

## **<sup>1</sup>Промяна на височината на стъблото при генотипи зимна обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.) в различни условия на средата**

**Пламен Чамурлийски<sup>1\*</sup>, Георги Райков<sup>2</sup>, Николай Ценов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“ – Колеж Добрич, Катедра „Растениевъдство и растителна защита“, Добрич

<sup>2</sup>Агроном I Холдинг ЕООД, Добрич

\*E-mail: [plam\\_s@yahoo.com](mailto:plam_s@yahoo.com)

### **Резюме**

Основната задача на съвременните селекционни програми е повишаването на добива зърно от обикновената зимна пшеница, като новите сортове е необходимо да притежават редица качества, отговарящи на изискванията на високо-конкурентния пазар. Добивът е величина, която се определя от няколко основни показателя, свързани с морфологичните и биологичните особености на самото растение. Полягането при пшеницата има доказано негативно отношение към продуктивността. То е тясно свързано от една страна с височината на стъблото, а от друга с прилаганата интензивна агротехника. Целта на настоящото изследване е да се проследи реакцията на съвременни генотипи обикновена зимни пшеници по отношение на височината на стъблото при различни условия на отглеждане. Проучването е извършено в периода 2017-2018 г., като са изпитани 16 селекционни линии и 2 сорта обикновена зимна пшеница. Материалите са заложени рандомизирано по блоков метод с площ на реколтираната парцела от 7.5 m<sup>2</sup> в три различни варианта по отношение на торенето (50, 60 и 70 kg/da амониев нитрат). Най-високи стойности на височината на стъблото са отчетени при варианта торен с 50 kg/da, като последното междувъзлие има основно отношение към този показател. Степента на полягане е най-голяма при третото ниво на хранене. Височината на стъблото и дължината на класа са основна причина за полягането, тези показатели са във висока положителна корелация.

**Ключови думи:** зимна обикновена пшеница; височина на стъблото; полягане; азотно торене

## **Variation of stem height at genotypes of common winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different environmental conditions**

**Plamen Chamurliyski<sup>1\*</sup>, Georgi Raykov<sup>2</sup>, Nikolay Tsenov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Shumen University “Bishop Konstantin Preslavsky”, College Dobrich, Department of Crop Science and Plant Protection, Dobrich, Bulgaria

<sup>2</sup>Agronom I Holding, Dobrich, Bulgaria

\*E-mail: [plam\\_s@yahoo.com](mailto:plam_s@yahoo.com)

### **Citation**

Chamurliyski, P., Raykov, G., & Tsenov, N. (2019). Variation of stem height at genotypes of common winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different environmental conditions. *Rastenievadni nauki*, 56(1), 18-27

<sup>1</sup>Статията е докладвана на научна конференция “Иновации в аграрната наука за ефективно земеделие”, организирана със съдействието на ФНИ по Договор ДПМНФ № 01/19 от 23.08.2018 г.

## Abstract

The main task of the contemporary breeding programs is obtaining higher grain yield from common winter wheat; for this purpose, the new varieties should possess a number of properties meeting the requirements of the highly competitive market. Yield is a value, which is determined by several main parameters related to the morphological and biological peculiarities of the plant itself. Lodging in wheat has been shown to affect negatively productivity. On the one hand, it is closely related to stem height, and on the other – to the intensive agronomy practices applied. The aim of this study was to follow the reaction of contemporary common winter wheat genotypes with regard to height of stem under different growing environments. The investigation was carried out during 2017-2018, testing 16 breeding lines and 2 cultivars of common winter wheat during this period. The materials were planted in a randomized manner according to a block design, the area of the harvest plot being 7.5 m<sup>2</sup>, in three fertilization variants (50, 60 and 70 kg/da ammonium nitrate). Highest values of stem height were registered in the variant fertilized with 50 kg/da ammonium nitrate, the last internode bearing basic relation to this parameter. The lodging degree was highest at the third level of nutrition. The height of the stem and the length of the class are the main reason for the lodging, these indexes are in a high positive correlation.

**Keywords:** common winter wheat; stem height; lodging; nitrogen fertilization

## ВЪВЕДЕНИЕ

Основната задача на съвременните селекционни програми е повишаването на добива зърно от обикновената зимна пшеница, като новите сортове е необходимо да притежават редица качества отговарящи на изискванията на висококонкурентния пазар (Panayotov and Rachinski, 2002; Tsenov et al., 2009; Mihova et al., 2018). Продуктивността е величина, която се определя от няколко основни показателя свързани с морфологичните и биологичните особености на самото растение. Това са елементите обуславящи добива – брой класоносни стъбла на m<sup>2</sup>, брой зърна в клас и абсолютно тегло на зърното. Тези признаци са в непрекъсната взаимна връзка (Tsenov et al., 2013; Tsenov et al., 2014; Chamurliyski et al., 2015). Аналогични връзки между посочените признаци са описани при различни видове зърнено-житни култури (Ivanova and Koleva, 2017; Stoyanov and Baychev, 2018).

Съществуват и други признаци, които макар и косвено, оказват влияние върху продуктивния потенциал при пшеницата. Височината на стъблото е един от тях. Според някои автори (Johnson et al., 1966) този показател в значителна степен корелира с абсолютното тегло, дължината на класа и броя класоносни стъбла на m<sup>2</sup>, а Tsenov et al. (2015) отбелязва, че намаляването на височината на стъблото е свързано с увеличаване на броя на зърната в класа. Richards (1992) счита, че между 70 и 100 cm трябва да бъде оптималната

височината на растението, за да формира висок добив. Всички тези изследвания доказват важността на този признак и насочват вниманието на селекционерите към неговото развитие в съвременните сортове.

Височината на стъблото обаче се определя не само от генетичните заложи на растението (Borrell et al., 1991), но и от прилаганата агротехника свързана с интензивното азотно торене (Van Keulen et al., 1989). Повишаването на торовите норми не винаги работи в положителна посока, то може да бъде предпоставка за полягане. Полягането при пшеницата е кореново и има доказано негативно отношение към добива. Съществуват редица публикации в това направление. Някои автори (Berry and Spink, 2012) смятат, че наклон на стъблата под ъгъл от 45° води до редуциране на добива с 18%, а ако този ъгъл се увеличи до 80°, загубите се покачват на 43-61% (Acreche and Slafer, 2011). Други твърдят, че този диапазон е по-малък и е от порядъка на 7-35% (Fischer and Stapper, 1987).

Успехът в селекцията на пшеницата за повишаване на добива зърно през последните 50 години (т.н. зелена революция) се дължи изключително на скъсяване на стъблото (Divashuk et al., 2013; Berry et al., 2015; Lo Valvo et al., 2018). Като следствие от тази намеса на човека се повиши жътвеният индекс (Shearman et al., 2005; Sanchez-Garcia et al., 2013; Reynolds et al., 2017), който позволява прилагане на високо ниво на азотно хранене, без голям риск от полягане, ко-

ето да понижи добива. Това е валидно предимно за зоните, в които стресовите условия, съпровождащи отглеждането на пшеницата, са по-мекки (Foulkes et al., 2007). В условията на България, в които имаме ежегодни температурни стресови периоди за пшеницата (Tsenov et al., 2009), нещата стоят по-различно. За да продължи повишаването на продуктивността на пшеницата при запазване на ниското устойчиво на полягане стъбло, австралийски учени (Rebetzke et al., 2012) предлагат да се комбинират чувствителни с нечувствителни на гиберелинова киселина главни гени на стъблото, като Rht1+Rht8 или Rht2+Rht8. Наличието на ген Rht8 предполага положителен ефект върху продуктивността при стрес или недостатъчно хранене (Worland et al., 2001; Tsenov et al., 2014; Kowalski et al., 2016). За континенталния климат на Европа се препоръчва използване и на още един главен ген – Rht24, който има сходен ефект с масово използвания по света Rht-1b (Rht1) (Würschum et al., 2017). Чрез него може да се постигне допълнително скъсяване на стъблото, без това да влияе негативно върху продуктивността. В изследванията на руски пшеници Divashuk et al. (2013) посочват категорично предимството по продуктивност на създадените в Краснодар сортове, притежаващи съчетание между двата гена (Rht-1b, Rht8c) пред тези съдържащи един от двата гена по отделно. Това показва, че височината на стъблото е признак, който е изключително важен за селекцията на продуктивност (Tsenov et al., 2015).

Азотното торене в различни дози се оказва идеална провокация за пшеницата, като при тези условия могат да се наблюдават промените във височина на стъблото и бъде направена адекватна оценка за селекционната ценност по този признак (Gaju et al., 2014; Hitz et al., 2017). Разгледаните дотук данни са подходяща обосновката на настоящото изследване, което има за цел да проследи реакцията на съвременни генотипи обикновена зимна пшеница по отношение

на височината на стъблото при различни условия на отглеждане.

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучването е извършено в периода 2017-2018 г. Подбрани са шестнадесет генотипа, селекция на фирма „Агроном“, които са перспективни за производството на пшеница у нас. Включени са и два стандарта, единият българска селекция, а другият западно-европейска.

Избраните материали са заложили рандомизирано по блоков метод с площ на отделната парцела 7.5 m<sup>2</sup> в три различни варианта по отношение на торенето, факторът провокиращ определена реакция при отделните сортове. Прилагани са следните нива на торене: НТ5 (FL5) – 15 kg N/da, НТ6 (FL6) – 18 kg N/da, НТ7 (FL7) – 21 kg N/da (активно вещество N на декар). Азотният тор (амониев нитрат) е внасян предсеитбено, като ранно пролетно подхранване и през вегетацията. Първите две хранения са с равни дози, а последното е диференциращо.

Всеки един образец е засят с посевна норма от 500 к.с./m<sup>2</sup> в три повторения. Сеитбата е извършена в оптималните за Североизточна България срокове, между 1 и 15 октомври. Отчетени са следните признаци: височина на растението – ВР (PH), височината на стъблото – ВС (StH), дължина на класа – ДКл. (SL) и бал на полягане (Lodging). Измерена е също и дължината на отделните междувъзлия – ДМ (SBN). Всички анализи са извършени след фаза цъфтеж до фаза пълна зрялост (60-100 – Zadoks et al., 1974). Изчислени са и отношението между сумата на базовите междувъзлия и височината на стъблото ( $A/B=SBN1+SBN2+SBN3+SBN4 SBN5/StH$ ) и отношението на последното междувъзлие към височината на стъблото ( $C/B=SBN6/StH$ ).

Полягането е оценено с бал (Табл. 1) в зависимост от процента растения в парцелата, които са

**Таблица 1.** Бал на полягане

**Table 1.** Scale of lodging

Процент на полягане Percent of lodging	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Бал на полягане Scale of lodging	9	8	7	6	5	4	3	2	1

наклонени под ъгъл по-малък от 45° спрямо повърхността на почвата (Fischer and Stapper, 1987).

Подреждането и обработка на данните са осъществени чрез софтуерен продукт XLSTAT2014 и Statgraphics XVI. За анализ на резултатите са приложени вариационен, корелационен и клъстерен статистически методи.

## РЕЗУЛТАТИ

Височината на стъблото на изследваните растения варира в широки граници, в зависимост от факторите, повлияли проявлението на този показател (Табл. 2). Най-ниска стойност (63.5 cm) е отчетена при първия вариант на подхранване, а най-висока – при третия (99.6 cm). Максималните стойности в случая нарастват с повишаване на количеството на азота. Аналогични са резултатите свързани с височината на цялото растение и дължината на класа. Разликата между най-ниския и най-високия образец е повече от 31 cm, а това е така поради различните генетични заложиби на селекционните материали по отношение на височината. Интересно е обаче, че тази разлика се запазва при НТ5 и НТ6, а се увеличава при НТ7. С основание можем да твърдим, че отделните образци са реагирали по различен начин на най-високата азотна норма. При някои от тях няма промяна във

височината на стъблото и съответно в общата височина на растението, докато при други се наблюдава реакция в положителна посока. Средната стойност за групата е по-близка до максималната. Подобна реакция е нормална в резултат на повишеното азотно хранене. Стойностите на вариационния коефициент са близки, а това означава слаби отклонения и при трите признака, което дефинира една сравнително еднородна извадка.

Според изявата на изследваните признаци във вариантите на торене можем да представим сортовете в няколко обособени групи (Табл. 3). Степента на полягане, изразена като отделен признак, също е включена в данните. Формирани са условно четири групи за всеки признак. При НТ5 и НТ6 най-голям е броят образци с височина на стъблото между 80 cm и 90 cm, докато при НТ7 тази максимална стойност е изместена в групата със стъбло над 100 cm. Аналогични са резултатите при височината на растението, което изразява една нормална реакция във връзка с повишеното азотно хранене. Интересно е поведението на генотипите при първите две нива на торене. Еднакъв брой от тях попадат в последната група, което може би е индикация за сходно поведение на определена част от материалите при тези среди на провокация.

Дължината на класа варира основно между 9 cm и 10 cm, но се наблюдава повишение отново

**Таблица 2.** Вариране на генотипите при различните нива на торене по отношение на височината на стъблото, дължината на класа и височината на растението

**Table 2.** Genotype variation in different fertilization levels with regard to stem height, spike length and plant height

Ниво на торене Fertilization level	НТ5 FL5			НТ6 FL6			НТ7 FL7		
	BC StH, cm	ДКл. SL, cm	BP PH, cm	BC StH, cm	ДКл. SL, cm	BP PH, cm	BC StH, cm	ДКл. SL, cm	BP PH, cm
Мин./Min	63.5	8.6	72.0	65.7	8.5	74.4	65.7	8.5	74.4
Макс./Max	95.1	11.5	104.9	97.3	11.9	106.3	99.6	12.1	108.8
Разлика/Diff.	31.6	2.9	32.9	31.6	3.4	31.9	33.9	3.6	34.4
Средно/Aver.	84.5	9.7	94.0	85.1	9.7	94.7	86.0	9.8	95.7
БК/CV%	10.6	9.4	9.8	10.7	10.0	9.8	10.7	9.7	9.9

НТ5 – ниво на торене с 15 kg N/da; НТ6 – ниво на торене с 18 kg N/da; НТ7 – ниво на торене с 21 kg N/da; BC – височина на стъблото; ДКл. – дължина на класа; BP – височина на растението; БК – вариационен коефициент  
FL5 – fertilization level with 15 kg N/da; FL6 – fertilization level with 18 kg N/da; FL7 – fertilization level with 21 kg N/da; StH – stem height; SL – spike length; PH – plant height; CV – coefficient of variation

при НТ7, където 7 от изследваните пшеници са формирали клас с дължина между 10 cm и 11 cm. По отношение на полягането обаче, имаме ясно разграничаване на баловите оценки при отделните варианти на различните торови норми. В първия при почти всички материали не се наблюдава полягане или ако има такова, то е в много ниска степен. Постепенно обаче, при второто и третото нива на торене степента на полягане се повишава, като при НТ7 са установени 7 броя пшеници с бал между 5 и 1, което е между 50% и 100% полегнали растения в парцела. Подобен подход при оценка на група генотипи от обикновена пшеница е прилаган и от други автори (Desheva, 2014).

След приложен анализ на варианса (Табл. 4) се установява, че всички взаимодействия са доказани. Генотипът има най-голям дял в общото вариране на показателите, докато този на годината е относително по-малък. Може да се напра-

ви предположение, че в годините, когато е проведено изследването, реакцията на сортовете по отношение на тези показатели се дължи основно на генетичните им заложи, които се проявяват в резултат на ефекта на азотното торене и са повлияни по-малко от условията на средата. Ето защо годината като фактор може да бъде игнорирана в настоящото изследване. Интересен е фактът, че делът на генотипа в общото вариране нараства при нарастване степента на азотното подхранване. Тази тенденция допълнително доказва изказаните дотук твърдения.

При показателя бал на полягане освен генотипа, висок дял в общото вариране има и взаимодействието генотип-среда. Това се наблюдава и при трите нива на торене. Подобни резултати са напълно нормални, понеже различни автори (Telkar et al., 2012) споменават комплексни причини за полягането при пшеницата и влиянието на условията на средата няма как да бъде прене-

**Таблица 3.** Групиране на материалите според нивото на всеки от показателите при трите нива на торене

**Table 3.** Groups of accessions by the level of each investigated index in three fertilization levels

Показатели Indexes	Ниво на торене Fertilization level	Брой образци Number of accessions			
		Група/Group	60.1-70	70.1-80	80.1-90
ДС StH, cm	Група/Group				
	HT5/FL5	1	3	8	6
	HT6/FL6	2	1	9	6
	HT7/FL7	1	3	6	8
ДКл. SL, cm	Група/Group	8.1-9	9.1-10	10.1-11	11.1-12
	HT5/FL5	3	10	4	1
	HT6/FL6	5	8	4	1
	HT7/FL7	4	7	6	1
ВР PH, cm	Група/Group	70.1-80	80.1-90	90.1-100	100.1-110
	HT5/FL5	1	4	8	5
	HT6/FL6	2	2	9	5
	HT7/FL7	1	3	7	7
Бал на полягане Lodging	Група/Group	1.1-3	3.1-5	5.1-7	7.1-9
	HT5/FL5	0	0	2	16
	HT6/FL6	0	3	7	8
	HT7/FL7	5	2	5	5

HT5 – ниво на торене с 15 kg N/da; HT6 – ниво на торене с 18 kg N/da; HT7 – ниво на торене с 21 kg N/da; BC – височина на стъблото; ДКл. – дължина на класа; ВР – височина на растението  
FL5 – fertilization level with 15 kg N/da; FL6 – fertilization level with 18 kg N/da; FL7 – fertilization level with 21 kg N/da; StH – stem height; SL – spike length; PH – plant height



брегнато, макар и да няма пряко въздействие в случая.

При анализ на връзките между признаците височина на стъблото, дължина на класа и полягане са установени интересни селекционни зависимости (Табл. 5). Между всички признаци са установени високи статистически достоверни корелации. При полягането стойностите са с отрицателен знак понеже по-високият бал е свързан с липса на полягане и обратно (Табл. 1). Така представените стойности показват, че с повишаване височината на стъблото и дължината на класа пшеничното растение поляга значително по-лесно и обратно. Влиянието на дължината на класа върху полягането също е очевидно. Според някои автори значение има теглото на класа, което е свързано с изместване на центъра на тежестта по-високо от почвената повърхност (Crook and Ennos, 1994). В настоящото изследване не е измерван този показател, но в случая логиката сочи, че по-дългият клас е с по-голяма маса. Корелацията между дължина на стъблото и полягането е най-силна при НТ7, което е очаквана реакция на пше-

ничното растение при толкова високо ниво на азотно торене.

## ОБСЪЖДАНЕ

По-конкретна информация за поведението на пшеничното растение по отношение на височината в условия, провокиращи определена изява на генотипа, можем да установим, като разгледаме значението на отделните междувъзлия и най-вече на последното. При някои от сортовете пшеница у нас, това междувъзлие понякога е почти равно на сумата от дължините на всички останали междувъзлия. При споменатите вече теоретични проучвания относно центъра на гравитация, с основание можем да твърдим, че последното междувъзлие би имало значение за степента на полягането на образците.

Логиката сочи, че колкото то е по-дълго в сравнение с останалите, толкова центъра на тежестта ще е изместен по-далече от почвата и растенията биха били по-лесно податливи на полягане, тъй като при обикновената пшени-

**Таблица 4.** Анализ на варианса  
**Table 4.** ANOVA

Показатели Indexes	Компоненти Components	Ниво на торене/Fertilization level								
		НТ5/FL5			НТ6/FL6			НТ7/FL7		
		MS	P-value	F, %	MS	P-value	F, %	MS	P-value	F, %
ВР PH, cm	Генотип/G	2556.2	0.00	66.1	2467.5	0.00	76.3	2329.2	0.00	77.3
	Година/Y	8213.4	0.00	12.5	992.3	0.00	1.8	1188.1	0.00	2.3
	G*Y	235.2	0.00	6.1	166.6	0.00	5.1	1045	0.00	3.5
ДС StH, cm	Генотип/G	2429.8	0.00	66.1	2420.9	0.00	69.9	2189.4	0.00	77.1
	Година/Y	7714.2	0.00	12.3	6269.6	0.00	10.6	910.0	0.00	1.9
	G*Y	226.1	0.00	6.1	143.0	0.00	4.1	107.9	0.00	3.8
ДКл. SL, cm	Генотип/G	16.9	0.00	49.3	20.9	0.00	566	26.7	0.00	65.6
	Година/Y	7.8	0.00	1.3	3.9	0.00	0.6	18,5	0.00	2.7
	G*Y	2.9	0.00	8.4	1.7	0.00	4.6	2.9	0.00	7.1
Бал на полягане Lodging	Генотип/G	13.2	0.00	41.4	29.0	0.00	67.1	28.1	0.00	48.9
	Година/Y	34.5	0.00	6.4	5.3	0.03	0.7	128.9	0.00	13.0
	G*Y	12.5	0.00	39.3	9.1	0.00	21.2	17.3	0.00	30.1

НТ5 – ниво на торене с 15 kg N/da; НТ6 – ниво на торене с 18 kg N/da; НТ7 – ниво на торене с 21 kg N/da; ВР – височина на стъблото; ДКл. – дължина на класа; ВР – височина на растението  
FL5 – fertilization level with 15 kg N/da; FL6 – fertilization level with 18 kg N/da; FL7 – fertilization level with 21 kg N/da; StH – stem height; SL – spike length; PH – plant height

**Таблица 5.** Корелационен анализ**Table 5.** Correlation analysis

Ниво на торене Fertilization level	Показатели Indexes	ДС StH, cm	ДКл. SL, cm
HT5/FL5	ДКл./SL, cm	0.24*	
	БП/Lodging	-0.38**	-0.27*
HT6/FL6	ДКл./SL, cm	0.21*	
	БП/Lodging	-0.34**	-0.37**
HT7/FL7	ДКл./SL, cm	0.16 n.s.	
	БП/Lodging	-0.50***	-0.43***

\*  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$ , \*\*\*  $p \leq 0,001$ , n.s. – not significant

HT5 – ниво на торене с 15 kg N/da; HT6 – ниво на торене с 18 kg N/da; HT7 – ниво на торене с 21 kg N/da; BC – височина на стъблото; ДКл. – дължина на класа; BP – височина на растението

FL5 – fertilization level with 15 kg N/da; FL6 – fertilization level with 18 kg N/da; FL7 – fertilization level with 21 kg N/da; StH – stem height; SL – spike length; PH – plant height

**Таблица 6.** Разлика в отношението на дължината на първите междувъзлия към общата дължина на стъблото и отношението на последното междувъзлие към общата дължина на стъблото**Table 6.** Difference in the ratio of the length of the first internodes to the total length of the stem and the ratio of the last internode to the total length of the stem

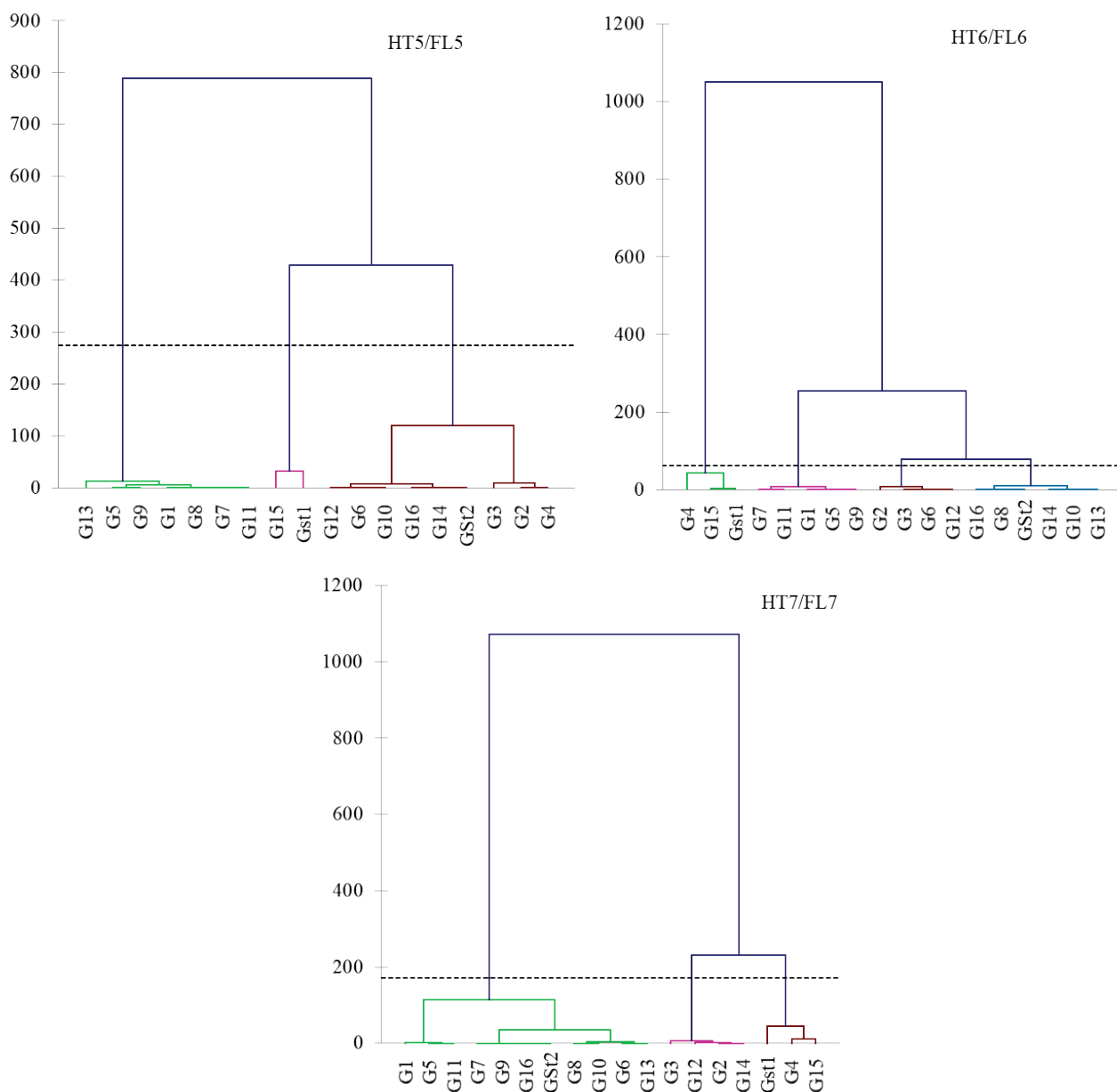
Ниво на торене Fertilization level	HT5/FL5	HT6/FL6	HT7/FL7	Средно Average	Бал на полягане Lodging	BP PH, cm	ДКл. SL, cm
Генотип/Genotype	A/B-C/B	A/B-C/B	A/B-C/B				
G1	0.20	0.26	0.28	0.25	7	105.7	9.2
G2	0.18	0.18	0.21	0.19	8	88.7	8.8
G3	0.21	0.21	0.24	0.22	6	91.7	9.2
G4	0.18	0.19	0.22	0.20	9	84.8	8.9
G5	0.18	0.18	0.19	0.18	5	105.3	10.5
G6	0.15	0.18	0.18	0.17	5	95.9	11.8
G7	0.24	0.27	0.27	0.26	8	103.0	9.5
G8	0.17	0.19	0.20	0.19	8	100.2	8.7
G9	0.27	0.32	0.29	0.29	7	104.0	9.8
G10	0.25	0.26	0.29	0.27	7	96.7	10.1
G11	0.18	0.20	0.20	0.20	5	104.4	10.2
G12	0.25	0.28	0.28	0.27	9	92.1	10.6
G13	0.20	0.20	0.19	0.20	7	97.9	9.9
G14	0.14	0.11	0.10	0.12	5	95.4	10.3
G15	0.17	0.16	0.16	0.17	9	78.9	9.0
G16	0.24	0.28	0.22	0.25	7	99.6	10.2
Gst1	0.28	0.19	0.26	0.24	9	73.6	8.7
GSt2	0.15	0.16	0.22	0.18	8	98.9	9.7

HT5 – ниво на торене с 15 kg N/da; HT6 – ниво на торене с 18 kg N/da; HT7 – ниво на торене с 21 kg N/da; BP – височина на растението; ДКл. – дължина на класа; Gst1, Gst2 – стандарти; A/B – отношение на сумата от разстоянията на между-възлията без последното към общата дължина на стъблото; C/B – отношение на последното междувъзлие към общата дължина на стъблото

FL5 – fertilization level with 15 kg N/da; FL6 – fertilization level with 18 kg N/da; FL7 – fertilization level with 21 kg N/da; Gst1, Gst2 – check standards; A/B – ratio of the sum of lengths of all internodes without last to full stem length; C/B – ratio of the last internode to full stem length

ца се наблюдава основно кореновото полягане. Тук разбира се, не бива да се пренебрегва и теглото на класа. Когато се съчетаят относително по-дълго връхно междувъзлие с дълъг и тежък клас, тогава полягането неизменно се увеличава. С цел да потърсим връзка между дължините на отделните междувъзлия, са изчислени отношението на дължината на междувъзлията (без последното) към общата дължина на стъблото и отношението на последното междувъзлие към общата дължина на стъблото (Табл. 6). Установена е разликата между тези две отноше-

ния. Към тази информация в таблицата са добавени осреднените стойности на височината на растението и дължината на класа, по сортове. По-малката разлика в отношенията означава, че последното междувъзлие е с по-голям дял към цялата дължина. Прави впечатление, че при повечето от материалите тази разлика се увеличава при всяко следващо ниво на азота или се запазва при първите два варианта, а при третия тя отново нараства. Така представените резултати показват, че при луксозно азотно хранене значението на последното междувъзлие се уве-



**Фигура 1.** Клъстерен анализ по височина на стъблото  
**Figure 1.** Cluster analysis by stem height



личава и това води до отдалечаване на центъра на тежестта от почвената повърхност и следователно до по-лесно полягане. В проучваната група от генотипи има 5, които са реагирали по по-различен начин. При тях по-високото стъбло, съчетано с по-дълго последно междувъзлие, е причинило по-силно полягане изразено с бал 5. Трябва да отчетем също, че тези генотипи са и с най-дълъг клас, а в случая този факт е имал водеща роля в поведението на тези растения.

За да се установи сходството между изпитваните сортове по височина на стъблото, е направен клъстерен анализ въз основа на Евклидовите разстояния (Фиг. 1). Проучваните образци се групират на база тяхното сходство в три основни клъстера при първия и последния вариант на азотното хранене, а при НТ6 те са четири. При НТ5 двата стандарта се разполагат близко един до друг. С промяна на торенето към по-високи норми се наблюдава отдалечаване на стандартите. Причина за такова разпределение е тяхната различна генетика, обуславяща и различно поведение в условията на различно азотно торене. Интерес за нас представляват G4 и G15, които се разполагат най-близко до първия стандарт. Съвременните селекционни програми трябва да бъдат насочени към създаването на сортове с височина на стъблото сходно на проявлението на Gst1. Такива пшеници понасят високи нива на азот, като тяхната височина не се изменя в посока нарастване, а остава почти непроменена. Полягане в случая не се наблюдава.

Коренно противоположно е проявлението на височината на стъблото при Gts2. При този генотип е отчетена нормална тенденция към формиране на по-високи растения с покачване на торовите норми, а това е в положителна корелация с полягането. Използването на диференциращо азотно торене като провокиращ фактор на средата е удачен метод за изследване реакцията на пшеницата във връзка с височината на стъблото.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Високите нива на азотно хранене са подходяща провокираща среда за изследване поведението на пшеницата по отношение на височината на растенията.

2. Генотипът има най-голям дял в общото вариране при изследваните образци и с увеличаване на нивото на азотно хранене неговото влияние за засилва, докато делът на условията на годината остава нисък.

3. Височината на стъблото и дължината на класа са основни показатели, влияещи върху полягането и са във висока положителна корелация.

4. По-дългото последно междувъзлие, по-високото растение в съчетание с дълъг клас имат негативно отношение към способността на растенията да остават изправени.

## ЛИТЕРАТУРА

- Acreche, M. M., & Slafer, G. A. (2011). Lodging yield penalties as affected by breeding in Mediterranean wheats. *Field Crops Research*, 122(1), 40-48.
- Berry, P. M., & Spink, J. (2012). Predicting yield losses caused by lodging in wheat. *Field Crops Research*, 137, 19-26.
- Berry, P. M., Kendall, S., Rutterford, Z., Orford, S., & Griffiths, S. (2015). Historical analysis of the effects of breeding on the height of winter wheat (*Triticum aestivum*) and consequences for lodging. *Euphytica*, 203(2), 375-383.
- Borrell, A. K., Incoll, L. D. & Dalling, D. J. (1991). The influence of the Rht 1 and Rht 2 alleles on the growth of wheat stems and ears. *Annals of Botany*, 67(2), 103-110.
- Chamurliyski, P., Atanasova, D., & Penchev, E. (2015). Productivity of foreign common winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) under the conditions of dobrudzha region. *Poljoprivreda i Sumarstvo* (Podgorica), 61(1), 77-83.
- Crook, M. J., & Ennos, A. R. (1994). Stem and root characteristics associated with lodging resistance in four winter wheat cultivars. *The Journal of Agricultural Science*, 123(2), 167-174.
- Desheva, G. (2014). Morphological and agronomical characterization of common wheat landraces (*Triticum aestivum* L.) from the National wheat collection of Bulgaria. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26(2), 164-169.
- Divashuk, M. G., Bepalova, L. A., Vasilyev, A. V., Fesenko, I. A., Puzyrnaya, O. Y., & Karlov, G. I. (2013). Reduced height genes and their importance in winter wheat cultivars grown in southern Russia. *Euphytica*, 190(1), 137-144.
- Fischer, R. A., & Stapper, M. (1987). Lodging effects on high-yielding crops of irrigated semidwarf wheat. *Field Crops Research*, 17(3-4), 245-258.
- Foulkes, M. J., Snape, J. W., Shearman, V. J., Reynolds, M. P., Gaju, O., & Sylvester-Bradley, R. (2007). Genetic progress in yield potential in wheat: recent advances and future prospects. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 145(1), 17-29.

- Gaju, O., Allard, V., Martre, P., Le Gouis, J., Moreau, D., Bogard, M., & Foulkes, M. J.** (2014). Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars. *Field Crops Research*, 155, 213-223.
- Hitz, K., Clark, A. J., & Van Sanford, D. A.** (2017). Identifying nitrogen-use efficient soft red winter wheat lines in high and low nitrogen environments. *Field Crops Research*, 200, 1-9.
- Ivanova, A. & Koleva, M.** (2017). Production potential of feed barley variety Veslets, grown in the South Dobrudzha region of Bulgaria. *International Journal of Knowledge. Institute of Knowledge Management. Scientific papers. Medicine and Natural Sciences*, 19(4), 1637-1677.
- Johnson, V. A., Biever, K. J., Haunold, A., & Schmidt, J. W.** (1966). Inheritance of plant height, yield of grain, and other plant and seed characteristics in a cross of hard red winter wheat, *Triticum aestivum* L. *Crop Science*, 6(4), 336-338.
- Kowalski, A. M., Gooding, M., Ferrante, A., Slafer, G. A., Orford, S., Gasperini, D., & Griffiths, S.** (2016). Agronomic assessment of the wheat semi-dwarfing gene Rht8 in contrasting nitrogen treatments and water regimes. *Field Crops Research*, 191, 150-160.
- Lo Valvo, P. J. L., Miralles, D. J., & Serrago, R. A.** (2018). Genetic progress in Argentine bread wheat varieties released between 1918 and 2011: Changes in physiological and numerical yield components. *Field Crops Research*, 221, 314-321.
- Mihova, G., Baychev, V., Aleksandrov, T., Petrova, T., Stanoeva, Y. & Ivanova, V.** (2018). Breeding of cereal crops at Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo, Bulgaria, 3-rd *International symposium for agriculture and food 2017. JAFES*, 72(2), 124-131.
- Panayotov, I., & Rachinski, T.** (2002). Wheat breeding as a basis of grain production in Bulgaria. *Proceedings of 50th Anniversary of Dobrudzha Agricultural Institute, Breeding and Agrotechnics of Field Crops*, vol. 1, 21-37.
- Rebetzke, G. J., Bonnett, D. G., & Ellis, M. H.** (2012). Combining gibberellic acid-sensitive and insensitive dwarfing genes in breeding of higher-yielding, sesquidwarf wheats. *Field Crops Research*, 127, 17-25.
- Reynolds, M. P., Pask, A. J., Hoppitt, W. J., Sonder, K., Sukumaran, S., Molero, G., & Gonzalez, F. G.** (2017). Strategic crossing of biomass and harvest index—source and sink—achieves genetic gains in wheat. *Euphytica*, 213(11), 257.
- Richards, R. A.** (1992). The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments. I. Agronomic characteristics. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43(3), 517-527.
- Sanchez-Garcia, M., Royo, C., Aparicio, N., Martin-Sanchez, J. A., & Alvaro, F.** (2013). Genetic improvement of bread wheat yield and associated traits in Spain during the 20th century. *The Journal of Agricultural Science*, 151(1), 105-118.
- Shearman, V. J., Sylvester-Bradley, R., Scott, R. K., & Foulkes, M. J.** (2005). Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Science*, 45(1), 175-185.
- Stoyanov, H. & Baychev, V.** (2018). Tendencies in the yield and its components of the Bulgarian varieties of triticale, grown under contrasting conditions of the environment. *Rastenievadni nauki*, 55(3), 16-26 (Bg).
- Telkar, S. G., Solanki, S. P. S., Chouhan, S., Kumar, R., & Nikas, S. B.** (2012). Crop Lodging on Cereals: Causes, Effect and Control. *Biomolecule Reports BR/11/17/12, Popular Article, India*.
- Tsenov, N., Gubatov, T., Atanasova, D., Nankova, M. & Ivanova A.** (2014). Genotype x Environment effects on the productivity traits of common wheat (*Triticum aestivum* L.) II. Analysis of genotype reaction. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi /Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences/*, 1(Special Issue 1), 1198-1208.
- Tsenov, N., Gubatov, T., & Tsenova, E.** (2015). Effect of height of stem on the productivity of winter common wheat. *Agricultural Science and Technology*, 7(2), 179-185.
- Tsenov, N., Kostov, K., Todorov, I., Panayotov, I., Stoeva, I., Atanassova, D., & Chamurliysky, P.** (2009). Problems, achievements and prospects in breeding for grain productivity of winter wheat. *Field Crop Studies*, 5(2), 261-273.
- Tsenov, N., Petrova, T., & Tsenova, E.** (2009). Breeding for increasing the stress tolerance of winter common wheat in Dobrudzha Agricultural Institute. *Field Crop Studies*, 5(1), 59-69 (Bg).
- Tsenov, N., Petrova, T., & Tsenova, E.** (2013). Investigation on the possibility to efficiently use Ukrainian cultivars for developing of early winter wheat lines I. Grain productivity. *Agricultural Science & Technology (1313-8820)*, 5(4), 351-357.
- Tsenov, N., Petrova, T., Tsenova, E., Atanasova, D. & Chamurliyski, P.** (2014). Breeding value of Medea variety for increasing the grain productivity and freezing tolerance in winter common wheat. *Field Crop Studies*, 9(1), 7-19 (Bg).
- Van Keulen, H., Goudriaan, J. & Seligman N. G.** (1989). Modelling the effects of nitrogen on canopy development and plant growth. In *Plant canopies: Their growth from the function*. Cambridge University Press, UK, 83-104.
- Worland, A. J., Sayers, E. J., & Korzun, V.** (2001). Allelic variation at the dwarfing gene Rht8 locus and its significance in international breeding programmes. *Euphytica*, 119(1-2), 157-161.
- Würschum, T., Langer, S. M., Longin, C. F. H., Tucker, M. R., & Leiser, W. L.** (2017). A modern Green Revolution gene for reduced height in wheat. *The Plant Journal*, 92(5), 892-903.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F.** (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research*, 14(6), 415-421.