

УДК 631.81.033:546.175:632.982:[632.952:954+631.811.1

## ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАНСТАРА, ТИЛТА И КАРБАМИД-АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Г. С. ГРУЗДЕВ, К. В. ДЕЙКОВ

(Кафедра химических средств защиты растений)

**Установленное в опытах влияние сочетаний и способов применения гербицида, фунгицида и азотного удобрения на содержание нитратов в растениях ячменя носит кратковременный характер и не может оказать длительного воздействия на азотный обмен, а следовательно, на уровень и качество урожая. В работе представлены также результаты исследований физико-химической совместимости указанных и других средств химизации.**

Пестициды и химически агрессивные жидкие азотные удобрения при их совместном внесении неизбежно вступают в сложные взаимодействия. Результаты такого взаимодействия зависят от сочетаний многих факторов и выражаются в определенном влиянии на физиологические процессы в растениях. Одним из важнейших показателей влияния агрохимикатов на культуру являются изменения в азотном обмене.

Исследования ряда авторов [1, 6, 7] показали, что действующие вещества пестицидов оказывают непосредственное воздействие на активность ряда ферментов азотного обмена. В частности, фунгицид тилт влияет на активность основного фермента азотного обмена — нитратредуктазу [3]. Действие гербицидов производных сульфонилмочевин

сопровождается ингибированием активности фермента ацетолактатсинтазы [2].

Кроме того, нельзя забывать, что в состав пестицидов входят и вспомогательные соединения (наполнители, ПАВ, стабилизаторы, эмульгаторы, прилипатели, антиспарители и др.), которые также обладают определенной биологической активностью. О возможности негативных последствий их влияния на ряд физиологических и биохимических процессов сообщали многие авторы [4, 5, 8, 9].

При изучении влияния ПАВ на физиологические процессы выявлено ингибирование ими активности ряда ферментов и нарушение поступления в растения питательных веществ [4]. Отмечено также снижение синтеза протеина под влиянием ПАВ, предположительно вызванного дезинтеграцией мем-

бранной и протеиновых систем [8]. Установлено нарушение фотосинтетической активности и транспортировки ассимилятов под воздействием ПАВ [9].

Сочетание данных факторов оказывает специфическое воздействие на активность нитратредуктазы, от которой в большой степени зависит синтез белка и ассимиляция натратов. Следовательно, возникновение стрессовой ситуации при использовании пестицидов и их сочетаний с другими агрохимикатами должно отразиться на синтезе белка. Показателем стрессового воздействия может стать активность нитратредуктазы, количественные изменения содержания которой выражаются в изменении уровня накопления нитратов.

В задачу наших опытов входило изучение влияния гранстара, тилта и карбамид-аммиачной селитры в разных сочетаниях при разных способах их применения на динамику содержания нитратов и свободных аминокислот в вегетативных органах ярового ячменя.

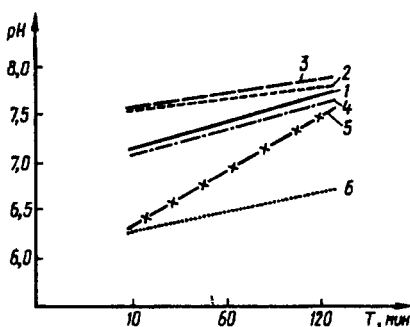
### Методика

Исследования были выполнены в 1989—1992 гг. в лабораторных и полевых условиях. Предварительно изучали физико-химическую совместимость ряда агрохимикатов: четырех гербицидов (2,4-ДА, диалена, глина и гранстара), трех фунгицидов (байлетона, тилта и корбеля) и карбамид-аммиачной селитры (КАС-28). Определяли также совместимость с данными средствами химизации двух инсектицидов (БИ-58 и волатона) и одного регулятора роста (хлорхолинхлорида — ССС).

Проводили визуальные наблюдения за изменением агрегатного состояния растворов, а также определение их pH сразу после приготовления смесей, через 1 и 2 ч с использованием дистилли-

рованной, водопроводной и жесткой воды (жесткость составляла 16 мг-экв пересчете на Ca<sup>++</sup>). Кроме того, исследовали изменения вязкости и поверхностного натяжения растворов.

Во все сроки наблюдений не было установлено выпадения осадка, выделения газов, изменения окраски растворов и их расслоения, образования кристаллов и других изменений. В результате изучения динамики pH растворов в дистиллированной воде не отмечалось существенных сдвигов концентраций ионов водорода при всех сочетаниях исследуемых средств химизации. Однако обнаружены некоторые сдвиги их кислотности во времени. Выявлена стабилизирующая роль карбамид-аммиачной селитры в смесях (рисунок). В большинстве случаев стабилизация pH растворов во многокомпонентных смесях, особенно в присутствии КАС, наступала быстрее, чем в двух- и трехкомпонентных смесях, что, видимо, связано с более быстрым образованием комплексных соединений (вероятность взаимодействия молекул воз-



Изменение pH растворов препаратов в баковой смеси.

1 — гранстар, тилт; 2 — гранстар, тилт, КАС; 3 — 2,4-ДА, байлетон, ССС, волатон, КАС; 4 — диален, байлетон; 5 — 2,4-ДА, корбель; 6 — 2,4-ДА, тилт.

растает с увеличением их концентрации в растворе).

В растворах препаратов в водопроводной воде также отсутствовали значительные сдвиги кислотности в смесях.

Многие пестициды несовместимы в жесткой воде, так как в этой среде происходит их расслоение, выпадение в осадок и образование нерастворимых комплексов. В наших опытах подобных изменений агрегатного состояния растворов не было обнаружено. Более того, наблюдалось значительное ускорение стабилизации смесей в жесткой воде.

Установлены определенные изменения поверхностного натяжения растворов, использованных в опытах. Они обусловлены, вероятно, наличием в смесях поверхностно-активных и других вспомогательных веществ, входящих в состав фунгицидов и гербицидов. В то же время существенных различий вариантов опыта по данному показателю не выявлено.

Из полученных нами данных следует, что поверхностное натяжение растворов тесно связано с концентрацией фунгицидов. Наименьшие изменения отмечались в концентратах эмульсии, в частности для тилта. Это свидетельствует о предпочтительности применения в составе баковых смесей концентратов эмульсии перед смачивающими порошками.

Определение вязкости растворов дополнило сведения относительно возможности совместного применения изучаемых средств химизации. При этом не установлено существенных различий в вязкости растворов.

Таким образом, проведенные исследования позволили заключить, что наиболее перспективными компонентами баковых смесей являются гербицид гранстар (производный сульфонилмочевин) и фунгицид тилт (производный

триазолов). С ними были продолжены химические исследования, которые показали, что в смесях этих препаратов не происходит потерь действующих веществ, не образуются новые химические соединения в течение 2 ч после смешивания, но, вероятно, протекают реакции комплексообразования.

Полевые опыты проводили в учхозе Тимирязевской академии «Михайловское». Опыт был заложен по полной 3-факториальной схеме в 3-кратной повторности с рендомизированным расположением делянок. Площадь одной делянки 40 м<sup>2</sup>. Почва дерново-подзолистая, pH — 6,4, Н<sub>г</sub> — 2,5, содержание гумуса — 1,7%, S<sub>0</sub> — 12,0, V — 90%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 6,9 мг, K<sub>2</sub>O — 10,3 мг на 100 г.

Схема опытов включала следующие сочетания пестицидов с жидким азотным удобрением КАС-28 (30N): 1 — фон 90N90P90K; 2—8 — по фону раздельное применение препаратов с интервалом в 2 ч: 2 — КАС, 3 — тилт, 4 — гранстар, 5 — тилт, КАС, 6 — гранстар, КАС, 7 — гранстар, тилт; 8 — гранстар, тилт, КАС; 9—12 по фону совместное внесение в виде баковой смеси: 9 — тилт + КАС, 10 — гранстар + КАС, 11 — гранстар + тилт, 12 — гранстар + тилт + КАС.

На основании лабораторных и микрополевых исследований были выбраны оптимальные сочетания и нормы расхода агрохимикатов: гранстар — 25 г по препарату, тилт — 350 мл по препарату, КАС — 110 л/га.

Объектом исследований был яровой ячмень сорта Зазерский 85. Агротехника его выращивания соответствовала рекомендованной для данной зоны. Фосфорные (42% суперфосфат) и калийные (40% хлористый калий) удобрения вносили под основную обработку почвы осенью, а азотные (34% амми-

ачная селитра) — одновременно с предпосевной обработкой. Норма высева семян и глубина их заделки соответствовали рекомендациям.

Содержание нитратов в вегетативных органах ячменя определяли по ГОСТ 13496.19—86, остаточные количества гранстара — методом ВЭЖХ (хроматограф «Waters-510») и с использованием методики, разработанной В. А. Калининым, остаточные количества тилта — на ГЖХ «Цвет 550» по методике Т. М. Петровой.

Обработку посевов проводили в межфазный период конец кущения — начало трубкования.

Образцы отбирали в 5 сроков: через 1, 3, 7, 14 и 30 дней после внесения препаратов.

## Результаты

В опыте 1989 г. были отмечены довольно существенные различия вариантов по динамике содержания нитратов в вегетативных органах ячменя (табл. 1). Азотная подкормка способствовала повышению содержания нитратов в растениях, но лишь в первые несколько дней после ее применения.

Тилт (вариант 3) фактически не оказал заметного влияния на накопление нитратов. Лишь через день после обработки фунгицидом наблюдалось достоверное снижение их содержания в зеленой массе ячменя. Вероятно, это можно объяснить ускорением метаболических процессов в вегетативных органах растений после поступления в них действующего вещества фунгицида (пропиконазола).

Таблица 1

Содержание нитратов (мг/кг) в зеленой массе ячменя\* в 1989 г.

Вариант	Время после обработки, дни				
	1	3	7	14	30
1 — фон	243	313	308	147	70
По фону раздельное внесение:					
2 — КАС	380	352	374	133	82
3 — тилт	127	376	368	129	67
4 — гранстар	767	123	905	305	151
5 — тилт, КАС	412	478	411	113	81
6 — гранстар, КАС	1429	815	349	131	86
7 — гранстар, тилт	125	121	1514	403	183
8 — гранстар, тилт, КАС	1399	484	257	252	218
По фону совместное внесение:					
9 — тилт + КАС	339	399	402	113	81
10 — гранстар + КАС	485	470	863	227	261
11 — гранстар + тилт	1416	76	187	219	235
12 — гранстар + тилт + КАС	1004	258	470	324	110
(совм.)	117	131	152	86	51
НСР <sub>05</sub> (разд.)	104	140	144	93	42

\* В опытах 1989 и 1990 гг. определение проводилось: в 1-й и 2-й сроки — в надземной части; в 3-й и 5-й — в нижней части стебля, включая черешки нижних листьев.

При обработке гранстаром (вариант 4) отмечалось существенное повышение содержания нитратов в первый срок определения и значительные его колебания в последующий период, что свидетельствует о протекании сложных физиологических процессов в растениях, сопровождающихся изменением активности нитратредуктазы. Увеличение содержания нитратов носило здесь кратковременный характер и было вызвано, очевидно, перестройкой обменных процессов и (или) ингибированием активности другого фермента — ацетолатаклатсинтазы.

Приведенные выше данные показывают, что изучаемые факторы влияют на содержание нитратов в вегетативных органах ячменя, однако данное влияние носит кратковременный характер (7—14 дней).

При рассмотрении влияния сочетаний средств химизации на содержание нитратов удалось выявить ряд определенных закономерностей (табл. 1). Так, применение гербицида в сочетании с КАС-28 (варианты 6 и 10) довольно существенно повысило содержание нитратов в первую неделю после обработки. Причем это отмечалось при различных способах внесения данных агрохимикатов, а значит, изменения не были вызваны специфической реакцией культуры на внесение баковых смесей. Такое же увеличение содержания нитратов наблюдалось и при сочетаниях гербицида, фунгицида и КАС-28 (варианты 8 и 12), и в этом случае оно не зависело от способа внесения агрохимикатов.

Возрастание содержания нитратов в указанных выше вариантах опыта не могло быть вызвано незначительными ожогами листовой поверхности растений в результате применения КАС-28. Следовательно, накопление нитратов

при обработке растений гранстаром совместно с КАС-28 обусловлено эндогенными факторами, вызывающими кратковременные изменения. При довольно сходной динамике содержания нитратов в вегетативной массе растений отмечались различия в уровне их накопления в зависимости от сочетаний агрохимикатов.

Выявлено наличие прямой связи между способами внесения агрохимикатов и динамикой содержания нитратов. Интересен тот факт, что баковые смеси средств химизации вызвали в условиях 1989 г. меньшее ингибирование функциональной активности нитратредуктазы, чем те же препараты при последовательном раздельном внесении.

Результаты опыта, проведенного в 1990 г., были в целом схожи с данными, полученными в предыдущем году, хотя выявились и вполне определенные различия. Засушливая погода 1990 г. отразилась на течении азотного обмена. Динамика накопления нитратов (табл. 2) в варианте с КАС-28 отличалась от фона лишь незначительно, что, видимо, указывает на низкую эффективность азотной подкормки в засушливых условиях. В варианте внесения тилта наблюдалось некоторое увеличение содержания нитратов в первые дни, а при внесении гранстара, как и в предыдущий сезон, оно было довольно заметным в течение нескольких дней после обработки.

Варианты с комплексным применением агрохимикатов довольно существенно отличались от контроля по изучаемому показателю. При использовании баковой смеси, состоящей из тилта и КАС-28, выявлены большие изменения в азотном обмене, чем при раздельном внесении этих же агрохимикатов.

Как и в предыдущем году, наиболь-

Содержание нитратов (мг/кг) в зеленой массе ячменя в опыте 1990 г.

Вариант	Время после обработки, дни				
	1	3	7	14	30
1 — фон	195	155	285	328	418
По фону раздельное внесение:					
2 — КАС	288	174	252	312	415
3 — тилт	246	437	326	323	410
4 — гранстар	856	1380	240	333	348
5 — тилт, КАС	219	275	321	320	395
6 — гранстар, КАС	776	174	308	312	372
7 — гранстар, тилт	490	575	324	320	405
8 — гранстар, тилт, КАС	1549	617	311	317	410
По фону совместное внесение:					
9 — тилт + КАС	977	174	317	318	347
10 — гранстар + КАС	714	622	262	310	412
11 — гранстар + тилт	776	155	268	339	402
12 — гранстар + тилт + КАС	1230	1381	249	331	396
НСР <sub>05</sub> (совм.)	<u>78</u>	<u>156</u>	<u>161</u>	<u>68</u>	<u>44</u>
НСР <sub>05</sub> (разд.)	103	139	177	51	57

шее накопление нитратов было отмечено сразу же после обработки. Вероятно, в засушливых условиях 1990 г. сочетание исследуемых агрохимикатов оказало более сильное влияние на азотный обмен. В целом влияние баковых смесей на азотный обмен оказалось значительно более сильным, чем отдельных ее компонентов, внесенных раздельно.

Приведенные данные о динамике содержания нитратов за 2 года, различающихся по погодным условиям, показывают, что эффект применения агрохимикатов раздельно и в смеси зависит от этих условий. Установлено также, что в оба года более существенные изменения в азотном обмене вызывает гербицид. Использование средств химизации в различных сочетаниях также отражается на активности нитратредуктазы, в результате чего происхо-

дят изменения в содержании нитратов. Уровень содержания нитратов зависит и от способа внесения агрохимикатов. По-видимому, в условиях влажного и теплого сезона на этот показатель большее влияние оказывает последовательное раздельное внесение агрохимикатов, чем совместное в виде баковых смесей. В засушливых условиях, напротив, использование баковых смесей приводит к большему накоплению. Однако влияние различных сочетаний агрохимикатов и способов их внесения непродолжительно (от 1 до 14 дней), а следовательно, не может отразиться на уровне и качестве урожая.

В опытах выявлена прямая взаимосвязь между содержанием в культуре остаточных количеств действующего вещества гербицида и содержанием нитратов в вегетативных органах ячменя (табл. 3). Остаточные количества фун-

Остаточные количества действующего вещества гранстара (DPXL 5300)  
в зеленой массе ячменя (мкг/кг) в 1989 г.

Вариант	Время после обработки, дни				
	0,5	3	7	12	30
4 — гранстар	0,53	0,43	0,32	Сл.	—
6 — гранстар, КАС	0,58	0,32	Сл.	—	—
7 — гранстар, тилт	0,61	0,38	0,22	Сл.	—
8 — гранстар, тилт, КАС	0,51	0,42	0,23	—	—
10 — гранстар + КАС	0,42	0,31	Сл.	—	—
11 — гранстар + тилт	0,56	0,34	0,21	—	—
12 — гранстар + тилт + КАС	0,44	0,36	0,29	Сл.	—

гербицида фактически не влияли на динамику содержания нитратов в культуре. Действующее вещество гербицида в 1990 г. разрушалось на 3—4 дня быстрее, чем в 1989 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Деева В. П., Шелег З. И. Физиология устойчивости сортов растений к гербицидам и ретардантам. — Минск, 1976. — 2. Макеева-Гурьянова Л. Т., Спиридонов Ю. Я., Шестаков В. Г. Сульфонилмочевины — новые перспективные гербициды. М.: Агропромиздат, 1989. — 3. Розин М. А. Влияние некоторых пестицидов и их сочетаний на активность нитратредуктазы пшеницы. — В

сб. ВИЗР. Л., 1985, с. 38—41. — 4. Шилов Г. Е. Эффективность гербицидов в посевах ячменя в зависимости от условий минерального питания. — Бюл. ВИЗР, 1974, вып. 2, с. 122—125. — 5. Furnidge C. — J. Sci. Food Agric., 1962, № 13, p. 127—140. — 6. Heitefuss R. — Pflanzenkr. und Pflanzenschutz., 1972, № 6, S. 79—87. — 7. Khail M. — Diss. Hohenheim. 1982. — 8. Knoche M., Noga G., Wolter M. — Dt. Pflanzenschutztagung. Berlin, 1988, S. 185. — 9. Noga G., Schmidt S., Lenz F. — Gartenbauwirtschaft, 1986, Bd 51, S. 241—247.

- Статья поступила 1 сентября 1993 г.

#### SUMMARY

The effect of combinations and methods of applying herbicide, fungicide and nitrogen fertilizer on the amount of nitrates in barley plants that was established experimentally is of short-term nature and cannot exert a long-term effect on nitrogenous metabolism and, consequently, on the level and quality of yield. The results of studying physicochemical compatibility of the mentioned above and other agents of chemicalization are also presented in the paper.