

УДК: 632.95.024.4

DOI 10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-101

## КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ СТРЕССОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР К ХИМИЧЕСКИМ ПЕСТИЦИДАМ

**Коробов Виктор Александрович**, д.с.-х.н, заведующий международной лабораторией экологической инженерии, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

E-mail: korobov\_va@bsu.edu.ru

**Морозов Денис Олегович**, генеральный директор ГК «Агробиотехнология»

E-mail: director@bioprotection.ru

**Ивлева Алина Евгеньевна**, аспирант, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

E-mail: selyutina\_alina@inbox.ru

**Аннотация:** С использованием кондуктометрического метода в полевых опытах установлена положительная корреляция между относительной электропроводностью водных вытяжек листьев и урожайностью ячменя и сои: 0,833 и 0,994. На основе уравнений регрессий рассчитан порог стрессовой устойчивости растений к пестицидам, который составил 30% отклонения электропроводности водных вытяжек из листьев обрабатываемых растений от контроля. Проведена сравнительная оценка 12 полевых культур к обработкам химическими пестицидами.

**Ключевые слова:** химические пестициды, кондуктометрия, стрессовая устойчивость

Пестициды являются одним из наиболее распространенных антропогенных стрессоров, оказывающих существенное влияние на продуктивность растений. На сегодняшний день вопрос стрессового воздействия на защищаемые растения пестицидов не достаточно хорошо изучен. Имеющиеся отечественные и зарубежные работы в основном посвящены применению регуляторов роста растений в качестве антидепрессантов [1,2,3, 4, 5, 6, 7, 8].

Стресс у растений, как известно, это комплексная защитная реакция, включающая как неспецифические (общие для разных типов стрессоров), так и специфические компоненты [9]. Понятие «стресс» введено в науку Гансом Селье, который называл это явление также «общим адаптационным синдромом» [10]. Под стрессом обычно понимают стереотипный (примерно одинаковый у разных особей) ответ организма на разные воздействия, сопровождающийся перестройкой его защитных сил. Считается, что главная роль стресса – мобилизация сил организма в критической ситуации.

Существуют различные методы оценки стрессоустойчивости растений, ее можно изучать, как в полевых, так и лабораторных условиях по морфометрическим (степень развитости растений и отдельных его органов), физиологическим (фотосинтез), биохимическим показателям и генетическим нарушениям. Однако все эти методы не вполне адекватно отражают реакцию растений на стрессовое воздействие. В последнее время для изучения стресса растений стали использовать кондуктометрический метод, основанный на измерении изменений электрической проводимости водных вытяжек тканей растений, отражающих степень повреждения клеточных мембран [11,12, 13]. Этот метод считается одним из наиболее эффективных и быстрых [13].

Целью нашей работы являлось изучение стресса культурных растений при воздействии на них химических пестицидов. В задачи исследования входило проведение сравнительного анализа стрессоустойчивости различных сельскохозяйственных культур к химическим пестицидам в условиях полевого опыта, а также выявление зависимости продуктивности растений от стрессовых реакций на пестициды.

Работу проводили в 2019 году в полевых опытах на стационаре ООО НИЦ «Агробиотехнология» в Шебекинском районе Белгородской области и в лаборатории экологической инженерии НИУ «БелГУ». Изучали комплексную защиту полевых культур химическими пестицидами. В качестве пестицидов применяли инсектициды Амплиго, Борей, Регент, фунгициды Колосаль, Бенорад, Раёк, Металаксил и гербицид Балерина. Через 3-5 дней после последней обработки у растений срезали листья на среднем ярусе, измельчали и экстрагировали в дистиллированной воде в течение 1,5 часов на свету. После фильтрования измеряли электропроводность водных вытяжек стационарным кондуктометром S230-USP/EP Metro Toledo.

Оценку устойчивости сортов к стрессовому фактору проводили по формуле:

$$K = \frac{|G_0 - G_k|}{G_k} \cdot 100\% ,$$

где  $G_k$  – электропроводность водных вытяжек листьев контрольных образцов;  $G_0$  – электропроводность водных вытяжек листьев опытных образцов.

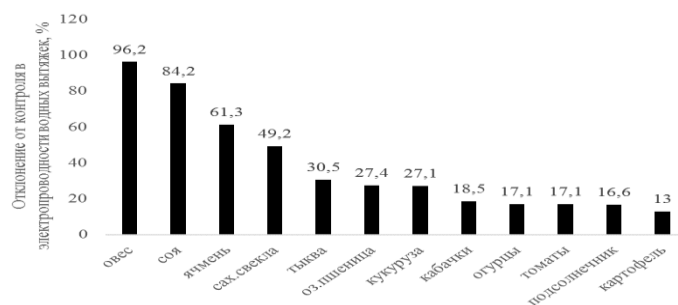
На первом этапе определения стрессовой устойчивости растений к стрессирующим факторам необходимо определить порог чувствительности, выше которого растения не в состоянии самостоятельно вернуться к исходному состоянию. Для кондуктометрии это означает установление относительного значения электропроводности водных вытяжек из растений. Т.е. отклонения в электропроводности от контроля, где растения не подвергались воздействию стрессовых факторов. Считается, что любые отклонения в электропроводности водных вытяжек из растений свидетельствует о внутриклеточных нарушениях и нарушениях в

проводимости мембран для электролитов. При слабом и умеренном воздействии стрессирующих факторов растения могут отвечать на них усилением ростовых процессов и повышением продуктивности. Так сопоставление урожайности с результатами кондуктометрических измерений водных вытяжек из листьев сои и ячменя, подвергшихся пестицидным обработкам в полевых опытах показало тесную корреляционную связь между ними:  $r = 0.833$  (для ячменя) и  $r = 0.994$  (для сои). Были рассчитаны уравнения регрессии зависимости урожайности от относительной электропроводности водных вытяжек листьев  $y = -0.0157x^2 + 0,975x + 27,372$  для ячменя и  $y = -0,003x^2 + 0,137x + 26,432$  для сои. Полученные уравнения были использованы для расчета порога устойчивости растений к пестицидному стрессу (Таблица). Этим порогом, как оказалось, является 30% отклонения в электропроводности водных вытяжек листьев обработанных растений от контрольных. Выше этого значения отмечается снижение урожайности.

**Таблица – Изменения урожайности в зависимости от стрессоустойчивости растений**

Отклонения от контроля электропроводности водных вытяжек листьев, %	Урожайность, ц/га	
	Соя	Яровой ячмень
0	26,5	34,8
5	27,1	32,1
10	27,6	35,5
15	27,9	38,4
20	28,2	40,6
25	28,3	41,9
<b>30</b>	<b>28,3</b>	<b>42,5</b>
35	28,2	42,2
40	27,9	41,2
45	27,5	39,5
50	27,0	36,8

Полученный показатель был использован для сравнительной оценки стрессоустойчивости к пестицидам различных культур (Рисунок). Было установлено, что сильный стресс растений (выше порогового значения 30%) обработки пестицидами вызывали у таких культур, как овес, соя, ячмень и сахарная свекла. Умеренная стрессовая реакция на обработки пестицидами (при относительной электропроводности водных вытяжек в пределах 27,1-30,5 %) отмечалась у тыквы, озимой пшеницы и кукурузы. Слабо реагировали на обработки (относительная электропроводность водных вытяжек 13,0-18,5%) кабачки, огурцы, томаты, подсолнечник и картофель.



**Рисунок – Сравнительная устойчивость различных культур к химическим пестицидам**

Полученные нами результаты свидетельствуют о перспективности применения кондуктометрического метода для экспресс-оценки устойчивости сельскохозяйственных культур, а так же сортов и гибридов к современным средствам защиты растений. Применение его на практике позволит проводить целенаправленный подбор ассортимента препаратов и избежать не нужных потерь урожая.

### **Библиографический список**

1. Технология использования антистрессовых регуляторов роста и биофунгицидов совместно с протравителями семян и гербицидами на зерновых культурах (рекомендации) / Под ред. Акад. У.Г. Усманова и др., 2-е изд. Доп. – Уфа: «Гилем». – 2005. – 51 с.
2. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, - 2001. –160 с.
3. Mittler R. Abiotic stress, the field environment and stress combination // Trends in Plant Science. - 2006. – V. 11 (1). – P. 15-19.
4. Болдырев М.И. Действие стрессовых факторов на растения / М.И. Болдырев, Н.Я. Каширская // Защита и карантин растений. - 2008. – №. 4. – С. 14-15.
5. Лухменев В.П. Эффективность современных иммуностимуляторов неспецифического антистрессового действия // Отчет по НИР за 2001-2003 гг. - Оренбург: Изд-во ОГАУ, 2004. – 52 с.
6. Эффективность гербицидов и фунгицидов при совместном применении с антистрессовыми регуляторами роста на зерновых культурах (опыт и рекомендации) / Под ред. Акад. У.Г. Гусманова и др. - Уфа: «Гилем», 2003. – 80 с.
7. Рябчинская Т.А Преодоление пестицидного стресса с помощью полифункционального препарата Альюит / Т.А. Рябчинская, Г.Л. Харченко, Н.А Саранцева., И.Ю. Бобрешова, А.К. Злотников //Сахарная свекла. - 2012. -№ 5. – С. 23-27.
8. Коробов В.А. Антидепрессанты на яровой пшенице в Западной Сибири // «Инновационные процессы в АПК: Сб. статей 3-й международной конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 50-ю образования аграрного факультета РУДН. - М., 2011. – С. 30.

9. Пятыгин С. С. Стресс растений: физиологический подход / Общая биология. - 2008, том 69, № 4, с. 294-298.
10. Ресурс: <https://www.libfox.ru/48734-gans-sele-stress-bez-distressa.html>
11. Коробова Л.Н. Диагностика устойчивости сортов яровой пшеницы к обыкновенной корневой гнили кондуктометрическим методом / Л.Н. Коробова, Т.А. Гурова, О.С. Луговская. //Сельскохозяйственная биология. - 2013. - №5. –С.100-105.
12. Макарова М.С., Голощапова Е.А. Оценка солеустойчивости сортов яровой пшеницы кондуктометрическим методом / М.С. Макарова, Е.А. Голощапова // Матер-ы 17-й международной научно-практической конференции «Современная техника и технологии». Секция 8: Физические методы в науке и технике. - Томск, 2013. – С. 53-54.
13. Грищенкова Н.Н. Определение устойчивости растительных тканей к абиотическим стрессам с использованием кондуктометрического метода /Н.Н. Грищенкова, А.С. Лукаткин //Поволжский экологический журнал. - 2005. – № 1. – С. 3-11.

***Conductometric comparative assessment of crop stress resistance to chemical pesticides***

***Korobov V.A., D.Sc. in Agricultural Sciences***

*Belgorod State National Research University*

*308015, Russia, Belgorod, Pobedy str., 85*

***Morozov D.O., G.M.***

*Group of companies "Agrobiotechnology"*

*125212, Russia, Moscow, Kronstadt Blvd., 7 Building 4, V room, office 43*

***Ivleva A.E., Postgraduate student***

*Belgorod State National Research University*

*308015, Russia, Belgorod, , Pobedystr., 85*

***Abstract:*** *Using the conductometric method in field experiments, a positive correlation was established between the relative electrical conductivity of aqueous extracts of leaves and the yield of barley and soybeans: 0.833 and 0.994. Based on the regression equations, the threshold of stress resistance of plants to pesticides was calculated, which was 30% of the deviation of the electrical conductivity of aqueous extracts from the leaves of the treated plants from the control. A comparative assessment of 12 field crops to treatments with chemical pesticides was carried out.*

***Keywords:*** *chemical pesticides, conductometry, stress resistance.*