

УДК 633.11:575.1.2.577.112.

ВНЕСОК ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ УРОЖАЮ У ФОРМУВАННЯ РІВНЯ ВМІСТУ БІЛКА В ЗЕРНІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Л.Л. ЛИСА

Інститут фізіології рослин та генетики Національної академії наук України,
Україна, 03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17 e-mail: LLysa@yandex.ru

З допомогою шляхового аналізу встановлено, що з-поміж дев'яти досліджуваних елементів структури врожаю у детермінації вмісту білка в зерні озимої пшениці провідну роль відіграють кількість зерен на головному колосі та маса зерна з рослини, причому прямі ефекти цих ознак різноспрямовані. Істотної ролі висоти рослин не виявлено. При створенні високоврожайного сорту, який би характеризувався підвищеною білковістю, пропонується у схрещування включати форми, які б відзначались високою кількістю некрупних зерен.

Ключові слова: Triticum aestivum, білок, структура урожаю, кореляційні зв'язки, шляхові коефіцієнти.

Вступ. Визначальними критеріями добротності сорту є кількість і якість врожаю, які можна отримати за визначеними умовами технології. В селекції озимої пшениці лише за останні півстоліття вдалося підняти рівень урожайності у 1,51 рази, що склало 22,4 ц/га, або близько 1 % приросту урожайності на рік [1, 2]. Цей ріст зумовлено зміною практично всіх елементів структури врожаю, але, насамперед, підвищенням продуктивності колоса і рослини в цілому. Дещо меншою мірою впливало збільшення продуктивного стеблостою та маси 1000 зерен.

Зовсім інша картина спостерігається щодо такої якісної характеристики зерна пшениці як вміст білка. Інтенсивна селекція на підвищення урожайності призвела до значної втрати генів пшениці, які контролювали ознаки, що, переважно, опосередковано були зв'язані з урожайністю, в тому числі ознаки "вміст білка в зерні". В кращому випадку білковість зерна залишалась на рівні батьківських форм, не перевищуючи 12–15 % [3, 4]. В результаті серед 117-ти сортів озимої пшениці, занесених до Реєстру сортів рослин України 2007 року, біля 30% сортів становить сильна і 40 % сортів — цінна пшениця, а лише 2 % є такими, що можна зарахувати до надсильних із вмістом білка понад 15 %.

Дослідженню зв'язків між морфометричними ознаками рослин пшениці та вмістом білка в зерні було присвячено багато робіт, але не завжди авторам вдавалося дійти спільної думки. Так, Ю.М. Пучков, В.А. Алфіров [5] стверджують, що між крупністю зерна та його білковістю існує зворотній кореляційний зв'язок. На противагу цьому А.Н. Хохлов, М.Г. Парфентьев, Ф.А. Попереля [6] вважають, що істотних зв'язків між даними ознаками немає. Крім того іноземними авторами [7] показано ефективність масового добору для підвищення вмісту білка в зерні,

© Л.Л. ЛИСА, 2009

орієнтованого на низьку щільність насіння, при цьому маса 1000 зерен не змінюється.

Ф.Г.Кириченко з співавторами [8] встановив тісний зв'язок маси 1000 зерен із білковістю, тоді як В.М.Бебякін [9] вказує на його відсутність. До того ж індійським генетикам [10] вдалося виявити групу сортів пшениці, в яких маса зерна позитивно корелює з вмістом білка. Інші автори [11, 12] показали можливість порушення негативної кореляції між масою 1000 зерен та вмістом білка за допомогою мутагенних факторів. Т.В.Сальніковій з авторами [13] вдалося отримати щільноколосі мутанти м'якої пшениці, в яких в різні роки досліджень коефіцієнт кореляції між вмістом білка та масою 1000 зерен становив від $-0,14$ до $0,36$.

За даними В.М.Бебякіна [9] продуктивна кущистість обернено пов'язана з вмістом білка ($r=-0,42$) та існує негативна генетична кореляція між кількістю білка в зерні та кількістю зерен ($r=-0,54...-0,60$).

У дослідженнях В.И.Зорунько [14] впливу висоти рослини на вміст білка не виявлено. Однак, Ф.О.Попереля [15] вважає, що високорослі пшениці накопичують більше білка в зерні, ніж низькорослі.

Таким чином, досі не створено чіткої моделі взаємозв'язків елементів структури врожаю із білковістю зерна пшениці. Тому метою наших досліджень було ідентифікувати зв'язки параметрів архітекtonіки рослин озимої пшениці з вмістом білка в зерні, оцінити їхній напрямок, силу та роль у формуванні якості зерна.

Матеріали і методи

Дослідження були проведені протягом 2006–2007 рр. у відділі експериментального мутагенезу та в польових

умовах дослідного господарства Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Предметом досліджень був вміст білка в зерні сортів озимої пшениці.

Об'єктом досліджень слугувало 35 сортозразків із розсадника колекції пшениці Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, які характеризувалися вмістом білка в зерні в межах 14–19%. Шляхом вимірювання, зважування чи підрахунку оцінювали морфобіометричні показники дев'яти елементів структури врожаю: висота рослин (ВР), кущистість загальна (КЗ), кущистість продуктивна (КП), довжина головного колосу (ДГК), кількість колосків на головному колосі (ККК), кількість зерен на головному колосі (КЗК), маса зерна з головного колоса (МЗК), маса 1000 зерен (МТЗ) та маса зерна з рослини (МЗР). Визначення вмісту білка в зерні (ВБЗ) проводили експрес-методом на приладі Inframatic 8600 [16].

Зв'язки між ознаками вивчали з допомогою кореляційного аналізу на основі розрахунку та оцінки коефіцієнта парної кореляції Пірсона [17, 18]. Ефекти впливу ознак структури врожаю на вміст білка в зерні визначали методом шляхових коефіцієнтів Райта [19, 20].

Результати та обговорення

Шляховий аналіз, розроблений С.Райтом, ґрунтується на аналізі причин та наслідків системи взаємозв'язаних ознак [19, 20]. Математично цю систему можна представити у вигляді системи m лінійних рівнянь, в кожне рівняння якої входить сума добутоків m шляхових коефіцієнтів на m парних коефіцієнтів кореляції Пірсона, що описують стохастичний зв'язок між двома відповідними факторними ознаками з

множини всіх досліджуваних факторних ознак причинно-наслідкової системи. Ці суми добутоків дорівнюють парному коефіцієнту кореляції Пірсона між результативною та відповідними факторними ознаками (формула).

$$\begin{cases} P_1 + P_2 * r_{12} + P_3 * r_{13} + \dots + P_m * r_{1m} = r_{y1}; \\ P_1 * r_{21} + P_2 + P_3 * r_{23} + \dots + P_m * r_{2m} = r_{y2}; \\ P_1 * r_{31} + P_2 * r_{32} + P_3 + \dots + P_m * r_{3m} = r_{y3}; \\ \dots \\ P_1 * r_{m1} + P_2 * r_{m2} + P_3 * r_{m3} + \dots + P_m = r_{ym}, \end{cases}$$

де P_i — відповідний шляховий коефіцієнт;

r_y — відповідний парний коефіцієнт кореляції між факторними ознаками;

r_{yi} — відповідний парний коефіцієнт кореляції з результативною ознакою;

m — кількість факторних ознак.

Слід зазначити, що розрахунок шляхових коефіцієнтів не передбачає вибірковість коефіцієнтів кореляції — вони розглядаються як істинні коефіцієнти кореляції генеральної сукупності, таким чином проблема статистичної значимості ігнорується. Разом з тим, на відміну від коефіцієнта кореляції, шляховий коефіцієнт є векторною величиною, вказуючи напрямок у схемі причинно-наслідкової системи [20].

Отже, з допомогою шляхового аналізу можна розкрити складну структуру взаємозв'язків системи причин та наслідків пов'язаних між собою ознак, виокремивши як прямі ефекти, так й опосередковані. Для цього кореляцію між результативною і факторною ознаками розкладають на прямий ефект факторної ознаки та непрямі (опосередковані) ефекти інших ознак.

В результаті досліджень встановлено, що вивчені елементи структури

урожаю зв'язані із вмістом білка в зерні, переважно, негативно, лише висота рослин і загальна куцистість мали позитивні зв'язки (табл. 1). Причому сила зв'язків білковості зерна з кількістю колосків в колосі, кількістю зерен з колоса, масою зерна з колоса та масою зерна з рослини була середньою, а з рештою ознак — слабкою.

Таким чином, якщо оцінювати впливи досліджуваних елементів структури врожаю на формування рівня вмісту білка в зерні з допомогою традиційно прийнятого в селекційно-генетичних дослідженнях кореляційного аналізу, тобто не враховуючи всю складність системи взаємозв'язків між факторними ознаками, то слід зробити висновок, що вміст білка в зерні та висока урожайність зерна — важкопоєднувані в одному генотипі ознаки, оскільки елементи структури урожаю, які, власне, прямо визначають урожайність, негативно корелюють із вмістом білка в зерні. Однак ситуація змінюється при системному підході в аналізі взаємозв'язків комплексу "Елементи структури врожаю — вміст білка в зерні", що дозволяє зробити метод шляхового аналізу, результати якого представлені в таблиці 2.

Прямий ефект впливу висоти рослини на вміст білка в зерні по значенню практично тотожний коефіцієнту кореляції, що свідчить про взаємокомпенсацію опосередкованих ефектів інших досліджуваних ознак структури врожаю. Непрямі ефекти висоти рослини є незначними, тому особливої ролі у детермінації вмісту білка в зерні не відіграють. Звідси можна констатувати, в основному, пряму незначну дію висоти рослини на білковість зерна.

Слабка позитивна кореляція між загальною куцистістю та вмістом білка в зерні спричинена прямим позитивним

Таблиця 1. Взаємозв'язки між елементами структури врожаю та вмістом білка в зерні озимої пшениці, виражені парними коефіцієнтами кореляції Пірсона

Ознаки	КЗ	КП	ДГК	ККК	КЗК	МЗК	МТЗ	МЗР	ВБЗ
ВР	0,408±0,170*	0,135±0,184	0,701±0,132**	0,343±0,174	0,194±0,182	0,270±0,179	0,319±0,176	0,245±0,180	0,128±0,184
КЗ	—	0,515±0,159*	0,058±0,185	-0,179±0,183	-0,096±0,185	0,035±0,186	0,311±0,177	0,282±0,178	0,274±0,179
КП	—	—	0,091±0,185	0,001±0,186	0,311±0,176	0,444±0,166**	0,399±0,170*	0,605±0,148**	-0,089±0,185
ДГК	—	—	—	0,600±0,149**	0,434±0,167*	0,465±0,164**	0,315±0,176	0,361±0,173*	-0,119±0,184
ККК	—	—	—	—	0,670±0,138**	0,449±0,166*	-0,062±0,185	0,468±0,164**	-0,432±0,168*
КЗК	—	—	—	—	—	0,814±0,108**	-0,023±0,186	0,811±0,109**	-0,352±0,174
МЗК	—	—	—	—	—	—	0,434±0,167*	0,855±0,096**	-0,401±0,170*
МТЗ	—	—	—	—	—	—	—	0,372±0,172*	-0,114±0,184
МЗР	—	—	—	—	—	—	—	—	-0,397±0,170*

Примітки: * — вірогідно на 5%-му рівні значущості; ** — вірогідно на 1%-му рівні значущості; ВР — висота рослини, КЗ — куцистість загальна, КП — куцистість продуктивна, ДГК — довжина головного колоса, ККК — кількість колосків в колосі, КЗК — кількість зерен з колоса, МЗК — маса зерна з колоса, МТЗ — маса зерна з рослини, МЗР — маса зерна з рослини, ВБЗ — вміст білка в зерні.

Таблиця 2. Шляховий аналіз зв'язків елементів структури врожаю із вмістом білка в зерні озимої пшениці

Ознаки	Шляхові коефіцієнти										Коефіцієнт кореляції із ВБЗ	
	ВР	КЗ	КП	ДГК	ККК	КЗК	МЗК	МТЗ	МЗР	ВБЗ	МЗР	ВБЗ
ВР	0,163	0,172	-0,003	0,046	-0,193	0,223	-0,134	0,074	-0,219	0,128	0,128	0,128
КЗ	0,066	0,422	-0,010	0,004	0,101	-0,110	-0,018	0,072	-0,253	0,274	0,274	0,274
КП	0,022	0,217	-0,020	0,006	-0,001	0,357	-0,220	0,092	-0,541	-0,089	-0,089	-0,089
ДГК	0,114	0,025	-0,002	0,066	-0,338	0,497	-0,231	0,073	-0,323	-0,119	-0,119	-0,119
ККК	0,056	-0,076	0,000	0,039	-0,562	0,768	-0,223	-0,014	-0,419	-0,432	-0,432	-0,432
КЗК	0,032	-0,041	-0,006	0,029	-0,377	1,146	-0,405	-0,005	-0,725	-0,352	-0,352	-0,352
МЗК	0,044	0,015	-0,009	0,031	-0,253	0,933	-0,497	0,100	-0,765	-0,401	-0,401	-0,401
МТЗ	0,052	0,131	-0,008	0,021	0,035	-0,027	-0,216	0,231	-0,333	-0,114	-0,114	-0,114
МЗР	0,040	0,119	-0,012	0,024	-0,263	0,929	-0,425	0,086	-0,895	-0,397	-0,397	-0,397

Примітки: підкреслені шляхові коефіцієнти, які характеризують прямі ефекти. ВР — висота рослини, КЗ — куцистість загальна, КП — куцистість продуктивна, ДГК — довжина головного колоса, ККК — кількість колосків в колосі, КЗК — кількість зерен з колоса, МЗК — маса зерна з колоса, МТЗ — маса 1000 зерен, МЗР — маса 1000 зерен, ВБЗ — вміст білка в зерні.

впливом загальної кущистості при слабких опосередкованих негативних впливах кількості зерен на головному колосі та маси зерна з рослини. Непрямі ефекти загальної кущистості є, переважно, позитивними, однак незначними.

Як прямі, так і опосередковані ефекти продуктивної кущистості за значенням шляхового коефіцієнта не перевищували 0,02, що свідчить про відсутність будь-якого істотного внеску даної ознаки у формування вмісту білка в зерні. Аналогічні висновки слід зробити стосовно довжини головного колоса, хоча через цю ознаку мають незначний негативний опосередкований вплив кількість колосків в колосі, маса зерна з колоса та маса зерна з рослини.

Прямі негативні ефекти кількості колосків на головному колосі в поєднанні з опосередкованими негативними ефектами маси зерна з колоса та маси зерна з рослини, навіть незважаючи на значний опосередкований позитивний ефект кількості зерен з колоса, формують негативну кореляцію з білковістю зерна. Непрямі ефекти кількості колосків на головному колосі є також, переважно, негативними. Тому слід зазначити, що збільшення кількості колосків на головному колосі, в цілому, зменшує вміст білка в зерні.

Прямий вплив кількості зерен на головному колосі виявився позитивно високим. Та він був компенсованим і навіть перевершений сумою опосередкованих негативних ефектів решти ознак, особливо таких як маса зерна з рослини та маса зерна з колоса, що дозволило сформувати негативні коефіцієнти кореляції із вмістом білка в зерні. Непрямі ефекти кількості зерен на головному колосі теж виявляються, в більшості, позитивними. Тому зазна-

чимо, що зростання кількості дрібних зерен на головному колосі спряжено з підвищенням вмісту білка в зерні. Однак, ця закономірність приховується домінуванням взаємозв'язаних опосередкованих негативних ефектів інших елементів структури урожаю, особливо тих, що визначають масу зерна.

Як прямі, так і опосередковані ефекти маси зерна з головного колоса негативно впливають на вміст білка в зерні, незважаючи на більшу або меншу протидію тих чи інших ознак. Тому зростання маси зерна з головного колоса спричиняє зниження білковості зерна.

Прямий ефект маси 1000 зерен є позитивним за напрямком хоча й нівелюється опосередкованими негативними ефектами маси зерна з рослини та маси зерна з колоса. Непрямі ефекти маси 1000 зерен є також, переважно, позитивними, хоча й малозначними. Такий позитивний прихований ефект маси 1000 зерен на вміст білка в зерні, на нашу думку, пояснюється великою атомарною масою молекул білків.

Напрямки прямих та непрямих ефектів маси зерна з рослини є виключно негативними, хоча й були послаблені протилежними опосередкованими ефектами інших досліджуваних ознак. Однак саме значний прямий негативний ефект маси зерна з рослини визначає негативну кореляцію з білковістю зерна. Таким чином зростання маси зерна з рослини спряжене із зниженням вмісту білка в зерні.

Метод шляхового аналізу дозволяє оцінити також й відносний рівень внесків кожної факторної ознаки у детермінацію результативної на основі розрахунку шляхових коефіцієнтів детермінації та їх вагової структури [19]. Так, майже половину серед суми пря-

мих ефектів досліджуваних ознак складає внесок кількості дрібних зерен на головному колосі, понад чверті — маса зерна з рослини, майже 11 % — кількість колосків на головному колосі, понад 8 % — маса зерна з головного колоса, а сума внеску решти п'яти елементів структури врожаю не перевищує 9 % й тому є несуттєвою (рисунок).

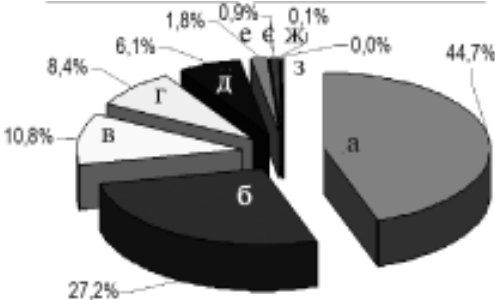


Рисунок. Вагомість елементів структури врожаю у детермінації рівня вмісту білка в зерні озимої пшениці: а – кількість дрібних зерен на головному колосі, шт.; б – маса зерна з рослини, г; в – кількість колосків на головному колосі, шт.; г – маса зерна з головного колосу, г; д – кущистість загальна, шт.; е – маса 1000 зерен, г; є – висота рослин, см; ж – довжина головного колоса, см; з – кущистість продуктивна, шт.

Отже, узагальнення результатів досліджень дає підстави вибудувати такий ряд вагомості елементів структури врожаю у детермінації вмісту білка в зерні: 1) кількість зерен на головному колосі > 2) маса зерна з рослини > 3) кількість колосків на головному колосі > 4) маса зерна з головного колоса > 5) загальна кущистість > 6) маса 1000 зерен > 7) висота рослини > 8) довжина головного колоса > 9) продуктивна кущистість.

Оскільки прямі ефекти перших двох ознак, вибудованого нами ряду вагомості, складають близько $\frac{3}{4}$ загальної суми прямих ефектів досліджуваних ознак, то в селекційній роботі з пшеницею на підвищення вмісту білка в зерні першочергові добори повинні вестись

саме за кількістю дрібних зерен на головному колосі.

Висновки

З'язки елементів структури врожаю із вмістом білка в зерні характеризуються різними напрямками притому, що прямі ознаки, які визначають урожайність зерна, такі як кількість колосків на головному колосі, кількість зерен на головному колосі, маса зерна з головного колоса, маса 1000 зерен та маса зерна з рослини, мають негативні кореляції з білковістю зерна. Втім ці негативні кореляції формуються, головним чином, опосередкованими негативними ефектами маси зерна з рослини ($r=-0,895$), кількості колосків на головному колосі ($r=-0,562$) та маси зерна з головного колоса ($r=-0,497$). В результаті відбувається нівелювання позитивного прямого ефекту кількості зерен на головному колосі ($r=+1,146$). Враховуючи, що сума прямих ефектів ознак маса зерна з рослини і кількість зерен на головному колосі складає близько $\frac{3}{4}$ адитивного ефекту досліджуваних дев'яти ознак, та їхня різновекторність впливу на білковість зерна, то для створення високоврожайного сорту пшениці із підвищеним вмістом білка в зерні, селекціонеру слід вести добір форм, які б відзначались більшою кількістю некрупних зерен. Як наслідок висока урожайність зерна буде формуватись завдяки кількості зернівок, а не їхній крупності. Цей сорт може бути як високо-рослим, так і напівкарликовим, оскільки результати досліджень показали незначну роль висоти рослини в детермінації ознаки "вміст білка в зерні".

Перелік літератури

1. Пинчук Л.Г. Продукционный потенциал яровой пшеницы и основные пути его

- реализации в условиях юго-востока Западной Сибири: Автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 06.01.09. — Москва, 2007. — 46 с.
2. Самофалов А.П. Роль разных элементов структуры урожая в увеличении урожайности озимой пшеницы // Зерновое хозяйство. — 2005. — № 1. — С. 15–17.
 3. Ашербаева С.А., Абугасиява А.И. Селекция озимой твердой пшеницы: качество, урожайность и их стабильность // Зерновые и кормовые культуры: Селекция и семеноводство, технология возделывания: Сборник статей / ВНИИ сорго и др., зерновые культуры. — Зерноград, 2002. — С. 45–48.
 4. Lupton F. Advances in work on breeding wheat with improved grain quality in the twentieth century. // J. Agr. Sci. — 2005. — Vol. 143, № 2–3. — С. 113–116.
 5. Пучков Ю.М., Алфиров В.А. Моносомный анализ высокобелкового и висколизинового мутанта озимой пшеницы // Генетика. — 1989. — № 50. — С. 117–131.
 6. Хохлов А.Н., Парфентьев М.Г., Попереля Ф.А. О характере детерминации твердости и морфологических признаков гибридных зерновок пшеницы // С.-х. биология. — 1993. — № 5. — С. 79–85.
 7. Peterson C.J., Lin G.T., Mattern P.J., Johnson Y.A., Kuhr S.L. Mass selection for increased seed protein concentration of wheat based on seed density // Crop Sci. — 1986. — Vol. 26, № 3. — P. 523–527.
 8. Кириченко Ф.Г., Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г. Селекция озимой мягкой пшеницы на повышенную белковость зерна // Вестник с.-х. науки. — 1986. — № 6. — С. 72–79.
 9. Бебякин В.М. Теоретические предпосылки к повышению содержания белка в зерне // Селекция и семеноводство. — М., 1983. — № 4. — С. 13–15.
 10. Jain H. K., Sinhal N. C., Austin A. Breeding for higher protein yields in bread wheat: experimental approach and a phenotypic marker. — Z. Pflanzenzucht. — 1976. — Vol. 77, № 2. — P. 100.
 11. Eagles H.A., Eastwood R.F., Hollomby G.J., Maztn E.M., Cornish G.B. Revision of the estimates of glutenin gene effects at the Glu-B1 locus from southern Australian wheat breeding programs // Austral J. Agr. Res. — 2004. — Vol. 55. — № 10. — P. 1093–1098.
 12. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы. — Киев: Наукова думка, 1995. — 627 с.
 13. Сальникова Т.В., Боброва А.В., Досмайлова О.И. и др. Содержание белка и аминокислотный состав зерна у индуцированных плотноколосых и сферококоидных мутантов мягкой пшеницы // Генетика. — 1985. — Т. 21, № 5. — С. 828–837.
 14. Зорунько В.И. Качество зерна у сорто-типов озимой мягкой и твердой пшеницы, различающихся по высоте растений // Биохимия и агротехника полевых культур Причерноморской степи Украины. — Одесса: Одесский СХИ, 1990. — С. 31–38.
 15. Попереля Ф.О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці // Реалізація потенціальних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України: Зб. наук. праць. — Одеса, 1996. — С. 117–132.
 16. http://www.perten.com/pages/ProductPage_124.aspx?epslanguage=EN
 17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
 18. Снедекор Дж.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии (Пер. с англ.) — М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1961. — 503 с.
 19. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. — Минск: Вышэйш. школа, 1974. — 448 с.
 20. Седловский А.И., Мартынов С.П., Мамонов Л.К. Генетико-статистические

подходы к теории селекции самоопыляющихся культур. — Алма-Ата: Наука, 1982. — 198 с.

*Представлено О.В. Дубровною
Надійшла 27.03.2009*

**РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ
В ФОРМИРОВАНИИ УРОВНЯ
СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

Л.Л. Лыса

Институт физиологии растений и генетики
Национальной академии наук Украины,
Украина, 03022, г. Киев ул. Васильковская,
31/17 e-mail: LLysa@yandex.ru

С помощью метода путевого анализа было установлено, что из девяти исследуемых элементов структуры урожая при детерминации содержания белка в зерне озимой пшеницы основную роль играет количество зёрен на главном колосе и масса зерна с растения, причём прямые эффекты этих признаков являются разнонаправленными. Существенной роли высоты растений не наблюдается. При создании высокоурожайного сорта, который бы характеризовался повышенным содержанием белка предлагается включить в скрещива-

ние формы, отличающиеся высоким количеством некрупных зёрен.

Ключевые слова: *Triticum aestivum*, белок, структура урожая, корреляционные связи, путевые коэффициенты.

**THE ROLE OF THE ELEMENTS OF CROP
STRUCTURE IN FORMATION OF PROTEIN
CONTENT LEVEL OF THE WINTER GRAIN**

L.L. Lysa

Institute of Plant Physiology and Genetics,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylkivska St., 31/17
e-mail: LLysa@yandex.ru

Using the method of path analysis, the author has observed that among nine investigated elements of the crop structure determining protein level in the winter grain the leading role is attributed to the number of grains in the main ear and their mass, the effects of these features having different directions. The dependence on the height of the plant has not been observed. It is suggested to include the grades with high number of medium-sized grains when creating highly productive grades with high protein content.

Key words: *Triticum aestivum*, protein, crop structure, correlation connections, path coefficient.