ISSN 2181-371X
SJIF: 5.305 VOLUME 4 ISSUE 35
INNOVATIONS IN TECHNOLOGY AND SCIENCE EDUCATION

УДК: 631.52.633.16

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ К ПОЛЕГАНИЮ И ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ У СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯЧМЕНЯ

Холдоров Абдугафуржон Абдивахабович,
PhD., с.н.с.; ***Дўстқулов Улуғбек Эркабоевич,***
м.н.с.; ***Сатторова Мадина Абдувахабовна,***
стажер-исследователь.
Научно-исследовательский институт богарного земледелия

Аннотация: *В статье изложены научные результаты по высоте растений и устойчивости к полеганию новых сортов и образцов ячменя, полученных из международного центра ICARDA, выращенных на богарных землях. Эти сорта и образцы ячменя были разделены на 4 блока, а высота растений сопоставлялась с контрольным сортом Адир. Устойчивость к полеганию оценивалась по бальной системе.*

Ключевые слова: *ячмень, сорт, образец, высота растения, длина стебля, полегание, устойчивый, неустойчивый.*

Annotation: *The article presents scientific results on plant height and lodging resistance of new barley varieties and lines obtained from the ICARDA international center, cultivated under rainfed conditions. These barley accessions were divided into 4 blocks, and plant height was compared with the control variety Adir. Lodging resistance was evaluated using a scoring scale.*

Keywords: *barley, variety, line, plant height, stem length, lodging, resistant, susceptible.*

Введение. Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) занимает четвертое место в мире среди зерновых культур по объемам производства. Высота растений и устойчивость к полеганию являются критически важными агробиологическими признаками в селекции ячменя, так как они напрямую влияют на урожайность и эффективность уборки.

Высота растений формируется под воздействием генетических факторов и агроэкологических условий. Известно, что низкорослые и среднерослые сорта ячменя обладают большей устойчивостью к полеганию. В современной селекции активно используются гены, снижающие высоту растений (например, *uzu*, sdw1/denso) [2, 4].

Проблема полегания зерновых культур давно привлекает внимание исследователей. Полегание – это физиологическая реакция растений на определенные условия внешней среды, включая высокую влажность, недостаток света, переувлажнение почвы, избыток азота, а также грибные и бактериальные заболевания [6].

Полегание растений в основном связано с такими факторами, как высота растения, толщина и прочность стебля, развитие корневой системы, влажность почвы и воздействие ветра. В различных исследованиях выделяют два типа полегания — механическое и физиологическое [3; с. 217–271]. Механическое полегание происходит под воздействием ветра и дождя, тогда как физиологическое — является следствием нарушения баланса биомассы растения.

В современной селекции с целью повышения устойчивости к полеганию отбираются генотипы с коротким стеблем, толстыми стеблями и хорошо развитой корневой системой. Например, из исследований, проведённых методом линейно-тестового анализа (Line × Tester), известно, что даже при сильном взаимодействии генотип × среда некоторые сорта проявляют стабильную устойчивость к полеганию [5; с. 1234–1242].

Учитывая почвенно-климатические условия богарных земель Узбекистана, сорт ячменя должен иметь оптимальную высоту растения и обладать устойчивостью к полеганию. При этом сорта с коротким стеблем могут затруднять уборку урожая в засушливые годы, а сорта, склонные к полеганию, в годы с обильными осадками могут привести к снижению урожайности на 20–30 %.

Методы исследования. В исследованиях использовались 239 образцов ячменя из коллекции ICARDA, разделенные на 4 блока: 7GSBON, IBYT-HI, IBYT-W-20 и IBON-W-20. Опыты проводились в Центральном опытном хозяйстве Научно-исследовательского института богарного земледелия. Образцы высевались по схеме 2,5 × 0,3 метра, в двух повторностях. Посев проводился осенью, наблюдения и измерения осуществлялись перед уборкой урожая. Высота растений и устойчивость к полеганию оценивались в полевых условиях в 2022–2023 гг. по методике Международная классификация SEV Hordeum.

Результаты и обсуждение. У образцов из питомника 7 GSBON высота растений варьировала от 47 до 82 см, при этом средняя длина стебля составила 64,5 см. В данном питомнике в основном преобладали образцы с очень низкой высотой (41–60 см) — 47 штук, с низкой (61–70 см) — 43 штуки, со средней-

низкой (71–80 см) — 7 штук и со средней высотой (>80 см) — 3 штуки. У местного сорта Адир, использованного в качестве стандарта, высота растения составила 63 см, что отнесло его к группе с низкой высотой (61–70 см).

Таблица 1.

Высота растений и степень устойчивости к полеганию в питомнике 7GSBON (Галляарал, 2022–2023 гг.)

№	Название сорта образца	Высота растения, см				Устойчивость к полеганию (баллы)	
		2022-г.	2023-г.	средний	отклонение от стандарта +;-	2022-г.	2023-г.
1	Adir (an)	63	67	65,0		9	9
2	11/15	65	73	69,0	4,0	9	9
3	23/37	67	81	74,0	9,0	7	7
4	32/54	64	82	73,0	8,0	9	9
5	45/83	68	62	65,0	0,0	9	9
6	54/105	62	71	66,5	1,5	9	9
7	62/118	73	63	68,0	3,0	7	9
8	75/145	65	75	70,0	5,0	7	7
9	77/147	72	74	73,0	8,0	7	9
10	79/152	67	80	73,5	8,5	9	9
11	83/159	66	69	67,5	2,5	7	7
12	91/175	63	71	67,0	2,0	9	9

Наибольшая высота питомнике 23/37 (74,0 см) +9,0 см к контролю, 32/54 (73,0 см) - +8,0 см и 79/152 (73,5 см) - +8,5 см. Образец 62/118 показал значительное снижение высоты в 2023 году (с 73 до 63 см), 79/152 продемонстрировал значительный рост (с 67 до 80 см).

Анализ устойчивости к полеганию лучшие показатели (9 баллов), Адир (контроль), 11/15, 32/54, 45/83, 54/105, 79/152, 91/175. 62/118 и 77/147 улучшили показатели с 7 до 9 баллов, большинство образцов сохранили стабильность. Лучший баланс высоты и устойчивости выделена 32/54 и 79/152 образцы (таблица 1).

У сортов и сортообразцов ячменя в питомнике IBYT-HI высота растений колебалась от 52 см до 72 см, средняя длина стебля составила 62,0 см, у

стандартного сорта Адир этот показатель в среднем составил 63 см, а количество высоких образцов по сравнению со стандартным сортом составило 7 (No1, 3, 8, 11, 19, 26, 28, 31). Образцы в этом питомнике были разделены на следующие группы по показателю высоты растений: очень низкий (41-60 см) - 14, низкий (61-70 см) - 15 и ниже среднего (71-80 см) - 4, что отличалось от среднего показателя высоты растений образцов в предыдущем питомнике 7 GSBON на 2,5 см ниже.

Таблица 2.

IBYT-HI Высота растений и степень устойчивости к полеганию в питомнике IBYT-HI (Галляарал, 2022–2023 гг.)

№	Название сорта образца	Высота растения, см				Устойчивость к полеганию (баллы)	
		2022-г.	2023-г.	средний	отклонение от стандарта +;-	2022-г.	2023-г.
1	Adir (an)	63	67	65,0		9	9
2	3/3	69	56	62,5	-2,5	7	9
3	7/7	54	62	58,0	-7,0	7	7
4	9/9	56	50	53,0	-12,0	9	9
5	11/11	72	65	68,5	3,5	7	9
6	15/15	56	66	61,0	-4,0	9	9
7	16/16	50	69	59,5	-5,5	9	9
8	17/17	64	57	60,5	-4,5	7	9
9	18/18	60	55	57,5	-7,5	9	9
10	19/19	59	54	56,5	-8,5	7	9
11	20/20	50	43	46,5	-18,5	9	9
12	22/22	61	54	57,5	-7,5	9	9
13	26/26	66	77	71,5	6,5	7	9
14	27/27	65	62	63,5	-1,5	9	9
15	28/28	70	71	70,5	5,5	7	9

Сравнение с контролем (Адир – 65,0 см) по высоты растения превышают контроль образцы 11/11 (+3,5 см), 26/26 (+6,5 см) и 28/28 (+5,5 см).

Динамика по годам наибольший рост 16/16 (+19 см), наибольшее снижение 3/3 (-13 см) и стабильные образцы 28/28 (+1 см).

Лучшие образцы устойчивости к полеганию Адир (ст.) - стабильные 9 баллов, 9/9, 15/15 - несмотря на низкий рост, 9 баллов и 26/26 - высокий рост и улучшение до 9 баллов.

Рекомендации для селекции образец 26/26 - высокий рост и хорошая устойчивость, 28/28 - стабильные показатели (Таблица 2).

В образцах питомника IBYT-W-20 высота растений колебалась от 52 см до 84 см, средняя длина стебля составила 68,0 см, а у стандартного сорта Адыр этот показатель был очень низким и составил 63,0 см. Установлено, что высота растений в питомнике IBYT-W-20 составляет от 52 см до 84 см, средняя длина стебля составляет 68,0 см, а у стандартного сорта Адир этот показатель очень низкий и составляет 63,0 см. Сортовые образцы ячменя в этом питомнике очень низкие по показателю высоты растений (41-60 см) 24, низкие (61-70 см) - 12 и ниже среднего (71-80 см) роста - 10, а также среднего (>80 см) роста - 3. Установлено, что у сорта Bulbul, взятого для общего стандарта, растения были низкорослыми 63,5 см и у сорта Tokak 75,0 см и относились к группам ниже среднего роста.

Таблица 3.

Высота растений и степень устойчивости к полеганию в питомнике IBYT-W-20 (Галляарал, 2022–2023 гг.)

№	Название сорта образца	Высота растения, см				Устойчивость к полеганию (баллы)	
		2022-г.	2023-г.	средний	отклонение от стандарта +;-	2022-г.	2023-г.
1	Adir (an)	63	67	65,0		9	9
2	1/14	62	70	66,0	1,0	9	9
3	3/1	75	71	73,0	8,0	7	7
4	7/13	84	68	76,0	11,0	7	9
5	8/5	70	67	68,5	3,5	9	9
6	9/15	74	72	73,0	8,0	5	7
7	12/4	70	67	68,5	3,5	9	9
8	26/17	72	67	69,5	4,5	7	9

9	27/22	60	67	63,5	-1,5	9	9
10	28/11	58	61	59,5	-5,5	9	9
11	35/24	69	61	65,0	0,0	7	9
12	36/10	55	59	57,0	-8,0	9	9
13	37/19	73	73	73,0	8,0	7	9
14	39/20	84	69	76,5	11,5	7	7
15	48/21	63	83	73,0	8,0	7	7

Анализ высоты растений сравнение с контролем (Адир - 65.0 см) Превышают контроль образец 7/13 (+11.0 см), образец 39/20 (+11.5 см) и образцы 3/1, 9/15, 37/19, 48/21 (+8.0 см). Динамика по годам наибольший рост в образце 48/21 (+20 см).

Анализ устойчивости к полеганию лучшие образцы Адир (ст.) - стабильные 9 баллов, 1/14, 8/5, 12/4 - стабильные 9 баллов.

Взаимосвязь признаков высота и устойчивость Высокорослые (>73 см) 7-9 баллов, Среднерослые (65-73 см) преимущественно 9 баллов и Низкорослые (<65 см): все 9 баллов.

Перспективные образцы 7/13 - высокий рост + улучшение устойчивости, 8/5, 12/4 - оптимальная высота + максимальная устойчивость (Таблица 3).

В питомнике IBON-W-20 высота растений ячменя варьировала от 50 см до 83 см, при этом средняя длина стебля составила 66,5 см. Установлено, что образцы в этом питомнике в основном относятся к группам очень низкорослых, низкорослых, ниже среднего и среднерослых. У местного сорта Адир, взятого в качестве стандарта, высота растения была низкой (63,0 см), а у сортов, взятых в качестве общего стандарта - Pamir-009 (52,0 см), Larende (60,0 см), Tarm 92 (55,0 см), высота составила соответственно 85,0; 88,0; 98,0 см, что относит их к группе очень низкорослых (41-60 см). Среди изученных сортов и сортообразцов 28 были очень низкорослыми (41-60 см), 15 низкорослыми (61-70 см), 12 ниже среднего роста (71-80 см) и 2 среднерослыми (81-90 см).

Таблица 4.

Высота растений и степень устойчивости к полеганию в питомнике IBON-W-20 (Галляарал, 2022–2023 гг.)

№	Название сорта образца	Высота растения, см				Устойчивость к полеганию (баллы)	
		2022-г.	2023-г.	средний	отклонение от	2022-г.	2023-г.

					стандарта +;-		
1	Adir (an)	63	67	65,0		9	9
2	55/63 Pamir-009 (x.an)	52	63	57,5	-7,5	9	9
3	56/64 Larende (x.an)	60	59	59,5	-5,5	9	9
4	57/65 Tarm 92 (x.an)	55	58	56,5	-8,5	9	9
5	2/2	66	69	67,5	2,5	7	7
6	10/12	68	77	72,5	7,5	9	9
7	11/13	74	68	71,0	6,0	7	9
8	21/23	77	66	71,5	6,5	7	9
9	22/24	62	81	71,5	6,5	9	9
10	24/28	58	71	64,5	-0,5	7	7
11	37/41	75	73	74,0	9,0	9	9
12	53/59	74	66	70,0	5,0	9	9

Самыми высокими оказались 37/41 (74,0 см) на 9 см выше стандарта, 10/12 (72,5 см) и 21/23, 22/24 (по 71,5 см) также выше на 6,5–7,5 см.

Среднюю или выше средней высоту показали 7 образцов из 12, что говорит о значительном разнообразии по этому признаку в рамках испытаний.

2. Устойчивость к полеганию (в баллах) наивысшую устойчивость (9 баллов) в оба года показали большинство образцов, включая стандарт Адир. Образцы 2/2, 24/28, 11/13 и 21/23 имели чуть более низкие баллы в одном или обоих годах (7 или 9), что может свидетельствовать о несколько меньшей устойчивости в сравнении с остальными. Особенно стоит отметить образец 2/2, у которого устойчивость составила 7 баллов в оба года, несмотря на сравнительно невысокую высоту (67,5 см), что может быть связано с другими агрономическими факторами. Образец 37/41 выделяется как по высоте (самый высокий), так и по устойчивости к полеганию (9 баллов в оба года), что делает его перспективным для селекции (таблица 4).

Выводы. В селекции ячменя высота растения и устойчивость к полеганию являются взаимосвязанными и ключевыми агрономическими признаками, особенно в условиях богарного земледелия. Повышение устойчивости к полеганию возможно за счёт создания генотипов с оптимальной высотой, прочными и толстыми стеблями, а также хорошо развитой корневой системой,

что позволяет растениям сохранять вертикальное положение даже при неблагоприятных погодных условиях.

Результаты многолетних полевых испытаний показали, что некоторые образцы из международных коллекций (например, линии из питомников IBON-W-20, IBYT-W-20 и др.) обладают стабильной устойчивостью к полеганию и приемлемой высотой растений, что делает их ценным исходным материалом для дальнейших селекционных программ.

Особое значение имеет гармоничное сочетание традиционных методов селекции (отбор, скрещивание) с современными молекулярно-генетическими подходами, что способствует более точной и эффективной идентификации устойчивых генотипов.

В условиях климатической нестабильности и дефицита влаги, характерных для многих районов Узбекистана, селекция ячменя на устойчивость к полеганию становится не только актуальной задачей, но и необходимым элементом устойчивого земледелия и обеспечения стабильной урожайности.

Обзор литературы.

1. Acevedo, E., Silva, P., & Silva, H. (2002). Wheat and barley crop responses to stress environments. FAO Plant Production and Protection Series, No. 30.

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.

2. Baum, M., Grando, S., Backes, G., Jahoor, A., Sabbagh, A., & Ceccarelli, S. (2003). Marker-assisted selection for drought tolerance in barley (Hordeum vulgare L.). Journal of Experimental Botany, 54(384), 1231–1238.

3. Berry, P. M., Sterling, M., Spink, J. H., Baker, C. J., Sylvester-Bradley, R., & Mooney, S. J. (2004). Understanding and reducing lodging in cereals. Advances in Agronomy, 84, 217–271.

4. Garcia del Moral, L. F., Rharrabti, Y., Villegas, D., & Royo, C. (2003). Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. Agronomy Journal, 95(2), 266–274.

5. Singh, M., Sharma, R. K., & Singh, S. (2017). Genetic analysis for lodging resistance and yield contributing traits in barley (Hordeum vulgare L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(7), 1234–1242.