

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА
AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

УДК 633.11«324»:631.559:[631.811.98+631.582](477)
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-1-63-73>

Поступила в редакцию 12.09.2018
Received 12.09.2018

В. В. Позняк

*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет,
Днепр, Украина*

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ РОСТРЕГУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.),
ВЫРАЩИВАЕМОЙ ПОСЛЕ РАЗНЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ**

Аннотация: Впервые в условиях Степи Украины изучено взаимовлияние предшественников пшеницы озимой и трех комплексных рострегулирующих препаратов на рост, развитие и формирование урожайности зерна пшеницы озимой. Установлено, что препараты Антистресс, Марс-EL и комплекс четырех аминокислот могут использоваться в технологии выращивания пшеницы озимой с целью повышения ее урожайности как при размещении ее посевов по чистому пару, так и по зерновому предшественнику. Большой эффект обеспечивают препараты при повторном посеве пшеницы озимой – рост урожайности составил 0,32–0,81 т/га. Менее значимый, но достоверный прирост урожайности 0,27–0,59 т/га обеспечивают комплексные рострегулирующие препараты при посеве пшеницы по пшенице. Применение исследуемых комплексных препаратов с широким спектром действия на протяжении всей вегетации положительно влияло на показатели, характеризующие рост, развитие и формирование урожайности пшеницы озимой. Наиболее эффективным оказалось совместное применение препаратов Антистресс и Марс-EL (прибавка составила 0,5–0,71 т/га) и всех трех препаратов совместно (Антистресс+Марс-EL + комплекс аминокислот), где было получено дополнительно 0,59–0,81 т/га зерна. Таким образом, исследования показали, что применение новых перспективных рострегулирующих препаратов в технологии выращивания пшеницы озимой позволяет более эффективно реализовывать ее генетический потенциал и повысить урожайность, что, несомненно, имеет значение для аграрных хозяйств, специализирующихся на производстве зерна этой культуры.

Ключевые слова: пшеница озимая, предшественники, черный пар, повторный посев пшеницы озимой, регуляторы роста растений, структура урожая, количество растений на единице площади, количество продуктивных стеблей на единице площади, продуктивная кустистость растений, масса 1000 зерен, масса зерна с одного колоса, урожайность.

Для цитирования: Позняк, В. В. Влияние комплексных рострегулирующих препаратов на урожайность пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L.), выращиваемой после разных предшественников / В. В. Позняк // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2019. – Т. 57, № 1. – С. 63–73. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-1-63-73>

V. V. Pozniak

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnepr, Ukraine

**EFFECT OF COMPLEX GROWTH REGULATING PREPARATIONS
ON YIELD OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)
GROWN AFTER DIFFERENT PRECURSORS**

Abstract: This is the first time in conditions of Semisavanna of Ukraine when mutual effect of winter wheat precursors and three complex growth-regulating preparations on the growth, development and yield of winter wheat grain has been studied. It has been determined that Antistress, Mars-EL and four amino acid complex preparations can be used for winter wheat growing technology with the aim to increase its yield both during the naked fallow sowing, and after a grain precursor.

sor. Greater effect is provided by preparations at winter wheat re-sowing - the yield increase made 0.32–0.81 t/ha. The less significant but stable increase in yield of 0.27–0.59 t/ha is provided by complex growth-regulating preparations during sowing wheat over wheat. Use of the studied complex preparations with a wide range of action throughout the growing season had a positive effect on indicators characterizing growth, development and formation of winter wheat yield. The most effective was the joint use of Antistress and Mars-EL preparations (0.5–0.71 t/ha increase) and all the three drugs together (Antistress + Mars-EL + amino acid complex) when additional 0.59–0.81 t/ha of grain was obtained. Thus, our research has shown that use of new promising growth-regulating agents for winter wheat growing technology makes it possible to implement its genetic potential and increase yield more efficiently, which undoubtedly is of a great importance for agricultural farms specializing in production of this crop.

Keywords: winter wheat, precursors, autumn fallow, re-sowing of winter wheat, plant growth regulators, crop structure, number of plants per area unit, number of productive stems per area unit, productive tilling capacity of plants, 1000 grain mass, grain mass per spike, yield

For citation: Pozniak V. V. Effect of complex growth regulating preparations on yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grown after different precursors. *Vestsi Natsyional'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2019, vol. 57, no 1, pp. 63-73 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-1-63-73>

Введение. Получение стабильно высоких урожаев пшеницы озимой является одной из важных проблем аграрного производства в Степи Украины, где она является ведущей продовольственной культурой и занимает в структуре зернового клина половину посевных площадей. Одним из путей решения этой проблемы является дальнейшее совершенствование технологии выращивания, которое должно быть направлено как на формирование высокопродуктивных посевов, устойчивых к стрессовым погодным явлениям, так и на обеспечение экологической безопасности окружающей среды [1–3].

В Степи Украины чистый пар – единственный предшественник пшеницы озимой, который гарантирует своевременные всходы, хорошее развитие растений в течение всей вегетации и получение высокого урожая независимо от погодных условий [4–6].

Однако значительное расширение посевов подсолнечника и кукурузы с одновременным сокращением площади посевов зернобобовых культур, однолетних и многолетних трав привело к нарушению структуры предшественников под эту культуру, поэтому аграрии часто вынуждены размещать ее после неблагоприятных предшественников, в частности, практиковать повторные посевы пшеницы озимой. Это вызывает необходимость поиска путей снижения негативного влияния такого предшественника с целью повышения и стабилизации ее урожайности [7–9].

По мнению некоторых ученых, решением может быть коррекция системы удобрения в севообороте, совершенствование приемов обработки почвы, повышение нормы высева семян. Другими предлагается усиление системы защиты растений с применением современных химических препаратов [10–12].

Одним из путей воздействия на процессы роста, развития и формирования урожая растений является применение веществ гормональной природы – регуляторов роста [13–16]. В мировой практике они используются для борьбы с полеганием зерновых и технических культур, ускорения или замедления роста, повышения устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды (морозо-, засухоустойчивость), повышения продуктивности, качества урожая, укрепления иммунитета к заболеваниям и вредителям [17–19].

Важнейшая особенность фитогормонов – высокая специфичность, которая обуславливает невозможность замены их воздействия на физиологические процессы растений другими средствами влияния на растения или изменением условий выращивания [20–22].

Открытие гормональных факторов роста у растений произошло в первой трети XX века. Авторами гормональной теории роста, сформулировавших основные представления о внутренних факторах этого процесса, были Ф. Вент (который обнаружил свойство вещества ауксин влиять на регуляцию роста колеоптиля) и Н. Г. Холодный. В 1924 г. Ф. Кюглем с соавторами было показано, что индолилуксусная кислота обладает ауксиноподобным действием [23–25]. В 1926 г. Ейчи Куросава обнаружил в растениях гиббереллины (сегодня их известно более 150), а в 1938 г. эти вещества были выделены в кристаллическом виде Тейжиро Ябута. В это же время (в 1934 г.) А. Кёккманом были обнаружены ингибиторы роста растений.

В последующие годы учение о веществах, обладающих высокой физиологической активностью, динамично развивалось. Были получены десятки синтетических регуляторов роста, часть из которых нашла применение в сельском хозяйстве. Регуляторы роста применяются в аграрном производстве уже более 70 лет. В мире синтезировано более 8 тыс. различных физиологически активных соединений, но практически применяется немногим более 4 % из них [26–29].

На данном этапе развития науки и практики перспективным является применение комплексных полусинтетических препаратов, которые, обладая широким спектром действия, способствуют получению высоких и стабильных урожаев зерна. Такие препараты применяются в небольших дозах, они экологически безопасны и характеризуются синергетическим взаимодействием составляющих, в результате чего эффективность средства в целом усиливается [30–32].

Роль регуляторов роста в сельском хозяйстве возрастает, учитывая ограниченность сельскохозяйственных площадей, производительность которых нужно увеличивать, необходимость экономии энергоресурсов и решения вопросов экологической безопасности и сохранения плодородия почвы.

Регуляторы роста широко применяются в посевах пшеницы озимой с целью повышения ее урожайности, однако, появление новых препаратов, особенности применения которых изучены недостаточно, и освоение новых перспективных сортов этой культуры, резервы повышения продуктивности которых раскрыты не полностью, вызывают необходимость проведения исследований этих вопросов.

Таким образом, поиск путей оптимизации агротехники выращивания пшеницы озимой с целью максимальной реализации ее биологического потенциала в конкретных почвенно-климатических условиях и сегодня остается актуальным заданием для современной агрономической науки и практики. На решение этого задания и были направлены наши исследования.

Цель работы – установление эффективности препаратов, регулирующих рост растений (Антистресс, Марс-EL и комплекс четырех незаменимых аминокислот) в посевах пшеницы озимой сорта Спиванка, размещенной в севообороте после чистого пара или после пшеницы озимой, и установление их влияния на рост, развитие и формирование растениями урожая зерна.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на территории опытного поля Учебно-научного центра Днепровского государственного аграрно-экономического университета (Украина) в полевом опыте (во время вегетации 2012/2013, 2013/2014 и 2014/2015 гг.). Почва участка – чернозем обыкновенный малогумусный легкосуглинистый с низким содержанием легкогидролизуемого азота, высоким – подвижного фосфора и средним – обменного калия. Схема опыта включала следующие факторы: А – размещение посевов озимой пшеницы по разным предшественникам (чистый пар и озимая пшеница); В – применение комплексных препаратов, которыми обрабатывались посевы озимой пшеницы осенью в начале фазы кущения (контроль – без препаратов; препарат Антистресс (1,7 кг/га); препарат Марс-EL (0,5 л/га); препараты Антистресс + Марс-EL (1,7 кг/га + 0,5 л/га) одновременно; препарат Антистресс + Марс-EL + комплекс аминокислот одновременно (1,7 кг/га + 0,5 л/га + 20 мл/га соответственно)).

Антистресс – пленкообразующий регулятор роста растений с повышенным криопротекторным и адаптогенным действием. Содержит макроэлементы (в 1 кг препарата): фосфор (P_2O_5 – 31, 7 %), калий (K_2O – 20 %) и комплекс физиологически активных веществ. Производство – ЧП «ПКФ «Импторгсервис» (Днепр, Украина), стоимость препарата – 954 грн/5 кг.

Марс-EL – полусинтетический пленкообразующий регулятор роста растений антиоксидантного действия, обладающий свойствами прилипателя, криопротектора, адаптогена. Содержит 3 % гумата калия и гумата натрия, ауксины, цитокинины, гибберелины и другие физиологически активные вещества, а также более 10 природных химических соединений и 30 микроэлементов (Zn, Mn, Cu, Ti, Mo, Al, Ni и др.). Производство – ЧП «ПКФ «Импторгсервис» (Днепр, Украина), стоимость препарата – 252 грн/л.

Комплекс аминокислот (АМ) состоит из четырех аминокислот (треонина, триптофана, лизина и глицина), которые стимулируют питание и повышают сопротивляемость растений к неблагоприятным условиям среды. Производство – ЧП «ПКФ «Импторгсервис» (Днепр, Украина).

Технология выращивания пшеницы озимой – общепринятая для зоны Степи Украины. Посевы выращивались на фоне минерального питания $N_{30}P_{60}K_{30} + N_{30}$. Норма высевы – 4,5 млн всхожих семян на гектар. Учетная площадь делянки – 33 м². Повторность – трехкратная, размещение вариантов – систематическое.

Погодные условия в годы проведения исследований в основном были характерны для зоны Степи Украины. Аномально теплая осень 2012 г. (температура выше нормы на 2–4 °С) и с большим количеством осадков (в 3 раза больше нормы) обеспечила хорошее развитие пшеницы озимой, но ко времени прекращения вегетации растения были переросшими. Зима была теплой и с достаточным снежным покровом, поэтому посевы перезимовали хорошо и в начале апреля возобновили вегетацию. Апрель и май характеризовались недостаточным увлажнением и высокой температурой воздуха (на 5–6 °С выше нормы), что негативно влияло на рост, развитие и формирование урожая, время прохождения фаз развития сократилось приблизительно на две недели. Созревание урожая проходило в таких сложных условиях, что обусловило значительный недобор урожая зерна у 2013 г.

В летний период (с 20 июля по 20 августа 2013 г.) выпало лишь 9,5 мм осадков на фоне высокой температуры воздуха (днем до +35 ... +37 °С), суховея и низкой относительной влажности воздуха. В конце августа установилась влажная и прохладная погода. В сентябре выпало 74,1 мм осадков при норме – 38 мм, что позволило провести посев пшеницы вовремя и во влажную почву. Ноябрь и декабрь отличались повышенным температурным режимом. Полное прекращение вегетации растений отмечено только в середине января. Зима 2013/2014 гг. была теплой. Небольшой снежный покров и отсутствие экстремальных морозов обусловили хорошую перезимовку пшеницы. Март был сухим и теплым. Возобновление вегетации пшеницы озимой произошло 19 марта. За март–май выпало 175,6 мм осадков (две нормы). В начале июня прошли сильные дожди (106 мм). Умеренная температура и высокая относительная влажность воздуха создали благоприятные условия для роста, развития и формирования высокого урожая зерна пшеницы озимой в 2014 г.

Сентябрь 2014 г. был влажным и удачным для посева пшеницы (выпало 78 мм осадков). В осенний период агрометеорологические условия для роста и развития пшеницы озимой складывались благоприятно. В начале ноября максимальная температура воздуха поднималась до +17 ... +21 °С, и пшеница еще продолжала медленно вегетировать. В декабре погода стояла теплая и сухая. Температурный режим января 2015 г. был неоднородным: на 5–7 °С выше нормы в I и II декадах и на 6–7 °С ниже нормы в III декаде. Первая декада февраля была очень холодной, II и III декады – умеренно теплыми. Пшеница перезимовала хорошо, возобновление вегетации отмечено 6–10 марта (на неделю раньше нормы). Март и апрель характеризовались отсутствием эффективных осадков, высокой температурой воздуха. Рост и развитие растений были ускоренными. В мае выпало 53 мм осадков. На фоне благоприятного температурного режима и влагообеспеченности уже в середине мая пшеница начала колоситься и сформировала достаточно высокий урожай зерна 2015 г.

Таким образом, благоприятными для роста, развития и формирования урожайности озимой пшеницы были условия вегетации 2013/2014 и 2014/2015 гг., менее благоприятными – 2012/2013 гг.

Результаты и их обсуждение. Рост и развитие растений пшеницы озимой осенью определяется уровнем влагообеспеченности, температурным режимом и продолжительностью осенней вегетации. В этот период влияние применяемых препаратов на растения было не очень заметным, при этом хорошо проявилась разница в действии предшественников. Растения, размещенные в поле чистого пара, были в среднем на 22,5 % выше и имели массу на 48,5 % большую, чем растения в повторном посеве пшеницы.

При размещении пшеницы по чистому пару применение препаратов Антистресс и Марс-EL, а также Антистресс, Марс-EL и аминокислоты обусловило увеличение высоты и массы растений на 3,5–3,8 %. Применение одного лишь препарата Антистресс или Марс-EL не приводило к значимым изменениям этих показателей. Все исследуемые варианты обработки пшеницы стимуляторами роста обусловили увеличение количества стеблей на одном растении – на 8,3–12,5 %, количества узловых корней – на 6–12 %; узел кущения располагался глубже – на 0,1–0,5 см.

При выращивании пшеницы в повторном посеве (пшеница по пшенице) получены аналогичные результаты: совместное применение препаратов Антистресс и Марс, а также Антистресс, Марс-EL и комплекс аминокислот стимулировало увеличение высоты растений на 7–12 %, массы – на 11–14 %; количества узловых корней – на 12 %. Применение каждого из препаратов отдельно оказалось менее эффективным.

Качество перезимовки посевов демонстрирует такой показатель, как процент надземной массы растений, сохранившейся по окончании зимнего периода на каждом растении. Как показали наши исследования, применение испытываемых препаратов способствовало увеличению количества сохранившейся надземной массы пшеницы озимой (табл. 1).

Таблица 1. Влияние комплексных рострегулирующих препаратов на сохранность надземной массы растений озимой пшеницы после перезимовки, г, 2013–2015 гг.

Table 1. Effect of compound growth regulating preparations on safety of the above-ground mass of winter wheat after wintering, g, 2013–2015

Предшественник	Вариант опыта				
	контроль	Антистресс	Марс-EL	Антистресс + Марс-EL	Антистресс + Марс-EL + АМ
Чистый пар	69,58	76,13	76,42	78,13	84,33
Пшеница озимая	62,53	65,15	67,33	70,87	72,46

У растений, обработанных препаратами Марс-EL или Антистресс, по окончании зимнего периода сохранилась большая надземная масса, чем в контроле – на 4,2–7,7 % (по пшенице озимой) и 9,4–9,8 % (по чистому пару). Более эффективным оказалось одновременное применение этих препаратов или вариант с дополнительным усилением их действия – препаратом из 4 аминокислот: отмечено лучшее сохранение биомассы по сравнению с контролем – на 13,3 и 15,8 % (по пшенице озимой) и на 12,3 и 21,2 % (по чистому пару) соответственно. Нужно отметить, что растения, размещенные в поле чистого пара, лучше сохранили надземную биомассу по сравнению с теми, что размещались по пшенице озимой (на 10,2–16,8 % в зависимости от варианта применения стимуляторов роста).

Положительное влияние применяемых препаратов на рост и развитие растений весной проявилось достаточно четко (табл. 2). При определении высоты растений озимой пшеницы отмечалось позитивное действие исследуемых комплексных препаратов на этот показатель. По сравнению с контролем без обработки рострегуляторами наибольшей высотой отличались растения, обработанные одновременно всеми тремя препаратами (увеличение на 11,6 % по чистому пару и 7,8 % по пшенице озимой) или двумя препаратами Антистресс и Марс – на 9,8 и 5,1 % соответственно.

Таблица 2. Состояние растений пшеницы озимой в конце III этапа органогенеза в зависимости от предшественника и применения комплексных препаратов весной, 2013–2015 гг.

Table 2. Condition of winter wheat plants depending on predecessor and effect of compound preparations in spring (at the end of stage III of organogenesis), 2013–2015

Вариант опыта	Предшественник	Показатель развития растений				
		высота растений, см	масса 100 абсолютно сухих растений, г	количество на одном растении, шт.		
				живых стеблей	мертвых стеблей	новых узловых корней
Контроль	Чистый пар	26,6	30,47	3,37	0,22	2,43
	Пшеница озимая	21,7	28,35	3,10	0,31	1,65
Антистресс	Чистый пар	28,4	36,82	4,05	0,16	2,47
	Пшеница озимая	22,3	31,47	3,56	0,28	1,65
Марс-EL	Чистый пар	28,5	36,78	4,10	0,13	2,55
	Пшеница озимая	22,6	33,73	3,84	0,22	1,76
Антистресс + Марс-EL	Чистый пар	29,2	43,23	4,26	0,10	2,71
	Пшеница озимая	22,8	36,73	4,01	0,16	1,84
Антистресс + Марс-EL + АМ	Чистый пар	29,7	45,23	4,55	0,08	2,88
	Пшеница озимая	23,4	38,48	4,15	0,14	1,81
НСР _{0,05}		1,1–1,3	0,5–0,7	0,2–0,4	0,05	0,2–0,4

Обработка только одним препаратом – Антистресс или Марс-EL – обусловила некоторое увеличение высоты растений (на 2,7–7,1 %). Аналогичными закономерностями характеризуются изменения в массе растений. Обработка препаратом Антистресс способствовала увеличению массы растений по сравнению с контролем на 20,8 и 11,0 %; препаратом Марс-EL – 20,7 и 19,2 %, препаратами Антистресс и Марс-EL – на 41,8 и 29,6 %; препаратами Антистресс, Марс-EL и комплекс аминокислот – на 48,4 и 35,7 % по чистому пару и пшенице озимой соответственно. Растения пшеницы озимой, посеянные на паровом поле, оказались на 9–18 % более высокими, чем растения, размещенные по зерновому предшественнику.

Эти же закономерности выявлены и в отношении таких показателей роста растений, как количество живых стеблей и количество новых узловых корней. Противоположная закономерность характеризует количество отмерших корней на одном растении: при применении различных вариантов комплексных препаратов количество мертвых стеблей у растения по сравнению с контролем уменьшалось.

Влияние исследуемых препаратов на высоту растений наблюдалось и во время весенне-летней вегетации пшеницы озимой (измерение высоты проводилось после возобновления вегетации, в фазе выхода в трубку, колошения и полной спелости зерна). Наиболее высокими во все фазы, когда проводилось определение, были растения, которые подвергались совместному действию препаратов Антистресс, Марс-EL и комплекс аминокислот. Увеличение высоты растений по сравнению с контролем составляло: по чистому пару – 8,3–12,7 %; пшенице озимой – 9,2–13,4 %; одновременное действие препаратов Антистресс и Марс-EL обусловило увеличение высоты на 3,6–11,0 и 5,6–12,2 % соответственно. Другие варианты обработки посевов способствовали приросту высоты 1,9–6,1 % (по сравнению с контролем). Заслуживает внимания тот факт, что увеличение высоты под действием всех вариантов применения ростостимуляторов не вызывало полегания посевов во все три года опытов.

Преимущество растений паровой пшеницы озимой над растениями, растущими по непаровому предшественнику, по высоте отмечалось на протяжении всей вегетации: в среднем по всем вариантам применения препаратов и в фазу выхода в трубку оно составляло 24,4 %; в фазу колошения – 14,1 %; в фазу полной спелости – 8,5 %.

В течение всех трех лет опытов исследуемые факторы активно влияли на формирование элементов структуры урожайности (табл. 3).

Таблица 3. Элементы структуры урожайности озимой пшеницы в зависимости от предшественника и применения препаратов, 2013–2015 гг.

Table 3. Elements of winter wheat yield structure, depending on predecessor and use of preparations, 2013–2015

Вариант опыта	Предшественник	Элементы структуры урожая					
		количество растений, шт/м ²	количество стеблей, шт/м ²		продуктивная кустистость	масса зерна, г	
			всего	продуктивных		с одного колоса	1000 шт.
Контроль	Чистый пар	188,3	592,5	515,2	2,74	1,07	43,70
	Пшеница озимая	169,6	457,8	408,6	2,35	1,06	42,7
Антистресс	Чистый пар	203,0	634,7	564,5	2,78	1,02	45,33
	Пшеница озимая	180,3	492,3	458,2	2,43	1,02	42,9
Марс-EL	Чистый пар	201,8	635,1	563,1	2,78	1,05	45,61
	Пшеница озимая	181,4	507,4	470,3	2,48	1,03	42,9
Антистресс + Марс-EL	Чистый пар	201,8	635,1	563,1	2,78	1,05	45,61
	Пшеница озимая	185,5	529,0	492,3	2,53	1,03	45,0
Антистресс + Марс-EL + АМ	Чистый пар	216,1	648,2	583,6	2,70	1,05	47,20
	Пшеница озимая	194,2	539,6	513,4	2,50	1,03	46,5
НСР _{0,05}		8–11	12–15	12–15	–	0,01–0,03	0,2–0,5

Число растений на единице площади увеличивалось по сравнению с контрольным вариантом: при совместном применении всех трех препаратов – на 15 % по обоим предшественникам; использование других вариантов опыта привело к увеличению этого показателя на 6,4–8,8 %. Аналогичные изменения отмечены и по количеству общих и продуктивных стеблей. При одновре-

менном применении всех трех препаратов эти показатели увеличились на 9,4 и 13,2 % по чистому пару и на 17,9 и 25,7 % по пшенице озимой соответственно. Обработка растений препаратами Антистресс, Марс-EL или смесью привела к повышению числа стеблей на 7,2–9,5 % в посевах по чистому пару и на 15,7–20,5 % по пшенице озимой. Масса 1000 зерен больше всего увеличилась в случае одновременного применения всех трех препаратов – на 8,0–8,8 % по сравнению с контролем. Не отмечено существенного влияния исследуемых факторов на показатели продуктивной кустистости растений и массы зерна с одного колоса.

Главным критерием оценки эффективности разрабатываемых агротехнических приемов является показатель урожайности зерна. Как свидетельствуют данные табл. 4, ее уровень в годы проведения опытов, которые очень отличались по погодным условиям, но в целом были характерны для климата Украины, заметно отличался. Так, в 2013 г. в среднем по всем вариантам опыта урожайность зерна составляла 4,2 т/га, в 2014 и 2015 гг. она была на 33 и 38 % больше.

Таблица 4. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественника и применяемых препаратов, т/га

Table 4. Winter wheat yield, depending on predecessor and use of compound preparations, t/ha

Вариант опыта (B)	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее	
	Предшественник (A)							
	чистый пар	пшеница озимая	чистый пар	пшеница озимая	чистый пар	пшеница озимая	чистый пар	пшеница озимая
Контроль	4,25	3,53	6,11	4,88	6,17	4,82	5,51	4,41
Антистресс	4,55	3,64	6,35	5,20	6,43	5,35	5,78	4,73
Марс-EL	4,69	3,84	6,51	5,38	6,61	5,51	5,94	4,91
Антистресс + Марс-EL	4,69	3,96	6,58	5,65	6,76	5,76	6,01	5,12
Антистресс + Марс-EL + AM	4,76	4,02	6,68	5,73	6,86	5,92	6,10	5,22
$HIP_{0,05}(A)$	0,12		0,18		0,21			
$HIP_{0,05}(B)$	0,13		0,21		0,22			
$HIP_{0,05}(AB)$	0,22		0,30		0,33			

Преимущество черного пара как предшественника получено во все годы исследований: независимо от погодных условий в период вегетации зерна было получено (в среднем по всем вариантам опыта) на 16,5–20,2 % больше, чем при повторном посеве пшеницы по пшенице.

Применение препарата Антистресс обусловило повышение урожайности пшеницы озимой по чистому пару в среднем на 4,9 %, по пшенице озимой – на 7,2 %. В условиях засушливого 2013 г. более эффективным оказалось применение данного препарата в посевах на паровом поле (прибавка урожайности 7,1 %, против 3,1 % по зерновому предшественнику). В благоприятных по гидротермическому режиму условиях 2014 и 2015 гг. большее увеличение урожайности зерна на 6,6–11,0 % обеспечила обработка препаратом Антистресс при посеве по пшенице, при 3,9–4,2 % по чистому пару.

Под действием препарата Марс-EL также получено повышение урожайности пшеницы озимой в среднем за три года исследований: по чистому пару – на 7,8 %, по пшенице озимой – на 7,2 %. Несколько большая прибавка урожайности в засушливый год получена при посеве по чистому пару – 10,3 %, в случае посева по пшенице – 8,8%. В годы с лучшим режимом влагообеспеченности более эффективным оказалось применение препарата Марс-EL при посеве пшеницы по пшенице – прибавка урожайности составила 10,2–14,3 %, при посеве по пару – 6,5–7,1 %. Одновременная обработка посевов препаратами Антистресс и Марс-EL способствовала увеличению урожайности зерна пшеницы в среднем на 9,1 % (по чистому пару) и 16,2 % (по пшенице озимой). Данный вариант применения препаратов был лучшим по все годы исследований – по сравнению с контролем урожайность озимой пшеницы возросла на 12,2–19,5 % при посеве по пшенице и на 7,7–10,4 % – по чистому пару.

Совместное применение трех препаратов – Антистресс, Марс-EL и комплекс аминокислот – увеличивало урожайность в среднем на 10,7–18,4 %. Наибольшая прибавка урожайности в этом

варіанте опыта получена в результаті обробки посевів пшениці, которая розміщалаь по зерновому предшественнику – 13,9–22,8 %.

Таким образом, в среднем за три года исследований применение препарата Антистресс позволило получить дополнительно 4,9 % (0,27 т/га) зерна пшеницы озимой при посеве по чистому пару и 7,2 % (0,32 т/га) – по пшенице озимой. В результате обработки посевов препаратом Марс-ЕЛ прибавка урожайности составила: по чистому пару – 7,8 % (0,43 т/га), пшенице озимой – 7,2 % (0,5 т/га). Совместное действие препаратов Антистресс и Марс-ЕЛ увеличивало сбор зерна пшеницы в среднем на 9,1 % (0,5 т/га) по чистому пару и на 16,2 % (0,71 т/га) по пшенице озимой. Совместное применение – Антистресс+Марс-ЕЛ+комплекс четырех аминокислот – обеспечило повышение урожайности на 10,7 % (0,59 т/га) в посевах по чистому пару и на 18,4 % (0,81 т/га) при посеве пшеницы по пшенице.

Заключення. Представлены результаты изучения влияния полусинтетических комплексных рострегулирующих препаратов (Марс-ЕЛ, Антистресс и комплекс 4 незаменимых аминокислот) на рост, развитие и формирование урожая пшеницы озимой сорта Спиванка. Во время осенней вегетации влияние применяемых препаратов проявилось незначительно. Разница в действии предшественников оказалась существенной. Растения, размещенные в поле чистого пара, были в среднем на 22,5 % выше и имели массу на 48,5 % большую, чем у растений в повторном посеве пшеницы. Такое влияние предшественников наблюдалось в течение всей вегетации. Применение испытываемых препаратов увеличило количество надземной массы пшеницы озимой, сохранившейся после окончания зимнего периода. У растений, обработанных препаратами Марс-ЕЛ или Антистресс, ее сохранилось больше, чем в контроле, на 4,2,4–9,8 %. Совместное применение этих препаратов или вариант с обработкой тремя препаратами увеличило данный показатель на 12,3 и 21,2 % соответственно. Исследуемые препараты на протяжении всей вегетации положительно воздействовали на показатели роста, развития и формирования урожайности пшеницы озимой. Они позитивно влияли на формирование элементов структуры урожайности: на число растений, продуктивных стеблей и массу 1000 зерен. Не выявлено существенного влияния на продуктивную кустистость и массу зерна с одного колоса. Уровень урожайности пшеницы озимой в годы проведения опытов определялся погодными условиями. В 2013 г. в среднем он составил 4,2 т/га, в 2014 и 2015 гг. был на 33 и 38 % выше. По черному пару во все годы исследований было получено в среднем на 16,5–20,2 % зерна больше, чем при посеве пшеницы озимой по пшенице озимой. Наиболее эффективным по обоим предшественникам оказалось совместное применение препаратов Антистресс и Марс-ЕЛ (прибавка урожайности 0,5–0,71 т/га) и всех трех препаратов одновременно (прибавка 0,59–0,81 т/га). Это позволяет рекомендовать такие варианты их применения в технологии возделывания пшеницы озимой.

Список использованных источников

1. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Нац. акад. аграр. наук України ; редкол.: М. В. Зубець [та ін.] – Київ : Аграр. наука, 2010. – 986 с.
2. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технології вирощування / А. В. Черенков [та ін.] ; за ред. А. В. Черенкова. – Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2015. – 548 с.
3. Сайко, В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні / В. Ф. Сайко // Вісн. аграр. науки. – 2011. – № 1. – С. 5–12.
4. Чорний пар в інтенсивних сівозмінах / Г. Р. Пікуш [та ін.] // Чорний пар / Г. Р. Пікуш [та ін.]. – Київ, 1992. – С. 9–51.
5. Льоринець, Ф. А. Продуктивність озимої пшениці при різних погодних умовах залежно від попередників, добрив і систем обробки ґрунту / Ф. А. Льоринець, Л. М. Десятник, О. О. Шевченко // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – 1999. – № 11. – С. 54–57.
6. Хорішко, А. І. Озима пшениця у сівозмінах Придніпров'я / А. І. Хорішко ; ред. Є. М. Лебідь. – Дніпропетровськ : Поліграфіст, 1997. – 134 с.
7. Способы повышения продуктивности озимой пшеницы / А. П. Лисовал [и др.] // Химизация сел. хоз-ва. – 1991. – № 8. – С. 64–66.
8. Круть, В. М. До питання про підвищення урожайності пшениці озимої / В. М. Круть // Вісн. аграр. науки. – 2002. – № 3. – С. 16–19.
9. Коломієць, М. В. Ретроспекція наукового проекту: агротехнологічні аспекти стійкої продуктивності озимої пшениці у повторних посівах [Електронний ресурс] / М. В. Коломієць // Історія науки і біографістика. – 2007. – № 2. – Режим доступу: <http://inb.dnsgb.com.ua/2007-2/07kmvrnp.pdf>. – Дата доступу: 23.08.2018.

10. Кульбида, В. В. Пути повышения продуктивности повторных посевов озимой пшеницы и ячменя / В. В. Кульбида, В. А. Бородань // *Зерновые культуры*. – 1995. – № 4. – С. 15–16.
11. Нетіс, І. Т. Оптимізація умов вирощування озимої пшениці по чорних парах і стерньових попередниках / І. Т. Нетіс, О. О. Макачук // *Тавр. наук. вісн. : зб. наук. пр. / М-во аграр. політики України, Укр. акад. аграр. наук, Херсон. агроун-т*. – Херсон, 2005. – Вип. 38. – С. 7–12.
12. Русанов, В. І. Основні агротехнічні фактори підвищення врожайності повторних посівів озимої пшениці / В. І. Русанов // *Наук.-техн. бюл. Мирон. ін-ту пшениці ім. В. М. Ремесла*. – Київ, 2008. – Вип. 8. – С. 353–362.
13. Кефели, В. И. Химические регуляторы растений / В. И. Кефели, Л. Д. Прусакова. – М. : Знание, 1985. – 64 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Биология»; № 7).
14. Шевченко, А. О. Регулятори росту в рослинництві – ефективний елемент сільськогосподарських технологій. Стан та перспективи / А. О. Шевченко, В. О. Тарасенко // *Регулятори росту рослин у землеробстві : зб. наук. пр. / за ред. А. О. Шевченка*. – Київ, 1998. – С. 8–14.
15. Шаповал, О. А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях / О. А. Шаповал, И. П. Можарова, А. А. Коршунов // *Защита и карантин растений*. – 2014. – № 6. – С. 16–20.
16. Калінін, Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві / Ф. Л. Калінін. – Київ : Урожай, 1989. – 168 с.
17. Регуляторы роста и урожай / Э. М. Мовсумзаде [и др.]. – Уфа : Реактив, 2000. – 207 с.
18. Бруинсма, Й. Воздействие химических регуляторов роста растений на продуктивность сельскохозяйственных культур / Й. Бруинсма // *Химия и обеспечение человечества пищей / ред. Л. Шимилт ; пер. с англ. Т. В. Еременко, С. А. Маслова ; под ред. Г. Е. Заикова*. – М., 1986. – С. 51–66.
19. Сорока, Т. А. Влияние регуляторов роста и микроэлементов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / Т. А. Сорока // *Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та*. – 2012. – № 1 (33). – С. 42–44.
20. Nickell, L. G. Plant growth regulators: agricultural uses / L. G. Nickell. – Berlin ; New York : Springer-Verlag, 1982. – 173 p.
21. Reicosky, D. A. Plant growth regulators in intensive cereal management for Michigan / D. A. Reicosky, B. E. Branham // *Proceedings of the Plant Growth Regulator Society of America : twelfth annu. meet., Boulder, Colorado, July 28 – Aug. 1, 1985 / Univ. of Colorado ; ed. A. R. Cooke*. – Lake Alfred, 1985. – P. 213.
22. Aspinall, D. Role of abscisic acid and other hormones in adaptation to water stress / D. Aspinall // *Adaptation of plants to water and high temperature stress / P. J. Kramer, N. C. Turner*. – New York, 1980. – P. 155–172.
23. Went, F. W. Wuchsstoff und Wachstum / F. W. Went // *Rec. des Trav. Bot. Néerl.* – 1928. – Vol. 25, N 1. – P. 1–116.
24. Холодный, Н. Г. Избранные труды : в 3 т. / Н. Г. Холодный ; редкол.: И. П. Белоконов [и др.]. – Киев : Акад. наук Укр. ССР, 1956. – Т. 1 : Работы по физиологии растений / ред. А. С. Оканенко. – 480 с.
25. Kögl, F. Über ein neues Auxin ("Hetero-auxin") aus Harn. 11. Mitteilung über pflanzliche Wachstumsstoffe / F. Kögl, A. J. Haagen-Smit, H. Erxleben // *Hoppe-Seyler's Ztschr. für Physiol. Chemie*. – 1934. – Bd. 228, N 1/2. – S. 90–103.
26. Elliott, M. C. The Regulation of plant growth / M. C. Elliott // *Plant growth regulator potential and practice / Brit. Plant Growth Regulator Group a. the Brit. Crop Protection Council ; ed. T. H. Thomas*. – Croydon, 1982. – P. 57–98.
27. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г. С. Муромцев [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1987. – 383 с.
28. Каленська, С. М. Регулятори росту в інтенсивних технологіях вирощування зернових культур / С. М. Каленська // *Регулятори росту рослин у рослинництві*. – Київ, 1998. – С. 65–69.
29. Лихочвор, В. Застосування регуляторів росту рослин на посівах зернових культур / В. Лихочвор // *Пропозиція*. – 2003. – № 4. – С. 56–57.
30. Груздев, Л. Г. Использование смесей разнофункциональных регуляторов роста для управления величиной и количеством урожая зерна / Л. Г. Груздев // *Докл. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина*. – 1985. – № 1. – С. 15–17.
31. Шевелуха, В. С. Состояние и перспективы исследований и применения фиторегуляторов в растениеводстве / В. С. Шевелуха, И. К. Блиновский // *Регуляторы роста растений : сб. ст. / ВНИИ с.-х. биотехнологии ; под ред. В. С. Шевелухи*. – М., 1990. – С. 6–35.
32. Яблонская, Е. К. Инновационная технология комплексного применения регуляторов роста, иммунизаторов и антитов гербицидов при выращивании озимой пшеницы на территории Краснодарского края [Электронный ресурс] / Е. К. Яблонская // *Науч. журн. Куб. ГАУ*. – 2015. – № 110 (06). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/79.pdf>. – Дата доступа: 23.08.2018.

References

1. Zubets' M. V., Sitnik V. P., Bezuglii M. D., Golovko A. M., Adamchuk V. V., Zhukors'kii O. M. (eds.). *Scientific bases of agro-industrial production in the steppe of the Ukraine*. Kiev, Agrarna nauka Publ., 2010. 986 p. (in Ukrainian).
2. Cherenkov A. V. (ed.) *Winter wheat in the steppe zone, climate change and growing technologies*. Dnepropetrovsk, Nova ideologiya Publ., 2015. 548 p. (in Ukrainian).
3. Saiko V. F. Scientific bases of sustainable agriculture in the Ukraine. *Visnik agrarnoi nauki = News of Agrarian Sciences*, 2011, no. 1, pp. 5–12 (in Ukrainian).
4. Pikush G. R., Get'manets' A. Ya., Lebid' C. M., Pabat I. A. Dead fallow in intensive crop rotation. *Dead fallow*. Kiev, 1992, pp. 9–51 (in Ukrainian).
5. L'orinets' F. A., Desyatnik L. M., Shevchenko O. O. Winter wheat performance under different weather conditions depending on preceding crops, fertilizers and soil tillage systems. *Byuleten' Institutu zernovogo gospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Farming], 1999, no. 11, pp. 54–57 (in Ukrainian).

6. Khorishko A. I. *Winter wheat in the crop rotation of the Dnieper region*. Dnepropetrovsk, Poligrafist Publ., 1997. 134 p. (in Ukrainian).
7. Lisoval A. P., Gudzh' V. P., Dolja N. N., Pravilov N. V., Malienko N. V. Ways to increase winter wheat performance. *Khimizatsiya sel'skogo khozyaistva* [Chemicalization of agriculture], 1991, no. 8, pp. 64–66 (in Russian).
8. Krut' V. M. On the issue of increasing winter wheat yield. *Visnik agrarnoi nauki = News of Agrarian Sciences*, 2002, no. 3, pp. 16–19 (in Ukrainian).
9. Kolomiets' M. V. Retrospection of the research project: agrotechnological aspects of stable yield of winter wheat in resowing. *Istoriya nauky i biografistyka = History of Science and Biographical Studies*, 2007, no. 2. Available at: <http://inb.dnsgb.com.ua/2007-2/07kmvrnp.pdf> (accessed 23.08.2018) (in Ukrainian).
10. Kul'bida V. V., Borodan' V. A. Ways of improving the performance of winter wheat and barley resowing. *Zernovye kul'tury* [Grain Crops], 1995, no. 4, pp. 15–16 (in Russian).
11. Hetis I. T., Makarchuk O. O. Optimization of conditions for growing winter wheat on dead fallow and stubble preceding crops. *Tavriis'kii naukovi visnik: zbirnik naukovikh prats'* [Tavricheskiy scientific bulletin: collection of scientific papers]. Kherson, 2005, iss. 38, pp. 7–12 (in Ukrainian).
12. Rusanov V. I. *The main agrotechnical factors of the yield increase of winter wheat resowing*. *Naukovo-tekhnichnyi byuletyn' Mironivs'kogo institutu pshenitsi imeni V.M. Remesla* [Scientific and technical bulletin of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat]. Kiev, 2008, iss. 8, pp. 353–362 (in Ukrainian).
13. Kefeli V. I., Prusakova L. D. *Chemical plant regulators*. Moscow, Znanie Publ., 1985. 64 p. (in Russian).
14. Shevchenko A. O., Tarasenko V. O. Growth regulators in plant growing – an effective element of agricultural technology. Condition and prospects. *Regulyatori rostu roslin u zemlerobstvi: zbirnik naukovikh prats'* [Plant growth regulators in agriculture: a collection of scientific works]. Kiev, 1998, pp. 8–14 (in Ukrainian).
15. Shapoval O. A., Mozharova I. P., Korshunov A. A. Plant growth regulators in agrotechnologies. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], 2014, no. 6, pp. 16–20 (in Russian).
16. Kalinin F. L. *Application of growth regulators in agriculture*. Kiev, Urozhai Publ., 1989. 168 p. (in Ukrainian).
17. Movsumzade E. M., Valitov R. B., Bazunova G. G., Aminova G. K. *Growth regulators and yield*. Ufa, Reaktiv Publ., 2000. 207 p. (in Russian).
18. Bruinsma J. Modifying crop performance with plant growth-regulating chemicals. *Chemistry and world food supplies: the new frontiers, Chemrawn II : invited papers presented at the International conference on Chemistry and World Food Supplies, Manila, Philippines, 6–10 December 1982*. Oxford, 1983, pp. 35–45. (Russ. ed.: Bruinsma I. Vozdeistvie khimicheskikh regulyatorov rosta rastenii na produktivnost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. *Khimiya i obespechenie chelovechestva pishchei*. Moscow, 1986, pp. 51–66).
19. Soroka T. A. Effect of growth regulators and microelements on winter wheat grain yield and quality. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2012, no. 1 (33), pp. 42–44 (in Russian).
20. Nickell L. G. *Plant growth regulators: agricultural uses*. Berlin, New York, Springer-Verlag, 1982. 173 p.
21. Reicosky D. A., Branham B. E. Plant growth regulators in intensive cereal management for Michigan. *Proceedings of the Plant Growth Regulator Society of America: twelfth annual meeting, Boulder, Colorado, July 28 – August 1, 1985*. Lake Alfred, 1985, pp. 213.
22. Aspinall D. Role of abscisic acid and other hormones in adaptation to water stress. Kramer P. J., Turner N. C. *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. New York, 1980, pp. 155–172.
23. Went F. W. Wuchsstoff und Wachstum. *Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais*, 1928, vol. 25, no. 1, pp. 1–116.
24. Kholodnyi N. G. *Selected works. Vol. 1. Works on plant physiology*. Kiev, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1956. 480 p. (in Russian).
25. Kögl F., Haagen-Smit A. J., Erxleben H. Über ein neues Auxin ("Hetero-auxin") aus Harn. 11. Mitteilung über pflanzliche Wachstumsstoffe. *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie*, 1934, vol. 228, no. 1–2, pp. 90–103 (in German).
26. Elliott M. C. The regulation of plant growth. Thomas T. H. (ed.). *Plant growth regulator potential and practice*. Croydon, 1982, pp. 57–98.
27. Muromtsev G. S., Chkanikov D. I., Kulaeva O. N., Gamburg K. Z. *Bases of chemical regulation of plant growth and plant performance*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987. 383 p. (in Russian).
28. Kalens'ka S. M. Growth regulators in intensive crop growing technologies. *Regulyatori rostu roslin u roslinnitstvi* [Plant growth regulators in plant growing]. Kiev, 1998, pp. 65–69 (in Ukrainian).
29. Likhochvor V. Application of plant growth regulators to cereal crops. *Propozitsiya* [Offer], 2003, no. 4, pp. 56–57 (in Ukrainian).
30. Gruzdev L. G. The use of mixtures of multifunctional growth regulators to control the size and amount of grain yield. *Doklady Vsesoyuznoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk imeni V. I. Lenina* [Reports of the V. I. Lenin All-Union Academy of Agricultural Sciences], 1985, no. 1, pp. 15–17 (in Russian).
31. Shevelukha V. S., Blinovskii I. K. State and prospects of the research and use of phyto regulators in plant breeding. *Regulatory rosta rastenii: sbornik statei* [Plant growth regulators: collection of articles]. Moscow, 1990, pp. 6–35 (in Russian).
32. Yablonskaya E. K. Innovation technology of the integrated using of growth regulators, immunizers and antidote herbicides in cultivation of winter wheat in the Krasnodar region. *Nauchnyi zhurnal KubGAU = Scientific Journal of KubSAU*, 2015, no. 110 (06). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/79.pdf> (accessed 23.08.2018) (in Russian).

Информация об авторах

Позняк Василий Васильевич – ассистент кафедры общего земледелия и почвоведения, заместитель декана агрономического факультета по воспитательной работе, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет Министерства образования и науки Украины (ул. С. Ефремова, 25, 49600, Днепр, Украина).
E-mail: info@dsau.dp.ua

Information about the authors

Poznyak Vasily V. – Dnipro State Agrarian and Economic University (25 Efremova Str., Dnepr 49600, Ukraine).
E-mail: info@dsau.dp.ua