

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12703252>

## ВЛИЯНИЕ ЗАСУХИ НА НАКОПЛЕНИЕ ЗАПАСНЫХ УГЛЕВОДОВ В СТЕБЛЯХ РАЗНЫХ ПО ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ЯЧМЕНЯ

Шахинабону Ахмедова

студентка Бухарского государственного университета

### АННОТАЦИЯ

*Исследовали накопление неструктурных углеводов в стебле разных по засухоустойчивости сортов озимой ячменя в связи с интенсивностью фотосинтеза флагового листа и зерновой продуктивностью при действии почвенной засухи в фазу цветения растений. Установлено, что засуха снижает продолжительность и максимальный уровень накопления запасных углеводов в стебле вследствие уменьшения активности фотосинтеза. Большая депонирующая способность стебля является важным фактором, обеспечивающим формирование зерновой продуктивности при действии неблагоприятных внешних условий.*

*Ключевые слова:* ячмень, фотосинтез, засуха, засухоустойчивость, продуктивность.

## INFLUENCE OF DROUGHT ON ACCUMULATION OF SPARE CARBOHYDRATES IN STEMS OF DIFFERENT DROUGHT TOLERANT WINTER BARLEY VARIETIES

### ABSTRACT

*The accumulation of non-structural carbohydrates in the stem of different drought tolerant winter barley varieties in connection with the intensity of photosynthesis of flag leaf and grain productivity under the action of soil drought in the flowering phase of plants was investigated. It was found that drought reduces the duration and the maximum level of accumulation of reserve carbohydrates in the stem due to a decrease in the activity of photosynthesis. Large depositing ability of the stem is an important factor providing formation of grain productivity under the action of unfavourable external conditions.*

*Key words:* barley, photosynthesis, drought, drought tolerance, productivity.

## ВВЕДЕНИЕ

Налив зерна растений ячменя обеспечивается двумя источниками ассимилятов: продуктами текущего фотосинтеза и запасёнными в стебле и листовых влагалищах. У растений ячменя накопление водорастворимых углеводов (ВУ) в вегетативной массе и последующая их ремобилизация играет важную роль в обеспечении ассимилятами растущих зерновок [5]. Увеличение депонирующей способности стебля рассматривают в качестве перспективного направления улучшения продуктивности ячменя. Показано, что уровень накопления неструктурных углеводов в стебле в период до начала налива зерна положительно коррелирует с ростом урожайности в ходе селекции озимой ячменя в Китае [3] и Украине [4]. Считается, что использование депонированных ассимилятов имеет особо важное значение при не благоприятных для фотосинтеза условиях, например, засухе в репродуктивный период. В то же время, засуха может непосредственно влиять на запасание ВУ в стебле и их последующую ремобилизацию. Поэтому целью данной работы было исследование влияния засухи на накопление запасных углеводов в стеблях различных по засухоустойчивости сортов озимой ячменя.

## ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

Исследования проводили на растениях озимой мягкой ячменя сортов Мавлоно (засухоустойчивый, экологически пластичный), Болгали (высокоурожайный) и Гулноз (чувствительный к засухе, высокобелковый). Растения выращивали в вегетационных сосудах с 10 кг почвы, удобренной 10 г нитроаммофоски, при естественном освещении. Количество растений в сосудах составляло 15 шт. Удобрения вносили дважды в равных количествах при наполнении сосудов почвой и в середине фазы выхода в трубку (ВВСН 34). До начала эксперимента, а в контрольном варианте в течение всей вегетации, влажность почвы поддерживали на уровне 60-70% полной влагоемкости (ПВ). В середине фазы колошения (ВВСН 55) прекращали, полив растений опытного варианта, снижая в течение 5 суток влажность почвы до уровня 20% ПВ, который поддерживали в течение следующих 7 дней. Период выращивания растений при влажности почвы 20% ПВ охватывал фазу цветения (ВВСН 61-69). После этого полив растений опытного варианта восстанавливали до уровня контроля (60-70% ПВ), который поддерживали до конца вегетации. Влажность почвы в сосудах контролировали гравиметрически два раза в сутки. Образцы для определения содержания углеводов отбирали, начиная с первого дня достижения влажности почвы 20 % ПВ в течение периода репродуктивного развития и в фазу полной спелости зерна при учете зерновой продуктивности. Для анализов использовали

главный побег растения. Стебель разделяли на части: верхнее (подколосовое) междоузлие, второе (считая сверху), объединенные третье и четвертое (далее обозначенные как «нижние») междоузлия и объединенные листовые влагалища указанных междоузлий.

Для определения массы сухого вещества образцы фиксировали при 105 °С в течение 30 мин и высушивали до постоянной массы при 65 °С. Содержание ВУ определяли по модифицированной методике Починка [1]. Общее количество ВУ в частях стебля рассчитывали, как произведение их удельного содержания в сухом веществе и массы. Количество ремобилизованных ВУ оценивали по разнице их максимального общего содержания и окончательного содержания в фазу полной спелости. Содержание хлорофилла во флаговом листе измеряли после экстракции диметилсульфоксидом спектрофотометрическим методом [6]. Интенсивность фотосинтеза определяли в контролируемых условиях на установке, смонтированной с использованием инфракрасного газоанализатора ГИАМ-5М по стандартной методике [2].

Повторность опытов - 5 сосудов на вариант, аналитическая повторность определений 3-кратная. Определение содержания ВУ проводили в 3 аналитических повторностях объединенного образца 5 - 11 отдельных растений. В таблице приведены значения средних арифметических и стандартных ошибок среднего. Статистическая достоверность различий оценивалась с помощью ANOVA-теста.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что уровень накопления ВУ существенно различался в зависимости от сорта, части побега и условий влагообеспеченности растений (табл.). Экологически пластичный засухоустойчивый сорт Мавлоно накапливал большее количество ВУ, чем сорта Гулноз и Болгали, как в условиях оптимального, так и ограниченного полива. Наибольшие значения удельного содержания ВУ отмечены для второго междоузлия стебля считая сверху. В верхнем междоузлии и листовых влагалищах накопление ВУ было наименьшим. В нижних междоузлиях отмечены промежуточные значения содержания ВУ, достаточно сильно варьирующие в зависимости от сорта и условий выращивания. Как наиболее показательные и стабильные в таблице представлены данные по второму междоузлию. При оптимальных условиях влагообеспечения максимум накопления углеводов у всех изученных сортов был отмечен на 17-е сутки после цветения.

Таблица 1 – Влияние засухи на накопление биомассы и ВУ в стеблях, показатели фотосинтетической активности и продуктивности у сортов озимой ячменя (I - максимальное удельное содержание ВУ во втором междоузлии стебля, % сух. в-ва; II - максимальное накопление биомассы в стебле (включая листовые влагалища), г; III - максимальное общее содержание ВУ в стебле (включая листовые влагалища), мг; IV - общее количество ремобилизованных ВУ, мг; V - содержание хлорофилла во флаговом листе в конце засухи, мг/г сух. в-ва; VI - интенсивность ассимиляции CO<sub>2</sub> флагового листа в конце засухи, мкм/(м<sup>2</sup>с); VII - масса зерна с колоса главного побега, г; VIII - масса 1000 зерен колоса главного побега, г.

Показатель	Мавлоно		Болгали		Гулноз	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
I	43,8±0,3	37,7±0,5	35,4±0,2	20,4±0,2	35,8±0,2	22,1±0,6
II	1,20±0,03	1,05±0,04	1,18±0,05	1,09±0,04	1,19±0,04	1,02±0,06
III	367,3±7,5	247,5±10,3	293,3±6,0	164,3±6,7	308,1±5,2	139,5±0,5
IV*	338,0	233,0	255,8	146,5	282,2	116,4
V	14,8±0,1	11,5±0,1	14,7±0,7	11,4±0,1	15,5±0,2	10,2±0,1
VI	13,8±0,5	9,9±0,2	14,5±0,2	8,3±0,6	13,6±0,1	4,1±0,3
VII	1,43±0,06	1,21±0,10	2,21±0,09	1,36±0,09	1,55±0,07	0,93±0,07
VIII	43,3±1,3	37,0±1,8	47,7±1,3	35,3±1,7	45,3±1,2	27,7±1,5

\* - результаты рассчитаны из средних арифметических значений

Кратковременная засуха в период цветения существенно изменяла динамику и величину накопления биомассы и ВУ в стеблях всех изученных сортов, но у сортов Болгали и Гулноз влияние стресса проявлялось гораздо сильнее, чем у сорта Мавлоно. При действии засухи дата максимума накопления ВУ у сорта Мавлоно смещалась на 14-е сутки после цветения, а у сортов Гулноз и Болгали - на 7-е. Удельное и общее содержание ВУ в стебле у сорта Мавлоно под влиянием засухи уменьшалось на 14 и 33 %, тогда как у сорта Болгали эти показатели снижались примерно на 43 %, а у сорта Гулноз - на 39 и 55 %, соответственно (табл.). Важно отметить, что максимальная масса сухого вещества стебля у изученных сортов была примерно одинаковой, как в контрольном, так и в опытном вариантах. Следовательно, межсортовые различия в максимальном валовом накоплении ВУ в стебле для обоих вариантов определялись разным удельным содержанием ВУ.

Основной причиной уменьшения накопления ВУ в стебле растений при действии засухи, обуславливающей межсортовые различия, было, очевидно, повреждение фотосинтетического аппарата. В конце периода, ограниченного влагообеспечения содержание хлорофилла в наиболее фотосинтетический активном флаговом листе, снижалось на 22 % у сортов Мавлоно и Болгали и на 34 % у сорта Гулноз (табл.). Интенсивность ассимиляции  $\text{CO}_2$  при этом уменьшалась на 29, 43 и 70 % у сортов Мавлоно, Болгали и Гулноз, соответственно.

Между этим показателем и максимальным накоплением ВУ в стебле для данных контрольного и опытного вариантов отмечена тесная положительная корреляция ( $r=0,917$ ). Вместе с тем, интенсивность фотосинтеза не определяет полностью межсортовые отличия по уровню накопления ВУ в стебле, поскольку в контрольном варианте сорта практически не различались по первому показателю, но существенно различались по второму (табл.). Полученные данные свидетельствуют, что сорт Мавлоно имел более выраженную способность накапливать ВУ в стебле по сравнению с двумя другими сортами, несмотря на практически одинаковую фотосинтетическую активность.

Различия между сортами по уровню накопления ВУ в стебле обуславливали различия в количестве ремобилизованных ВУ в период налива зерна (табл.). Остаточное содержание ВУ в стебле в фазу полной спелости в изученных сортах было практически одинаковым независимо от условий выращивания. Засуха уменьшала количество ремобилизованных ВУ на 31 % у сорта Мавлоно, 43 % у сорта Болгали и 59 % у сорта Гулноз.

Считается, что депонированные в стебле растений ячменя ВУ используются главным образом для налива зерновок, влияя тем самым на величину урожая и его качество [5]. Засуха снижала зерновую продуктивность колоса главного побега на 15, 38 и 40 % у сортов Мавлоно, Болгали и Гулноз, соответственно (табл.). Корреляционный анализ данных для контрольного и опытного вариантов показал среднюю степень положительной зависимости зерновой продуктивности колоса от уровня накопления ВУ в стебле ( $r = 0,543$ ). Более тесная связь количества депонированных ВУ была отмечена для массы 1000 зерен ( $r = 0,859$ ). По-видимому, более важным фактором влияния засухи в фазу цветения главного побега на зерновую продуктивность было уменьшение количества зерен, тогда как падение уровня запаса ВУ в стебле сказывалось только на степени выполненности зерна. Вместе с тем, следует отметить, что при оптимальном режиме полива высокоурожайный сорт Болгали характеризовался меньшей способностью депонировать ВУ, чем экологически пластичный сорт Мавлоно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, почвенная засуха в период цветения существенно снижает уровень накопления ВУ в стебле растений ячменя и их ремобилизации в период налива зерна вследствие повреждения и уменьшения активности фотосинтетического аппарата. Сильнее выраженная способность депонировать ВУ в стебле до начала налива зерновок является важным фактором, обеспечивающим формирование зерновой продуктивности при действии неблагоприятных внешних условий.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Yarkulova Z., Khalilov N. (2019) Influence of Seeding Norms and Mineral Fertilizer Rate on the yield of Winter Barley// International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). ISSN: 2277-3878, Volume-8, Issue-3S, October, P. 508-510
2. Yarkulova Z. (2019) Influence of timing of crops and norms of mineral fertilizers for winter barley yield// Asian Journal of Science and Technology, India, Vol. 10, Issue, 05, May, pp. 9669-9670
3. Яркулова З., Халилов Н. (2018) Влияние нормы посева и дозы минеральных удобрений на урожайность ячменя осеннего посева при орошении// «Вестник» Мичуринского государственного аграрного университета, г. Мичуринск, Россия, №2, С. 95-99
4. Яркулова З. (2018) Влияние сроков посева и нормы минеральных удобрений на урожайность озимого ячменя// «The latest research in modern science: experience, traditions and innovations» Proceedings of the VII International Scientific Conference. North Charleston, SC, USA, 20-21 June, P. 65-68
5. Yarkulova Z. (2020) Kuzgi arpa navlarining fotosintetik potensialiga ekish muddatlari va o'g'itlash me'yorlarining ta'siri// "Agro processing" jurnali, 7 son, 2 jild, 50-58 b.
6. Яркулова З., Кодиров А. (2020) Оптимизация сроков посева и норм высева при адаптивном управлении технологией возделывания озимого ячменя сорта мавлоно// Сборник публикаций научного журнала "Chronos" «Естественные и технические науки в современном мире» Выпуск 2(29): М: Научный журнал "Chronos", С. 13-15
7. Яркулова З., Кодиров А. (2020) Влияние сроков посева и норм минеральных удобрений на выживаемость сортов озимого ячменя// Сборник публикаций

- научного журнала "Chronos" «Естественные и технические науки в современном мире» Выпуск 2(29): М: Научный журнал "Chronos", С. 15-18
8. Yarkulova Z. (2020) Ekish muddatlari va ma'danli o'g'itlar me'yorlarining kuzgi arpa navlarining qishga chidamliligiga ta'siri// Научный вестник НамГУ, № 2, С. 110-114
  9. Yarkulova Z. (2020) Kuzgi Mavlono arpa navini yetishtirishda iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlariga ekish muddatlari va o'g'itlash me'yorlarining ta'siri// Scientific Bulletin of NamSU, vol.4, P. 137-142
  10. Яркулова З. (2021) Влияние сроков посева и норм минеральных удобрений на фотосинтетический потенциал сортов озимого ячменя// «Наука и образование сегодня», № 1 (60), Москва, с.32-35
  11. Yarkulova Z., Qodirov A. (2021) Optimization of Sowing Dates and Seeding Rates with Adaptive Control of The Technology of Cultivation of Winter Barley Varieties Mavlono// Indian Journal of Agriculture Engineering (IJAE), Volume-1 Issue-1, May
  12. Yarkulova Z. (2021) Arpa navlarining qishga chidamliligiga ekish muddatlari va o'g'itlash me'yorlarining ta'siri// Scientific Progress, vol 2(1), p. 654-659
  13. Yarkulova Z. (2021) Kuzgi arpa yashovchanligiga ekish muddatlari va o'g'itlash me'yorlarining ta'siri// Scientific Progress. vol 2(6), P. 1698-1703
  14. Яркулова З. (2021) Влияние сроков посева и норм минеральных удобрений на показатели экономической эффективности возделывания озимого ячменя// «POLISH SCIENCE JOURNAL», ISSUE 12(45), WARSAW, POLAND, Wydawnictwo Naukowe "iScience", P.9-16