

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ УРОЖАЙНОСТЬЮ СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ И ВЫСОТОЙ РАСТЕНИЙ

И.И. Берестов, доктор с.-х. наук, **Р.В. Мельников**, кандидат с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 24.03.2021)

Рецензент: Гриб С.И., доктор с.-х. наук

Аннотация. Приведены результаты исследования зависимости урожайности зерна от высоты растений 15 сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы селекции РУП «научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Показано, что корреляция между урожайностью и высотой растений при отсутствии полегания посевов линейная и положительная. При этом степень сопряженности признаков в начале выхода в трубку и при появлении флагового листа сильнее, чем в фазу полной спелости.

Высота растений является одним из многочисленных показателей, имеющих тесную связь с продуктивностью. Определяется она спецификой сорта, агрометеорологическими условиями, плодородием почвы, агротехникой возделывания культуры и положительно коррелирует с биомассой растений. Высокорослые сорта чаще всего формируют больший урожай, чем низкорослые, но склонны к полеганию [1, 2].

Полегание злаковых растений препятствует получению высоких урожаев, снижает эффективность удобрений, затрудняет и удлиняет сроки уборки, приводит к существенному снижению урожая и качества зерна. Потери урожая зерна при раннем полегании растений могут составлять 25-30 %. Повысить устойчивость к полеганию можно путем снижения высоты растений, так как растения с коротким стеблем лучше противостоят сильным ветрам и интенсивным осадкам в период вегетации. Важное значение для устойчивости к полеганию также имеет диаметр стебля и толщина стенки соломины, длина второго и третьего нижних междоузлий, прочность соломины на излом [3].

В современной селекции яровой мягкой пшеницы в Беларуси значительное внимание уделяется устойчивости к полеганию [4]. В Государственный реестр сортов Республики Беларусь внесены сорта *Рассвет*, *Ласка*, *Любава*, *Дарья*, *Тома*, *Василиса* и другие, у которых высота растений менее 90 см [5, 6].

Следует отметить, что снизить высоту яровой пшеницы и повысить устойчивость к полеганию можно не только селекционным путем, но и агротехническими приемами, в частности, обработкой посевов регуляторами роста [7].

Цель наших исследований заключалась в изучении высоты растений и урожайности сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы, а также характера и тесноты связи между отмеченными признаками на фоне применения регулятора роста.

Методика и условия проведения исследований. Полевой опыт проводили в 2013-2015 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой хорошо окультуренной почве. Индекс агрохимической окультуренности почвы – 0,90. Предшественник – крестоцветные культуры на семена. Учетная площадь делянки 10 м², повторность четырехкратная.

Объектами исследований были районированные и перспективные (в период проведения опытов) сорта: *Рассвет*, *Ласка*, *Любава*, *Сударыня*, *Восточка*, *Ласточка*, *Чайка* и сортообразцы: 5/10, 11/10, 15/10, 16/10, 18/10, 24/10, 26/10, 27/10 конкурсного испытания яровой мягкой пшеницы селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Сорта и сортообразцы выращивали на фоне минеральных удобрений в дозе N₁₀₀P₆₀K₁₂₀. Обработку почвы, посев и уход за посевом осуществляли в соответствии с требованиями отраслевого регламента по возделыванию яровой пшеницы [8]. Чтобы не было полегания растений, общим фоном применяли регулятор роста ЦеЦеЦе 750, ВК (1,0 л/га в стадии 30-31). Высоту растений в фазу выхода в трубку (ДК 32) и флагового листа (ДК 39) определяли путем измерения длины от поверхности почвы до верхней точки вытянутого листа, в фазу полной спелости – до верхушки основного стебля, не считая остей колосьев [9].

Уборку урожая проводили во второй декаде августа комбайном Sampo 130. Зерно с каждой делянки взвешивалось отдельно с последующим пересчетом на 100 % чистоту и стандартную (14,0 %) влажность. Урожайность соломы учитывалась методом пробного снопа с последующим пересчетом на 14 % влажность. При такой же влажности учитывалась и урожайность надземной массы пшеницы (зерно + солома).

Статистическая обработка результатов исследований выполнена дисперсионным и корреляционным методами по Б.А. Доспехову [10].

Погодные условия в годы проведения исследований различались. ГТК Селянинова за период вегетации пшеницы в 2013 г. был равен 1,37; в 2014 г. – 1,36; в 2015 г. – 0,84. Выпадение осадков было недостаточным, особенно в 2015 г. (151 мм при норме 273 мм).

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали заметную изменчивость высоты растений яровой пшеницы как по сортам (таблица 1), так и по годам (таблица 2).

В фазу выхода в трубку в среднем за 2013-2015 гг. сортообразцы 27/10, 5/10, 16/10, сорт *Сударыня* по высоте растений (45,2-48,0 см) статистически значимо превышали образец 11/10 (39,6 см) и сорта *Любава*, *Рассвет*, *Ласка*, *Ласточка* (40,1-40,4 см).

В фазу флагового листа наибольшую высоту растений (55,5-57,3 см) имели сортообразцы 27/10, 16/10, 5/10 и сорт *Сударыня*, наименьшую (47,5-48,8 см) – сорта *Рассвет*, *Ласка*, *Любава* и сортообразец 11/10.

Перед уборкой урожая среди изучаемых сортов и сортообразцов яровой пшеницы с более высокими значениями высоты растений (71,7-74,0 см) выделились образец 26/10 и сорт *Сударыня*, статистически значимо превысившие образец 11/10 и сорт *Чайка* по этому показателю на 10,4-12,6 см.

Таблица 1 – Высота растений и урожайность сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт, сорто-образец	Высота растений (см) по фазам			Урожайность, ц/га	
	выход в трубку	флаговый лист	полная спелость	зерно	надземная масса
Рассвет	40,2	47,5	65,3	42,0	100,4
Ласка	40,4	48,8	63,0	43,0	98,8
Любава	40,1	48,5	63,8	40,2	99,5
Сударыня	45,3	56,3	74,0	52,1	118,0
Весточка	42,2	54,3	68,8	46,2	105,0
Ласточка	40,4	49,4	65,9	40,6	97,8
Чайка	42,3	51,8	61,4	45,8	106,1
5/10	45,7	55,8	67,1	47,0	109,8
11/10	39,6	47,5	61,3	40,0	91,0
15/10	44,4	50,9	63,3	43,1	101,6
16/10	45,2	55,5	69,5	48,6	105,1
18/10	40,8	49,4	70,2	39,8	97,6
24/10	44,3	53,7	66,7	45,6	108,3
26/10	44,5	54,8	71,7	48,1	111,6
27/10	48,0	57,3	68,3	49,7	110,2
НСР ₀₅	3,79	3,28	4,28	5,27	10,23

Таблица 2 – Вариация сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы по высоте растений, см (n=15)

Год	Диапазон вариации	Среднее	Ошибка средней	Коэффициент вариации (V),%
Выход в трубку				
2013	39,2-47,3	42,6	0,67	6,1
2014	38,4 – 55,3	45,3	1,08	9,2
2015	35,3-45,2	40,7	0,66	6,3
Флаговый лист				
2013	46,4-58,3	52,2	1,07	7,9
2014	46,2-62,4	52,7	1,16	8,5
2015	47,6-54,8	51,4	0,64	4,8
Полная спелость				
2013	66,6-81,2	74,2	1,06	5,5
2014	58,1-75,4	67,8	1,25	7,1
2015	51,4-65,4	58,1	0,97	6,5

В целом сортовая изменчивость высоты растений по фазам выход в трубку, флаговый лист и полная спелость была слабой (коэффициент вариации менее 10 %).

В годы исследований средняя (по всем сортам и сортообразцам) высота растений изменялась в фазу выход в трубку в пределах 40,7-45,3 см, в фазу флаговый лист – 51,4-52,7 см и была практически одинаковой. Различия в высоте растений в разные годы появились в последующие периоды вегетации и

обусловлены они были, главным образом, количеством выпавших осадков. Средний прирост высоты растений после появления флагового листа составлял в 2013 г. 22,0 см, в 2014 г. – 15,1 и в 2015 г. – 6,7 см. Наибольшая высота растений перед уборкой урожая (74,2 см) отмечена в 2013 г., наименьшая (58,1 см) в 2015 г. Следует отметить, что на фоне применения регулятора роста высота растений наиболее высокорослых сортообразца 26/10 и сорта *Сударыня* в условиях относительно благоприятного увлажнения в 2013 г. была на уровне 81 см, а в условиях засухи в 2015 г. – 62-65 см.

Наибольшая урожайность зерна (53,2 ц/га) формировалась в 2014 г., далее следуют 2013 г. (45,0 ц/га) и 2015 г. (36,2 ц/га) (таблица 3). В 2013 г. генотипическая изменчивость урожайности зерна была незначительная ($V=8,1\%$), в 2014 г. и 2015 г. – средняя ($V=10,8-12,1\%$). Более высокорослые сорта и сортообразцы чаще всего были и более урожайными.

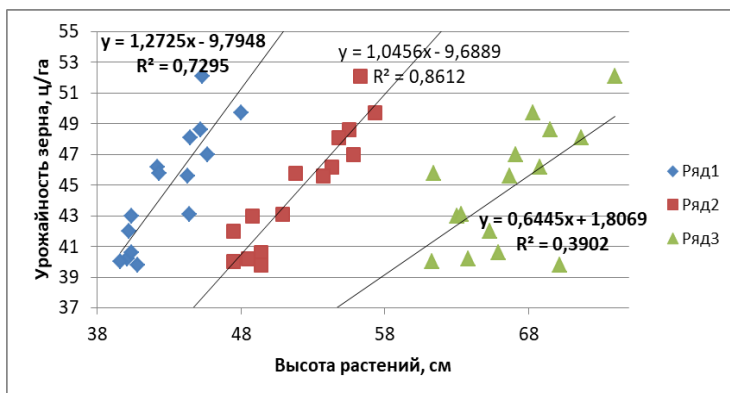
Таблица 3 – Вариация сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы по урожайности зерна и надземной массы ($n=15$)

Год	Диапазон вариации	Среднее	Ошибка средней	Коэффициент вариации(V), %
Урожайность зерна, ц/га				
2013	40,6-53,2	45,0	0,94	8,1
2014	45,9-63,1	53,2	1,48	10,8
2015	29,8-43,7	36,2	1,13	12,1
Урожайность надземной массы (зерно+солома), ц/га				
2013	93,4-120,3	106,3	2,02	7,4
2014	114,4-150,3	131,7	2,32	6,8
2015	58,6-91,0	74,1	2,24	11,7

Корреляция между урожайностью зерна изучаемых сортов и сортообразцов и высотой растений в разные фазы роста и развития при отсутствии полегания посевов была линейной и положительной (рисунок 1). При этом степень сопряженности признаков в начале выхода в трубку и при появлении флагового листа была сильнее, чем в фазу полной спелости. Коэффициенты парной корреляции были равны соответственно $0,85 \pm 0,14$, $0,93 \pm 0,10$ и $0,62 \pm 0,22$. При увеличении высоты растений на 1 см в начале выхода в трубку урожайность зерна возрастала на 1,27 ц/га, в фазу флагового листа – на 1,04 и в фазу полной спелости – на 0,64 ц/га.

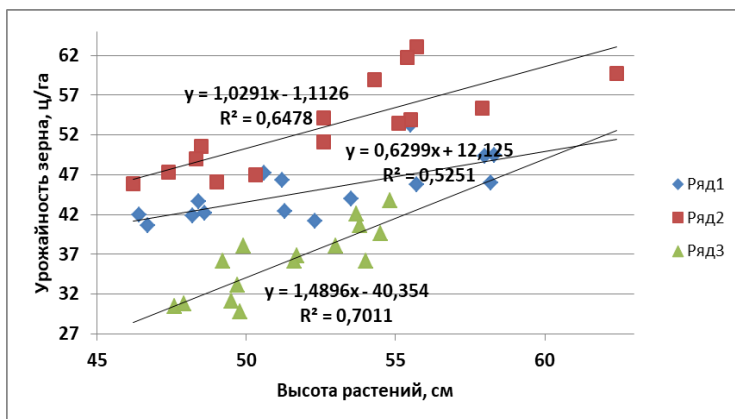
Высокая сопряженность урожайности зерна с высотой растений в фазу флагового листа наблюдалась во все годы исследований (рисунок 2), что свидетельствует о стабильности корреляционной связи.

Генотипическая изменчивость элементов структуры урожайности зерна также коррелировала с высотой растений. При этом корреляция между признаками имела криволинейный характер. Доля варьирования, обусловленная изменчивостью высоты растений, у изучаемых элементов структуры урожайности зерна была разной (таблица 4). Наибольшей она была с массой зерна с колоса (39-72 %), а наименьшей – с массой 1000 зерен (12-15 %). С высотой растений,



Примечание: ряд 1 – в фазу выхода в трубку; ряд 2 – в фазу флагового листа; ряд 3 – в фазу полной спелости

Рисунок 1 – Зависимость между урожайностью зерна и высотой растений в разные фазы роста и развития яровой пшеницы (среднее за 2013-2015 гг.)



Примечание: ряд 1 – в 2013 г.; ряд 2 – в 2014 г.; ряд 3 – в 2015 г.

Рисунок 2 – Зависимость между урожайностью зерна и высотой растений в фазу флагового листа в годы исследований

определенной в вегетативный период роста (в начале выхода в трубку, при появлении флагового листа) доля варьирования элементов структуры была больше, чем с высотой растений в фазу полной спелости.

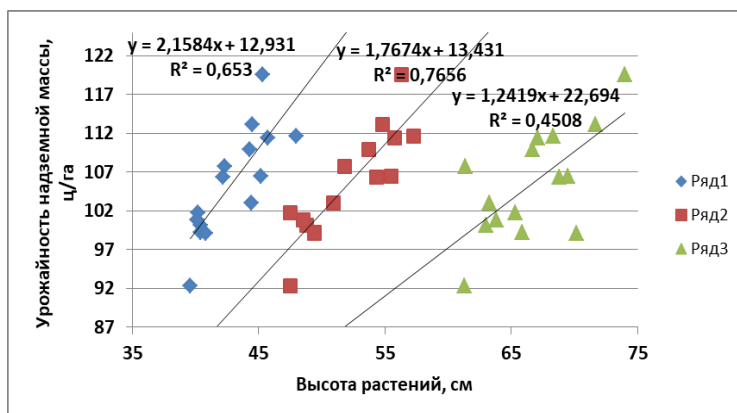
Корреляция между урожайностью надземной массы пшеницы и высотой растений в разные фазы роста и развития была подобна корреляции с урожайностью зерна (рисунок 3). Наиболее сильной она была в фазу флагового листа

Таблица 4 – Доля варьирования элементов структуры урожайности зерна, обусловленная изменчивостью высоты растений, % (среднее за 2013-2015 гг.)

Фаза роста и развития	Количество продуктивных стеблей	Количество зерен в колосе	Масса 1000 зерен	Масса зерна с колоса
Выход в трубку	39*	52**	15	72***
Флаговый лист	40*	44**	13	61***
Полная спелость	1	26	12	39*

* Достоверно при уровне значимости 0,05; ** - 0,01; *** - 0,001.

($r=0,88\pm0,13$) и слабее в фазу полной спелости ($r=0,67\pm0,20$). Это указывает на то, что более высокорослые генотипы формировали большую биомассу, чем низкорослые.



Примечание: ряд 1 – в фазу выхода в трубку; ряд 2 – в фазу флагового листа; ряд 3 – в фазу полной спелости.

Рисунок 3 – Зависимость между урожайностью надземной массы и высотой растений в разные фазы роста и развития (средне за 2013-2015 гг.)

Заключение

При отсутствии полегания посевов на фоне применения регулятора роста урожайность зерна и надземной массы сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы линейно и положительно сопряжена с высотой растений. Коэффициенты парной корреляции равны: между урожайностью зерна и высотой растений в начале выхода в трубку $0,85\pm0,14$; при появлении флагового листа $0,93\pm0,10$, в фазу полной спелости $0,62\pm0,22$; между урожайностью надземной массы и высотой растений – соответственно $0,81\pm0,16$; $0,88\pm0,13$ и $0,67\pm0,20$. Генотипическая изменчивость элементов структуры урожайности зерна также коррелирует с высотой растений. При этом степень сопряженности высоты рас-

тений с элементами структуры урожайности разная: наибольшая – с массой зерна с колоса, наименьшая – с массой 1000 зерен.

Литература

1. Беспалова, Л.А. Результаты и перспективы селекции пшеницы и тритикале / Л.А. Беспалова, Ю.М. Пучков // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко; в 4 т. - Краснодар, 2004. – Т. 1. Пшеница. – С. 17-30.
2. Косенко, С.В. Влияние высоты растений на урожайность и элементы продуктивности озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / С.В. Косенко, В.Г. Кривобочек // Нива Поволжья. – 2009. – №3 (12). – С. 46-48.
3. Таранова, Т.Ю. Оценка коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы на короткостебельность и устойчивость к полеганию / Т.Ю. Таранова, А.И. Кинчаров, Е.А. Демина, О.С. Муллаянова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 4. – С. 48-53.
4. Гриб, С.И. Прогресс в селекции яровой пшеницы в Беларуси / С.И. Гриб // Весці НАН Беларусі, сер.аграрных навук. – 2009. – № 3. – С. 37-41.
5. Гриб, С.И. Эффективность селекции яровой мягкой пшеницы в системе комплексных исследований / С.И. Гриб // Селекція і насінництво. – 2011. – Вып. 100. – С 152-159.
6. Маркевич, И.М. Генетические ресурсы яровой мягкой пшеницы – источник результативной селекции в Беларуси / И.М. Маркевич, И.С. Матыс, В.Н. Буштович, Е.В. Зуев // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – Вып.54. – С. 245-251.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – С. 63 – 78.
8. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных растений: учебно-методическое пособие / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша, П.А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур – М. – 1985. – Вып. 1. – 269 с.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов; Изд. 4-е, доп. и перераб. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

CORRELATION BETWEEN THE YIELD OF VARIETIES AND VARIETY SAMPLES OF SPRING SOFT WHEAT AND PLANT HEIGHT

I.I. Berestov, R.V. Melnikov

The article deals with the research results on the relation of the grain yield to the plant height of 15 varieties and variety samples of spring soft wheat bred in the Research and Practical Center of the NAS for Arable Farming. It's shown that without lodging the correlation between the yield and plant height is linear and direct. At the same time the degree of contingency is greater at the beginning of stem elongation and at the flag leaf stage than at the stage of full ripeness.