

**FIZIOLOGIA ȘI BIOCHIMIA PLANTELOR****ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ БИОРЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ**

*Ботнаръ В.Ф., Боровская А.Д., Веверица Е.К.*

*Институт генетики, физиологии и защиты растений Академии наук Молдовы*

**Rezumat**

Au fost investigate posibilitățile de utilizarea metodei expres la determinarea viabilității plantelor de grâu după iernare precum și aspectele de aplicare diferențiată a substanțelor biologice active de natură glicozidică în scopul sporirii recoltei de grâu în condiții nefavorabile de iernare. A fost demonstrat efectul stimulator al tratamentelor foliare cu soluții de glicozide asupra sporirii nivelului de înfrățire productivă cu 15-17% și recoltei cu 19-28% la grâu de toamnă. Materialul factologic obținut în experiențele de laborator și de câmp permite de a recomanda în calitate de măsură agrotehnică în tehnologiile de cultivare, utilizarea glicozidelor în scopul sporii viabilității plantelor în condiții nefavorabile de iernare, majorării numărului de frați productivi și recoltei grâului comun de toamnă.

*Cuvintele cheie:* grâu de toamnă, glicozide, condiții de iernare, viabilitatea, înfrățire, recolta.

*Depus la redacție* 17 septembrie 2014

---

*Adresa pentru corespondență:* Botnari Vasile, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al Academiei de Științe a Moldovei, str. Pădurii, 20, MD-2002, Chișinău, Republica Moldova, e-mail: vasilebotnari@yahoo.com; ingen@yahoo.com, tel.: (+373 22) 66-03-74

**Введение**

Пшеница была одним из первых окультуренных злаков. В Молдове возделывают мягкую и твердую пшеницу. Благодаря высоким качествам молдавские сорта пшеницы адаптированы к нашим почвенно-климатическим условиям и пользуются большим спросом на местном и зарубежном рынках [2].

Семена пшеницы начинают прорасти при 1-2°C. Оптимальная температура для получения всходов 12-15°C, роста и развития растений 16-22°C, налива зерна 22-25°C. За период вегетации озимой пшеницы необходима сумма среднесуточных температур не менее 2100°C. Большое значение для культуры озимой пшеницы имеет устойчивость ее к экстремальным условиям - холоду, засухе, выпреванию, вымоканию, ледяной корке, выпиранию. Из-за относительно слабой корневой системы озимая пшеница требовательна к наличию в почве питательных веществ в доступных и легкоусвояемых формах [6,10].

Одним из факторов, сдерживающим стабильное производство высококачественного зерна озимой пшеницы является недостаточная разработка адаптивных элементов технологии ее возделывания применительно к современным почвенно-климатическим ресурсам, среди которых, в связи с усилением аридности климата, особую важность приобретают сроки посева и нормы высевания семян, режимы минерального питания, природных стимулирующих регуляторов

роста растений, которые во многом определяют величину и стабильность урожая [1,3, 4, 6, 7].

К природным регуляторам роста относятся фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, этилен, абсцизовая к-та), а также ингибиторы негормональной природы (некоторые фенолы, производные мочевины и др.), которые синтезируются самими растениями в количествах, необходимых для их жизнедеятельности.

Известно, что соединения гликозидной природы представляют собой большую группу вторичных метаболитов высших растений, интерес к которым обусловлен их разнообразной физиологической активностью, включая иммуномодулирующие, противовирусные свойства, что, наряду с доступностью источников получения и низким уровнем побочного эффекта, делает их весьма привлекательными для детального изучения по сравнению с синтетическими препаратами. Изучение биологической роли этого обширного класса природных соединений основывается на знании спектра их физиологического действия, зависимости последнего от химического строения, концентрации и способа применения. На протяжении ряда лет объектами наших исследований служили стероидные гликозиды, в результате чего выявлено их рострегулирующее действие на овощные, зерновые и технические культуры.

Данные соединения обладают способностью повышать урожайность ряда сельскохозяйственных культур, сокращать сроки созревания, улучшать устойчивость к болезням, заморозкам, засухе и другим неблагоприятным факторам, ускорять прорастание семян и укоренение растений, выполнять ряд других физиологических функций, что позволило нам рекомендовать наиболее эффективные из них в качестве регуляторов роста.

На основе рострегулирующих веществ были созданы препараты, разрешенные к применению в Республике Молдова, России, Беларуси, Румынии, Болгарии и др. стран. Особым отличием в применении препаратов на основе гликозидов является их доступность и экологическая безопасность. Необходимо учитывать то, что вещества, экстрагированные из растений, влияют на рост, развитие и повышение продуктивности многих культур при соответствующих дозах, сроках и способах применения.

Научно-обоснованное и широкое внедрение технологических приемов с применением регуляторов роста растений в производство, позволяющих эффективно повышать морозо- и засухоустойчивость, обеспечивать формированию высоких урожаев озимой пшеницы, является важной составной частью комплекса мер по рациональному использованию, охране и воспроизводству природных ресурсов.

Основная цель представленной работы заключается в возможности применения экспресс-метода определения жизнеспособности перезимовавших растений пшеницы и дифференцированного подхода к использованию биологически активных веществ гликозидной природы для повышения устойчивости культуры, продуктивного стеблестоя, и урожайности озимой пшеницы после неблагоприятных условий перезимовки.

### Материал и методы

Объектом исследования являются сорта пшеницы озимой Молдова 5, Молдова 11 и Молдова 97.

Для определения жизнеспособности пшеницы озимой в фазу весеннего возобновления вегетации отбирали по 100 растений в 20-30 точках по диагонали через равные отрезки (длина каждого отрезка не менее 5 метров). При этом от края поля соблюдали отступ не менее одного прохода сеялки. В лабораторных условиях растения мыли, обрезали корешки и измеряли длину стебля, после чего заворачивали в фильтровальную бумагу, смоченную водой. Завернутые стебли помещали в целлофановые пакеты, закрытые для сохранения влажной среды. Проращивание проводили в термостате при  $t^0$  - 25<sup>0</sup>С в течение 24 часа. Затем рассчитывали длину проростков в виде разницы длины стеблей до и после проращивания [11].

После неблагоприятных условий перезимовки при низкой жизнеспособности, когда прирост стеблей пшеницы после проращивания в термостате составил меньше 1 см, провели определение эффективности и спектра применения гликозидов. Стебли обрезались описанным выше методом, заворачивали в фильтровальную бумагу, смоченную в водных растворах природных биорегуляторов различной концентрации. Контролем служили растения, замоченные в воде.

Внекорневую подкормку проводили в полевых условиях в 4-х кратной повторности. Растения пшеницы опрыскивали наиболее эффективной концентрацией водного раствора биологически активных веществ природного происхождения в начале весеннего возобновления вегетации и выхода в трубку, из расчета 250 литров на гектар. Использовали стимуляторы роста молдстим и экостим. Контролем служили растения, опрыскиваемые водой.

Стероидный гликозид молдстим получили из измельченных семян перца (*Capsicum annuum*), а экостим из семян томатов (*Solanum Lycopersicum*) путем экстракции 70%-ным метиловым спиртом. Метанольный экстракт упаривали досуха и хроматографировали на колонке с сефадексом С-50. Контроль за выходом гликозида проводили методом ТСХ (тонкослойной хроматографии). Фракции упаривали досуха и получили целевые продукты с формулами: *молдстим* - 3-О[β-D – глюкопиранозил (1→2)] – [β-D – глюкопиранозил (1→3)] – [β-D – глюкопиранозил (1→4)] – β-D – галактопиранозид – [(25R) - 5α - фураностан - 2α, 3β, 22α, 26 – тетраол] – 26 – О – β – D – глюкопиранозид [11]; *экостим* - 5α-фураностан - 3β, 22,2-триол-3 – [О - β-D-глюкопиранозил (1→2) - β-D-глюкопиранозил (1→4) – β-D- галактопиранозид] – 26-О-β-D-глюкопиранозид [12, 13].

Препараты молдстим и экостим включены в государственный регистр Республики Молдова «Registru de Stat a Produselor de Uz Fitosanitar și al Fertilizanților» для применения в качестве регуляторов роста растений.

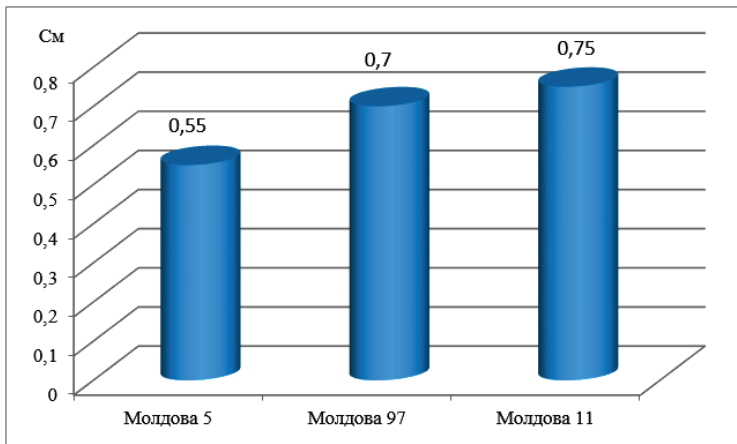
### Результаты и обсуждения.

Неблагоприятные погодные условия – главный фактор неустойчивости урожайности озимой пшеницы. Резкие колебания температуры в зимний период приводят к изменениям физиологических процессов в растениях, которые имеют отрицательные последствия для озимых культур. Дополнительные расходы растениями накопленных пластических веществ на поддержание жизнедеятельности

во время оттепелей приводят к их истощению. Усиливается дыхание растений, а в случае продолжительных оттепелей они могут терять закалку и возобновлять вегетацию, что приводит к снижению зимостойкости культуры, повышению опасности вымерзания в случае значительного похолодания в последующие периоды [6].

Погодные условия осенне-зимнего периода 2011-2012 гг. были неблагоприятны для развития растений пшеницы озимой. Посевы вошли в зиму в плохом состоянии, запасы влаги были ниже среднегодовой нормы, потому что в октябре-ноябре практически осадки не выпадали. Зима характеризовалась слабым снежным покровом, значительными оттепелями, после которых наступали резкие похолодания и образовывались ледяные корки. Жизнеспособность озимых культур в период возобновления весенней вегетации была низкой. В таких экстремальных случаях оперативное экспресс-определение жизнеспособности растений непосредственно в самом начале весеннего возобновления вегетации очень важно для принятия решения о пересеве площадей, подкормке посевов или их рекультивации и подготовке почвы для других культур.

Результаты жизнеспособности пшеницы озимой у испытываемых сортов после неблагоприятных условий перезимовки показаны на рисунке 1. Прирост стеблей после проращивания в термостате в течение 24 часов составил менее 1 см, что свидетельствует о слабой жизнеспособности растений [9]. Наиболее низкие показатели прироста стеблей обнаружены у пшеницы сорта Молдова 5, которые на 26,7% ниже, чем у сорта Молдова 11 и на 21,4%, чем у сорта Молдова 97.



**Рисунок 1.**  
Прирост стеблей пшеницы озимой через 24 часа проращивания после перезимовки.

О значениях условий перезимовки свидетельствует высокая степень корреляции прироста в лабораторных условиях стеблей растений, отобранных в начале возобновления весенней вегетации, и показателей урожайности (рис. 2).

Наименьшая урожайность получена у сорта Молдова 5, отличающегося низкой жизнеспособностью в начале весеннего возобновления вегетации, – 2,34 т/га, что на 28,0% ниже, чем у сорта Молдова 11, и на 21,1% в сравнении с показателями сорта Молдова 97.

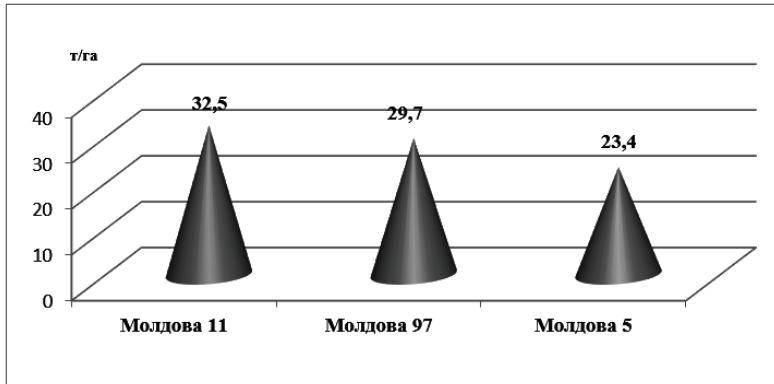


Рисунок 2.  
Урожайность  
сортов пшени-  
цы озимой.

Влияние стероидных гликозидов растительного происхождения на прирост стебля после неблагоприятных условий перезимовки изучено на сорте пшеницы Молдова 11. Испытуемые в лабораторных условиях гликозиды оказали стимулирующий эффект на прирост стеблей пшеницы. Однако наиболее высокие показатели прироста (в среднем 1,2 см) получены при замачивании обрезанных стеблей в водном растворе препарата молдстим концентрацией 0,01%, которые превысили контрольный вариант на 60,0% (таблица 1).

Таблица 1. Влияние стероидных гликозидов на прирост стеблей пшеницы озимой.

Вариант	Концентрация	Прирост стебля	
		см	% к контролю
Контроль		0,75	
Экостим	0,001%	0,75	0
	0,005%	0,76	1,3
	0,01%	1,0	33,3
Молдстим	0,001%	0,75	0
	0,005%	0,78	4,0
	0,01%	1,2	60,0

Существенное значение в повышении урожайности зерновых культур имеет кустистость растений и количество продуктивных стеблей, показатели которых зависят от многих условий — срока посева, сорта, влагообеспеченности и плодородия почв, погодных условий и приемов возделывания.

Результаты лабораторных исследований показали, что наивысшим стимулирующим эффектом на рост стеблей обладает препарат молдстим в концентрации 0,01%. В связи с чем, мы провели внекорневые подкормки растений указанным раствором в полевых условиях в начале возобновления весенней вегетации и выхода в трубку с подсчетом общей и продуктивной кустистости. Для сравнения часть растений опрыскивали раствором препарата экостим в такой же концентрации, в контрольном варианте обработка растений не проводилась.

При определении общей кустистости учитывали среднее количество развитых и недоразвитых побегов на одном растении, а также число плодоносящих

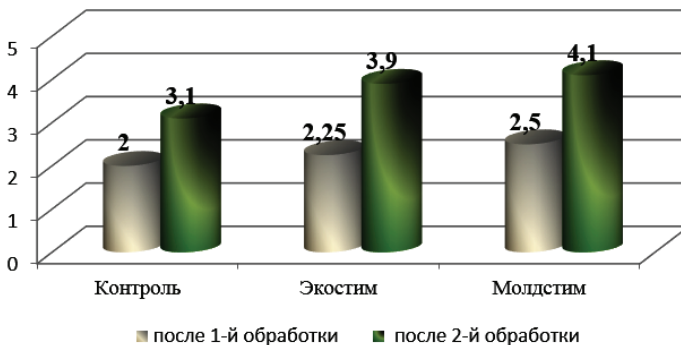
(колосоносных) стеблей. Результаты исследований приведены в таблице 2 и на рисунке 3.

**Таблица 2. Влияние стероидных гликозидов на стебельковую продуктивность пшеницы озимой.**

Количество стебельков на одном растении	Контроль, %	Экостим		Молдстим	
		%	% к контролю	%	% к контролю
1	35,3	18,7	-47,0	16,0	-54,7
2	38,3	38,0	-0,78	35,2	-7,8
3	21,3	28,3	32,9	29,7	39,4
4	5,0	11,7	134,0	11,7	134,0
5	0	2,7	270,0	6,0	600,0
6	0	0,7	70,0	1,3	130,0

Полученные данные свидетельствуют о стимулирующем действии обработки растворами стероидных препаратов растений пшеницы по вегетации на образование боковых побегов. В контрольном варианте фактически отсутствовали растения с 5-6-ю стеблями, тогда как в вариантах с применением внекорневой подкормки их число составляет: 5 стеблей на одном растении - 2,7-6,0%, 6 стеблей - 0,7-1,3%.

Количество стеблей на одном растении



**Рисунок 3. Влияние стероидных гликозидов на общую кустистость пшеницы озимой.**

Рост числа продуктивных стеблей в результате опрыскивания растений с применением препарата молдстим в начале весеннего возобновления вегетации составило 25,0% в сравнении с контрольным вариантом, где опрыскивание проводили водой, и на 11% в сравнении с растениями, обработанными раствором гликозида экостим. Повторное опрыскивание растений раствором гликозида молдстим в фазу выхода в трубку увеличило количество колосоносных стеблей на 32,3% по отношению к варианту, где растения опрыскивали водой, и на 5,2% в сравнении с участком, где применяли раствор препарата экостим.

Период колошения 2012 года отличался высокой температурой воздуха, отсутствием осадков и недостаточным уровнем почвенной влаги. Несмотря на неблагоприятные погодные условия, внекорневая обработка растворами биорегуляторов роста растительного происхождения стимулировала

образование колосоносных стеблей, и как результат, существенное повышение урожайности (рис. 4).

Плотность продуктивных стеблей пшеницы на участке, где применяли гликозид молдстим, достигла 348,3 колосоносных стеблей на квадратный метр, превысив контроль на 16,7% и вариант с применением препарата экостим на 9,2%.

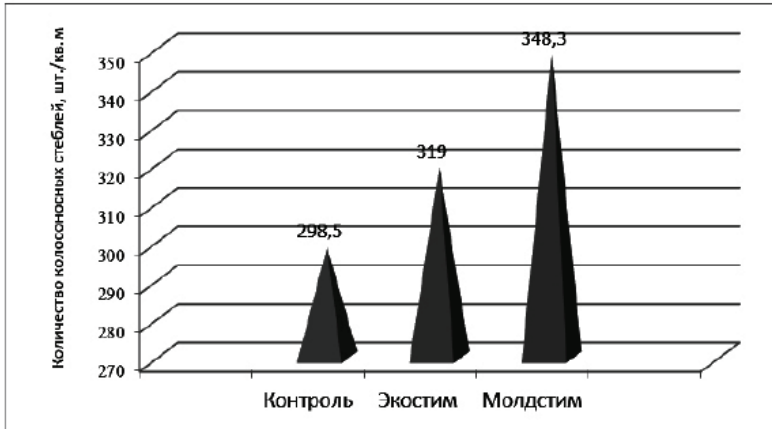


Рисунок 4. Влияние стероидных гликозидов на количество колосоносных стеблей пшеницы озимой.

Необходимо отметить, что обработка растений пшеницы растворами биорегуляторов роста растений не оказала существенного влияния на ускорение процессов формирования и созревания зерна, что связано с ослаблением их действия в процессе вегетации растений.

Несмотря на неблагоприятные условия осенне-зимнего периода вегетации пшеницы озимой, а также высокую температуру воздуха и отсутствие влаги в период колошения, внекорневая обработка растворами биорегуляторов роста растительного происхождения способствовала получению прибавки урожая на 0,6-0,9 т/га (таблица 3), что значительно покрывает расходы на применение гликозидов, которые составляют 70-100 лей/га.

Таблица 3. Влияние стероидных гликозидов на урожайность пшеницы озимой.

Вариант	Урожайность	
	т/га	% к контролю
Контроль	3,2	
Экостим	3,8	18,8%
Молдстим	4,1	28,2%

Таким образом, для повышения жизнеспособности растений рекомендуется применение внекорневой обработки 0,01%-ным раствором препарата молдстим в начале весеннего возобновления вегетации и выхода в трубку как технологического приема для повышения кустистости и числа продуктивных стеблей, особенно у ослабленных растений пшеницы в результате неблагоприятной перезимовки.

**Выводы**

1. Полученные результаты позволяют рекомендовать сельскохозяйственным производителям новый экспресс-метод определения жизнеспособности пшеницы

озимой в самом начале весеннего возобновления вегетации, что очень важно для принятия решения о пересеве площадей, подкормке посевов или их рекультивации и подготовке почвы для других культур.

2. Выявлено стимулирующее действие внекорневой обработки пшеницы растворами биорегуляторов роста растений на повышение продуктивной кустистости на 15-17% и, как результат, увеличение урожайности на 19-28%.

3. Полученный фактологический материал комплексного лабораторного и полевого исследования позволяет рекомендовать в качестве приема технологии возделывания применение гликозидов для повышения жизнеспособности при неблагоприятных условиях перезимовки, увеличения кустистости, продуктивного стеблестоя и урожайности пшеницы озимой.

### Библиография

1. Боровская А.Д., Кинтя П.К., Ботнар В.Ф., Шуканов В.П. Повышение кустистости озимой пшеницы // Сборник статей II-й международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты», 12-14 ноября 2013 г., Минск. Минск, 2013, с. 342-345. ISBN 978-985-553-158-7
2. Гончаров Н. П., Кондратенко Е. Я. Происхождение, доместикация и эволюция пшениц // Информационный вестник ВОГиС: журнал. - 2008. - Т. 12. - № 1/2. - С. 159-179. - ISSN 1814-554X
3. Исаев Р.Ф. Эффективность применения биологических и антистрессовых препаратов на посевах яровой пшеницы / Агрехимический вестник. 2007. - № 6. - С. 32-33, ISSN: 0235-2516
4. Исайчев В.А. Влияние стимуляторов роста на динамику площади листьев / Вестник Российской академии сельскохозяйственных культур. 2008. - №2. - С.47-48. ISSN: 0869-6128
5. Карпова Г.А. Эффективность использования регуляторов роста и бактериальных препаратов на яровой пшенице / Зерновое хозяйство. 2007. - №5. - С. 16-17.
6. Кулинкович, С.Н. Технология возделывания озимой пшеницы // Белорусское сельское хозяйство. - 2006. - №9 (53). - С. 46-56.
7. Ларионов Г.И. Эффективность регулятора роста на посевах яровой пшеницы и ячменя / Агро XXI. 2001. - № 11. - С. 16.
8. Никелл Л. Дж. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве. // М.: Колос, 1984.— 192 с. 22.
9. Орлов В. М., Грабовец А. И. Определение жизнеспособности растений // Журнал «Зерновое хозяйство», 1983, №3, стр. 25-28.
10. Тибирьков А.П. Динамика формирования продуктивного стеблестоя растений озимой пшеницы на каштановых почвах юга России // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1. – стр. 166-167.
11. Borovskaia A., Botnari V., Chintea P., Chirilova E., Gore A. Expres-metoda rapidă pentru determinarea viabilității grâului de toamnă, brevet nr. MD694, 2013
12. Sato H., Sakamura S. A Bitter Principle of Tomato Seeds Isolation and Structure of a New Furostanol Saponin. / Agr. Biol. Chem. 37, 225, 1973. ISSN:0002-1369
13. Tschesche R., Gutwinski H. Capsicosid ein bisdesmosidisches 22-Hydroxyfurostanol-Glycosid aus samen von Capsicum annum Chem. / Ber. 1975, v. 108, N1, p. 265-272.