

ПОГЛОЩЕНИЕ ФОСФОРА РАСТЕНИЯМИ ПШЕНИЦЫ ПРИ ОДНОЛЕТНЕМ И МНОГОЛЕТНЕМ ПРИМЕНЕНИИ 2,4-Д

Л. Э. ГУНАР, В. А. ЗИНЧЕНКО

(Кафедра химических средств защиты растений)

Препараты группы 2,4-Д в определенных концентрациях снижают поступление фосфорных соединений в растения [1, 2, 4, 11], подавляют при этом синтез нуклеопротеидов и фосфатидов [1, 9].

В исследованиях [5, 7, 9] реакция пшеницы на гербициды 2,4-Д и тордон 22К при многолетнем применении отличалась от реакции той же репродукции пшеницы на однолетнюю (первичную) обработку. Степень воздействия гербицидов на пшеницу зависела от кратности обработок (в поколениях) и от уровня минерального питания. Гербициды снижали отзывчивость культуры на минеральные удобрения. При многолетних обработках гербицидами у пшеницы появлялась способность противостоять избытку в среде основных элементов питания, возможно, вследствие воздействия гербицидов на механизмы поглощения ионов питательных веществ корневой системой.

Данная работа посвящена изучению действия и последствий 2,4-Д на поступление фосфора (^{32}P) в растения пшеницы при однолетней и после многолетних (в поколениях) обработок.

Методика

В исследованиях использовали семена пшеницы Саратовская 29, полученные в многолетнем полевом опыте¹. Семена (урожая 1982 г.) взяты с контрольного варианта, в котором пшеница пересевалась 10 лет без применения гербицида, а с варианта многолетних обработок (10 лет) смесью эфиров (C_7 — C_9) 2,4-Д в дозе 0,3 кг на 1 га (по действующему веществу). Урожайность по вариантам составляла соответственно 39,7 и 37,8 ц/га (разница не существенна при P_{05}).

Проросшие в термостате при 25° семена высаживали на пластинки с отверстиями (10 шт.) и опускали их в раствор CaSO_4 (10^{-4} молей), предварительно налитый в стаканчики емкостью 50 мл. В течение 7 сут проростки росли за счет питательных веществ зерновки, затем их помещали на раствор Кюпа ($1/4$ нормы), в который при этом вносили ^{32}P в виде $\text{K}_2\text{P}^*\text{O}_4$ с удельной активностью 0,2 мКи/мл. Общая активность в стаканчике была 10 мКи. Обработку 0,1% раствором 33 к.э. 2,4-Д (C_7 — C_9) проводили непосредственно перед пересаживанием проростков на раствор с ^{32}P .

Повторность опытов 9-кратная; через 1, 4 и 6 сут пробы отбирали для анализов. Для этого растения из 3 стаканчиков каждого варианта вынимали из раствора, отрезали корни. Затем корни промывали в дистиллированной воде, просушивали на фильтровальной бумаге. Все части растения

высушивали в термостате при 105° до воздушно-сухого состояния. После растирания в ступке готовили радиоактивные препараты (радиоактивность определяли на установке РПС-2-03Т).

В опыте с почвой растения выращивали до 12-дневного возраста в сосудах емкостью 1 кг при двух уровнях минерального питания: 1 — 0(НРК); 2 — 2(НРК). В первом варианте удобрения не применяли, во втором — вносили двойные нормы, принимая за одинарные обычно рекомендованные для вегетационных опытов. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание всех элементов питания низкое (P_2O_5 по Кирсанову 8 мг, K_2O по Масловой — 4,3 мг на 100 г, H_2 — 6,5 мг-экв), $\text{pH}_{\text{с.о.л}}$ 4,8. При набивке сосудов почву известковали окисью кальция по полной гидrolитической кислотности. Посев проводили проросшими семенами по 20 растений на сосуд. Через 7 сут в каждый сосуд при поливе был внесен ^{32}P с общей активностью 100 мКи. Одновременно растения были обработаны 0,1% раствором гербицида. Отборы проб проводили через 2 и 6 сут после обработки. С каждого сосуда срезали по 5 растений.

Образцы для определения радиоактивности готовили так же, как и в опытах с 7-дневными проростками. Полученные данные подвергали статистической обработке [6].

Результаты исследований

Поступление ^{32}P в растения пшеницы, а также его передвижение из корней в надземную часть растений изменялись под влиянием 2,4-Д (табл. 1). Через сутки после обработки поглощение ^{32}P проростками

¹ Опыты проводились в Северном Казахстане Ю. П. Таболиной.

Действие 2,4-Д на поступление ^{32}P (А, расп/с на 10 растений)

Вариант	$A_{\text{Л}}$	$A_{\text{К}}$	$A_{\text{Общ}}$	$\frac{A_{\text{Л}}}{A_{\text{Общ}}}$ % от	$A_{\text{Л}}:A_{\text{К}}$
1 сут после обработки					
Контроль	17,0	7,7	24,8	68,5	2,2
Обработка 1 год	22,9	10,8	33,8	67,8	2,1
» 11 лет	27,6	11,6	39,3	70,2	2,4
НСР ₀₅	6,4	2,7	2,5		
4 сут после обработки					
Контроль	109,5	17,6	127,0	86,0	6,2
Обработка 1 год	91,1	18,3	109,4	83,0	5,0
» 11 лет	151,9	18,7	170,6	89,0	8,1
НСР ₀₅	17,0		2,7		
6 сут после обработки					
Контроль	203,8	33,1	236,8	86,0	6,2
Обработка 1 год	211,7	34,5	246,2	86,0	6,1
» 11 лет	131,7	27,9	159,7	82,5	4,7
НСР ₀₅	19,2	4,0	51,2		

Примечание. $A_{\text{Л}}$ и $A_{\text{К}}$ — активность листьев и корней, $A_{\text{Общ}}$ — всего растения.

пшеницы усиливалось в варианте с однолетней обработкой на 36,7 %, а с многолетней — на 58,1 %.

Через 4 сут после нанесения гербицида поступление ^{32}P при первичной обработке уже тормозилось, а при многолетних по-прежнему было более интенсивным, чем в контроле. Разница в активности между этими вариантами составляла 56 %. В случаях многолетнего использования 2,4-Д значительная доля фосфора передвигалась в надземные органы. При этом отношение активности листьев к активности корней было в 1,6 раза больше, чем при однолетней обработке.

Через 6 сут после обработки 2,4-Д поступление (и распределение) ^{32}P в случае однолетней обработки стало таким, как в контроле, а при многолетних обработках оно уменьшилось на 32,6 %, причем тормозилось передвижение фосфора в надземную часть. Отношение активности листьев к активности корней при многолетнем применении гербицида оказалось в 1,5 раза меньше, чем при однолетнем.

Содержание радиоактивного фосфора в контрольных растениях возросло в 9,6 раза, при однолетней обработке — в 7,3, а при многолетних — всего лишь в 4,7 раза. Этот показатель в расчете на единицу сухой массы в варианте с многолетней обработкой был ниже, чем при однолетней (табл. 2).

Итак, поглощение ^{32}P в первые дни после обработки повышалось, а затем снижалось, причем более заметно — при многолетнем воздействии.

Таблица 2

Содержание ^{32}P (расп/с на 1 г воздушно-сухой массы) в растениях пшеницы после обработки 2,4-Д

Вариант	1 сут		4 сут		6 сут	
	листья	корни	листья	корни	листья	корни
Контроль	129	279	585	416	732	614
Обработка 1 год	154	238	443	422	918	600
Обработка 11 лет	167	224	696	405	563	663
НСР ₀₅	28	33	28	—	148	—

Последствие 2,4-Д на поступление ^{32}P (А, расп/с на 10 растений) после пересаживания проростков пшеницы на питательный раствор

Вариант	$A_{\text{л}}$	$A_{\text{к}}$	$A_{\text{общ}}$	$A_{\text{л}}' \%$ от $A_{\text{общ}}$	$A_{\text{л}}:A_{\text{к}}$
Через 1 сут					
Контроль	17,0	7,7	24,7	69	2,2
Обработка 1 год	16,4	9,9	26,3	63	1,7
» 10 лет	29,5	15,1	44,6	66	2,0
НСР ₀₅	—	—	6,1		
Через 4 сут					
Контроль	109,5	17,2	126,7	86	6,2
Обработка 1 год	103,2	22,5	125,7	82	4,6
» 10 лет	109,0	21,2	130,2	84	5,1
НСР ₀₅	—	1,6	—		
Через 6 сут					
Контроль	203,8	33,1	236,9	86	6,2
Обработка 1 год	194,6	32,5	227,1	86	6,0
» 10 лет	200,6	27,1	227,7	88	7,4
НСР ₀₅	—	4,2	—		

Усиленное поглощение ^{32}P пшеницей из питательного раствора в первые сутки наблюдалось как при непосредственном действии 2,4-Д, так и при последствии многолетних обработок предыдущих репродукций в полевых опытах.

Как видно из табл. 3, через сутки после пересаживания проростков пшеницы на питательный раствор содержание ^{32}P в варианте последствия многолетних обработок было почти в 2 раза выше, чем в контроле, а при последствии однолетней обработки не отличалось от контроля. В следующие сроки определения в этих вариантах оно было практически одинаковым.

Интересно отметить, что через 4 сут в обоих вариантах последствия 2,4-Д уменьшалось отношение активности листьев к активности корней, в то время как при действии 2,4-Д оно уменьшалось в варианте с однолетним и увеличивалось при многолетнем использовании гербицида. Через 6 сут этот показатель в варианте последствия многолетних обработок увеличился (табл. 3), а при многолетних обработках — уменьшился (табл. 1). Иначе говоря, при последствии многолетних обработок поглощение фосфора не замедлялось.

В опытах [10] показано, что первичные отклонения в содержании форм фосфора восстанавливаются и к уровню контроля оно приближается в случаях однолетних обработок гербицидами быстрее, чем при многолетних обработках. В данных исследованиях проявилась аналогичная закономерность. При однолетней обработке поглощение фосфора сначала возрастало, затем снижалось, а через 6 сут выравнивалось с контролем. В растениях как бы преодолевалось, блокировалось воздействие гербицида на данный процесс, тогда как при многолетних обра-

Таблица 4

Содержание ^{32}P в сухих растениях пшеницы (А, расп/с на 1 растение)

Вариант	0 (НРК)		2 (НРК)	
	сутки после обработки			
	2	6	2	6
Контроль	507	1112	532	593
Обработка 1 год	270	883	392	550
Обработка 11 лет	395	532	264	589
НСР ₀₅	18	23	65	94

ботках к этому времени только начался процесс торможения поглощения фосфора, система еще не вернулась к стабильному состоянию.

Поступление ^{32}P в растения при одно- и многолетних обработках 2,4-Д зависело от уровня питания (табл. 4). На фоне без удобрений через 2 сут после обработки 2,4-Д поглощение фосфора при однолетней обработке составило 53,3, а при многолетней — 77,9 % от контроля. В варианте с многолетними обработками оно было на 46,3 % меньше, чем при однолетней.

На 6-е сутки после обработки поступление ^{32}P в контрольные растения увеличилось в 2,2, при однолетней обработке — в 3,3 раза, а при многолетних — всего лишь в 1,3 раза. К этому времени при первичной обработке поглощение составляло 79,4, а при многолетней — 47,8 % к контролю. Следовательно, торможение данного процесса ослабевало в случае с однолетней обработкой и усиливалось при многолетних.

При внесении минеральных удобрений ингибирующее действие многолетних обработок 2,4-Д на поглощение ^{32}P пшеницей через 2 сут было сильнее, чем однолетних (соответственно по вариантам 48,6 и 73,7 % к контролю). Однако в дальнейшем поступление фосфора было более интенсивным в случае многолетнего воздействия гербицида.

За 4 сут этот показатель в контроле возрос всего лишь в 1,1 раза, при однолетних обработках — в 1,4, а при многолетних — в 2,2 раза. В результате количество поглощенного фосфора по вариантам опыта выравнилось.

Двойные нормы минеральных удобрений были, конечно, избыточными для проростков пшеницы и могли оказывать угнетающее действие, поэтому поступление фосфора было замедленным. Гербицид, особенно при многолетних обработках, значительно тормозил процесс поглощения фосфора, а наряду с ним и других элементов питания. Вследствие этого при многолетнем применении 2,4-Д отрицательное воздействие на пшеницу избыточного уровня минерального питания в первые дни было слабее, чем в контроле, проростки могли лучше развиваться и в дальнейшем интенсивнее, чем в контроле, поглощать элементы питания. По мере роста и развития устойчивость культуры к избытку элементов питания в среде возрастает. Поэтому при избыточном уровне питания замедление поступления питательных элементов на ранних этапах онтогенеза, как это наблюдалось при многолетних обработках, может благоприятно сказаться на продуктивности. И действительно, в опытах [7] с пшеницей Саратовская 29 на явно избыточном уровне питания — 4(NPK) при многолетних обработках 2,4-Д масса зерна оказалась существенно выше, чем при однолетних и в контроле.

Полученные нами данные согласуются с результатами других исследований [2, 4, 8]. Нарушения в поступлении, накоплении и передвижении фосфора в растениях под воздействием 2,4-Д являются одним из звеньев патологических изменений обмена веществ, и, несмотря на временный характер, отражаются на дальнейшем росте и развитии растений. По мнению М. Я. Березовского и В. Ф. Курочкиной [3], данные процессы можно регулировать, применяя удобрения.

В исследованиях [10] показано, что под действием многолетних обработок 2,4-Д в растениях уменьшается содержание гексозофосфатов, нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов и нуклеотидов, тогда как при однолетнем применении гербицида их уровень снизился лишь при использовании двойной дозы 2,4-Д. Усиление поглощения фосфора в этот момент, вероятно, может компенсировать данные потери, и, возможно, этим можно объяснить отмеченное ранее стимулирующее действие многолетних обработок на поглощение фосфора пшеницей [10]. Первоначально под действием 2,4-Д фосфорный обмен в растениях угнетался, затем следовала его активизация, которая при однолетней обработке наступала раньше, чем при многолетних. Видимо, поэтому и в опытах с 7-дневными проростками угнетающее действие 2,4-Д на поглощение ^{32}P при однолетней обработке прекращалось по истечении 4 сут, а при многолетних обработках наблюдалось и через 6 сут.

Выводы

1. Установлено существенное действие и последствие (в последующих поколениях) однолетних и многолетних обработок 2,4-Д на поглощение ^{32}P проростками пшеницы.

2. Поглощение ^{32}P корнями пшеницы под влиянием многолетнего применения 2,4-Д замедлялось более значительно, чем при однолетнем.

3. При повышении уровня питания до 2(НРК) негативное воздействие многолетних обработок 2,4-Д на поглощение ^{32}P корнями пшеницы ослаблялось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березовский М. Я. Курочкина В. Ф. Изучение влияния 2,4-Д на превращение соединений фосфора в растениях. — Докл. ТСХА, 1956, вып. 25, с. 183—197. — 2. Березовский М. Я., Курочкина В. Ф. Изучение влияния 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты на поступление и распределение ^{32}P в растении. — Докл. АН СССР, 1957, т. 113, № 1, с. 210—213. — 3. Березовский М. Я. Взаимодействие растения и гербицида. — Химия в сельск. хоз-ва, 1965, № 9, с. 40—47. — 4. Гунар И. И., Березовский М. Я. Химические средства борьбы с сорняками. М.: Сельхозгиз, 1952. — 5. Гунар Л. Э. Реакция пшеницы Саратовская 29 на гербицид и удобрения после систематических (8-летних) обработок 2,4-Д. — Сб. науч. тр.: Применение гербицидов в условиях интенсивной химизации сельск. хоз-ва. М.: ТСХА, 1984, с. 7—11. — 6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979, с. 242—311. — 7. Зинченко В. А., Гунар Л. Э. Реакция пшеницы Саратовская 29 на гербицид и удобрения после систематических (7-летних обработок) ее сорняком 22К). — Сб. науч. тр.: Защита растений в условиях интенсивной химизации сельск. хоз-ва. М.: ТСХА, 1982, с. 24—30. — 8. Ладонин В. Ф. Влияние некоторых гербицидов на поглощение питательных веществ растениями в начальный период. — Химия в сельск. хоз-ве, 1972, № 4, с. 49—54. — 9. Москаленко Г. П. Урожай пшеницы и фракционный состав фосфорсодержащих соединений в зависимости от обработок 2,4-Д — Докл. ТСХА, 1979, вып. 248, с. 117—121. — 10. Москаленко Г. П., Зинченко В. А. Действие многолетнего применения гербицидов на обмен фосфорсодержащих соединений у пшеницы Саратовская 29. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 4, с. 62—67. — 11. Ракитин Ю. В., Потапова А. Д. Проникновение гербицидов в растения и их влияние на поступление фосфора. — Физиология растений, 1959, т. 6, вып. 5, с. 614—616.

Статья поступила 9 апреля 1985 г.

SUMMARY

Wheat variety Saratovskaya 29 seeds of the 1982 yield obtained in perennial field experiment in the North Kazakhstan (control: 10 years of cultivation without herbicides; experiment: 2,4-D treatment at the rate of 0.3 kg of acting matter per ha) have been used in vegetation experiments.

^{32}P consumption by wheat sprouts has been found to vary with annual and perennial treatments with 2,4-D. The aftereffect of the herbicide has been marked in following generations. Intensity of ^{32}P consumption by roots has decreased considerably more under perennial application than by annual application of the herbicide. Increased level of nutrition up to 2(NPK) has lowered the adverse effect of perennial treatments.