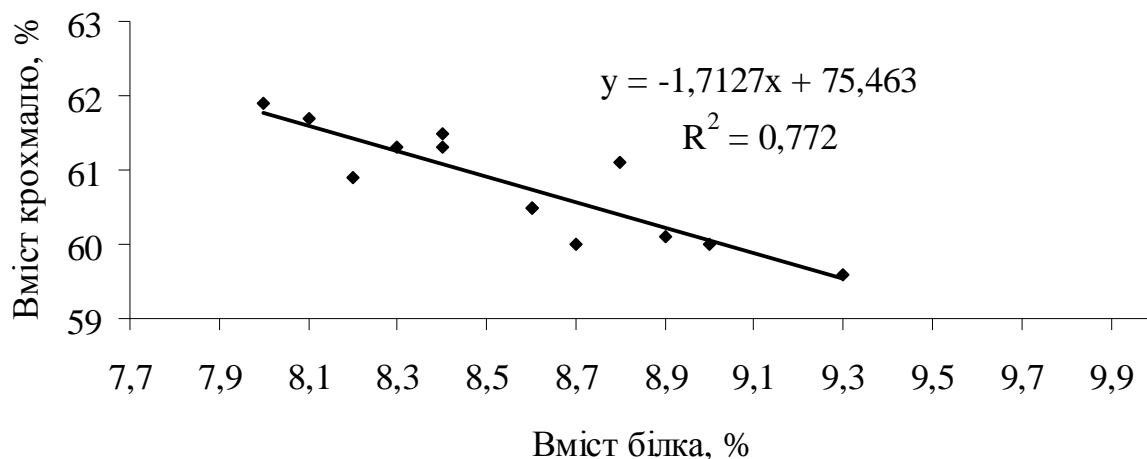


Рис. Кореляційна залежність між вмістом крохмалю в зерні жита озимого та вмістом білка, 2010–2012 рр.

Висновки

Поліпшення умов мінерального живлення рослин жита озимого сприяє збільшенню вмісту білка в зерні з 8,0% до 9,3% за внесення $N_{60 (II)} + N_{60 (IV)}$. Зерно жита озимого характеризується добрими хлібопекарськими властивостями, оскільки вміст білка за внесення азотних добрив не перевищує 11,5%, але вміст крохмалю при цьому має тенденцію до зниження з 61,9% до 59,6%.

Список літератури

1. Агрохімічний аналіз / [М. М. Городній, А. П. Лісовал, А. В. Бикін та ін.] – К.: Арістей, 2005. – 468 с.
2. Адрианов С. Н. Удобрения и аминокислотный состав озимой ржи / С. Н. Адрианов, Г. Т. Воробьев // Зерновые культуры. – 1997. – № 1. – С. 19–20.
3. Голенков В. Ф. Проблема качества и пищевой ценности зерна ржи / В. Ф. Голенков // Труды ВНИИЗ. – 1971. – Вып. 72. – С. 27–39.
4. Господаренко Г. М. Агрохімія / Г. М. Господаренко. – К.: Нічлава, 2010. – 350 с.
5. Єгоров Д. К. Перспективи селекції жита / Д. К. Єгоров // Посібник

українського хлібороба. – 2010. – С. 239.

6. Исмагилов Р. Р. Послеуборочная обработка продовольственного зерна ржи / Р. Р. Исмагилов, А. С. Самигулина, Ш. А. Самигулин // Зерновое хозяйство. – № 3. – 2001. – С. 39–41.
7. Кругляков Г. Н. Товароведение продовольственных товаров / Г. Н. Кругляков, Г. В. Круглякова. – Ростов-на-Дону: Март, 1999. – 448 с.
8. Машинник С. В. Ефективність застосування азотних добрив під яру м'яку пшеницю на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04 “Агрохімія” / Машинник Сергій Васильович. – Харків, 2007. – 20 с.
9. Нурлигаянов Р. Б. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи / Р. Б. Нурлигаянов // Реферативный журнал. – 2000. – № 5. – С. 25.
10. Поспелова Л. С. Многолетняя и однолетняя рожь – ценные кормовые культуры / Л. С. Поспелова // Кормопроизводство. – 2002 – № 4. – С. 20–21.
11. Цюк Ю. В. Формування агроценозу жита озимого та його продуктивності залежно від технології вирощування в умовах північного Лісостепу України: дис. ... кандидата с.-г. наук: 06.01.09. / Цюк Юлія Володимирівна. – К., 2007. – 172 с.

КОЛИЧЕСТВО БЕЛКА И КРАХМАЛЯ В ЗЕРНЕ РЖИ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДОВ, НОРМ И СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Господаренко Г.Н., Пташник М.М.

Исследовано формирование содержания белка и крахмала в зерне ржи озимой в зависимости от вида удобрений, норм и сроков азотных подкормок. Доказано, что зерно ржи озимой при оптимальном минеральном питании характеризуется хорошими хлебопекарными свойствами, поскольку содержание белка при внесении азотных удобрений не превышает 11,5%, но

содержание крахмала снижается с 61,9% до 59,6%.

Ключевые слова: рожь озимая, минеральные удобрения, белок, крахмал

**CONTENT OF PROTEIN AND STARCH IN THE GRAIN OF WINTER
RYE DEPENDING ON THE KINDS, NORMS AND TERMS OF
FERTILIZATION**

Hospodarenko G.M., Ptashnyk M.M.

The formation of protein and starch content in the grain of winter rye depending on the norms and terms of nitrogen fertilizers are investigated in the article. It is proved that the grain of winter rye is characterized by good baking properties as the protein content by nitrogen fertilization does not exceed 11,5%, but the starch content decreases from 61,9% to 59,6%.

Keywords: winter rye, protein, starch

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОПЕРЕДНИКІВ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

Н. С. ЗАЦЕРКОВНА, аспірантка*¹

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

Наведено результати досліджень щодо впливу гібридів, ланок сівозміни та системи удобрення на продуктивність цукрових буряків. Установлено, що найвищої продуктивності цукрових буряків досягнуто за поєданого внесення Паростка, 4 т/га + N₉₀P₆₀K₉₀ у ланці сівозміни з горохом та вирощування високопродуктивного гібрида Ромул: урожайність коренеплодів становила – 77,0, цукристість – 17,1%, збір цукру – 13,1 т/га.

Ключові слова: цукрові буряки, передпопередники, дози та види добрив.

Цукрові буряки належать до технічних культур інтенсивного типу. Отримання високих урожаїв цієї культури залежить від агротехнічних умов її вирощування, ланки сівозміни, видів, доз та способів внесення мінеральних добрив [4].

Правильно розроблена система удобрення забезпечує інтенсивний ріст і розвиток цукрових буряків упродовж періоду вегетації, значно підвищує врожайність коренеплодів і сприяє накопиченню цукру. Їх висока продуктивність досягається за системного застосування мінеральних і органічних добрив, створення сприятливого для росту і розвитку збалансованого за елементами живлення поживного середовища у ґрунті, урахування біологічних особливостей цієї культури та ґрунтово-кліматичних умов її вирощування [5, 7].

*Науковий керівник - доктор сільськогосподарських наук, професор Е.Р. ЕРМАНТРАУТ

Нерівномірне поглинання елементів живлення зумовлене неоднаковою їх роллю у процесах росту і розвитку рослин та синтезі сахарози [1, 3]. Водночас створення сприятливого поживного середовища у ґрунті, оптимізація його за складом мікро-, мезо- і макроелементів відіграє важливу роль у формуванні врожаю цієї культури. Для того щоб створити оптимальне співвідношення елементів живлення необхідно провести додаткові дослідження на продуктивність гібридів цукрових буряків залежно від системи удобрення[2, 6].

Матеріали та методика досліджень. Метою дослідження є встановлення та вивчення процесів формування високої врожайності і технологічних якостей коренеплодів цукрових буряків залежно від використання високопродуктивних гібридів, передпопередників, оптимізації мінерального живлення і розроблення ефективних елементів технології вирощування, які достовірно впливають на продуктивність. Дослідження проводили на Уладово-Люлинецькій дослідно селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (Вінницька область, Калинівський район) упродовж 2011-2013 рр.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний глибокий малогумусний легкосуглинкової текстури. Агрохімічна та фізико-хімічна характеристика орного (0-30 см) шару ґрунту: вміст гумусу за Тюрінім – 4,46%, рухомого фосфору та калію за Чиріковим – відповідно 149 та 94 мг/кг ґрунту, гідролітична кислотність за Каппеном – 1,03-2,46 мг-екв./100 г ґрунту.

Кліматичні умови в роки проведення досліджень були сприятливими для росту і розвитку цукрових буряків.

Дослідження здійснювали за такою схемою:

Фактор А. Передпопередник цукрових буряків:

1. Горох посівний.
2. Конюшина лучна.

Фактор Б. ЧС гібриди:

1. Хорол.
2. Ромул.

Фактор В. Фон органічного та мінерального живлення:

1. Контроль – без добрив
2. Гній 40 т/га.
3. Паросток 4 т/га
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$
5. 40 т/га гною + $N_{90}P_{60}K_{90}$
6. Паросток 4 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$

Попередником цукрових буряків в усіх варіантах досліджу була озима пшениця. Площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 35 м², повторність чотириразова. Варіанти досліджу за факторами Б і В розміщували у просторі перпендикулярно, за фактором А – окремими блоками.

Органічні і мінеральні добрива вносили восени під глибоку оранку. Застосовували такі види мінеральних добрив: амонійна селітра (34,5% N), суперфосфат простий гранульований (19,5% P₂O₅), калій хлористий (60% K₂O).

Експериментальні дослідження проводили згідно з методикою польового досліджу [4]. Для статистичного аналізу результатів досліджень застосовували методи дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів з використанням компютерної програми Statistica-8.

Результати досліджень. Урожайність коренеплодів цукрових буряків за застосування мінеральних і органічних добрив у середньому за 2011-2013 рр. становила 56,5-75,9 т/га, яка порівняно з контролем без добрив була більшою на 26,5-37,5 т/га (табл. 1).

Застосування традиційної органо-мінеральної системи удобрення ($N_{90}P_{60}K_{90}$ + 40 т/га гною) у ланках зерно-бурякової сівозміни з конюшиною та горохом забезпечило урожайність коренеплодів відповідно 63,1-66,1 та 65,3-68,5 т/га. При цьому врожайність гібрида Ромул порівняно з гібридорм Хорол була значно вищою на 3,0-3,2 т/га.

Менш ефективною виявилась мінеральна система удобрення. Застосування мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{90}$ забезпечило врожайність коренеплодів цукрових буряків у ланці з конюшиною – 56,5-59,4 т/га, горохом – 57,3-60,1 т/га.

1. Вплив передпопередників та системи удобрення на врожайність коренеплодів цукрових буряків, т/га

Гібрид	Перед попередник	Система удобрення	Рік			Середнє за 2011-2013
			2011	2012	2013	
Хорол	Горох	Без добрив	37,2	35,3	42,0	38,2
		Паросток, 4 т/га	55,8	61,7	75,5	64,3
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	50,6	56,0	65,3	57,3
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	66,2	72,1	82,1	73,5
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	58,4	65,0	72,5	65,3
		40 т/га гною	52,0	57,4	70,5	60,0
	Конюшина	Без добрив	39,3	30,8	39,8	36,6
		Паросток, 4 т/га	60,3	61,9	71,6	64,6
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	52,6	54,2	62,7	56,5
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	66,8	69,8	80,9	72,5
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	60,1	60,4	68,7	63,1
		40 т/га гною	56,4	57,3	65,7	59,8
Ромул	Горох	Без добрив	39,5	36,8	44,0	40,1
		Паросток, 4 т/га	58,7	64,7	79,5	67,6
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	53,4	58,5	68,4	60,1
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	68,8	75,8	86,5	77,0
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	61,2	68,3	76,1	68,5
		40 т/га гною	54,7	59,9	74,3	63,0
	Конюшина	Без добрив	41,2	32,3	41,8	38,4
		Паросток, 4 т/га	63,3	65,1	74,6	67,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	55,4	56,7	66,2	59,4
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	70,2	73,1	84,5	75,9
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	62,5	63,8	71,9	66,1
		40 т/га гною	59,4	59,9	69,4	62,9
НІР _{0,05}	Гібрид	0,42	0,68	1,24	0,38	
	Перед попередник	0,42	0,68	1,24	0,38	
	Система удобрення	0,73	1,18	2,14	0,67	
	Загальна	1,03	1,67	3,03	2,30	

Порівняно з органо-мінеральною системою удобрення врожайність коренеплодів знизилась відповідно на 6,6-6,7 та 8,0-8,4 т/га.

Найефективнішою на посівах цукрових буряків була система органо-мінерального удобрення, яка замість гною передбачала внесення добрива Паросток у дозі 4 т/га. За застосування цього добрива, 4 т/га + N₉₀P₆₀K₉₀ отримано врожайність коренеплодів гібрида Хорол у ланці з конюшиною – 72,5

т/га, горохом – 73,5; гібрида Ромул – відповідно 75,9 та 77,0 т/га. Порівняно з контролем без добрив підвищення врожайності коренеплодів у гібрида Хорол становило 35,9 і 35,3 т/га; гібрида Ромул – відповідно 37,5 і 36,9 т/га.

Досить високої врожайності коренеплодів цукрових буряків досягнуто за органічної системи удобрення. Так, застосування 40т/га гною порівняно з внесенням лише мінеральних добрив (N₉₀P₆₀K₉₀) сприяло збільшенню врожайності коренеплодів на 2,7-3,5 т/га, а внесення 4 т/га добрива Паросток, – на 7,0-8,3 т/га.

2. Вплив передпопередників та системи удобрення на вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків, %

Гібрид	Перед-попередник	Система удобрення	Рік			Середнє за 2011-2013
			2011	2012	2013	
Хорол	Горох	Без добрив	17,1	15,4	15,9	16,1
		Паросток, 4 т/га	17,6	15,8	16,4	16,6
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,0	15,4	16,1	16,2
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,3	15,2	16,1	16,2
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,3	15,2	16,1	16,2
		40 т/га гною	17,5	15,7	16,2	16,5
	Конюшина	Без добрив	17,5	15,5	16,2	16,4
		Паросток, 4 т/га	17,5	15,4	16,3	16,4
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,3	15,2	16,0	16,2
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,4	15,3	16,0	16,2
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,5	15,3	15,9	16,2
		40 т/га гною	17,4	15,3	16,0	16,2
Ромул	Горох	Без добрив	18,0	16,3	16,7	17,0
		Паросток, 4 т/га	18,5	16,8	17,4	17,6
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,8	16,1	16,9	16,9
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,2	16,0	17,1	17,1
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,3	15,9	17,0	17,1
		40 т/га гною	18,4	16,5	17,0	17,3
	Конюшина	Без добрив	18,2	16,3	17,1	17,2
		Паросток, 4 т/га	18,6	16,3	17,1	17,3
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,1	15,8	17,0	17,0
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,2	16,1	16,7	17,0
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,3	16,1	16,7	17,0
		40 т/га гною	18,1	16,1	16,8	17,0
НІР _{0,05}	Гібрид		0,07	0,09	0,11	0,06
	Перед попередник		0,07	0,09	0,11	0,06
	Система удобрення		0,11	0,15	0,19	0,10
	Загальна		0,16	0,21	0,27	0,34

Отже, застосування в системі удобрення цукрових буряків 4 т/га добрива Паросток, є досить ефективним і за поєданого внесення з рекомендованою дозою мінеральних добрив ($N_{90}P_{60}K_{90}$) дозволяє досягти найвищих показників урожайності.

Система удобрення і передпопередники впливали на синтез цукрів і накопичення цукрози в коренеплодах цукрових буряків. Так, за застосування 40 т/га гною у ланці сівозміни з горохом у середньому за 2011-2013 рр. порівняно з контролем без добрив спостерігали підвищення цукристості коренеплодів на 0,3%, за внесення паростка(4 т/га) – на 0,5%. У ланці з конюшиною, де у ґрунті формувались умови кращого азотного живлення, цукристість коренеплодів у цих варіантах не відрізнялась від контролю без добрив (табл. 2).

За застосування у ланці з горохом лише мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{60}K_{90}$ цукристість коренеплодів не відрізнялась від контролю без добрив, а у ланці з конюшиною у гібрида Хорол зменшувався вміст цукру в коренеплодах – на 0,2%, Ромул – на 0,1-0,4%.

Застосування органо-мінеральної і органічної систем удобрення не дозволяло у ланці з конюшиною отримати цукристість коренеплодів вище контролю без добрив.

Додаткове накопичення у ґрунті мінерального азоту в цих варіантах за рахунок симбіотичної азотфіксації посилювало азотне живлення цукрових буряків і супроводжувалось зменшенням вмісту цукру в коренеплодах.

Результати досліджень підтвердили загальновідомі закономірності, що високі фони азотного живлення зменшують цукристість коренеплодів. Водночас, застосування органічних добрив позитивно впливало на вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків.

Найважливішим показником ефективності технології вирощування цукрових буряків є збір цукру з одиниці площі, який інтегрально поєднує показники врожайності та цукристості коренеплодів.

3. Вплив передпопередників та системи удобрення на збір цукру, т/га

Гібрид	Перед попередник	Система удобрення	Рік			Середнє за 2011-2013
			2011	2012	2013	
Хорол	Горох	Без добрив	6,4	5,5	6,7	6,2
		Паросток, 4 т/га	9,8	9,8	12,4	10,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	8,6	8,6	10,5	9,2
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	11,5	11,0	13,2	11,9
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	10,1	9,9	11,7	10,6
		40 т/га гною	9,1	9,0	11,5	9,9
	Конюшина	Без добрив	6,9	4,8	6,4	6,0
		Паросток, 4 т/га	10,6	9,5	11,7	10,6
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	9,1	8,2	10,0	9,1
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	11,6	10,7	12,9	11,7
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	10,5	9,3	10,9	10,2
		40 т/га гною	9,8	8,7	10,5	9,7
Ромул	Горох	Без добрив	7,1	6,0	7,3	6,8
		Паросток, 4 т/га	10,9	10,9	13,8	11,8
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	9,5	9,4	11,6	10,2
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	12,5	12,1	14,8	13,1
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	11,2	10,9	13,0	11,7
		40 т/га гною	10,1	9,9	12,7	10,9
	Конюшина	Без добрив	7,5	5,3	7,1	6,6
		Паросток, 4 т/га	11,8	10,6	12,8	11,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	10,1	8,9	11,2	10,1
		Паросток, 4 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	12,8	11,8	14,1	12,9
		40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	11,5	10,3	12,0	11,2
		40 т/га гною	10,8	9,6	11,7	10,7
НІР _{0,05}		гібрид	0,09	0,10	0,23	0,08
		перед попередник	0,09	0,10	0,23	0,08
		система удобрення	0,16	0,18	0,41	0,13
		загальна	0,22	0,25	0,57	0,47

Результати досліджень показали, що за показником збору цукру мінеральна система удобрення значно поступалась орґано-мінеральним системам. За поєднаного внесення орґанічних і мінеральних добрив збір цукру у ланці з конюшиною в середньому за 2011-2013 рр. становив 10,2-13,1 т/га, що порівняно з внесенням N₉₀P₆₀K₉₀ було більшим на 1,0-3,9 т/га. У ланці сівозміни з горохом спостерігали аналогічну закономірність – підвищення збору цукру до мінеральної системи удобрення становило 1,4-2,9 т/га (табл. 3).

За застосування 40 т/га гною порівняно з органо-мінеральною системою удобрення за різних передпопередників вирощування цукрових буряків цукру було отримано на 0,5-1,3 т/га менше.

Отже, застосування традиційних органічних добрив не дозволяє повною мірою покрити потреби рослин в елементах живлення та забезпечити максимальну їх продуктивність.

Найвищої продуктивності цукрових буряків досягнуто за поєданого внесення добрива Паростку, 4 т/га + N₉₀P₆₀K₉₀. У ланці з горохом урожайність коренеплодів становила 73,5-77,0, цукристість – 16,2-17,1%, збір цукру – 11,9-13,1 т/га; у ланці з конюшиною – відповідно 72,5-75,9 т/га, 16,2-17,0% та 11,7-12,9 т/га. Збір цукру у ланці з горохом отримано на 0,2 т/га більше, ніж у ланці з конюшиною.

За органо-мінеральної системи удобрення вищу продуктивність в умовах достатнього зволоження показав гібрид Ромул. Вирощування гібрида Ромул за внесення паростку, 4 т/га + N₉₀P₆₀K₉₀ підвищило збір цукру в обох ланках сівозміни порівняно з гібридом Хорол на 1,2 т/га.

Список літератури

1. Баланс елементів живлення в сівозмінах Лісостепу / Я. П. Цвей, О. Т. Петрова, С. М. Климчик [та ін.] // Науковий вісник Національного аграрного університету. – Вип. 129. – К., 2008. – С. 239-244.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: 1968. – 336 с.
3. Роїк М. В. Буряки / М. В. Роїк – Київ: Вид. "XXI вік" - РІА "Труд - Київ", 2001. – 320 с.
4. Сінченко В. М. Цукрові буряки: історія, сорти і гібриди, технологія, виробництво / В. М. Сінченко. – ФОП Корзун Д.Ю. – 2010. – 186 с.
5. Технічні культури: підручник / А. С. Малиновський, В. Г. Дідора, М. В. Грищак [та ін.] ; за ред. професора А. С. Малиновського. – Житомир : Вид-во ДВНЗ „Державний агроєкологічний університет”, 2007. – 305 с.

6. Тонкаль Е. А. Удобрения улучшают качество сахарной свеклы / Е. А. Тонкаль, Н. К. Шиманская // Сахарная свекла. – 1981. – № 10. – С. 35-36.

7. Хильницький О. М. Добрива та продуктивність цукрових буряків / О. М. Хильницький, Н. К. Шиманська, Г. М. Мазур // Цукрові буряки. – 2004. – № 2. – С. 10-12.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДПРЕДШЕСТВЕНИКОВ И СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ

Н.С. Зацерковная

Приведены результаты исследований влияния гибридов, звеньев севооборота и системы удобрения на продуктивность сахарной свеклы.

Установлено, что наивысшая продуктивность сахарной свеклы достигнута при сочетании внесения Паростка, 4 т/га + N₉₀P₆₀K₉₀ в звене севооборота с горохом и выращивания высокопродуктивного гибрида Ромул: урожайность корнеплодов - 77,0, сахаристость - 17,1%, сбор сахара - 13,1 т/га.

Ключевые слова: сахарная свекла, передпредшественники, дозы и виды удобрений.

THE PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET HYBRIDS DEPENDING ON PREDECESSORS AND FERTILIZER SYSTEM

N.Zatserkovna

In article results of researches of influence of hybrids, links of crop rotation and fertilization system on the productivity of sugar beet. It is established that the higher productivity of sugar beet achieved combined with the introduction of Parostock, 4 t/ha + N₉₀P₆₀K₉₀ link rotation with peas and cultivation of high-yielding hybrid Romul: the yield of root crops - 77,0, the sugar content of 17.1%, sugar yield of 13.1 t/ha

Key words: sugar beet, predopredennyye, doses and types of fertilizers.

УДК 633.11 : 631.53.02

**УРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН І
МІКРОДОБРИВА НА РІЗНИХ ФОНАХ ЖИВЛЕННЯ**

Ю. Є. Огурцов, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

Наведено результати досліджень з використання регуляторів росту рослин та мікродобрива за вирощування пшениці озимої і ячменю ярого на різних фонах мінерального живлення. Встановлено, що застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива підвищило урожайність пшениці озимої на 0,22–0,29 т/га або на 4–5 %, а ячменю ярого на 0,22–0,31 т/га або на 6–10 %. Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшило урожайність ячменю ярого на 0,59–0,69 т/га або на 17–20 %.

Ключові слова: *пшениця озима, ячмінь ярий, фони живлення, регулятори росту рослин, мікродобриво, урожайність.*

Сучасний напрям підвищення врожайності сільгоспкультур і поліпшення якості рослинництва в світі базується на впровадженні в сільськогосподарське виробництво енергоощадних технологій із застосуванням регуляторів росту рослин та мікроелементів, які дозволяють за незначних капіталовкладень отримати додатковий врожай.

Регулятори росту рослин – це природні або синтетичні низькомолекулярні речовини, які за дуже малих концентрацій у рослинах $(1-4) \cdot 10^9$ суттєво змінюють процеси їх життєдіяльності. Вони містять збалансований комплекс фіторегуляторів, біологічно активних речовин і мікроелементів. Регулятори росту підвищують стійкість рослин проти несприятливих факторів природного

або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураженню хворобами [6].

Застосування регуляторів росту у землеробстві є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів для підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур та покращення їх якості [4, 5]. За розрахунками, кожна грошова одиниця, витрачена на закупівлю і внесення регуляторів росту при передпосівній обробці насіння, окупується прибавками урожаю у 35-40 разів, за обприскування посівів – у 20-25 разів. При цьому регулятори росту рослин, створені в Україні, за ефективністю не поступаються кращим іноземним аналогам, а за економічними та екологічними показниками значно перевищують закордонні [3, 6].

Застосування мікроелементів запобігає захворюванню рослин та забезпечує отримання вищого урожаю кращої якості [1].

Метою досліджень було вивчити вплив сучасних регуляторів росту рослин та мікродобрива на урожайність сортів пшениці озимої і ячменю ярого на різних фонах мінерального живлення.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження проводили у 2011–2013 рр. на полях лабораторії насінництва та насіннезнавства ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН на сортах пшениці озимої Розкішна і Досконала та ячменю ярого Виклик і Парнас. Попередником пшениці озимої був чорний пар, а ячменю ярого – горох, сівба в оптимальні строки, суцільним рядовим способом з нормою висіву 4,5 млн. шт. насінин на 1 га, сівалкою СКС-10.

Застосовували регулятори росту рослин: радостим, регоплант, стимпо, деймос, вимпел К, мікродобриво квантум-зернові, протруйник вітавакс 200 ФФ, гербіцид гроділ максі та мінеральне добриво нітроамофоска. Площа облікової ділянки становила 20 м², повторність чотириразова. Облік урожаю суцільний, поділянковий. Збирання комбайном “Samro 130”. Урожайні дані оброблені за методом дисперсійного аналізу [2].

Результати досліджень. Роки досліджень в цілому були сприятливими для розвитку рослин пшениці озимої. При цьому, для сорту Розкішна на фоні без внесення добрив найбільш ефективним препаратом для передпосівної обробки насіння та за подвійного застосування, в середньому за три роки, виявився Стимпо, прибавка урожайності 0,29 т/га або 5 % (табл. 1).

1. Урожайність пшениці озимої залежно від сорту, фону живлення та застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива, т/га, 2011–2013 рр.

Передпосівна обробка насіння (В)	Обприскування рослин (В)	Фон живлення (А)							
		без добрив				N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅			
		Сорт							
		Розкішна	± до контролю	Досконала	± до контролю	Розкішна	± до контролю	Досконала	± до контролю
Контроль, без обробки	–	6,16	–	5,95	–	6,12	–	5,91	–
Вітавакс 200 ФФ	–	6,35	0,19	6,07	0,12	6,31	0,19	6,06	0,11
Регоплант	–	6,35	0,19	6,17	0,22	6,39	0,27	6,09	0,14
Стимпо	–	6,45	0,29	6,10	0,15	6,38	0,26	6,07	0,12
Деймос	–	6,41	0,25	6,13	0,18	6,31	0,19	6,03	0,08
Вимпел К + Вітавакс 200	–	6,38	0,22	6,18	0,23	6,34	0,22	6,01	0,06
Регоплант	Регоплант	6,41	0,25	6,17	0,22	6,28	0,16	6,14	0,19
Стимпо	Стимпо	6,45	0,29	6,12	0,17	6,28	0,16	6,06	0,11
Деймос	Деймос	6,40	0,24	6,11	0,16	6,29	0,17	6,12	0,17
Вимпел К + Вітавакс 200	Вимпел К	6,41	0,25	6,16	0,21	6,37	0,25	6,08	0,13
Без обробки	Квантум	6,42	0,26	6,13	0,18	6,32	0,20	6,10	0,15
Регоплант	Регоплант + Квантум	6,37	0,21	6,18	0,23	6,35	0,23	6,08	0,13
Стимпо	Стимпо + Квантум	6,44	0,28	6,12	0,17	6,32	0,20	6,13	0,18
Деймос	Демос + Квантум	6,42	0,26	6,23	0,28	6,32	0,20	6,09	0,14
Вимпел К + Вітавакс 200	Вимпел К + Квантум	6,37	0,21	6,23	0,28	6,38	0,26	6,04	0,09
Середнє по фонах живлення		6,39	–	6,14	–	6,32	–	6,07	–
НІР ₀₅ для факторів: сорт Розкішна: А – 0,04; В – 0,12; АВ – 0,17. сорт Досконала: А – 0,05; В – 0,15; АВ – 0,21.									

При вирощуванні пшениці озимої сорту Досконала найбільшу ефективність за передпосівної обробки насіння отримано за використання препаратів Регоплант та Вимпел К, прибавка 0,22–0,23 т/га, а за подвійного застосування препарати Деймос та Вимпел К у поєднанні з мікродобривом Квантум-зернові, прибавка урожайності по 0,28 т/га.

Ефективність регуляторів росту рослин та мікродобрива на удобреному фоні живлення була меншою порівняно з фоном без добрив. Найбільшу прибавку урожайності сортів пшениці озимої за обробки насіння отримано під час застосування препаратів Регоплант та Стимпо – 0,26–0,28 т/га для сорту Розкішна та 0,12–0,14 т/га для сорту Досконала. На варіантах з подвійним застосуванням регуляторів росту рослин для сорту Розкішна ефективнішим виявилось застосування препарату Вимпел К (прибавка 0,25 т/га), а для сорту Досконала обприскування препаратами Регоплант та Деймос (прибавка 0,17–0,19 т/га).

Аналізуючи отриманий у варіантах досліду урожай зерна ячменю сорту Виклик слід відзначити, що найефективнішим для передпосівної обробки як на фоні без добрив, так і на удобреному фоні живлення, є препарат Стимпо – прибавка урожайності 0,15–0,16 т/га (табл. 2).

Передпосівна обробка насіння протруйником Вітавакс 200 ФФ з подальшим обприскуванням рослин регуляторами росту і мікродобривом виявились більш ефективними. Так, на фоні без добрив обприскування рослин у фазі кущення сумішню регулятора росту рослин регопланту з мікродобривом квантум-зернові забезпечило прибавку урожайності 0,31 т/га, а обприскування мікродобривом квантум-зернові в фазу прапорцевого листка – 0,26 т/га.

На удобреному фоні живлення також найбільш ефективною виявилась бакова суміш препаратів Регоплант та Квантум-зернові у фазу кущення, а також окреме їх застосування у фазу прапорцевого листка (прибавка 0,23–0,26 т/га).

2. Урожайність ячменю ярого залежно від сорту, фону живлення та застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива, т/га, 2011–2013 рр.

Передпосівна обробка насіння (В)	Обприскування рослин (В)	Фон живлення (А)							
		без добрив				N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀			
		Сорт							
		Виклик	± до контролю	Парнас	± до контролю	Виклик	± до контролю	Парнас	± до контролю
Контроль, без обробки	–	3,20	–	3,39	–	3,92	–	3,98	–
Вітавакс 200 ФФ	–	3,28	0,08	3,53	0,14	4,00	0,08	4,14	0,16
Радостим	–	3,32	0,12	3,46	0,07	4,01	0,09	4,13	0,15
Регоплант	–	3,30	0,10	3,54	0,15	4,04	0,12	4,09	0,11
Стимпо	–	3,36	0,16	3,52	0,13	4,07	0,15	4,06	0,08
Вітавакс 200 ФФ	Радостим ¹⁾	3,38	0,18	3,51	0,12	4,03	0,11	4,10	0,12
	Регоплант ¹⁾	3,39	0,19	3,56	0,17	4,03	0,11	4,18	0,20
	Квантум ¹⁾	3,37	0,17	3,62	0,23	4,08	0,16	4,13	0,15
	Радостим + Квантум ¹⁾	3,42	0,22	3,65	0,26	4,09	0,17	4,24	0,26
	Регоплант + Квантум ¹⁾	3,51	0,31	3,56	0,17	4,16	0,24	4,17	0,19
	Радостим ²⁾	3,42	0,22	3,55	0,16	4,13	0,21	4,23	0,25
	Регоплант ²⁾	3,43	0,23	3,62	0,23	4,15	0,23	4,20	0,22
	Квантум ²⁾	3,46	0,26	3,67	0,28	4,18	0,26	4,20	0,22
Радостим	Радостим ¹⁾	3,37	0,17	3,52	0,13	4,02	0,10	4,13	0,15
Радостим	Радостим ²⁾	3,39	0,19	3,56	0,17	4,02	0,10	4,16	0,18
Середнє по фонах живлення		3,37	–	3,55	–	4,06	–	4,14	–
НІР ₀₅ для факторів: сорт Виклик: А – 0,03; В – 0,10; АВ – 0,14. сорт Парнас: А – 0,04; В – 0,11; АВ – 0,16.									
¹⁾ обприскування рослин у фазі кущення ²⁾ обприскування рослин у фазі прапорцевого листка									

Для ячменю ярого сорту Парнас на фоні без добрив найбільш ефективним для передпосівної обробки насіння є препарат Регоплант (прибавка 0,15 т/га), а на удобреному фоні живлення Радостим та Регоплант (прибавка 0,11–0,15 т/га).

При обприскуванні рослин сорту Парнас встановлено, що на фоні без внесення добрив найбільш ефективною є бакова суміш препаратів Радостим та Квантум-зернові в фазу кущення, а також окреме застосування препарату Квантум-зернові в фазу прапорцевого листка, прибавка становить 0,26–0,28 т/га. На удобреному фоні живлення також найбільш ефективною є бакова суміш

препаратів Радостим та Квантум-зернові в фазу кущення, а також застосування препарату Радостим у фазу прапорцевого листка, прибавка 0,25–0,26 т/га.

Слід відзначити, що обприскування рослин ячменю ярого у фазу прапорцевого листка препаратами Радостим, Регоплант або мікродобрином Квантум-зернові є більш ефективним (прибавка 0,21–0,26 т/га для сорту Виклик та 0,16–0,28 т/га для сорту Парнас) порівняно з обприскуванням у фазу кущення (прибавка 0,11–0,19 т/га для сорту Виклик та 0,12–0,23 т/га для сорту Парнас).

Подвійне застосування препарату Радостим для обробки насіння й обприскування рослин у фазу прапорцевого листка також було більш ефективним, порівняно з обприскуванням рослин у фазу кущення.

Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило зростання урожайності зерна ячменю ярого сорту Виклик на 0,69 т/га та сорту Парнас на 0,59 т/га, а застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива на удобреному фоні живлення сприяли подальшому збільшенню урожайності ячменю: у сорту Виклик – на 0,95–0,98 т/га, у сорту Парнас – на 0,84–0,85 т/га.

Найбільшу урожайність ячменю ярого сорту Виклик у досліді (4,15–4,18 т/га), отримано на удобреному фоні живлення, за застосування обприскування рослин баковою сумішшю препаратів Регоплант та Квантум-зернові у фазу кущення, а також за обприскування рослин препаратами Регоплант або Квантум-зернові у фазу прапорцевого листка. Найбільшу урожайність ячменю ярого сорту Парнас – 4,23–4,24 т/га, отримано на удобреному фоні живлення, за обприскування рослин баковою сумішшю препаратів Радостим та Квантум-зернові у фазу кущення, а також препаратом Радостим у фазу прапорцевого листка.

Прибавки урожайності пшениці озимої та ячменю ярого на варіантах застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива отримано, перш за все, за рахунок збільшення кількості продуктивних стебел, озерненості колоса та маси 1000 насінин.

Висновки

1. За вирощування сорту Розкішна обов'язковим елементом має бути передпосівна обробка насіння й обприскування рослин препаратом Стимпо (прибавка 0,29 т/га або 5 %). За вирощування сорту Досконала необхідно застосовувати препарат Регоплант для обробки насіння (прибавка 0,22 т/га або 4 %), або Деймос у поєднанні з мікродобривом Квантум-зернові для подвійного застосування (прибавка 0,28 т/га або 5 %).

2. Найбільш ефективним способом підвищення урожайності ячменю ярого є внесення мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ (прибавка урожайності 0,59–0,69 т/га) і застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива (прибавка 0,08–0,31 т/га). При цьому, для сорту Виклик необхідно застосувати обприскування рослин баковою сумішшю препаратів Регоплант та Квантум-зернові у фазу кущення, або препаратами Регоплант, Квантум-зернові у фазу прапорцевого листка (прибавка 0,23–0,31 т/га або 6–10 %), а для сорту Парнас обприскування рослин баковою сумішшю препаратів Радостим та Квантум-зернові у фазу кущення, а також препаратами Радостим або Квантум-зернові у фазу прапорцевого листка (прибавка 0,22–0,28 т/га або 6–8 %).

Список літератури

1. Агрохимия / Под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Колос, 1982. – 574 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Доспехов Б. А. – М.: Агропромиздат, 1968. – 286 с.
3. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив / С. П. Пономаренко // Международная конференция Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве. – К., 2008. – С. – 45-48.
4. Регулятори росту в рослинництві. Рекомендації по застосуванню. – К. : МНТЦ “Агробіотех” НАН та МОН України, 2007. – 27 с.
5. Регулятори роту рослин в землеробстві : Збірник наукових праць за ред. академіка АІН України А. О. Шевченка. – К.: МНТЦ “Агробіотех”, 1998. – 143 с.

6. Черячукін М. Регулятори росту рослин / М. Черячукін, О. Андрієнко, О. Григор'єва // Агробізнес сьогодні. – 2011. – №5 (204). – С. 34–35.

УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ И ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ И МИКРОУДОБРЕНИЯ НА РАЗНЫХ ФОНАХ ПИТАНИЯ

Ю. Е. Огурцов

Приведены результаты исследований по использованию регуляторов роста растений и микроудобрения при возделывании озимой пшеницы и ячменя ярового на различных фонах минерального питания. Установлено, что применение регуляторов роста и микроудобрения повысило урожайность пшеницы озимой на 0,22–0,29 т/га или на 4–5 %, а ячменя ярового на 0,22–0,31 т/га или на 6–10 %. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ способствовало увеличению урожайности ячменя ярового на 0,59–0,69 т/га или на 17–20 %.

Ключевые слова: пшеница озимая, ячмень яровой, фоны питания, регуляторы роста растений, микроудобрение, урожайность.

CROP YIELDS OF WINTER WHEAT AND SPRING BARLEY DEPENDING ON THE APPLICATION OF PLANT GROWTH REGULATORS AND MICROFERTILIZER ON DIFFERENT BACKGROUNDS NUTRITION

Y. Y. Ogurtsov

The results of studies on the use of plant growth regulators and microfertilizer in the cultivation of winter wheat and spring barley on different backgrounds mineral nutrition. It is established that the application of growth regulators and microfertilizer increased the yield of winter wheat on 0.22–0.29 t/ha or by 4–5 %, and spring barley on 0.22–0.31 t/ha or by 6–10 %. The application of mineral fertilizers in the dose $N_{30}P_{30}K_{30}$ contributed to the increase of spring barley yield on 0.59–0.69 t/ha or by 17–20 %.

and spring barley on 0.22–0.31 t/ha or 6–10 %. The application of mineral fertilizers $N_{30}P_{30}K_{30}$ increased the yield of spring barley on 0.59–0.69 t/ha or at 17–20 %.

Key words: winter wheat, spring barley, backgrounds nutrition, plant growth regulators, microfertilizer, crop yield.

УДК 633.854.78:631.5

ВПЛИВ ПРОТРУЙНИКІВ І БІОПРЕПАРАТУ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ Й УРОЖАЙНІСТЬ БАТЬКІВСЬКИХ ФОРМ ТА ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ

І.І. КЛИМЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

Показано вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратом Поліміксобактерин і протруйниками Апрон і Круїзер на його лабораторну і польову схожість, урожайність а також економічну ефективність за вирощування ліній та гібридів соняшнику.

Ключові слова: *соняшник, лінія, гібрид, біопрепарат, протруйник насіння, схожість, урожайність насіння, економічна ефективність.*

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур базуються на широкому використанні мінеральних добрив і пестицидів, без застосування яких практично неможливо отримати стабільні врожаї високої якості [1]. Проте останнім часом, одночасно з основними традиційними заходами підвищення продуктивності, дедалі більшого значення набуває розвиток екологічного землеробства, зокрема створення мікробних біотехнологій, здатних інтенсифікувати сільськогосподарське виробництво і зберегти родючість ґрунту. Мікроорганізми сприяють формуванню в ризосферній зоні доступних рослині поживних речовин і фізіологічно активних з'єднань, регулюючих метаболізм та взаємовідносини між рослинами та мікроорганізмами [2].

Соняшник на чорноземних ґрунтах, незважаючи на високий винос калію з ґрунту, більшою мірою потребує фосфорних добрив. Ефективним засобом покращення фосфатного живлення є застосування мікробних препаратів на основі бактерій, здатних до ферментативного або метаболічного перетворення важкорозчинних мінеральних і органічних фосфатів ґрунту та добрив,

внаслідок чого активізується процес засвоєння фосфору рослинами. Таким препаратом є Поліміксобактерин [3, 4].

Протруювання насіння є одним із запобіжних заходів розвитку хвороб у період появи сходів. Через насіння передається понад 30% збудників небезпечних хвороб, які знижують посівні властивості сільськогосподарських культур. Тому, протруєння є найбільш економічно вигідним та екологічно безпечним заходом захисту посівів від хвороб і шкідників [5].

Метою дослідження було вивчити вплив передпосівної обробки насіння соняшнику біопрепаратом Поліміксобактерин, 12 л/тонну і протруйниками препаратами Апрон XL 350 ES т. к. с., 3 л/тонну і Круїзер 350 FS т. к. с., 5 л/тонну на його посівні якості, урожайність насіння, економічну ефективність вирощування батьківських форм та гібридів.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження проводили на полях IP ім. В. Я. Юр'єва НААН. Попередник соняшнику – пшениця озима. Насіння соняшнику батьківських ліній Сх1010А, Х720В і Х526В та гібридів F₁ Романс і Максимус висівали в оптимальні строки за норми висіву 60 тис. шт. схожих насінин на 1 га.

Погодні умови під час проведення досліджень різнилися, що дозволило більш повно і всебічно оцінити як біологічні особливості досліджуваних ліній і гібридів, так і елементи технології вирощування. Так, вегетаційний період рослин 2011 р. (квітень-серпень) можна охарактеризувати як оптимальний за середньодобовою температурою повітря і надмірно зволожений, кількість опадів була на 174,0 мм, або на 67 % більше норми. Вегетаційні періоди 2012 та 2013 років характеризувалися посушливими умовами і підвищеним температурним режимом: середньодобова температура повітря становила відповідно 20,1 та 19,9° С, за норми 17,6° С, а кількість опадів була на 55,2 та 34,6 мм, або на 21 та 13 % меншою норми.

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень 2011–2013 рр. встановлено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратом

Поліміксобактерин дозволяє підвищити лабораторну схожість насіння різних ліній соняшнику (рис. 1).

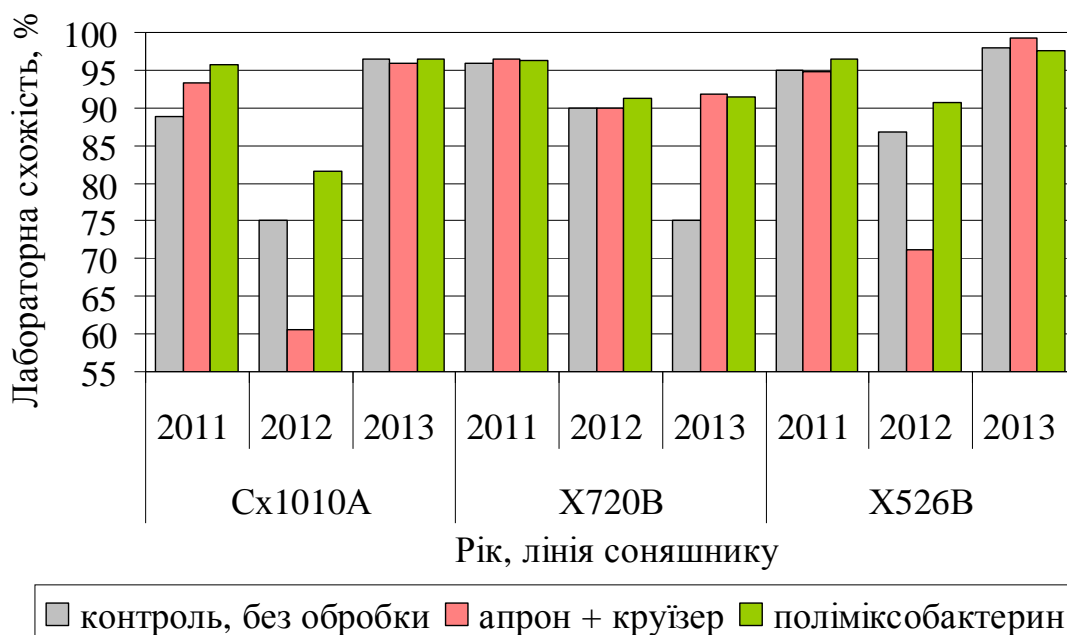


Рис. 1. Лабораторна схожість насіння ліній соняшнику залежно від застосування біопрепарату Поліміксобактерин та протруйників

Так, за низької лабораторної схожості насіння батьківської лінії Cx1010A на контролі у 2011 і 2012 роках – 89 і 75 %, його обробка препаратом Поліміксобактерин сприяла її підвищенню на 7 %, а протруєння насіння препаратами Апрон і Круїзер – збільшенню схожості в 2011 році – на 4 %.

За схожості насіння лінії X720B на контролі в 2013 році – 75 %, його обробка біопрепаратом Поліміксобактерин та протруйниками Апрон і Круїзер збільшила схожість на 17 %.

Схожість насіння лінії X526B у 2012 році також підвищилась на 4 % за обробки насіння біопрепаратом Поліміксобактерин, (87 % на контролі), а його протруєння не сприяло збільшенню схожості.

Схожість насіння ліній соняшнику в контрольних варіантах (95–98 %) за обробки його біопрепаратом Поліміксобактерин та протруйниками була однаковою, гібридів соняшнику Романс і Максимус у період досліджень високою – 93–98 %. При цьому, істотного впливу передпосівної обробки

насіння біопрепаратом Поліміксобактерин і протруйниками на лабораторну схожість не встановлено.

Польова схожість насіння батьківських ліній і гібридів соняшнику у варіантах із застосуванням біопрепарату Поліміксобактерин та протруйників насіння Апрон і Круїзер підвищувалася по різному. Найбільш суттєве її збільшення, у середньому за 2011–2013 рр. на 5–10 %, відзначено в лініях соняшнику на варіантах із протруєнням його насіння апроном та круїзером, що вказує на їх високу ефективність у знезараженні від збудників хвороб, які передаються через насіннєвий матеріал і знаходяться в ґрунті, запобігаючи розвитку патогенів, зменшуючи ураження сходів кореневими гнилями, а також шкідниками (рис. 2). На гібридах соняшнику протруєння насіння апроном і круїзером також сприяло збільшенню польової схожості на 2–4 %.

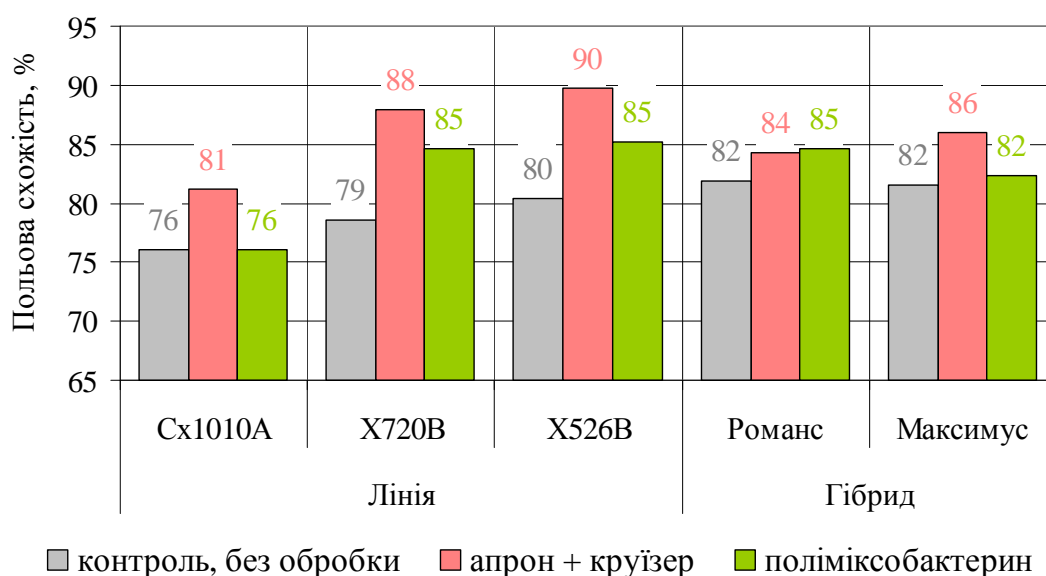


Рис. 2. Польова схожість насіння соняшнику різних ліній залежно від застосування регуляторів росту рослин і протруйників, 2011–2013 рр.

Використання поліміксобактерину для передпосівної обробки насіння в більшості випадків також сприяло підвищенню його польової схожості. При цьому найбільше зростання польової схожості також відзначено в соняшнику батьківських лініях Х720В і Х526В у межах 5–6 %. Серед гібридів соняшнику підвищення польової схожості на 3 % спостерігали у Романса.

Покращення лабораторної і польової схожості насіння на варіантах із передпосівною обробкою поліміксобактерином, апроном і круїзером забезпечило формування заданої густоти рослин соняшнику перед збиранням, а також зумовило підвищення врожайності насіння соняшнику ліній та гібридів. Так, у середньому за 2011–2013 рр., кількість рослин перед збиранням ліній Сх1010А, Х720В та Х526В на варіантах із протруюванням насіння апроном і круїзером збільшилась відповідно на 4,5; 9,2 та 10,5 тис. шт./га, або на 9; 16 та 20 %, порівняно з контролем без обробки. Переваги за кількістю рослин соняшнику гібридів Романс і Максимус були значно меншими відповідно – 2,2 та 3,1 тис. шт./га або 4 та 6 %. Передпосівна обробка поліміксобактерином також сприяла збільшенню кількості рослин перед збиранням урожаю батьківських ліній Х720В, Х526В і гібриду Максимус на 1,3–1,6 тис. шт./га або на 2–3 %.

Найбільшу прибавку урожайності насіння соняшнику лінії Сх1010А отримали у варіантах із протруюванням насіння апроном і круїзером – 0,09 т/га або 10 %, при 0,86 т/га на контролі (табл. 1). Передпосівна обробка поліміксобактерином підвищила урожайність на 0,04 т/га або на 5 %.

Прибавка урожаю за обох способів передпосівної обробки насіння батьківських ліній соняшнику Х720В та Х526В була майже однаковою. Так, прибавка урожаю становила: лінії Х720В 0,04–0,05 т/га або 5–7 %, лінії Х526В –0,07–0,08 т/га або 5–6 %, а на контролі відповідно 0,76 та 1,42 т/га.

Для гібрида соняшнику Романс найефективнішим виявилась передпосівна обробка насіння поліміксобактерином, прибавка 0,15 т/га або 6 %, при 2,44 т/га на контролі. Протруювання насіння апроном і круїзером забезпечило збільшення урожайності насіння на 0,11 т/га або на 5 %.

У гібрида Максимус істотних прибавок урожайності не спостерігали (табл. 1).

Підвищення урожаю продуктивності насіння соняшнику різних ліній, за використання регуляторів росту рослин і мікродобрив є набагато вигіднішим, ніж вирощування товарного насіння, через високу його вартість, що дозволяє

отримати набагато більший додатковий прибуток. Крім цього, підвищення урожайності насіння соняшнику ліній X 526В сприяє прискоренню впровадження у виробництво його нових гібридів (табл. 2).

1. Урожайність батьківських ліній та гібридів соняшнику залежно від способу застосування регуляторів росту рослин і мікродобрив, середнє за 2011–2013 рр., т/га

Передпосівна обробка насіння (Б)	Лінія та гібрид соняшнику (А)									
	Сх1010А	± до конт-ролю	X720В	± до конт-ролю	X526В	± до конт-ролю	Романс	± до конт-ролю	Максимум	± до конт-ролю
Контроль, без обробки	0,86	–	0,76	–	1,42	–	2,44	–	2,41	–
Апрон + Круїзер	0,95	0,09	0,81	0,05	1,49	0,07	2,55	0,11	2,37	-0,04
Поліміксобактерин	0,90	0,04	0,80	0,04	1,50	0,08	2,59	0,15	2,47	0,06
НІР ₀₅ для факторів:	А – 0,02; Б – 0,04; АБ – 0,07						А – 0,03; Б – 0,08; АБ – 0,11			

2. Економічна ефективність вирощування лінії і гібрида соняшнику залежно від способів обробки насіння, 2011–2013 рр.

Передпосівна обробка насіння	Урожайність, т/га	Прибавка до контролю	Витрати на обробку, грн./га	Вартість насіння, грн./га	Додатковий прибуток, грн./га
Лінія X526В					
Контроль, без обробки	1,42	–	–	315240	–
Апрон + Круїзер	1,49	0,07	62	330780	15478
Поліміксобактерин	1,50	0,08	14	333000	17746
Гібрид Романс					
Контроль, без обробки	2,44	–	–	8296	–
Апрон + Круїзер	2,55	0,11	62	8670	312
Поліміксобактерин	2,59	0,15	14	8806	496
Вартість урожаю насіння: батьківської лінії соняшнику 222000 грн./тонна товарного соняшнику 3400 грн./тонна					

Так, підвищення продуктивності батьківських ліній соняшнику від 0,07 т/га до 0,08 т/га за передпосівної обробки насіння поліміксобактерином або протруювання апроном і круїзером дозволяє отримати додатковий прибуток від 15478 грн/га до 17746 грн./га, а збільшення урожаю гібридів соняшнику від

0,11 т/га до 0,15 т/га сприяє отриманню додаткового прибутку від 312 грн./га до 496 грн/га. При цьому, вартість передпосівної обробки поліміксобактерином є набагато меншою – 14 грн/га, порівняно з протруюванням насіння апроном та круїзером – 62 грн/га.

Висновки. 1. Передпосівна обробка насіння соняшнику біопрепаратом Поліміксобактерин і протруювання препаратами Апрон та Круїзер забезпечує підвищення лабораторної схожості (за низьких посівних якостей на контролі 75–89 %) на 4–17 %, польової схожості насіння соняшнику лінії на 5–10 %, і гібридів на 2–4 %, а також підвищення його різної урожайності на 0,04–0,09 т/га або на 4–10 % і гібрида Романс - на 0,11–0,15 т/га або на 5–6 %, з отриманням додаткового прибутку за вирощування ліній соняшнику від 15478 грн./га до 17746 грн/га, а його гібридів - від 312 грн./га до 496 грн/га.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Маслоїд А. П. Вплив культуральної рідини бактеріальних препаратів поліміксобактерину і агрофілу на лабораторну схожість та енергію проростання насіння цукрових буряків / А. П. Маслоїд // Вісник ЖНАЕУ–2013. – №1 (36), т. 1. – С. 138–142.
2. Моргун В. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение / В. В.Моргун, С. Я. Коць, Е. В. Кириченко // Физиология и биохимия культурных растений. – Київ: 2009. – Т. 41, №3. – С. 187–207.
3. Токмакова Л. Поліміксобактерин при вирощуванні соняшнику / Токмакова Л. // Електронний ресурс: Аграрний тиждень. Україна. Розділ Рослинництво. – 13.05.2014 р. – Режим доступу: <http://a7d.com.ua/plants/11630-polmksobakterin-pri-viroschuvann-sonyashniku.html>
4. Степ'як Т. І. Шляхи поліпшення живлення фосфором ріпаку озимого / Т. І. Степ'як // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: Матеріали VII наукової конференції молодих вчених. – Чернігів: Чернігівський ЦНТЕІ. – 2010. – С. 40–42.
5. Ретьман С. В. Протруюємо насіння / С. В. Ретьман, О. В. Шевчук // Насінництво. – 2006. – №3. – 23 с.

ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ И БИОПРЕПАРАТА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ И ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Клименко И. И.,

Показано влияние предпосевной обработки семян биопрепаратом Полимиксобактерин и протравителями семян Апрон и Круизер на полевую и лабораторную всхожесть, урожайность и экономическую эффективность при выращивании линий и гибридов подсолнечника.

Ключевые слова: *подсолнечник, линия, гибрид, биопрепарат, протравители семян, всхожесть, урожайность семян, экономическая эффективность.*

THE EFFECT OF SEED PROTECTANT AND BIOLOGICAL PREPARATION ON SEED QUALITY AND CROP YIELD PARENTAL FORMS AND HYBRIDS OF SUNFLOWER

Klimenko I. I.

The influence of pre-sowing treatment seed with biological preparation Polimicsobacterin and protectants Apron and Cruiser on field and laboratory germination, yield and economic efficiency of production lines and hybrids of sunflower is showed.

Key words: *sunflower, line, hybrid, biological preparation, seed protectants, germination, crop yield, economic efficiency.*

УДК: 636.084.52

БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ КОРІВ В РІЗНІ ФАЗИ ЛАКТАЦІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ГОДІВЛІ

І. О. ЛЯШУК, аспірант*

А. Т. ЦВІГУН, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН.

О. А. ЦВІГУН, кандидат ветеринарних наук, доцент
Подільський державний аграрно-технічний університет

Наведено результати науково-господарського і фізіологічного дослідів проведених на українських чорно-рябих і червоно-рябих коровах у різні фази лактації з використанням: російських (2003 р.), українських (2009 р.), англійських FIM (2004 р.) та США NRC (2001 р.) норм годівлі. Встановлено, що годівля дійних корів згідно з українськими (2009) англійськими (FIM, 2004) та США NRC (2001 р.) нормами сприяла зниженню вмісту α та γ -глобулінів, креатенину, загальних ліпідів, АСТ та фосфору і зростанню гемоглобіну, загальних білка, альбумінів та β -глобулінів, азоту, глюкози, АЛТ, лужного резерву, каротину та кальцію у крові.

Ключові слова: корови, норми годівлі, раціони, біохімічні показники крові.

Сучасна наука про годівлю сільськогосподарських тварин має досить великий матеріал у питанні потреби і нормування окремих елементів живлення залежно від виду, віку, рівня та напряму продуктивності. Ці матеріали базуються на досягненнях експериментальної фізіології в області травлення і обміну речовин, а також на результатах науково-господарських дослідів щодо годівлі тварин. Із розвитком науки і удосконаленням методології досліджень створюються передумови до поглиблення і

* доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН А. Т. Цвігун

уточнення, а також до розробки нових теоретичних і практичних положень у годівлі тварин.

Вперше узагальнено досвід і запропоновані норми годівлі великої рогатої худоби зокрема корів, а розроблені вітчизняними вченими на основі факторіальних підходів через концентрацію енергії і поживних речовин у сухій речовині, з урахуванням фаз годівлі. Вони складаються з нормування таких показників як концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини, фракцій розщеплюваного та нерозщеплюваного в рубці протеїну, незамінних амінокислот, нейтральнодетергентної (НДК) і кислотнодетергентної клітковини (КДК), амінокислот, вітамінів групи В і ряду мікроелементів в годівлі високопродуктивних корів [5, 10].

У зв'язку з цим очевидно є необхідність проведення досліджень щодо оцінки ефективності розроблених норм годівлі порівнянно з зарубіжними, продуктивності та обміну речовин дійних корів.

Сучасні українські норми побудовані за факторіальним підходом, де в основу покладена концепція енергії і біологічно-активних речовин в 1 кг сухої речовини [5], що значно відрізняє їх від російських норм, де концентрація розрахована на кормову одиницю [6] і робить близькими їх до американських і, особливо, до англійських норм [11, 12].

Під час оцінки норм годівлі важливо оцінювати не лише рівень молочної продуктивності а й біохімічні процеси, що відбуваються в організмі, дзеркалом яких є кров.

У дослідженнях [2, 4] встановлена пряма залежність обміну речовин великої рогатої худоби від повноцінної і збалансованої годівлі.

Годівля корів має бути не лише збалансованою й енергетично цінною, але й якісною [1, 9]. Зниження рівня протеїну в раціоні корів у лактаційний період на 16-18% призводить до зменшення молочної продуктивності і народження телят з низькою життєздатністю і показниками природної резистентності [8].

Мета досліджень полягала в оцінці функціонального стану обміну речовин дійних корів за різних систем нормування та норм годівлі корів,

розроблених в Україні (2009), США NRC (2001), Росії (2003) та Англії FiM (2004).

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводились в с-т. Велика Багачка, Полтавської області на коровах української чорно-рябої і червоно-рябої порід. За схемою (табл. 1) корів утримували, в типових чотирирядних корівниках, на прив'язі з щоденним вигулом між доїннями.

1. Схема досліду

Група	Норми годівлі	Кількість корів	Підготовчий період (30 днів)	Дослідний період (270 днів)		
				I фаза (90 днів)	II фаза (90 днів)	III фаза (90 днів)
1	Російські (2003 р.)	30	ОР	ОР (об'ємисті і концентровані корми) + концкорми і премікси згідно з нормою		
2	Українські (2009 р.)	30				
3	Англійські FiM (2004 р.)	30				
4	США, NRC (2001 р.)	30				

Дослідження зразків крові здійснювали за загальноприйнятими методиками, описаними В.Е. Чумаченком [7] та И. П. Кондрахиним [3]. Визначали вміст гемоглобіну, загального білка сироватки крові, резервну лужність крові, неорганічний фосфор, кальцій, каротин, білкові фракції сироватки крові, загальний азот, сечовину, креатинін, загальні ліпіди, глюкозу, АСТ, АЛТ.

Результати дослідження. Надої корів відображають забезпеченість їх поживними речовинами та енергією. В результаті проведеного дослідження було встановлено, що годівля за російськими нормами сприяла отриманню найнижчих надоїв 4%-ного молока у всі фази лактації. У першу фазу лактації найбільші надої 4%-ного молока були в групі корів, яких годували за англійськими нормами і дещо меншим цей показник був за годівлі за українськими та американськими нормами (Табл. 2).

У другу фазу лактації найвищий надій 4%-ного молока одержали в групі корів, яких годували за нормами США, а за українськими нормами він лише на 4,14 % був більшим порівняно з російськими.

У третю фазу лактації, як і в попередню, найбільші надої 4%-ного молока відзначали під час годівлі корів за норм США, а за українськими і англійськими вони переважали відповідно на 6,8% та на 11,7% за цим показником російські норми.

2. Середньодобовий надій 4%-ного молока, кг за різних норм годівлі.

Норми годівлі	Фаза лактації			За лактацію
	I	II	III	
Російські (2003 р.)	19,84±0,86	16,92±0,84	12,22±0,73	16,24±0,66
Українські (2009 р.)	22,17±1,00	17,65±0,86	13,11±0,83	17,38±0,76
Англійські (FIM, 2004 р.)	22,38±1,10	19,03±1,07	13,83±0,98	18,15±0,86
США NRC (2001 р.)	22,19±1,05	19,70±1,08*	14,42±1,02	18,46±0,89*

Примітка: * - $P \leq 0,05$

Біохімічні показники крові лактуючих корів відображають рівень обміну речовин і стан неспецифічної резистентності й імунобіологічної реактивності залежно від кількості поживних речовин, які надходять з раціоном корів, та періоду лактації власне дійних корів.

Аналізуючи біохімічні показників крові дійних корів у першу фазу лактації за різних норм годівлі, слід зауважити, що достовірна різниця спостерігалась лише за годівлі згідно з нормами NRC і лише за вмістом загального білка, загального азоту, загальних ліпідів та лужного резерву.

Досліджуючи вміст гемоглобіну в крові дійних корів ми встановили, що його концентрація зростає відповідно до збільшення органічного й енергетичного живлення (Табл. 3). Так, за годівлі згідно з українськими нормами порівняно з російськими, рівень гемоглобіну зріс на 1,1%, за норм годівлі FIM – на 2,2%, а за норм NRC – на 4,4%.

Як було показано вище, рівень загального білка був вищим із зростанням поживності раціонів. Так, годівля згідно з українськими нормами сприяла зростанню цього показника на 2,1%, за нормами годівлі FIM – на 7,0%, а за нормами NRC – на 11,9%.

3. Біохімічні показники крові корів за різних норм годівлі, в першу фазу лактації, $M \pm m$, $n = 5$

Біохімічні показники крові	Норми			
	російські (2003 р.)	українські (2009 р.)	англійські, FIM (2004 р.)	США, NRC (2001 р.)
Гемоглобін, г/л	91,00±2,04	92,00±2,27	93,00±2,27	95,00±1,47
Загальний білок, г/л	81,33±2,25	83,00±2,04	87,00±2,55	91,00±1,63*
Альбуміни, г%	44,07±0,74	43,13±0,65	42,87±0,58	41,60±0,50*
α-глобуліни, г%	14,23±0,18	14,43±0,21	14,50±0,27	14,60±0,27
β-глобуліни, г%	13,37±1,17	14,80±1,55	15,53±1,56	17,10±1,33
γ-глобуліни, г%	28,33±0,62	27,63±0,70	27,10±0,80	26,70±0,63
Загальний азот, мг%	2834±13,47	2891±17,56*	2902±34,30*	2944±27,13*
Сечовина, мг%	20,30±1,23	22,43±1,02	23,60±1,43	24,67±1,03*
Креатинін, мг%	2,80±0,12	2,60±0,15	2,50±0,15	2,33±0,10*
Загальні ліпіди, мг%	453,7±9,84	421,3±14,78	404,3±7,85*	396,3±10,53*
Глюкоза, мг%	36,00±2,27	38,00±2,45	41,00±2,86	43,00±3,27
АСТ, Од.	112,7±4,59	109,3±5,33	107,0±5,10	104,0±5,21
АЛТ, Од.	35,00±1,87	37,33±1,65	41,00±2,12	44,00±2,48*
Лужний резерв, об%	51,67±1,65	54,33±0,94	57,00±0,82*	58,33±0,62*
Каротин, мг%	0,81±0,04	0,84±0,05	0,88±0,03	0,90±0,03
Кальцій, мг%	10,10±0,16	10,40±0,18	10,60±0,07*	10,60±0,19
Фосфор, мг%	5,60±0,18	5,40±0,19	5,43±0,17	5,10±0,11

Що стосується білкових фракцій, то тут слід відзначити, що із збільшенням поживності раціонів спостерігали зниження вмісту альбумінів і γ-глобулінів та зростання концентрації α- та β-глобулінів.

Концентрація сечовини (див табл. 3) зростала із збільшенням поживності раціонів: за годівлі корів за українськими нормами на 10,5%, FIM – на 16,3% і

NRC – на 21,5%, в той же час ми спостерігали падіння вмісту креатинину відповідно на 7,1, 10,7 та 16,7 %.

Уміст загальних ліпідів та глюкози із зростанням поживності раціонів достовірно зменшувався за українськими нормами годівлі на 5,6%, FIM – на 13,9% і NRC – на 19,4%, вміст АСТ за українських норм годівлі порівняно з російськими знижувався на 7,1%, FIM – на 10,9% і NRC – на 12,6%, а концентрація АЛТ навпаки зростала за українських норм годівлі на 6,7%, FIM – на 17,1 та NRC – на 25,7%.

Із зростанням поживності раціонів за різних норм годівлі концентрація каротину збільшується: за українських норм – на 4,1%, FIM – на 9,5% і NRC – на 11,2%, вміст кальцію зростав, а фосфору знижувався.

Досліджуючи біохімічні показники крові корів за різних норм годівлі в другу фазу лактації нами встановлено, що із зростанням поживності раціонів вміст гемоглобіну за українських норм зростав на 1,3%, FIM – на 3,6% і NRC – на 5,7% (Табл. 4).

Уміст загального білка сироватки крові, як і у випадку з гемоглобіном, зростав із збільшенням поживності раціонів. Так, за українських норм годівлі порівняно з російськими вміст загального білка зріс на 3,2%, FIM – на 6,0% і NRC – на 9,6%, а білкових фракцій знаходився в фізіологічних межах. Так як і в попередній період лактації спостерігали зниження вмісту альбумінів і γ -глобулінів на 1,45 – 3,49 % та зростання концентрації α - та β -глобулінів на 1,44 – 9,13 %.

Із зростанням поживності раціонів спостерігали зниження вмісту загального азоту на 1,6 – 4,0 %, тоді як у попередній період лактації його вміст зростав із зростанням поживності раціонів.

Рівень сечовини і креатиніну зростав зі збільшенням поживності раціонів, тоді як в першу фазу лактації вміст сечовини також зростав, а креатиніну навпаки знижувався, проте їх вміст був вищим в першу фазу лактації, порівняно з другою фазою.

4. Біохімічні показники крові корів за різних норм годівлі, в другу фазу лактації, $M \pm m$, $n = 5$

Біохімічні показники крові	Норми			
	російські (2003 р.)	українські (2009 р.)	англійські, FIM (2004 р.)	США, NRC (2001 р.)
Гемоглобін, г/л	93,00±1,63	94,17±2,14	96,33±3,06	98,33±2,39
Загальний білок, г/л	83,00±2,86	85,67±3,40	88,00±3,08	91,00±1,63*
Альбуміни, г%	42,00±0,82	41,67±0,94	41,10±0,41	40,83±0,92
α-глобуліни, г%	13,90±0,39	14,10±0,46	14,20±0,33	14,53±0,30
β-глобуліни, г%	16,43±0,94	16,97±1,97	17,70±1,31	17,93±1,81
γ-глобуліни, г%	27,67±0,85	27,27±0,76	27,00±0,80	26,70±0,63
Загальний азот, мг%	2796±74,51	2751±87,49	2707±78,81	2684±79,82
Сечовина, мг%	22,33±2,05	22,78±1,19	23,40±1,43	23,93±1,23
Креатинін, мг%	1,97±0,31	2,07±0,31	2,13±0,28	2,23±0,24
Загальні ліпіди, мг%	468,0±16,98	472,3±27,08	481,0±34,89	493,3±34,26
Глюкоза, мг%	38,00±2,45	40,00±2,45	41,33±3,30	42,33±1,55
АСТ, Од.	89,0±8,78	96,3±4,90	73,3±14,35	71,0±7,95
АЛТ, Од.	26,33±2,46	24,00±2,27	21,33±2,87	20,00±3,89
Лужний резерв, об%	54,33±2,49	56,00±2,27	57,00±1,41	59,33±1,43
Каротин, мг%	0,75±0,10	0,76±0,11	0,78±0,10	0,81±0,08
Кальцій, мг%	10,50±0,46	10,83±0,65	11,10±0,76	11,53±0,91
Фосфор, мг%	5,43±0,23	5,33±0,22	5,20±0,25	5,03±0,20

Із зростанням поживності раціонів збільшувався вміст глюкози в крові дійних корів за українських норм годівлі на 5,3%, FIM – на 8,8% і NRC – на 11,4%. Також встановлено, що порівняно з першою фазою лактації вміст глюкози за російських норм годівлі зріс з 36 до 38 мг%, українських норм – з 38 до 40 мг%, тоді як за годівлі за нормами FIM та NRC ця різниця була незначною.

Вивчення динаміки АСТ та АЛТ показало, що порівняно з попередньою фазою лактації ці показники значно знизились. Так, якщо у першу фазу лактації вміст АСТ і АЛТ коливався в межах відповідно 104 – 112,7 і 35 – 44 Од. залежно від норм годівлі, то у другу фазу лактації ці показники були значно

меншими і змінювалися від 73,3 (FIM) до 89,0 (російські норми) та 20 (NRC) – 24,0 Од. (українські норми).

Під час дослідження лужного резерву з'ясовано, що в другу фазу лактації він дещо зріс порівняно з першою, а збільшення поживності раціонів сприяло його зростанню за українських норм на 3,1%, FIM – на 4,9% і NRC – 9,2%.

Із збільшенням поживності раціонів спостерігали зростання вмісту каротину в крові дійних корів: за українських норм годівлі вміст каротину зріс на 1,3%, англійських норм – на 4,0% і норм Сполучених Штатів Америки – на 8,5%. Також слід відзначити, що порівняно з першою фазою лактації вміст каротину у другу фазу лактації знизився на 7,4 – 10,0 відсотків.

Нами виявлено збільшення вмісту кальцію в крові разом із зростанням поживності раціонів: за українських норм на 3,2%, FIM – на 5,7% і NRC – на 9,8%, а концентрація фосфору мала зворотну залежність і за українських норм годівлі зменшилась на 1,8%, норм FIM – на 4,3% і норм NRC – на 7,4%.

Дослідження біохімічних показників крові в третю фазу лактації (табл. 5) показало, що вміст гемоглобіну залежав від рівня годівлі, і зі збільшенням поживності раціонів він також збільшувався: за українських норм годівлі на 2,1%, FIM – на 4,0% і NRC – на 7,2%.

Уміст загального білка сироватки крові в третю фазу лактації був нижчим порівняно з попередніми періодами лактації, що стосується коливання цього показника за дослідними групами, то при годівлі дійних корів згідно з нормами NRC, його вміст становив 87 г/л, і був достовірно найвищим порівняно з групами корів, яких годували згідно з українських, російських та англійських норм.

Вивчаючи білкові фракції, ми встановили, що порівняно з попередньою фазою лактації, зростає вміст альбумінів, α - та γ -глобулінів та зменшується вмісту β -глобулінів. За вмістом білкових фракцій в дослідних групах, із зростанням поживності раціонів дійних корів спостерігали зниження рівня альбумінів за українських норм на 1,9%, FIM – на 3,0% і NRC – на 3,9%, порівняно з російськими нормами годівлі (2009 р.).

5. Біохімічні показники крові корів за різних норм годівлі, в третю фазу лактації, $M \pm m$, $n = 5$

Біохімічні показники крові	Норми			
	російські (2003 р.)	українські (2009 р.)	англійські, FIM (2004 р.)	США, NRC (2001 р.)
Гемоглобін, г/л	92,33±2,25	94,27±1,44	96,00±1,47	99,00±4,14
Загальний білок, г/л	80,00±1,47	82,33±1,65	84,00±2,83	87,00±3,08
Альбуміни, г%	43,33±0,85	42,53±0,33	42,03±0,02	41,67±0,47
α-глобуліни, г%	14,80±0,54	14,63±0,48	14,47±0,27	15,03±0,43
β-глобуліни, г%	14,77±1,63	16,07±0,93	17,03±1,10	17,17±1,30
γ-глобуліни, г%	27,10±1,48	26,77±0,80	26,47±0,87	26,13±0,66
Загальний азот, мг%	2723±32,8	2708±111,5	2681±90,6	2622±75,3
Сечовина, мг%	26,10±3,29	26,80±2,84	27,33±2,25	27,83±1,71
Креатинін, мг%	1,43±0,14	1,60±0,16	1,83±0,21	2,23±0,16*
Загальні ліпіди, мг%	472,7±16,79	479,3±34,90	489,0±33,74	497,7±40,20
Глюкоза, мг%	54,00±5,12	58,00±5,67	61,00±7,26	63,00±8,95
АСТ, Од.	54,0±7,35	58,0±6,75	61,0±8,38	63,0±7,56
АЛТ, Од.	19,00±2,27	18,00±1,78	15,00±1,22	14,00±1,78
Лужний резерв, об%	52,33±1,65	53,67±1,25	54,33±1,84	56,00±2,16
Каротин, мг%	0,62±0,06	0,66±0,07	0,69±0,09	0,73±0,09
Кальцій, мг%	11,10±0,74	11,40±0,80	11,50±1,27	11,90±0,46
Фосфор, мг%	5,10±0,31	4,90±0,37	4,70±0,42	4,20±0,37

Рівень γ-глобулінів за українських норм був нижчим порівняно з російськими нормами годівлі на 1,2%, FIM – на 2,2% і NRC – на 3,6%.

Умісту загального азоту в крові дійних корів, був найнижчим за російських норм годівлі, а годівля корів згідно з нормами NRC (2001 р.) сприяла зростанню цього показника на 3,7% порівняно з російськими нормами годівлі.

Також ми виявили, що концентрація сечовини порівняно з другим періодом лактації у третю фазу зростає на 18 – 22% в розрізі дослідних груп. Як і в попередні фази вміст сечовини позитивно корелював із поживністю раціонів, тобто за українських норм її вміст зріс порівняно з російськими на 2,7%, FIM – на 4,7% і NRC – на 6,6%.

Аналіз вмісту креатиніну показав, що із збільшенням поживності раціонів зростає його вмісту за українських норм на 11,6%, FIM – на 27,9% і NRC – 55,8%.

Рівень загальних ліпідів у третій фазі лактації зріс порівняно з попереднім періодом лактації. Зміни цього показник в розрізі груп, свідчать, він був вищим порівняно з російськими нормами: за українських –на 1,4%, FIM – на 3,5% і NRC – 5,3%.

Вміст глюкози у крові усіх груп тварин зростав із зростанням поживності раціонів. Так за українських норм вміст глюкози зріс порівняно з українськими на 7,4%, FIM на 12,9% і NRC – 16,7%.

Рівень АСТ зменшився порівняно з попередньою фазою лактації на 11,3 – 39,3 %. Що стосується коливання рівнів АСТ у розрізі дослідних груп, то тут спостерігається зростання його вмісту за українських норм на 7,4%, FIM – на 12,9% і NRC – 16,7% порівняно з російськими нормами годівлі.

Рівень концентрації АЛТ знизився на 27 – 30 % в третю фазу лактації порівняно з другою фазою. Ми спостерігали зниження концентрації АЛТ за зростання поживності раціонів: за українських норм – на 5,3%, FIM – на 21,1% і NRC – 26,3% порівняно з російськими нормами годівлі.

Лужний резерв за різних норм годівлі дійних корів був на 4,3 – 5,6% нижчим у третю фазу лактації, ніж у попередню фазу. Також ми встановили, що із зростанням поживності раціонів спостерігається збільшення лужного резерву за українських нормах – на 2,6%, FIM – на 3,8% і NRC – 7,1% порівняно з російськими нормами.

Уміст каротину в крові в третю фазу лактації був на 10 – 17% нижчим порівняно з попередньою фазою, а його коливання в розрізі дослідних груп із зростання поживності раціонів збільшувався і його віст за українських нормах на 5,9%, FIM на 11,8% і NRC – 17,2% порівняно з російськими нормами.

Уміст кальцію як і в попередні періоди лактації зростав із зростанням поживності раціонів, в той же час концентрація фосфору навпаки зменшувалась. Уміст кальцію зростав зі зростанням продуктивності за

українських норм – на 2,7%, FIM – на 3,6% і NRC – 7,2%, а вміст фосфору навпаки зменшувався відповідно на 3,9, 7,8 та 17,7 %.

Висновки

1. Найвищий надій 4%-ного молока був у групі корів, яких годували за NRC (2001 р.), дещо меншими були надії за українських (2009 р.) та англійських норм (FIM, 2004 р.).

2. Годівля дійних корів згідно з українськими (2009 р.) англійськими (FIM, 2004 р.) та США NRC (2001 р.) нормами сприяла зниженню вмісту α та γ -глобулінів, креатенину, загальних ліпідів, АСТ та фосфору.

3. Годівля дійних корів згідно з українськими (2009 р.) англійськими (FIM, 2004 р.) та США NRC (2001 р.) нормами сприяла зростанню вмісту гемоглобіну, загального білка, альбумінів та β -глобулінів, азоту, глюкози, АЛТ, лужного резерву, каротину та кальцію.

Список літератури

1. Зубець М. В. Актуальні питання наукових досліджень з фізіології і біохімії сільськогосподарських тварин / Зубець М. В. // Науков. вісник Львів. держ. акад. вет. медицини ім. С.З.Гжицького. – Львів, 2000. - Т.2-4. – С.61-64.
2. Литвиненко В. М., Порівняльна характеристика природної резистентності телят абердин-ангуської та лімузинської порід в умовах Лісостепу України / В. М. Литвиненко, В. П. Литвин // Наук. вісн. НАУ. – 2001. – Вип. 37. – С. 180-183.
3. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / Под. ред. проф. И. П. Кондрахина /– М.: Колос, 2004. – 520 с.
4. Никольский В. В. Основы иммунитета животных. - М.: Колос, 1998. – 223 с.
5. Норми, орієнтовні раціони та практичні поради з годівлі великої рогатої худоби [посібник]; за ред. І. І. Ібатуліна, В. І. Костенка. – Житомир: ПП «Рута», 2013. – 516 с.
6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное. / Под ред.

- А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М.: 2003. – 456 с.
7. Определение естественной резистентности и обмена веществ у сельскохозяйственных животных / В. Е. Чумаченко, А. М. Высоцкий, Н. А. Сердюк и др. – К.: Урожай, 1990. – 136 с.
8. Полупан Ю. П. Ефективність довічного використання червоної молочної худоби / Ю. П. Полупан // Розведення і генетика тварин. – К.: Аграрна наука, 2000. – Вип. 33. – С. 97–105.
9. Стояновський В. Г. Функціональний стан тонкого кишечника та особливості процесів адаптації у молодняку великої рогатої худоби: автореф. дис. На здобуття наукового ступеня д-ра вет. наук: спец 03.00.13: / Львівська державна академія ветеринарної медицини ім. С.З. Гжицького. /Стояновський В. Г. – Львів, 2000. - 36 с.
10. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби: монографія / за ред. В. М. Кандиба, І. І. Ібатуллін, В. М. Кандиби. – Житомир., 2012. – 860 с.
11. Feed into Milk. A new applied feeding system for dairy cows. Eq. By C. Tomas. – Nottingham University Press. – 2004. – 68 p.
12. NRC. Dairy cattle, seventh Revised Edition, 2001. - National Academy Press, Washington, D. C., - 2001. – 363 p.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КОРОВ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ЛАКТАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ КОРМЛЕНИЯ

И.О. Ляшук, А.Т. Цвигун, О.А. Цвигун

Приведены результаты научно-хозяйственного и физиологического опыта, проведенного на украинских черно-пестрых и красно-пестрых коровах в разные фазы лактации при использовании: российских (2003 г.), украинских (2009 г.), английских FIM (2004 г.) и США NRC (2001 г.) норм кормления. Установили, что кормление дойных коров согласно украинских (2009) английских (FIM, 2004) и США NRC (2001 г.) норм способствовало снижению

содержания α и γ -глобулинов, креатенину , общих липидов, АСТ и фосфора, а также росту содержания гемоглобина, общего белка, альбуминов и β -глобулинов, азота, глюкозы, АЛТ, щелочного резерва, каротина и кальция.

***Ключевые слова:** коровы, нормы питания, рационы, биохимические показатели крови.*

BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF COWS IN DIFFERENT STAGES OF LACTATION, DEPENDING ON THE FEEDING NORMS

I.Lyashuk, A. Tsvigun, O. Tsvigun

The article presents the results of scientific-economic and physiological experience held at the Ukrainian comparabi and red pied cows at different stages of lactation usage: Russian (2003), Ukrainian (2009), English FIM (2004) and the US NRC (2001) feeding norms. Found that feeding dairy cows according to Ukrainian (2009) English (FIM, 2004) and the US NRC (2001) norms contributed to the decrease in the content of the α -and γ -globulins, creatinine, total lipids, AST and phosphorus. And growth of hemoglobin, total protein, albumin and β -globulins, nitrogen, glucose, ALT, alkaline reserve, carotene and calcium.

***Key words:** cows, provisions, rations, blood biochemical parameters.*

**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ІМУНІЗУЮЧОЇ ДОЗИ
КОНЦЕНТРОВАНОЇ ПОЛІВАЛЕНТНОЇ ІНАКТИВОВАНОЇ ВАКЦИНИ
ПРОТИ ЛЕПТОСПІРОЗУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ**

В. В. УХОВСЬКИЙ, кандидат ветеринарних наук
Інститут ветеринарної медицини НААН України

*Ученими лабораторії лептоспірозу Інституту ветеринарної медицини розроблена та виготовлена експериментальна серія полівалентної вакцини проти лептоспірозу для великої рогатої худоби, до складу якої входять п'ять серогруп лептоспір (*Icterohaemorrhagiae*, *Tarassovi*, *Hebdomadis*, *Sejroe*, *Grippotyphosa*), які на сьогодні найбільш поширені на території України. Наведено дані щодо визначення оптимальної імунізуючої дози експериментальної серії інактивованої полівалентної вакцини проти лептоспірозу великої рогатої худоби. Антитілоутворення визначали в реакції мікроаглютинації у динаміці через 14, 21, 60, 90 та 180 діб після вакцинації.*

Ключові слова: *вакцина, лептоспіра, лептоспіроз, велика рогата худоба, серогрупа, штам, антитіла, реакція мікроаглютинації*

Одним із основних заходів боротьби з лептоспірозом є вакцинація, яка профілактує гострий і хронічний перебіг хвороби і лептоспіроносійство [1, 6].

Лептоспіозна вакцина є високоефективною лише в тому випадку, якщо до її складу введені серогрупи лептоспір – збудники захворювання в місцевості, що вивчається. За їх відсутності лептоспіроз буде виникати, не зважаючи на проведену вакцинацію [3, 7, 8].

На території України лептоспіроз у великої рогатої худоби спричиняють лептоспіри таких серогруп: *Sejroe*, *Hebdomadis*, *Icterohaemorrhagiae*, *Tarassovi* та *Grippotyphosa* [2, 5].

Тепер, для профілактики лептоспірозу великої рогатої худоби на території України використовують полівалентну вакцину ВДНКІ проти лептоспірозу тварин (другий варіант), яка містить антигени лептоспір серогруп *Pomona*, *Tarassovi*, *Grippotyphosa*, *Sejroe* (серовар *hardjo*). Антигенний склад цієї вакцини не відповідає етіологічній структурі лептоспірозу великої рогатої худоби, яка склалась останнім часом, тому використовуючи вакцину ВДНКІ проти лептоспірозу тварин (другий варіант), не можливо проводити ефективну специфічну профілактику лептоспірозу цього виду тварин.

Науковими співробітниками лабораторії лептоспірозу Інституту ветеринарної медицини НААНУ розроблено та виготовлено експериментальну серію полівалентної вакцини проти лептоспірозу, до складу якої входять п'ять серогруп лептоспір, які нині, найбільш розповсюджені на території України, а саме: *Tarassovi*, *Grippotyphosa*, *Sejroe*, *Hebdomadis* та *Icterohaemorrhagiae*.

У попередніх дослідженнях було вивчено такі показники вакцини: рН, стерильність, залишкову кількість інактиванта, повноту інактивації, нешкідливість та імуногенну активність (на лабораторних тваринах – кролях) [4]. За результатами проведених досліджень встановлено, що всі три серії вакцини відповідали необхідним нормативним вимогам і вона може бути випробувана на сільськогосподарських тваринах, тому наступним етапом наших досліджень було визначення оптимальної імунізуючої дози створеної вакцини у виробничих умовах, на сприйнятливих тваринах – великій рогатій худобі.

Результати досліджень стануть науковим підґрунтям для розробки і впровадження нових ефективних засобів для профілактики лептоспірозу великої рогатої худоби на території України.

Мета дослідження полягала у визначенні оптимальної імунізуючої дози концентрованої полівалентної інактивованої вакцини проти лептоспірозу великої рогатої худоби.

Матеріали і методика досліджень. Для визначення оптимальної імунізуючої дози створеної нами інактивованої полівалентної вакцини проти лептоспірозу тварин було проведено дослід на великій рогатій худобі.

Імунізуючу дозу визначали для двох вікових категорій тварин: велика рогата худоба до року (телячки і бички) і худоба віком понад один рік. Спершу був проведений дослід з метою визначення дози вакцини для телят віком до одного року. Для проведення цього дослідження за принципом аналогів сформували чотири групи телят (по 4 тварини у групі, віком 6-8 місяців).

Для проведення досліду телят віком до одного року щепили вакциною у дозі 1, 3 і 5 см³. Як контроль використовували полівалентну вакцину ВДНКІ проти лептоспірозу тварин (другий варіант) до складу якої входили такі серогрупи лептоспір: *Pomona*, *Tarassovi*, *Grippotyphosa*, *Sejroe* (серовар *hardjo*), яка використовується нині в Україні для профілактики лептоспірозу цього виду тварин. Вакцину взятую для контролю застосовували в дозі рекомендованій для її застосування, а саме: великій рогатій худобі віком від 6 до 8 місяців вона становила – 4 см³.

Наступним етапом проведення цього дослідження стало визначення оптимальної імунізуючої дози створеної вакцини для великої рогатої худоби віком понад один рік. Для його проведення також за принципом аналогів сформували чотири групи великої рогатої худоби старше одного року (по 4 тварини у групі (бички та телячки), віком 16–20 місяців), яких щепили вакциною у дозі 3, 5 і 7 см³. Як контроль використовували полівалентну вакцину ВДНКІ проти лептоспірозу тварин (другий варіант). Вакцину взятую для контролю застосовували в рекомендованих дозах, а саме: великій рогатій худобі віком понад один рік вона становила – 8 см³.

Перед проведенням дослідження від усіх піддослідних тварин великої рогатої худоби (обох вікових груп), відібрали кров і дослідили в реакції мікроаглютинації (РМА) на наявність лептоспірознних антитіл. Під час постановки реакції використовували вісім діагностичних штамів лептоспір, які належали до восьми серологічних груп (*Australis*, *Canicola*, *Grippotyphosae*, *Hebdomadis*, *Icterohaemorrhagiae*, *Pomona*, *Sejroe*, *Tarassovi*).

Згодом, після проведення профілактичного щеплення, у піддослідних тварин відбирали проби крові та отримували сироватку. В сироватках

імунізованої худоби визначали титр антитіл в РМА п'ять разів через 14, 21, 60, 90 та 180 діб після щеплення. Під час постановки реакції застосовували шість вакцинних штамів лептоспир, яких використовували при виготовленні вакцини (табл. 1). Титри антитіл у РМА визначали у восьми розведеннях від 1:25 до 1:3200 (кратність 2). Розведення сироватки, в якому спостерігали аглютинацію половини і більше лептоспир, вважали титром досліджуваного антигену.

1. Виробничі штами лептоспир, використаних для виготовлення вакцини проти лептоспірозу великої рогатої худоби

Номер з/п	Серогрупа	Серовар	Штам
1	<i>Sejroe</i>	<i>polonica</i>	<i>493 Poland</i>
2	<i>Sejroe</i>	<i>hardjo</i>	<i>Hardjoprajtno</i>
3	<i>Hebdomadis</i>	<i>kabura</i>	<i>Kabura</i>
4	<i>Grippotyphosa</i>	<i>grippotyphosa</i>	ВГНКИ-1
5	<i>Tarassovi</i>	<i>tarassovi</i>	ВГНКИ-4
6	<i>Icterohaemorrhagiae</i>	<i>icterohaemorrhagiae</i>	ВГНКИ-2

Результати досліджень та їх обговорення. Під час проведення досліду у всіх тварин (стад обох вікових груп) після введення цього імунобіологічного препарату було відзначено відсутність загальних проявів (пригнічення, підвищення температури, анафілактичного шоку) і місцевих реакцій.

Після імунізації телят віком до одного року експериментальною серією полівалентної вакцини проти лептоспірозу тварин ми спостерігали виражену індукцію лептоспірозних антитіл проти серогруп лептоспир, які входили до складу вакцини, залежно від дози щеплення (табл. 2, рис. 1–6).

2. Титри антитіл у РМА на 14-, 21-, 60-, 90- і 180-ту добу щодо різних серогруп лептоспир у сироватці крові телят віком менше одного року, щеплених різними дозами вакцини – 1, 3 та 5 см³, M±m, n=24

Серогрупа	Титр антитіл, днів після вакцинації				
	14	21	60	90	180
Доза 1 см ³					
<i>Sejroe (polonica)</i>	1:93,7	1:100	1:31,2	1:25	1:12,5
<i>Sejroe (hardjo)</i>	1:62,5	1:68,7	1:43,7	1:18,7	1:6,2
<i>Hebdomadis</i>	1:93,7	1:125	1:37,5	1:31,2	1:18,7
<i>Icterohaemorrhagiae</i>	1:43,7	1:75	1:25	1:12,5	1:6,2
<i>Grippotyphosa</i>	1:43,7	1:62,5	1:18,7	1:12,5	1:6,2
<i>Tarassovi</i>	1:56,2	1:93,7	1:18,7	1:18,7	1:12,5
Середній титр	1:65,6±7,8 ***	1:87,5±7,8 ***	1:29,1±3,5 ***	1:19,8±2,3 ***	1:10,4±1,7*
Доза 3 см ³					
<i>Sejroe (polonica)</i>	1:300	1:400	1:100	1:56,2	1:31,2
<i>Sejroe (hardjo)</i>	1:225	1:300	1:75	1:62,5	1:31,2
<i>Hebdomadis</i>	1:375	1:550	1:125	1:87,5	1:37,5
<i>Icterohaemorrhagiae</i>	1:175	1:300	1:75	1:43,7	1:31,2
<i>Grippotyphosa</i>	1:175	1:150	1:50	1:37,5	1:12,5
<i>Tarassovi</i>	1:275	1:225	1:62,5	1:43,7	1:18,7
Середній титр	1:254,2±26,1	1:320,8±43,0	1:81,2±8,7	1:55,2±5,7 *	1:27,0±3,2*
Доза 5 см ³					
<i>Sejroe (polonica)</i>	1:350	1:450	1:87,5	1:50	1:37,5
<i>Sejroe (hardjo)</i>	1:275	1:350	1:62,5	1:56,2	1:31,2
<i>Hebdomadis</i>	1:425	1:500	1:125	1:112,5	1:43,7
<i>Icterohaemorrhagiae</i>	1:175	1:350	1:87,5	1:50	1:31,2
<i>Grippotyphosa</i>	1:225	1:150	1:43,7	1:43,7	1:6,25
<i>Tarassovi</i>	1:300	1:200	1:56,2	1:37,5	1:12,5
Середній титр	1:291,7±27,9 **	1:333,3±44,1 *	1:77,1±9,6	1:58,3±7,5 *	1:27,0±4,9
Контроль					
<i>Pomona</i>	1:175	1:275	1:100	1:50	1:25
<i>Tarassovi</i>	1:250	1:225	1:62,5	1:31,2	1:12,5
<i>Grippotyphosa</i>	1:150	1:175	1:43,7	1:37,5	1:12,5
<i>Sejroe (hardjo)</i>	1:250	1:275	1:62,5	1:43,7	1:18,7
Середній титр	1:206,2±18,3	1:237,5±15,7	1:67,2±6,9	1:40,6±2,6	1:17,2±1,9

* - p≤0,05, ** - p≤0,01, *** - p≤0,001 порівняно з контролем.

За щеплення всіма дозами вакцини спостерігали загальну тенденцію, а саме: титр антитіл у РМА різко збільшувався на 14-ту добу і досягав максимальних показників на 21-шу добу після вакцинації, потім на 60-ту добу він різко знижувався. На наш погляд, різке зниження рівня титрів антитіл на 60-ту добу після вакцинації пов'язано з різними класами імуноглобулінів, які утворюються у відповідь на введення лептоспірного антигену. Реакцію мікроаглютинації зумовлюють імуноглобуліни класу *Ig M*, а превентивну активність – класу *Ig G* [3].

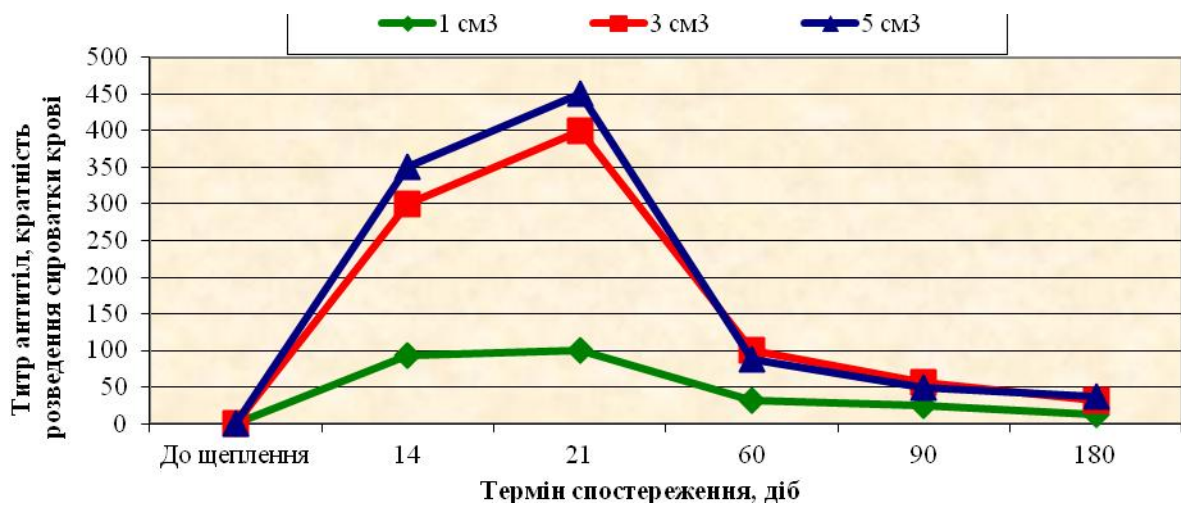


Рис. 1. Титр антитіл до серогрупи *Sejroe (polonica)* у сироватці крові телят віком менше одного року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

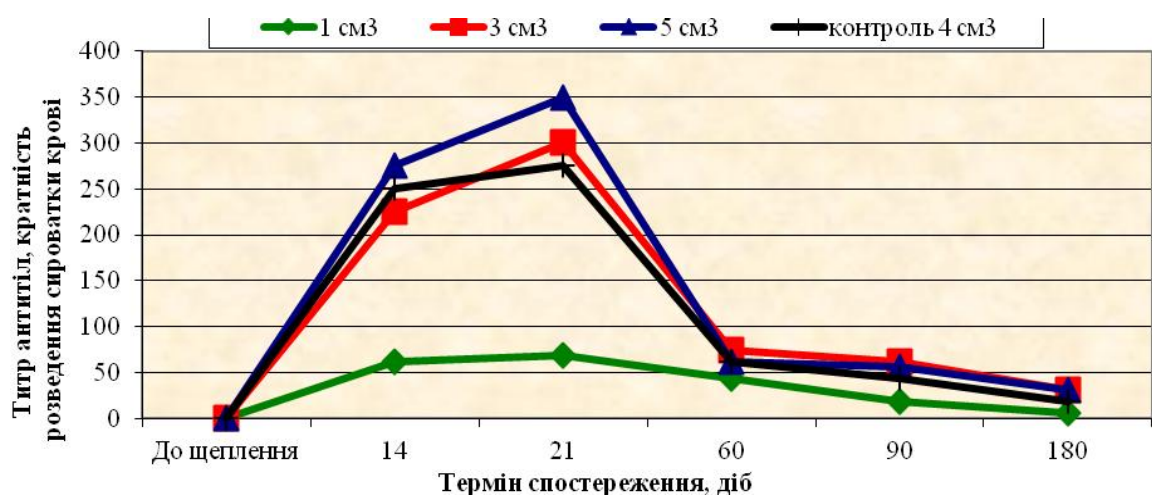


Рис. 2. Титр антитіл до серогрупи *Sejroe (hardjo)* у сироватці крові телят віком менше одного року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

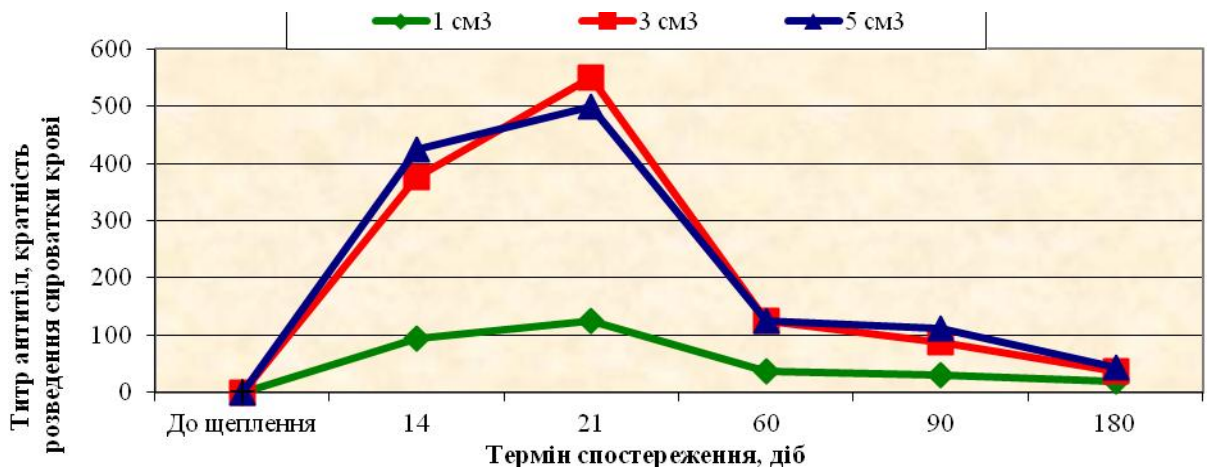


Рис. 3. Титр антитіл до серогрупи *Hebdomadis* у сироватці крові телят віком менше одного року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

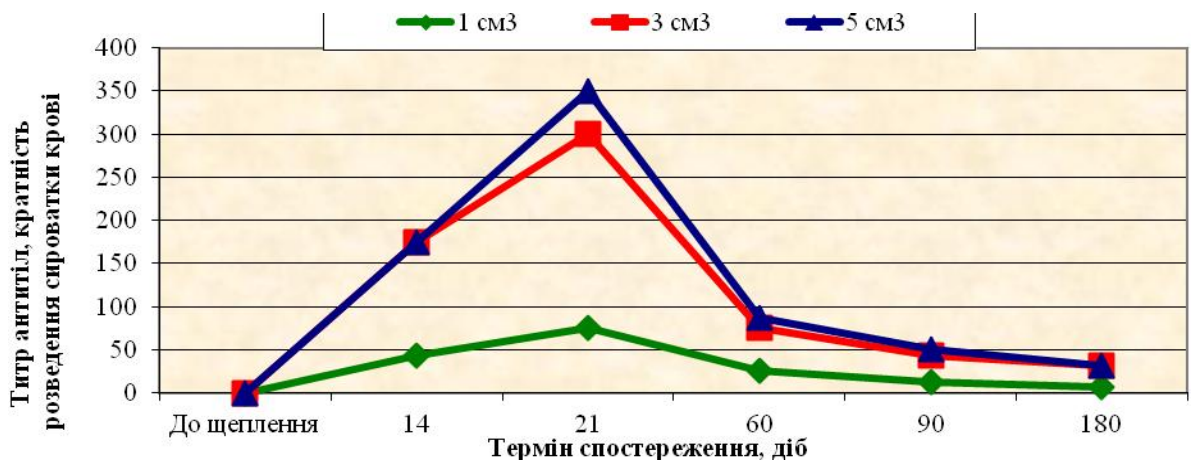


Рис. 4. Титр антитіл до серогрупи *Icterohaemorrhagiae* у сироватці крові телят віком менше одного року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

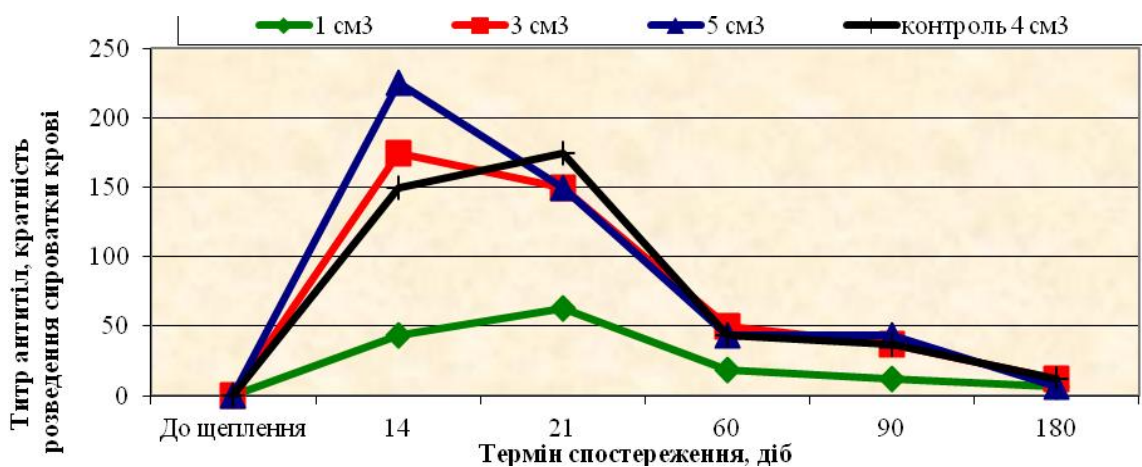


Рис. 5. Титр антитіл до серогрупи *Grippotyphosa* у сироватці крові телят віком менше одного року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

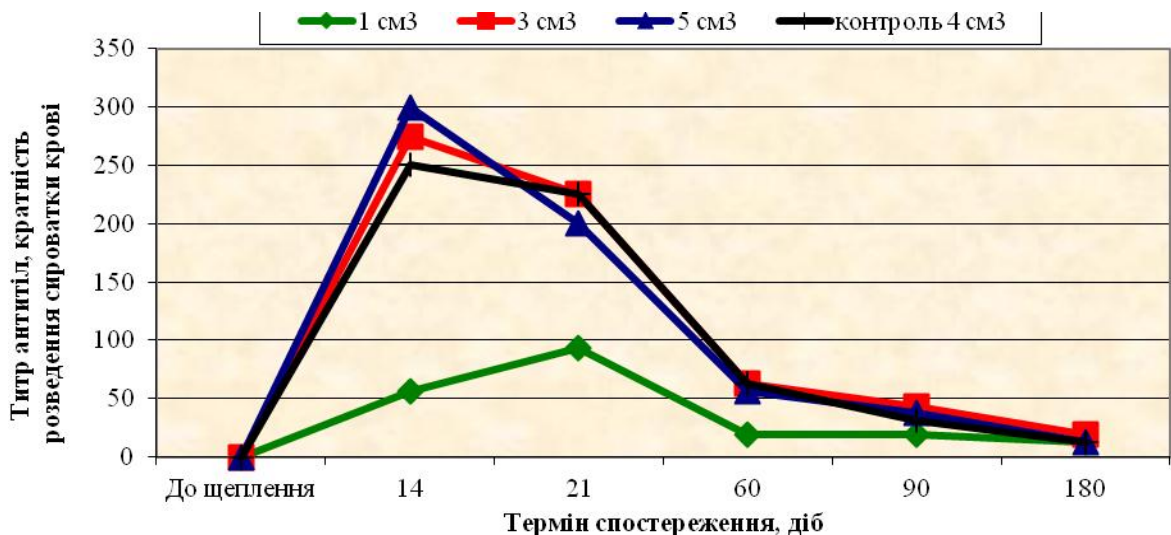


Рис. 6. Титр антитіл до серогрупи *Tarassovi* у сироватці крові телят віком менше одного року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

Судячи з утворення специфічних антитіл (рис. 1–6) у великої рогатої худоби, щепленої в дозі 3 см³ та 5 см³, імунітет приблизно однакової напруженості формувався до всіх серогруп лептоспир, які входили до складу експериментальної серії вакцини, та перевищував або був на аналогічному рівні показників у групі тварин, щеплених полівалентною вакциною ВДНКІ проти лептоспірозу.

Титри специфічних антитіл у великої рогатої худоби щепленої в дозі 1 см³, не забезпечували формування імунітету високої напруженості і були значно нижчими показників титрів вакцини ВДНКІ, взятої для контролю.

Наступним етапом проведення цього дослідження було визначення оптимальної імунізуючої дози створеної вакцини для молодняку віком понад один рік. Показники імуногенної активності експериментальної серії вакцини у великої рогатої худоби цієї вікової групи наведено в табл. 3 та рис. 7–12.

У великої рогатої худоби віком старше року до проведення щеплення було виявлено низькі титри антитіл до лептоспир серогруп *Sejroe*, *Hebdomadis Icterohaemorrhagiae* та *Grippotyphosa* (від 1:4,7±1,9 до 1:10,4±2,0), що пов'язано з попередньою їх вакцинацією (щеплення тварин цієї групи провели за 7 місяців до початку дослідю).

Як свідчать результати досліджень (див табл. 3), у великої рогатої худоби віком понад один рік спостерігалась така сама тенденція, як і у телят віком до року, а саме: при щепленні всіма дозами вакцини титр антитіл у РМА різко збільшувався на 14-ту добу і досягав максимальних показників на 21-шу добу після вакцинації, потім на 60-ту добу він різко знижувався.

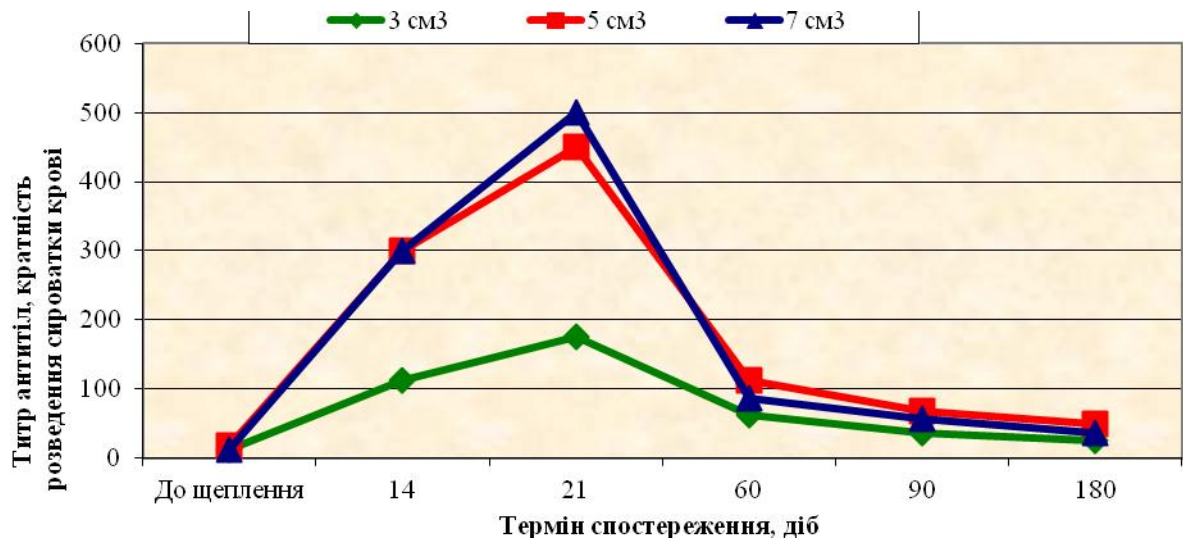


Рис. 7. Титр антитіл до серогрупи *Sejroe (polonica)* у сироватці крові телят віком понад один рік, щеплених різними дозами вакцини, n=4

3. Титри антитіл у РМА на 14-, 21-, 60-, 90- і 180-ту добу щодо різних серогруп лептоспир у сироватці крові телят старше року, щеплених різними дозами вакцини – 3, 5 та 7 см³, M±m, n=24

Доза, см ³	Серогрупа	Титр антитіл до вакцинації	Титр антитіл, днів після вакцинації				
			14	21	60	90	180
3	<i>Sejroe (polonica)</i>	1:12,5	1:112,5	1:175	1:62,5	1:37,5	1:25
	<i>Sejroe (hardjo)</i>	1:12,5	1:87,5	1:137,5	1:43,7	1:25	1:18,7
	<i>Hebdomadis</i>	1:6,2	1:100	1:137,5	1:43,7	1:25	1:31,2
	<i>Icterohaemorrhagiae</i>	1:6,2	1:50	1:62,5	1:37,5	1:31,2	1:12,5
	<i>Grippytyphosa</i>	1:18,7	1:56,25	1:68,7	1:31,2	1:12,5	1:6,2
	<i>Tarassovi</i>	0	50	1:100	1:37,5	1:25	1:18,7
	Середній титр	1:9,4±2,2	1:76,0±10,0***	1:113,5±15,2**	1:42,7±3,0***	1:26,0±2,3***	1:18,7±2,6
5	<i>Sejroe (polonica)</i>	1:18,7	1:300	1:450	1:112,5	1:68,7	1:50
	<i>Sejroe (hardjo)</i>	1:12,5	1:250	1:375	1:87,5	1:75	1:37,5
	<i>Hebdomadis</i>	1:6,2	1:500	1:600	1:150	1:106,2	1:37,5
	<i>Icterohaemorrhagiae</i>	0	1:300	1:375	1:100	1:68,7	1:31,2
	<i>Grippytyphosa</i>	1:18,7	1:225	1:175	1:62,5	1:37,5	1:18,7
	<i>Tarassovi</i>	0	1:225	1:225	1:56,2	1:50	1:12,5
	Середній титр	1:9,4±3,0	1:300±27,9**	1:366,7±46,4***	1:94,8±10,9	1:67,7±6,7	1:31,2±4,3
7	<i>Sejroe (polonica)</i>	1:12,5	1:300	1:500	1:87,5	1:56,2	1:37,5
	<i>Sejroe (hardjo)</i>	1:18,7	1:300	1:375	1:100	1:75	1:43,7
	<i>Hebdomadis</i>	1:12,5	1:450	1:650	1:162,5	1:87,5	1:37,5
	<i>Icterohaemorrhagiae</i>	0	1:350	1:300	1:75	1:56,2	1:18,7
	<i>Grippytyphosa</i>	1:12,5	1:250	1:225	1:62,5	1:31,2	1:12,5
	<i>Tarassovi</i>	1:6,2	1:225	1:250	1:62,5	1:37,5	1:18,7
	Середній титр	1:10,4±2,0	1:312,5±24,4***	1:383,3±53,4**	1:91,7±11,0	1:57,3±6,7	1:28,1±4,8
Контроль	<i>Pomona</i>	0	1:175	1:175	1:87,5	1:37,5	1:18,7
	<i>Tarassovi</i>	0	1:150	1:175	1:87,5	1:56,2	1:25
	<i>Grippytyphosa</i>	1:6,2	1:200	1:125	1:100	1:37,5	1:12,5
	<i>Sejroe (hardjo)</i>	1:12,5	1:250	1:275	1:125	1:75	1:37,5
	Середній титр	1:4,7±1,9	1:193,7±13,1	1:187,5±20,9	1:100±5,2	1:51,5±5,9	1:23,4±3,3

* - p≤0,05, ** - p≤0,01, *** - p≤0,001 порівняно з контролем.

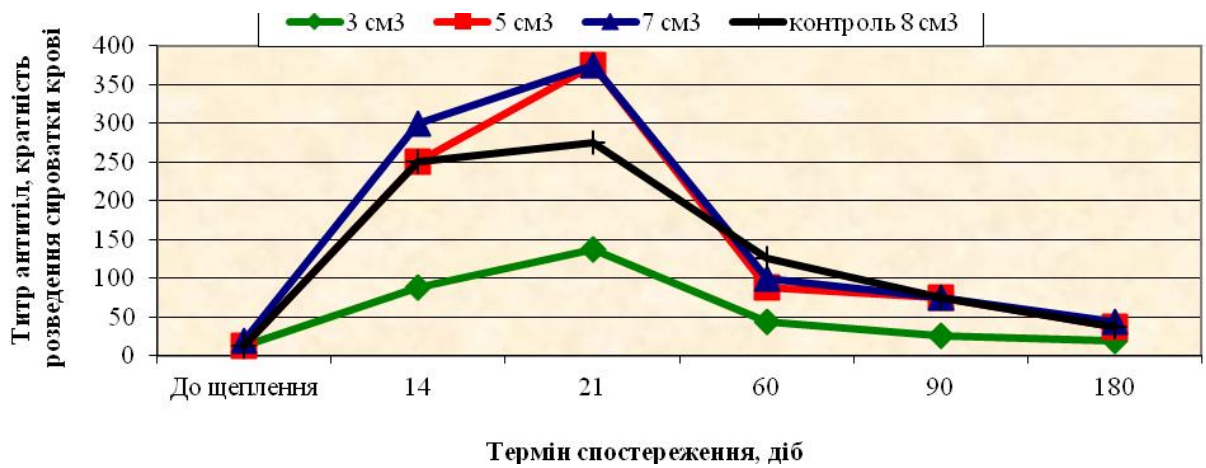


Рис. 8. Титр антитіл до серогрупи *Sejroe (hardjo)* у сироватці крові телят, старших року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

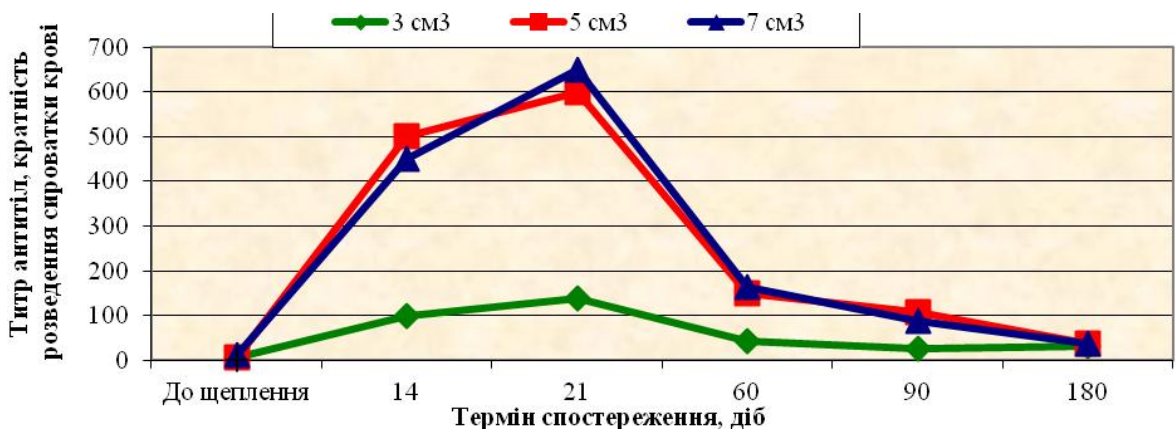


Рис. 9. Титр антитіл до серогрупи *Hebdomadis* у сироватці крові телят, старших року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

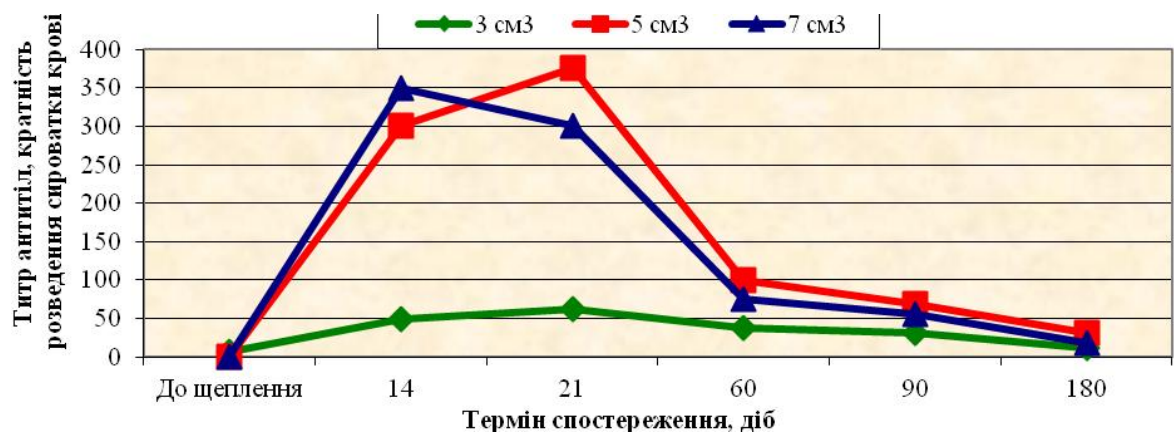


Рис. 10. Титр антитіл до серогрупи *Icterohaemorrhagiae* у сироватці крові телят, старших року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

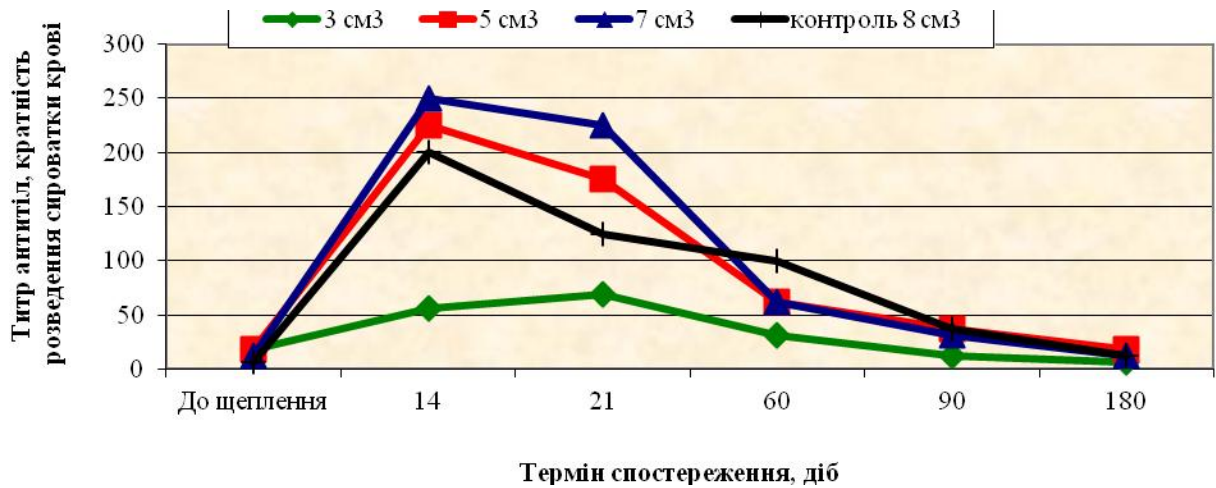


Рис. 11. Титр антитіл до серогрупи *Grippytyphosa* у сироватці крові телят, старших року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

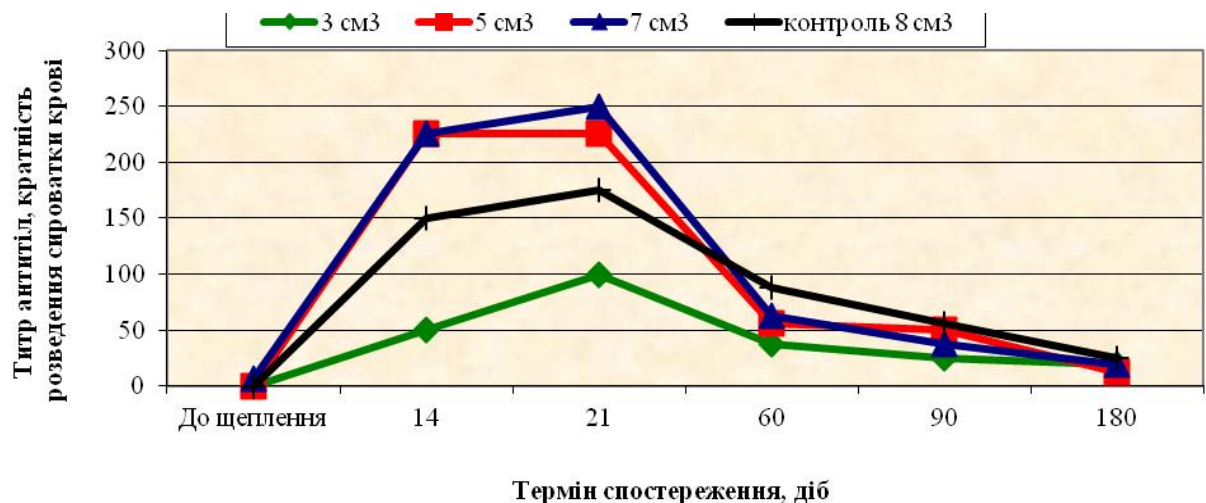


Рис. 12. Титр антитіл до серогрупи *Tarassovi* у сироватці крові телят, старших року, щеплених різними дозами вакцини, n=4

За результатами імунологічних досліджень було встановлено, що у телят старше року, щеплених у дозі 5 см³ та 7 см³, був сформований імунітет до всіх серогруп лептоспир, які входили до складу експериментальної серії вакцини. Імунологічні показники у відповідних дослідних групах великої рогатої худоби значно перевищували аналогічні показники контрольної групи тварин, щеплених полівалентною вакциною ВДНКІ проти лептоспірозу. Показники титрів антитіл до серогруп *Sejroe*, *Icterohaemorrhagiae*, *Tarassovi* та

Grippotyphosa варіювали з незначними відмінностями. Але, особливо слід відзначити, що показники титрів антитіл до лептоспир серогрупи *Hebdomadis* (див. рис. 9), були значно вищими за показники інших чотирьох серогруп лептоспир.

За аналізом результатів імунологічних досліджень доведено, що доза 3 см³ для щеплення великої рогатої худоби старше року не забезпечувала формування імунітету високої напруженості, показники титрів антитіл в РМА були значно нижчими за аналогічні показники у тварин, імунізованих вакциною ВДНКІ, взятою за контроль.

За результатами проведених нами досліджень встановлено, що оптимальна доза щеплення для великої рогатої худоби віком старше одного року становить 5 см³.

Аналіз результатів імунологічних досліджень показав, що у телят до року показники титрів антитіл у РМА були дещо нижчими, ніж титри у великої рогатої худоби віком старше року.

Імунна відповідь організму тварин, на думку багатьох авторів, на первинне і вторинне введення антигену (ревакцинацію) різна. Ревакцинація призводить, як правило, до більш інтенсивного та швидкого утворення специфічних антитіл. Цим пояснюється те, що показники титрів антитіл у великої рогатої худоби віком старше року були вищими через їх попередню вакцинацію, за сім місяців до початку дослідю, в той час, як імунітет у великої рогатої худоби віком до одного року формувався у відповідь на первинне введення антигену.

За період проведення дослідю у жодної з піддослідних тварин (обох вікових груп) не спостерігали клінічних ознак, характерних для лептоспірозу та стрімкого збільшення титру антитіл в РМА, що засвідчувало б розвиток захворювання.

Висновки

1. Визначені оптимальні дози експериментальної вакцини проти лептоспірозу великої рогатої худоби, які забезпечують імунітет максимальної напруженості та тривалості.

2. Дози становлять: для великої рогатої худоби віком до одного року – 3 см³, віком один рік і більше – 5 см³.

Список літератури

1. Вакцина против лептоспироза животных лиофилизированая / [А. Н. Панин, Ю. А. Малахов, Г. Л. Соболева и др.]// Ветеринария. – 2002. – №1. – С. 21 – 24.
2. Піотрович В. А. Особливості етіологічної структури лептоспірозу великої рогатої худоби в Україні / В. А. Піотрович, О. О.Кучерявенко, Я. В. Мужичський // Ветеринарна медицина: Міжвід. темат. наук. зб. – Харків, 2006. – № 86. – С. 285–289.
3. Малахов Ю. А. Лептоспироз животных / Ю. А. Малахов, А. Н. Панин, Г. Л. Соболева. – Я.: ДИА-пресс, 2000. – 584 с.
4. Уховський В. В. Вивчення імуногенних властивостей експериментальних серій полівалентної вакцини проти лептоспірозу тварин «варіант BOVIS» в лабораторних умовах / В. В. Уховський // Наукові праці ПФ НУБіП України Кримський агротехнологічний університет. – Серія «Ветеринарні науки». – 2013. – Випуск № 155. – С. 270–278.
5. Уховський В. В. Епізоотолого-географічна характеристика лептоспірозу ВРХ на території України / В. В. Уховський // Науково-технічний бюлетень. – Львів. – 2010. – Вип. 11, № 2–3. – С. 263–268.
6. Cocrue M. La leptospirose animale en Hongne frequence d'apparition, diagnostic et prophylaxie/ M. Cocrue, G. Halmos // Problemes zoosanitaires d'actuelite. – 1983. – P. 43–50.
7. Ellis W. A. Leptospirosis / W. A. Ellis // Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines. – In the: OIE (Office International des Epizooties). – 1996. – P.198–204.

8. European Pharmacopoeia draft monograph; Bovine Leptospirosis vaccine (inactivated); PA/PH/Exp. T. 28. – Vol. 15. – 2001. –P. 1028–1032.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ИММУНИЗИРУЮЩЕЙ ДОЗЫ КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ ПОЛИВАЛЕНТНОЙ ИНАКТИВИРОВАННОЙ ВАКЦИНЫ ПРОТИВ ЛЕПТОСПИРОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В. В. Уховский

*Учеными лаборатории лептоспироза Института ветеринарной медицины разработана и изготовлена экспериментальная серия поливалентной вакцины против лептоспироза крупного рогатого скота, в состав которой входят пять серогрупп лептоспир (*Icterohaemorrhagiae*, *Tarassovi*, *Hebdomadis*, *Sejroe*, *Grippotyphosa*), которые в настоящее время наиболее распространены на территории Украины. Представлены данные по определению оптимальных иммунизирующих доз экспериментальной серии инактивированной поливалентной вакцины против лептоспироза крупного рогатого скота. Антителообразование определяли в реакции микроагглютинации в динамике через 14, 21, 60, 90 и 180 суток после вакцинации.*

Ключевые слова: вакцина, лептоспира, лептоспироз, крупный рогатый скот, серогруппа, штамм, антитела, реакция микроагглютинации

DETERMINATION OF THE OPTIMAL IMMUNIZING DOSE OF CONCENTRATED MULTIVALENT INACTIVATED VACCINE AGAINST LEPTOSPIROSIS IN CATTLE

V. V. Uhovskiy

*Leptospirosis laboratory scientists of the Institute of Veterinary Medicine has developed and manufactured a one series of experimental multivalent vaccine for cattle, which consists of five serogroups of leptospira (*Icterohaemorrhagiae*, *Tarassovi*, *Hebdomadis*, *Sejroe*, *Grippotyphosa*), which are currently the most widespread on the territory of Ukraine. The article presents the data to determine the*

optimal immunizing doses of the experimental series inactivated polyvalent vaccine against leptospirosis in cattle. Antibody response was determined by microscopic agglutination test in dynamics 14, 21, 60, 90 and 180 days after vaccination.

Keywords: *vaccine, leptospira, leptospirosis, cattle, serogroups, strain, antibody, microscopic agglutination test*

UDC: 577.117

Fatty acid profile of different organs under action of new complex liposomal preparation "Interflok"

I. Y. SOLOVODZINSKA, PhD

National Agrarian University

The data about the effect of interferon, selenium and vitamins A, D₃, E of a new integrated product in the form of liposomal emulsions on the fatty- acid content of lipids of various organs of piglets are presented. The increase of content of arachidonic and linolenic acids in lipids of the studied pigs after parenteral introduction of the investigational drug has been established. It has been established a significant increase of unsaturation of total lipids of the studied pigs that were injected by the drug in the form of liposomal emulsion. We can assume that this is largely due to the presence of the drug interferon. The important role in the action of the drug is of its liposomal form, because liposomes protect the existing components of inactivation. We found increasing of lipids membrane unsaturation in the studied organs of piglets at an early age under the influence of the drug that can be considered as a result of complex effects of drug components.

Key words: fatty acids, interferon, liposomes, immune, lung, liver, lymph nodes, vitamins, membranes, pigs.

Lipid content, their individual classes and fatty-acid composition significantly affect the ultra structure and metabolic activity of cell membranes in the tissues of animals. The relationship between immune response of immunocompetent cells and fatty-acid composition of plasma membranes lipids has been established [2,4]. This detected link offers the prospect of creating of new and effective drugs for preventing and treating of animal diseases. Such preparations should provide immunomodulator effect by restoring the ultra structure of plasma membranes of immunocompetent cells in their damaged ultra structure and metabolic activity of cell membranes in the tissues of animals. This is due to urgency of research on the impact of new drugs on fatty-acid composition of lipid membranes of cells of various types, particularly immunocompetent cells. In this regard, the aim of our work was to investigate the effect of interferon, selenium and vitamins A, D₃, E of the new integrated product in the form of liposomal emulsions on fatty- acid lipid composition of lung, liver and lymph nodes of piglets.

Materials and methods of research. Researches were conducted in the research sector "Obroshino" of Pustomytskyi region, Lviv district on two groups of piglets of 3-day age, who were keeping with the sow, separated by a principle of similarity at two groups – control and experimental, by 5 heads in each group. At the 3-day age pigs of control group were injected by isotonic solution of sodium chloride, pigs of experimental group – treated by liposomal emulsion, which contains in its structure interferon, selenium and vitamins A, D₃, E in the recommended preventive doses. The drugs to the animals of experimental group were injected intramuscularly at a dose of 1 ml per kg of body weight. In the 30-day age the experimental slaughter of pigs was conducted and obtained from them samples of lung, liver and lymph nodes were used for biochemical studies. Lipids from researched organs were extracted by mixture of chloroform and methanol 2:1 by Folch method [5] and their fatty acid composition was determined by gas-liquid chromatography on chromatograph "Chrom-4" (Czechoslovakia) [6]. They obtained statistically received digital data.

Research results and discussion. As a result of the studies a significant changes of fatty acid composition of total lipids of studied various organs of piglets which were injected by drugs have been established. The direction and extent of these changes is

specific to each organ separately. Thus, fatty acid overall composition of lipids in lung tissue of piglets, which administrated the investigational drug compared to fatty acid composition of total lipid of piglets of the control group, characterized by greater relative content of unsaturated fatty acids (56.3% versus 50.5% in the control), including polyunsaturated fatty acids (21.7% vs. 17.6%), mainly due to increases in their stock number of arachidonic acid ($p < 0.05$).

1. Fatty acid composition of total lipids of pig's lung, %
($M \pm m$, $n = 3$)

Fat acids	Code of fat acids	Animal groups	
		Control	Experimental
Laurinic	C _{12:0}	0,10±0	0,13±0,03
Miristic	C _{14:0}	0,53±0,03	0,73±0,09
Pentadecane	C _{15:0}	0,20±0	0,23±0,03
Palmitic	C _{16:0}	31,07±0,41	24,27±1,58*
Palmiticoleic	C _{16:1}	0,97±0,03	1,30±0,06*
Stearic	C _{18:0}	14,23±0,12	15,83±0,92
Oleic	C _{18:1}	31,83±0,67	33,20±1,30
Linoleic	C _{18:2}	9,17±0,09	10,10±1,02
Linolenic	C _{18:3}	2,00±0,06	2,37±0,09*
Arachidic	C _{20:0}	0,83±0,03	0,80±0,06
Arachidonic	C _{20:4}	6,50±0,21	9,30±0,86*
Behenic	C _{22:0}	2,57±0,12	1,73±0,34
Saturated		49,53	43,73
Monounsaturated		32,8	34,50
Polyunsaturated		17,67	21,77

Note: In this and next tables — * indicates the likely difference ($p < 0.05$) in the relative content of individual fatty acids in total lipids of piglets experimental group compared to their content in total lipids of piglets of the control group.

As a consequence, in lungs of piglets of experimental group compared to the piglets of control group unsaturation of total lipids is increased and lipids saturation index (INL) is decreased, respectively 0.98 and 0.78 times. Increasing of relative content of unsaturated fatty acids in total lipids of piglets of experimental group is at the expense of an increase in their content of palmitoleic, linolenic and arachidonic acid ($p < 0.05$). These data are of vital interest due to the fact that arachidonic acid is the precursor of prostaglandins, which play an important role in the regulation of the reduction of bronchial smooth muscle tension [7]. Increased arachidonic acid content of lipids in the lung of piglets of experimental group compared to the control group of pigs is accompanied by reduction of the content in their part of palmitic acid ($p < 0.05$), which plays an important role in the synthesis of specific membrane of alveolus – dypalmitoil phosphatidyl holine, which provides surface-active properties of pulmonary function of alveoli [1]. It is a cause of a protective effect of selenium and vitamins A and E, which are the parts of the investigational drug, on the processes of peroxide oxidation of arachidonic acid in membrane phospholipids of lung alveoli.

In fatty-acid stock of total liver lipids of animals of experimental group compared with the control group of pigs also found significantly greater content of unsaturated fatty acids,

(61.8% vs. 57.9%) including polyunsaturated (39.8% vs. 35, 2%). As a result, unsaturation of total lipids of piglets' liver of experimental group increased and decreased INL (0.62 respectively against 0.72 in control). These differences, as well as in lungs,

2. Fatty acid composition of liver of total lipids studied piglets, ($M \pm m$, $n = 3$)

Fat acids	Code of fat acids	Animal groups	
		Control	Experimental
Laurinic	C _{12:0}	0,10±0	0,10±0
Miristic	C _{14:0}	0,30±0,06	0,23±0,03
Pentadecane	C _{15:0}	0,10±0	0,10±0
Palmitic	C _{16:0}	13,77±1,29	11,03±0,29
Palmiticoleic	C _{16:1}	0,97±0,07	0,97±0,07
Stearic	C _{18:0}	26,60±1,19	25,07±1,33
Oleic	C _{18:1}	21,83±1,64	21,10±1,27
Linoleic	C _{18:2}	18,53±2,18	17,23±0,79
Linolenic	C _{18:3}	0,63±0,03	1,37±0,23*
Arachidic	C _{20:0}	0,43±0,03	0,57±0,09
Arachidonic	C _{20:4}	16,03±1,06	21,20±1,44*
Behenic	C _{22:0}	0,70±0,15	1,03±0,09
Saturated		42,0	38,13
Monounsaturated		22,8	21,47
Polyunsaturated		35,19	39,80

are due to greater content of arachidonic and linolenic acids in total lipids of liver experimental group of piglets than in piglets of the control group ($p < 0.05$).

In lymph nodes in pigs of experimental group, compared with pigs of control group also show greater relative content of unsaturated fatty acids (49.3% vs. 44.2%), including polyunsaturated fatty acids (22.7% vs. 17, 8%). As a result, unsaturation of lipids increased, and INL is 1.03 against 1.26. However, increasing of unsaturation of lipids in the liver and lungs, caused mainly at the expense of amounts of mono- and polyunsaturated fatty acids, and in the lymph nodes it is caused by increasing particularly arachidonic acid ($p < 0.05$). These data are of considerable interest due to the fact that arachidonic acid in animal tissues by cycloxygenase way

3. Fatty acid composition of total lipids of lymph nodes of studied piglets, (M m, n = 3)

Fat acids	Code of fat acids	Animal group	
		Control	Experimental
Laurinic	C _{12:0}	0,13±0,03	0,1±0
Miristic	C _{14:0}	1,26±0,29	1,0±0,38
Pentadecane	C _{15:0}	1,16±0,03	0,10±0
Palmitic	C _{16:0}	33,17±3,38	29,20±3,09
Palmiticoleic	C _{16:1}	0,80±0,05	0,67±0,17
Stearic	C _{18:0}	18,06±1,39	18,27±0,49
Oleic	C _{18:1}	25,53±0,64	25,93±2,50
Linoleic	C _{18:2}	8,43±1,65	9,33±0,64
Linolenic	C _{18:3}	2,07±0,33	1,63±0,52
Arachidic	C _{20:0}	1,30±0,2	0,70±0,12
Arachidonic	C _{20:4}	7,33±0,91	11,73±1,2*
Behenic	C _{22:0}	1,73±0,07	1,33±0,15
Saturated		55,84	51,73
Monounsaturated		26,33	26,60
Polyunsaturated		17,83	22,69

becomes prostaglandins that are non-specific inducer of T-suppressor and by lipoxygenase way – in leicotrien, which are mediators of the hormone action [8, 9]. Derivatives of arachidonic acid, in particular, eicosanoids play an important role in the functioning of the immune system. Firstly, they are an important link in the communication system between the driving signal and response of cells, and secondly, they may act as mediators and modulators of many immunological processes [9].

Thus, as a result of experiments it was established a significant increase of unsaturation of total lipids of the studied pigs that were injected by the drug in the form of liposomal emulsion. We can assume that this is largely due to the presence of the drug interferon. Studies on the cell cultures showed that the stimulation of immune reactions in the body of animals by interferon combined with the influence on lipid composition of cell membranes. Particularly, under the influence of interferon the content of unsaturated fatty acids in phosphatidyletanolamin of cell membranes increased. The important role in the action of the drug is of it liposomal form, because liposomes protect the existing components of inactivation. Membrane of liposom is similar of bilayer of cell membranes. It is known that fatty acid composition of lipid membranes is closely connected with functional activity of cells because of membrane lipid composition significantly affects on the

activity of several lipid depend enzymes [1], which are key enzymes in the chain of reactions of cellular immune system, including antigenic processing. We found increasing of lipids membrane unsaturation in the studied organs of piglets at an early age under the influence of the drug that can be considered as a result of complex effects of drug components.

Role of lipid homeostasis in stabilizing of the immune reactions is principally due to the directly lipid components involved in the processes of cell activation and regulation of phagocytosis. It is the evidence of substantiation expediency substantiation of immune drugs application, which is due to the impact of optimization composition of the cell membranes of animal body, including immuno competent cells in medicines.

Conclusion

Administration of interferon in pigs, selenium and vitamins A, D₃, E within a new integrated product in the form of liposomal emulsion leads to increase the content of polyunsaturated fatty acids (arachidonic and linolenic) in total lipids in lung, liver and lymph nodes.

Literature

1. *Marine Biogenic Lipids, Fats and Oils*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1989.

2. Colbeau A., Nachbaur J., Vignais P. M. Enzymic characterization and lipid composition of rat liver subcellular membranes. *Biochim. Biophys. Acta*, 1971, V. 249, pp. 462–492.

3. Kelley D. S., Taylor P. C., Nelson G. J., Schmidt P. C., Mackey B. E., Kyle D. Effects of dietary arachidonic acid on human immune response. *Lipids*, 1997, V. 32, no 4, pp. 449–456.

4. Yaqoob P. Lipids and the immune response: from molecular mechanisms to clinical applications. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, 2003, V. 6, no 2, pp. 133–150.

5. Keits M. Tekhnika lipidologii. Vydeleniye, analiz I identifikatsiya lipidov [Techniques of Lipidology. Isolation and identification of lipid analysis]. Moscow, World, 1975, 322 p. (In Russian).

6. Fizioloho-biokhimichni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytsvi ta veterynarnii medytsyni [Physiological and biochemical methods of research in biology, stockbreeding and veterinary medicine]. Lviv, 2004. 399 p. (in Ukrainian).

7. Lushnikova I. V. Vyvchennia uchasti productiv metabolizmu arakhidonovoi kysloty u funktsionuvanni hepatotsytiv shchuriv u kulturi i kokulturi z klitynamy Kupfera [Effects of arachidonic acid metabolites on the functional activities of rat hepatocytes cultured alone and with Kupffer

cells. Candidate's degree by speciality 03.00.13 - physiology of human and animals]. Kyiv, 1999. 16 p. (in Ukrainian).

8. Manuel A. De Pablo, Gerardo Álvarez De Cienfuegos. Modulatory effects of dietary lipids on immune system functions. *Immunology and Cell Biology*, 2000, V. 78, pp. 31–39. doi:10.1046/j.1440-1711.

9. Bannenberg G., Serhan C. N. Specialized pro-resolving mediators in the inflammatory response: An update. *Biochimica et Biophysica Acta*, 2010, V. 1801, no. 12, pp. 1260–1273.

**ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ РАЗНЫХ
ОРГАНОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НОВОГО
КОМПЛЕКСНОГО ЛИПОСОМАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА
"ИНТЕРФЛОК"**

И. Е. Соловодзинска

В статье представлены данные о влиянии нового комплексного продукта, содержащего интерферон, селен и витамины А, D₃, Е в виде липосомной эмульсии на содержание жирных кислот липидов различных органов поросят. Отмечено увеличение содержания арахидоновой и линоленовой кислот в липидах исследуемых свиней после парентерального введения исследуемого препарата. Было установлено значительное увеличение ненасыщенности общих липидов у

исследуемых свиней, которым вводили препарат в форме липосомальной эмульсии. Предполагается, что это в значительной степени обусловлено присутствием интерферона. Важную роль в действии липосомальной формы препарата играют липосомы способные защитить существующие компоненты. Обнаружено увеличение ненасыщенности липидов мембран в исследованных органах поросят в раннем возрасте под воздействием препарата, которые можно рассматривать как результат сложных эффектов компонентов препарата.

***Ключевые слова:** жирные кислоты, Интерфлок, липосома, иммунитет, легкие, печень, лимфатические узлы, витамины, мембраны, свини.*

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ ПРОФІЛЬ РІЗНИХ ОРГАНІВ ПІД ДІЄЮ НОВОГО КОМПЛЕКСНОГО ЛІПОСОМАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ "ІНТЕРФЛОК"

І. Є. Соловодзінська

У статті наведено дані про вплив нового комплексного продукту, що містить інтерферон, селен і вітаміни А, D₃, Е у вигляді ліпосомальної емульсії на вміст жирних кислот ліпідів різних органів поросят. Відзначено збільшення вмісту арахідонової і ліноленової кислот у ліпідах досліджуваних

свиней після парентерального введення досліджуваного препарату. Було встановлено значне збільшення ненасиченості загальних ліпідів у досліджуваних свиней, яким вводили препарат у формі ліпосомальної емульсії. Передбачається, що це в значній мірі обумовлено присутністю інтерферону. Важливу роль у дії ліпосомальної форми препарату грають ліпосоми здатні захистити компоненти препарату. Виявлено збільшення ненасиченості ліпідів мембран в досліджених органах поросят в ранньому віці під впливом препарату, які можна розглядати як результат складних ефектів компонентів препарату.

Ключові слова: *жирні кислоти, Інтерфлок, ліпосома, імунітет, легені, печінка, лімфатичні вузли, вітаміни, мембрани, свині.*