

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

### РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН *TRITICUM AESTIVUM* L. ЗА УМОВ ПОСУХИ

**Жук Ольга Іванівна**

*доктор біологічних наук, науковий співробітник*

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, 03022, вулиця*

*Васильківська 31/17, Україна, місто Київ*

**Анотація.** Показано, що дія посухи у фазі виходу у трубку рослин пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) сортів Одеська 66, Астарта, Золотоколоса, Подолянка затримувала ріст пагона, колоса, листкової поверхні, що стало головною причиною зменшення зернової продуктивності рослин. Сорти Одеська 66 і Подолянка виявили вищу стійкість до посухи, порівняно з сортами Астарта і Золотоколоса, що проявилась у підтримці росту та швидкому його відновленню у більшій кількості пагонів за умов посухи. Сорти Астарта і Золотоколоса за дефіциту води забезпечували ріст одного-двох пагонів. Зменшення кількості зерен на рослину компенсувалось збільшенням їх маси після відновлення водозабезпечення. Адаптивні стратегії сортів до умов посухи відрізнялись, однак були спрямовані на максимально можливу реалізацію їх продуктивного потенціалу. Дослідження росту та продуктивності рослин пшениці озимої сортів інтенсивного типу за дії природної посухи у критичні фази онтогенезу дозволяє прогнозувати їх врожайність за несприятливих та нестабільних умов навколишнього середовища

**Ключові слова:** пшениця, пагін, колос, зерно, посуха

**GROWTH AND PRODUCTIVITY OF PLANTS *TRITICUM AESTIVUM* L.**

**UNDER DROUGHT**

**Olga Zhuk**

*Doctor of biological sciences, scientist*

*Institute of Plant Physiology and Genetics NAS of Ukraine, 03022, Vasylykivska st.  
31/17, Ukraine, Kyiv*

**Abstract.** It is shown that the effect of drought during tillering phase of soft winter wheat plants (*Triticum aestivum* L.) cv. Odeska 66, Astarta, Zolotocolosa, Podolyanka delayed the growth of the stems, ear, leaf surface. This was the main reason of the decreasing of grain productivity in plants. Odeska 66 and Podolyanka demonstrated higher drought tolerance and had more stems than cv. Astarta and Zolotocolosa. Cv. Astarta and Zolotocolosa provided the growth of one or two stems under water deficit conditions. Decreasing of grain quantity per plant was compensated by increasing of mass after water supply recovering. Adaptive strategies of cultivars to drought conditions were different, however, and maximized the realization of productive potential. Research of growth and productivity of intensive type of winter wheat plants under the influence of natural drought during critical phases of ontogenesis allows predicting yield under unfavorable and unstable environmental conditions.

**Key words:** wheat, stem, ear, grain, drought

Пшениця м'яка належить до цінних продовольчих культур в Україні та світі. Підвищення її врожайності та стійкості відносять до важливих задач біологічної науки, сучасної біотехнології [1, 2, 3]. Широкого розповсюдження набули сорти пшениці м'якої, що містять пшенично-житні транслокації 1BL/1RS, 1AL/1RS та з заміщенням хромосоми 1В на 1R, які підвищують їх стійкість до біотичних та абіотичних чинників навколишнього середовища. Аналіз 46 вітчизняних сортів пшениці озимої виявив в них ці транслокації [3]. Сорти пшениці з 1BL/1RS транслокацією розповсюджені серед комерційних сортів і містять гени, які контролюють стійкість проти бурої (Lr26), стеблової (Sr31) та жовтої іржі (Yr9), борошнистої роси (Pm8), попелиці (Gb2, Gb6), кліща.

Посуху відносять до головних лімітуючих чинників у реалізації продуктивного потенціалу сортів пшениці у світі [4, 5]. У останні роки в Україні природна посуха з дефіцитом води у ґрунті та високими температурами повітря відзначалась у фазі виходу у трубку рослин пшениці озимої. Протягом

цієї фази відбувається мейоз, формується колос, визначається кількість розвинених квіток у ньому, збільшується листкова поверхня, міжвузля, що забезпечує зернову продуктивність рослин [5, 6, 7]. Ростові процеси у пагоні пшениці здійснюються шляхом поділу та розтягнення клітин і потребують значного забезпечення фотоасимілятами, водою, мінеральним живленням, дефіцит спричиняє затримку або зупинку клітинного росту, зменшення розмірів пагона, редукцію квіток, колосків у колосі [8, 9].

Сигнал про дефіцит води у ґрунті клітини коренів сприймають за допомогою трансмембранного гістидинкіназного осмосенсора за участі  $\text{Ca}^{2+}$ -залежних протеїнкіназ, який локалізований на зовнішній стороні плазмалемі [10]. Трансдукція сигналу відбувається за рахунок активації каскаду кіназ, що включають відповідні транскрипційні фактори регуляції генної експресії. Внаслідок цього у клітинах зони розтягу кореня підвищується вміст абсцизової кислоти, яка транспортується по ксилемі до пагонів і належить до головних сигналів для замикальних клітин продихів у листках. До сигнальних молекул, які транспортуються з ксилемним соком від кореня до пагона, відносять зеатинрибозид, етилен, мікроРНК, малат. Основною реакцією рослин мезофітів на недостатнє забезпечення водою є закривання продихів, що мінімізує втрати води через транспірацію, однак гальмує фотосинтетичний метаболізм через дефіцит вуглекислоти, який служить головним джерелом ресурсів у рослині. У монокарпічних рослин пшениці процеси старіння включаються у період формування генеративних органів, тому відновлення функціонування меристем після завершення дії стресового чинника не відбувається і компенсація втрати структурних елементів пагона не відбувається.

Метою роботи було вивчення дії природної посухи на ростові процеси та продуктивність рослин пшениці м'якої озимої сортів інтенсивного типу.

Рослини пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) сортів Золотоколоса, Одеська 66, Подолянка, Астарта вирощували в умовах дрібноділянкового досліду у 2017 році у Київській області за достатнього мінерального живлення, яке складало  $\text{N}_{120} \text{P}_{120} \text{K}_{120}$  за діючою речовиною. Ґрунт сірий лісовий. Розмір

облікової ділянки для кожного сорту 1 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова. Добрива вносили у період посіву та як підживлення у фазах кушіння та цвітіння. Для удобрення використовували промислово виготовлене добриво нітроамофоску. Природну посуху відзначено у фазі виходу у трубку, яка тривала 14 діб. Протягом періоду від початку фази виходу у трубку до фази формування зернівки через однакові проміжки часу відбирали по 15 рослин, у яких вимірювали довжину пагонів у мм, площу листової поверхні усієї рослини у см<sup>2</sup>. Відбори 1-4 проводили у фазі виходу у трубку, 5-колосіння-цвітіння, 6-8-наливу зерна-молочної стиглості зерна. Після дозрівання рослин визначали масу та кількість зерен у колосах та рослинах. Результати оброблені статистично за допомогою ANOVA.

Встановлено, що протягом дії посухи у фазі виходу у трубку у пшениці сорту Одеська 66 відбувалась затримка росту пагонів (рис.1 а). Відновлення росту головного пагона відбувалось після посухи раніше порівняно з бічними,

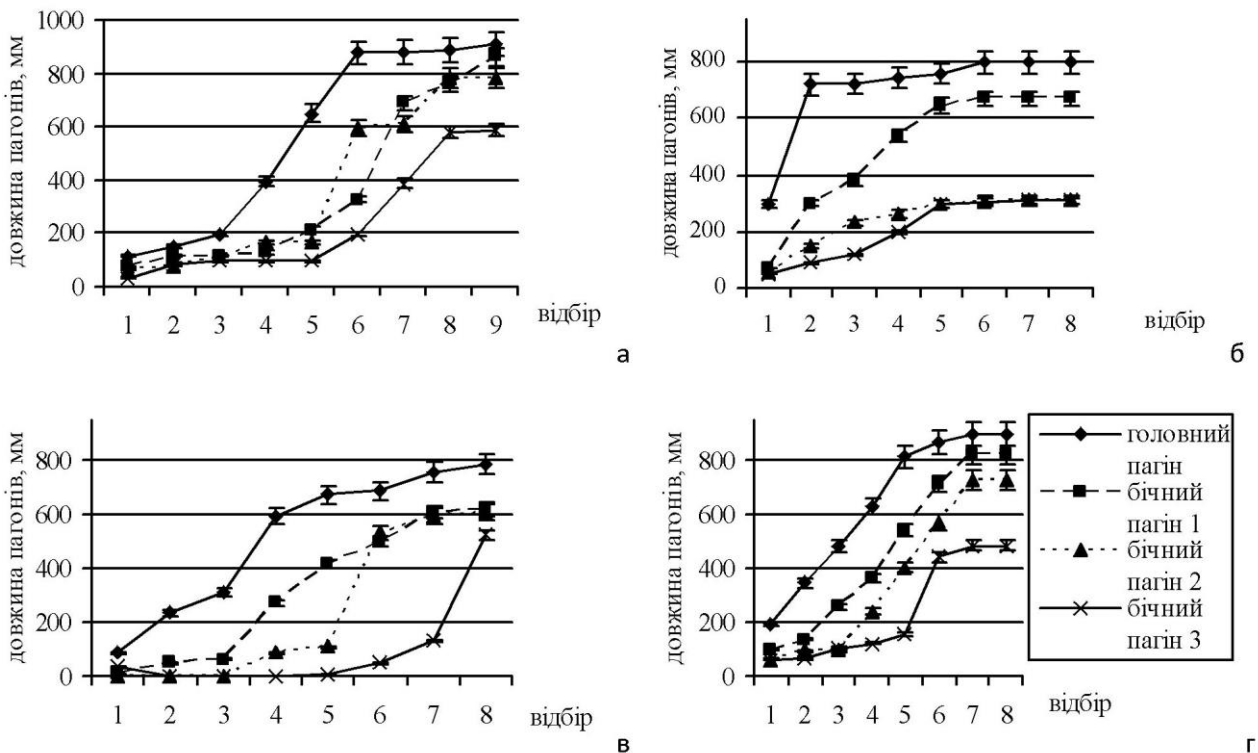


Рис. 1.Ріст пагонів рослин пшениці озимої сортів Одеська 66 (а), Астарта (б), Золотоколоса(в), Подольанка (г).

однак прискорення росту дозволило двом бічним пагонам до настання фази наливу зерна наблизитись за розмірами до головного. У сорту Астарта ріст

головного пагона зупинявся на початку дії посухи і не відновлювався після її припинення (рис. 1 б). Ріст найближчого до нього бічного пагона продовжувався після припинення дії посухи, але інші бічні пагони практично не росли. У сорту Золотоколоса ріст головного та двох бічних пагонів уповільнювався на початку дії посухи і прискорювався після відновлення достатнього забезпечення водою (рис. 1 в).

У сорту Подолянка ріст головного пагона тривав з однаковою швидкістю впродовж фази виходу у трубку, а ріст двох бічних пагонів відновлювався після незначної затримки ще у період посухи і завершувався практично одночасно з головним (рис.1 г). Протягом усього періоду видовження міжвузлів соломини пшениці відбувався ріст колоса, який завершувався у фазі цвітіння (рис. 2).

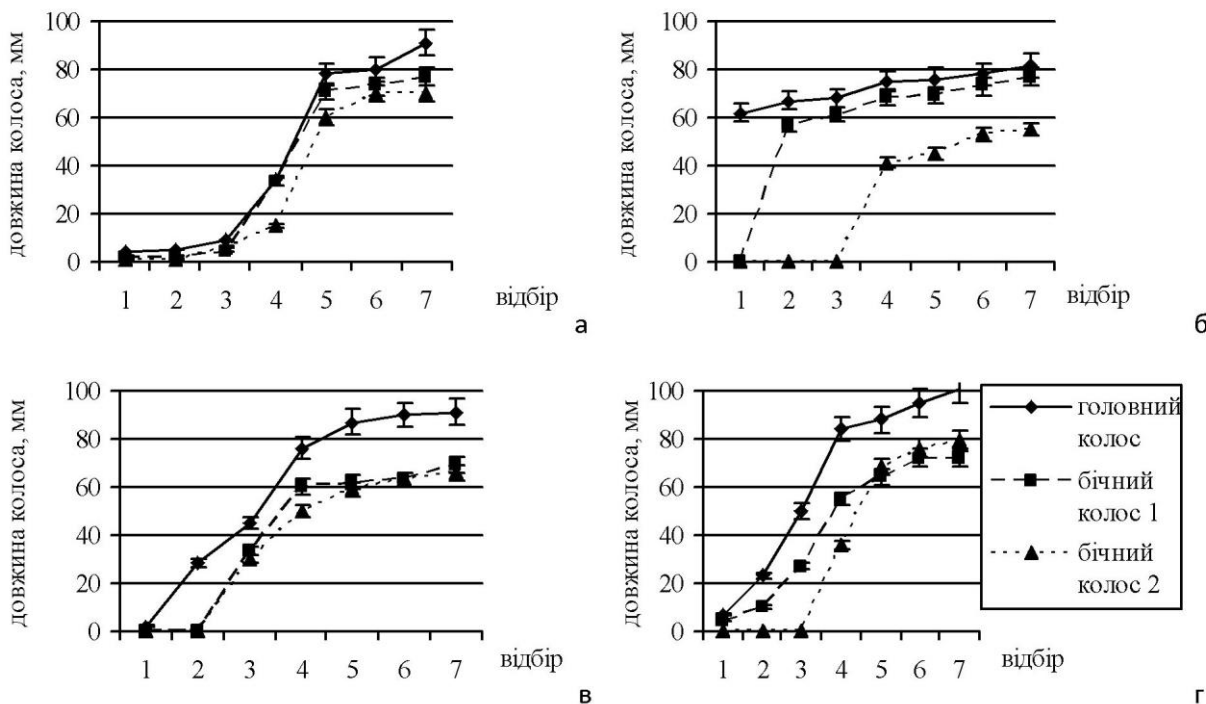


Рис. 2. Ріст колоса пшениці сортів Одеська 66 (а), Астарта (б), Золотоколоса (в), Подолянка (г).

Ріст колоса головного та двох бічних пагонів пшениці сорту Одеська 66 відбувався одночасно і прискорювався після затримки у період дії посухи (рис.2 а). У пшениці сорту Астарта ріст головного колоса у довжину починався раніше, порівняно з іншими сортами, і на початок дії посухи його довжина досягала 60 мм, що обумовлено більш раннім виходом у рубку рослин даного сорту (рис. 2б). Ріст даного колоса продовжувався до фази цвітіння, але його

розміри збільшилися лише на третину. Лише один з бічних пагонів рослин сорту Астарта продовжував ріст за дії посухи і до фази цвітіння досягав розмірів колоса головного пагона. У пшениці сорту Золотоколоса швидкість росту колоса головного пагона у період посухи майже не змінювалась, однак колос бічних пагонів почав рости пізніше, а його остаточна довжина була меншою, порівняно з колосом головного пагона (рис.2 в). Ріст головного колоса пшениці сорту Подолянка тривав у період посухи і після її закінчення до початку фази наливу зерна, однак ріст колосів бічних пагонів затримувався, що не дозволило їм досягти розмірів головного колоса (рис. 2 г).

Наростання площі листової поверхні рослин пшениці у період дії посухи затримувалось, особливо у пшениці сорту Золотоколоса (рис.3). Після припинення дії посухи площа листової поверхні збільшувалась за рахунок підростання бічних пагонів найзначніше у пшениці сорту Подолянка і менше у сорту Астарта.

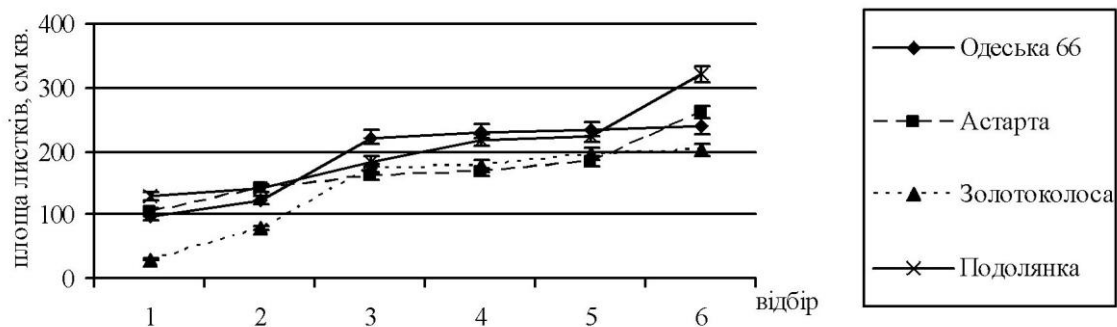


Рис.3. Площа листової поверхні рослин пшениці сортів Одеська 66, Астарта, Золотоколоса, Подолянка

Найбільш стабільними розміри площі листової поверхні залишались у пшениці сортів Одеська 66 і Золотоколоса.

Вплив природної посухи у фазі виходу у трубку на озерненість колоса і масу зерен у вивчених сортів пшениці був різним (табл. 1.). Найбільш рівномірно озерненими були колоси продуктивних пагонів пшениці сортів Одеська 66 та Подолянка. Найменша кількість зерен у головному та бічних колосах виявлена у пшениці сорту Астарта, але їх маса була найзначнішою. У найближчому до головного бічному колосі усіх вивчених сортів пшениці

Таблиця 1.

Маса та кількість зерен у колосі пшениці сортів Золотоколоса, Одеська 66, Подолянка, Астарта

Сорт	Маса зерен у колосі, г				Кількість зерен у колосі, шт.			
	гол. к.	б.к.1	б.к.2	б.к.3	гол. к.	б.к.1	б.к.2	б.к.3
Одеська 66	1,86± 0,25	1,69± 0,22	0,91± 0,19	0,67± 0,18	35±3	29±3	22±3	17±4
Астарта	2,08± 0,32	1,27± 0,41	0,57± 0,21	0,35± 0,21	34±3	23±3	15±3	12±4
Золотоко- лоса	1,95± 0,41	1,27± 0,31	0,77± 0,25	0,55 ±0,21	38±3	28±2	20±4	13±3
Подолянка	1,88± 0,32	1,17± 0,15	0,65± 0,21	0,35± 0,16	39±3	28±3	22±4	19±5

маса і кількість зерен зменшувалась на третину. Озерненість і маса зерен у інших бічних колосах прогресивно падала, особливо у пшениці сорту Астарта. Розрахунок маси та кількості зерен на рослин в цілому дозволив встановити, що найбільше зерен було сформовано рослинами пшениці сортів Одеська 66 і Подолянка, а найменше - сорту Астарта (таблиця 2).

Таблиця 2.

Маса та кількість зерен у рослин пшениці сортів Золотоколоса, Одеська 66, Подолянка, Астарта

Сорт	Маса зерен на рослину, г	Кількість зерен на рослину, шт.
Одеська 66	5,13±0,43	103±4
Астарта	4,27±0,52	84±4
Золотоколоса	4,54±0,53	99±5
Подолянка	4,05±0,35	108±3

Найбільшу масу зерен на рослину мав сорт Одеська 66, а найменшу – сорт Подолянка. Однак відмінності між сортами за масою зерен на рослину були меншими, порівняно з різницею у кількості зерен.

Серед вивчених нами сортів пшениці озимої Одеську 66 вважають стандартом посухостійкості, Подолянку — стандартом урожайності для Лісостепу України і використовують у дослідних посівах для порівняльної оцінки новостворених сортів. Сорти Золотоколоса і Подолянка містять

пшенично-житню транслокацію 1AL/1RS. Отримані результати свідчать, що за зерновою продуктивністю в умовах дії природної посухи у фазі виходу у трубку сорти Одеська 66 і Подолянка проявили себе як найбільш стійкі. Сорт Одеська 66 сформував також найвищу масу зерен на рослину. Характерною для цього сорту була висока відновна здатність при покращенні водозабезпечення, раннє формування площі листової поверхні і збереження її розмірів до завершення фази наливу зерна. У пшениці сортів Золотоколоса і Астарта дія посухи гальмувала ростові процеси, що призвело до зменшення розмірів колоса і закладання меншої кількості зерен, маса яких на рослину наближалась до такої у більш стійких сортів. Усі досліджені сорти характеризувались домінуванням головного пагона над бічними, яке посилювалось за умов посухи, що було встановлено раніше для інших сортів пшениці озимої [11, 12]. Причиною зменшення зернової продуктивності у пшениці сортів Золотоколоса і Астарта було зменшення розмірів колоса, порівняно з більш стійкими сортами Одеська 66 і Подолянка. Дефіцит фотоасимілятів і води спричиняв затримку росту і формування плодоелементів пагона, редукцію квіткових примордіїв, що закладаються у колосі ще до появи прапорцевого листка. Однак тимчасова затримка росту колоса у посухостійкого сорту Одеська 66 змінювалась його швидким відновленням, що не відзначалось у менш стійких сортів Астарта і Золотоколоса. Сорт Подолянка наближався за озерненістю до посухостійкого сорту Одеська 66, був здатним підтримувати ріст пагона і колоса в умовах посухи, сформував значну кількість зерен, але їх маса була нижчою, ніж у інших сортів переважно за рахунок зменшення маси зерен у колосах бічних пагонів.

Таким чином, природна посуха у фазі виходу у трубку рослин пшениці озимої затримувала ростові процеси у пагонах, що призводило до недорозвиненості і редукції плодоелементів колосів та стало причиною зменшення їх зернової продуктивності. Покращення водозабезпечення дозволило компенсувати врожайність рослин за рахунок маси зерен. Більш висока стійкість сортів пшениці Одеська 66 і Подолянка обумовлювались



здатністю рослин відновлювати та підтримувати ростові процеси, зберігати достатню площу листкової поверхні для забезпечення фотоасимілятами і іншими необхідними ресурсами принаймні трьох продуктивних пагонів. Сорти Астарта і Золотоколоса за дефіциту ресурсів в умовах посухи забезпечували ними лише один-два пагони, що зменшувало зернову продуктивність цілої рослини, але покращення умов дозволило компенсувати втрати врожаю за рахунок збільшення маси зерен. Отже, адаптивні стратегії вивчених сортів пшениці озимої за дії посухи у фазі виходу у трубку суттєво відрізнялись, однак були спрямовані на реалізацію максимально можливої продуктивності рослин. Дослідження росту та продуктивності рослин пшениці озимої сортів інтенсивного типу за дії природної посухи у критичні фази онтогенезу дозволяє прогнозувати їх врожайність за несприятливих та нестабільних умов навколишнього середовища.

### Література

1. Whitford R., Fleury D., Reif J.C., Garcia M., Okada T., Korzun V., Langridge P. Hybrid breeding in wheat: technologies to improve hybrid wheat seed production // J. Exper. Bot.- 2013.- v.64, N18.- P.5411-5428.
2. Ehrhardt D.W., Frommer W.B. New technologies for 21<sup>st</sup> century plant science // Plant Cell.-2012.-v.24.-P.374-394.
3. Литвиненко М.А. Селекція і насінництво: двоєдине ціле // Насінництво.-2012.- №7.-С.1- 4.
4. Barnabas B. Jager K., Feher A The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals // Plant. Cell Environ. -2008.- v. 31.- P. 11-38.
5. Weng X. Wang L., Hu J., Du H., Xu C., Xing Y. Xiao J., Zhang Q. Grain number, plant height and heading date 7 is a central regulator of growth, development and stress response // Plant Physiol.-2014.-v.164.-P.735-747.
6. Jaleel, C.A.P., Wahid A., Farooq M., Somasundaram R., Panneerselvam R. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigment composition // Int. J. Agric. Biol.-2009.-v.11.-P.100-105.

7. Braybrook S.A., Kuhlemeir C. How a plant builds leaves // Plant Cell.- 2010.-v.22.- P.1006-1018.
8. Жук О.І. Клітинний ріст в апексі пагона пшениці // Архивариус.- 2016.-вип.7.-Київ.-С.24-27.
9. Жук О.І. Ріст листків пшениці за різного забезпечення мінеральним живленням // Архивариус.- 2016.-вип.6.-Київ.-С.15-18.
10. Жук О.І. Формування адаптивної відповіді рослин на дефіцит води // Физиология и биохимия культ.растений.- 2011.-т.43,№1.-С.26-37.
11. Жук О.І. Апікальне домінування в озимій пшениці // Фактори експериментальної еволюції організмів.- 2017.-Т.21.- С.133-137.
12. Жук О.І. Продуктивність рослин пшениці озимі за умов посухи // Фактори експериментальної еволюції організмів.-2018.- т.23.-С.63-67.