

## **ВЛИЯНИЕ БРАССИНОЛИДА И ФУЗИКОКЦИНА НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ КЛУБНЕЙ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ ПРИ ХРАНЕНИИ**

**В. Н. КАЗАКОВА, Н. П. КАРСУНКИНА, Л. С. СУХОВА**

(Кафедра овощеводства)

Полевые опыты проводили в 1988—1990 гг. в учхозе ТСХА «Михайловское» на среднеспелом сорте картофеля Невский. Установлено, что обработки регуляторами роста брассинолидом и фузикокином способствуют усилению клубнеобразования, подавляют прорастание клубней при хранении и повышают их устойчивость к грибным болезням.

Картофель относится к культурам с высоким потенциалом продуктивности (у современных сортов не менее 50—70 т/га), но реализация его в лучшем случае достигает 40 %. Происходит это в основном вследствие неблагоприятных метеорологических условий в наиболее ответственные периоды роста и развития растений, поражения их фитопатогенами и других причин, снижающих продуктивность. Например, в результате сильного поражения ботвы и клубней фитофторозом урожайность у восприимчивых сортов может снижаться на 50—80 %. Кроме того, велики потери клубней при хранении от болезней и преждевременного прорастания.

Изучение влияния физиологически активных веществ на адаптационные свойства растений к неблагоприятным факторам внешней среды, в частности к болезням, ведется с 1953 г., когда Д. Дэвис и

А. Е. Даймон обнаружили, что 2,4-Д,  $\alpha$ -НУК и ряд других регуляторов роста усиливают устойчивость растений томата к фузариозу. В настоящее время физиологически активные вещества широко используются на зерновых, плодовых, овощных и технических культурах [13]. Рекомендован ряд регуляторов роста (хлорхолинхлорид, биферан, квартазин, лайма) для применения на картофеле. Они усиливают клубнеобразование, активизируют отток пластических веществ из надземных органов растений в подземные, что в конечном итоге положительно сказывается на формировании урожая, повышают устойчивость растений к болезням в период вегетации и клубней в период хранения.

Исследования, проведенные на Ротамстедской опытной станции в Англии с 22 различными регуляторами роста, показали, что при

опрыскивании листьев картофеля диминозидом и либберелловой кислотой уменьшается число клубней, пораженных обыкновенной паршой, однако в последнем случае наблюдалась деформация клубней [10].

В нашей стране при испытании квартазина на картофеле наряду с повышением урожайности обнаружена еще одна важная особенность его действия — повышение устойчивости растений к болезням, в частности к фитофторе. Повышение устойчивости растений и клубней к болезням отмечено и при использовании регуляторов роста хлорхолинхлорида, кампозана, лаймы, фосфорилированных бензидазолов [5].

В опытах [12] при опрыскивании индолмасляной кислотой ботвы картофеля задерживалось прорастание клубней, повышались их устойчивость к заболеваниям, лежкость, уменьшалась потеря крахмала. В исследованиях Института биохимии им. Баха АН БССР и НИИКХ выявлено, что при опрыскивании растений картофеля 0,4 % раствором гидрела за 2 недели до уборки урожая урожайность картофеля увеличивается на 18—25 % и значительно уменьшается количество клубней, пораженных грибными и бактериальными болезнями в период хранения. Обнадеживающие результаты получены и при использовании гидрела для предупреждения прорастания продовольственного [7] и семенного [1] картофеля при хранении и уменьшения потерь клубней от болезней.

Исследования, проведенные в последнее время, показали большую зависимость действия регуляторов роста на растения картофеля от особенностей сорта, концентрации, способа применения и срока обработки [4, 16].

Целью настоящей работы яви-

лось изучение действия новых классов фитогормонов — эпибрассинолида JPDC-694 и фузизокцина — на урожай картофеля и устойчивость клубней к болезням при хранении.

### Методика

Полевые опыты с картофелем сорта Невский проводили в 1988—1990 гг. в учхозе «Михайловское» Московской области. Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая,  $pH_{\text{col}}$  6,0, обеспеченность NPK средняя, содержание гумуса 1,5 %. Для посадки использовали клубни массой 60—80 г при норме 3 т/га. Сажали картофель в первой декаде мая, убирали в третьей декаде августа. В опытах применялась общепринятая для хозяйств Московской области агротехника. Размер учетной делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная.

Обработку клубней водными растворами регуляторов роста проводили за день до посадки из расчета 30 л/т. Vegetирующие растения обрабатывали ранцевым опрыскивателем в фазу бутонизации из расчета 400 л/га. Дозы препаратов рассчитывали по действующему веществу.

Фузизокцин (Фк) — метаболит фитопатогенного гриба *Fusicoccum amygdali* Del., получивший широкую известность как регулятор роста растений. Это гликозид карботрициклического дитерпена с молекулярной массой 680 и брутто-формулой  $C_{36}H_{56}O_{12}$ . Важнейшие эффекты — стимуляция растяжения клеток, усиление транспирации, выведение семян из состояния покоя, ускорение их прорастания [8, с. 241—244]. Внимание физиологов привлекает ярко выраженная способность активизировать проницаемость плазматической мембраны клетки и усиливать рост клетки растяжением [15]. А увеличение

эластичности клеточной стенки в сочетании с усилением транспорта метаболитов, например сахаров, аминокислот, дает основание для предположения об усилении аттрагирующих свойств.

Брассинолид (Бр) — стероидный гормон, суммарная формула —  $C_{28}H_{46}O_6$ . Он вызывает удлинение и деление клеток в растениях, повышает морозостойкость, устойчивость к болезням, снижает отрицательное влияние ядохимикатов [8, с. 176—183]. Физиологическая роль в регуляции роста и развития растений остается пока неясной. По данным Института ботаники АН Литвы и ТСХА, при обработке вегетирующих растений среднеспелого картофеля сорта Нида фузикококцином (1,0 и 0,1 мг/л) и брассинолидом (0,1 и 0,01 мг/л) активизировалось столонообразование, сокращалась продолжительность их интеркалярного роста и стимулировалось клубнеобразование [11].

Метеорологические условия в годы проведения опытов заметно различались, что оказывало влияние на развитие растений и формирование урожая картофеля. В целом благоприятным для картофеля был только вегетационный период 1990 г. В 1988 г. клубни были высажены в недостаточно прогретую и переувлажненную почву. Задержка появления всходов сказалась на последующем развитии растений, хотя в дальнейшем погода была достаточно благоприятной для развития картофеля. Однако раннее и сильное поражение растений фитофторозом и в связи с этим преждевременная уборка отрицательно сказались на урожайности. В 1989 г. температура и влажность воздуха были нестабильными. Влажность почвы и воздуха в мае оказалась низкой, в июне и июле высокая температура днем (до 30 °С) сменялась кратковременными резкими похолодания-

ми в ночное время (до 8...12 °С), выпадали обильные грозовые дожди. Значительные осадки и резкие колебания температуры отмечались и в августе.

Полевую устойчивость листьев и клубней к грибным болезням сразу после уборки определяли по методике [6] на базе НИИКХ. Диагностика складывалась из серии учетов от первичного проявления признака до его тотального распространения в пробе. Оценка устойчивости производилась по международной 9-балльной шкале: 9 баллов — отсутствие спороношения, очень высокая устойчивость; 7 — спороношение занимает менее 1/4 площади листа, высокая устойчивость; 5 — от 1/4 до 1/2 площади листа, средняя устойчивость; 3 — от 1/2 до 3/4 площади листа, низкая устойчивость; 1 — более 3/4 поверхности листа, очень низкая устойчивость.

В зависимости от степени поражения ботвы испытываемые образцы картофеля подразделялись на высокоустойчивые, листья у которых имеют балл поражения свыше 8; устойчивые — свыше 7 баллов; среднеустойчивые — свыше 5 баллов и неустойчивые — до 5 баллов.

Устойчивость клубней после уборки определяли путем искусственной инокуляции целых клубней (погружение их в суспензию гриба *Phytophthora infestans*).

Клубни (по 10 кг в каждом варианте при 4-кратной повторности) закладывали на хранение в опытные холодильные камеры и хранили в ящиках 8 мес при 4° и относительной влажности воздуха 85 %.

В течение всего периода хранения учитывали прорастание клубней и поражение их фитопатогенными грибами (естественные болезни). Кроме того, устойчивость клубней к болезням регистрирова-

ли путем искусственного заражения возбудителями болезней картофеля *Ph. infestans* и *Fusarium sulfuricum*. Для этого поверхность клубней стерилизовали этанолом, стерильным скальпелем делали надрез глубиной 1 см в области апикальных глазков и вносили 0,1 мл суспензии или диски мицелия гриба диаметром 8—10 мм. После заражения клубни (20 шт.) помещали во влажные камеры при комнатной температуре и через 10 дней после заражения оценивали степень поражения по диаметру распространения гриба и массе загнившей ткани. Для заражения клубней использовали 12-дневную культуру *Ph. infestans* и 7-дневную культуру гриба *F. sulfuricum*, выращенные на агаризованной среде (150 г овсяных хлопьев, 20 г агара на 1 л воды). В качестве эталона применяли обработку водным раствором гидрела [1].

Лабораторные опыты проводили на базе Института биохимии им. Баха АН СССР.

## Результаты

Данные о влиянии фузикококцина и брассинолида на урожайность картофеля представлены в табл. 1.

Существенное увеличение урожайности наблюдалось в случае опрыскивания растений фузикококцином в фазу бутонизации. Повышению урожайности способствовали и предпосадочная обработка клубней этим препаратом в дозе 6,8 мг/л, и опрыскивание растений брассинолидом в фазу бутонизации в дозе 0,01 мг/л. Вместе с тем обработка клубней перед посадкой фузикококцином в дозе 0,68 мг/л приводила к ее снижению.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что при всех сроках обработки (за исключением варианта с фузикококцином, обработка клубней дозой 0,68 мг/л) изучаемые регуляторы роста усиливали процесс клубнеобразования и значительно повышали выход стандартной семенной фракции клубней (30—90 г) — на 9—25 % (табл. 2).

Таблица 1  
Урожайность клубней картофеля в зависимости от концентрации препаратов и способа обработки

Концентрация препарата, мг/л	Способ обработки*	1988 г.	1989 г.	1990 г.	Среднее
		<i>ц/га</i>			
Контроль	—	274,2	264,6	282	273,6
		<i>% к контролю</i>			
Фк, 0,68	I	Не опр.	84,1	87,0	85,3
Фк, 6,8	I	Не опр.	96,0	126,7	111,4
Фк, 0,68	II	126,8	129,5	164,7	140,3
Фк, 6,8	II	92,8	124,3	174,2	130,4
Бр, 0,7	I	102,5		Не опр.	
Бр, 0,01	II	96,0	121,4	Не опр.	108,7
Бр, 0,1	II	109,7	94,8	Не опр.	102,3
НСР <sub>05</sub> , %		10,5	13,6	11,3	

\* Здесь и в табл. 2: I — обработка клубней перед посадкой, II — опрыскивание растений в фазу бутонизации.

Структура урожая картофеля (среднее за 1988—1990 гг.)

Концентрация препарата, мг/л	Способ обработки	Кол-во стандартных клубней на куст, шт.	Масса клубней на куст, г	Фракционный состав клубней, %		
				крупные	средние	мелкие
Контроль	—	6,6	583,0	25,6	70,4	4,0
Фк, 0,68	I	6,7	574,0	9,3	90,2	0,5
Фк, 6,8	I	7,0	665,3	19,9	79,6	0,5
Фк, 0,68	II	7,2	890,7	11,2	88,6	0,2
Фк, 6,8	II	6,6	820,7	20,9	78,8	0,3
Бр, 0,7	I	7,8	599,3	2,8	94,8	2,4
Бр, 0,01	II	7,2	622,0	3,6	95,2	1,2
Бр, 0,1	II	6,6	587,0	0	100,0	0

Представляют интерес данные о влиянии фузикоцина на устойчивость ботвы и клубней к фитофторозу (табл. 3).

Обработка в фазу бутонизации не повышала устойчивость ботвы к грибным болезням (она по опыту находилась в пределах средней), но вместе с тем существенно повышала устойчивость клубней, т. е. эффективность обработки проявлялась в последствии.

Одной из целей данной работы являлось исследование возможности использования фузикоцина и brassinolida для регуляции покоя клубней и тем самым — устойчивости к болезням, так как хо-

Таблица 3

Устойчивость растений и клубней картофеля к фитофторозу (балл) при обработке в фазу бутонизации. Искусственное заражение, 1990 г.

Вариант	Ботва			Клубни
	1	2	3	
Контроль	7,0	7,0	7,0	7,0
Фк, 0,68 мг/л	5,3	7,0	7,0	9,0
Фк, 6,8 мг/л	6,4	6,6	6,6	9,0

Примечание. 1 — заражение 24 июля; 2 — 29 июля; 3 — 2 августа.

рошо известно, что во время глубокого покоя клубни обладают более высокой устойчивостью к болезням [2, 3].

Данные, представленные в табл. 4, свидетельствуют, что обработки клубней перед закладкой на хранение фузикоцином и brassinolida

Таблица 4

Прорастание клубней и их поражаемость болезнями через 8 мес хранения, 1989 г.

Концентрация препарата, мг/л	Способ обработки	Средняя длина ростков, см**	Пораженные клубни, %
Контроль	—	6,8	6,0
Фк, 0,68	II	0,3	1,2
Фк, 6,8	II	0,3	1,0
Фк, 0,68	III	0,8	1,3
Фк, 6,8	III	0,6	0,9
Фк, 6,8	III	0,2	0,7
Бр, 0,7	I	0,4	0,5
Бр, 0,01	II	0,2	1,2
Бр, 0,01	III	0,3	1,6
Бр, 0,001	III	0,5	1,4
Бр, 0,0001	III	0,8	1,0
Гидрел, 0,2 %	II	3,0	2,0
Гидрел, 0,5 %	III	1,8	2,8

\* Здесь и в табл. 5: I — обработка клубней перед посадкой, II — опрыскивание растений в фазу бутонизации, III — обработка клубней перед хранением.

\*\* Через 14 дней после проращивания клубней в теплице.

лидом подавляют их прорастание. Длина ростков у обработанных клубней была меньше, чем в контроле и при обработке гидрелом (эталон). Более того, при обработке вегетирующих растений обоими препаратами также подавлялось прорастание клубней, что обеспечивало длительное их хранение. При обоих указанных способах обработки спустя 8 мес хранения снижалось количество заболевших клубней по отношению к контролю и варианту с обработкой гидрелом. Важно отметить, что положительный эффект получен при значительно меньшей, чем в случае с гидрелом, концентрации активного вещества.

Устойчивость клубней к болезням анализировали путем искусственного заражения клубней возбудителями болезней картофеля.

Клубни, обработанные за день до посадки водным раствором брассинолида в концентрации 0,7 мг/л, меньше поражались фитопатогенными грибами, чем контрольные и обработанные гидрелом (табл. 5). Причем действие имело пролонгированный характер, т. е. проявлялось через 12 мес после обработки. Через 10 мес после обработки (март) клубни приобретали 100 % устойчивость к поражению фитопатогенными грибами при искусственном заражении. Значительное увеличение устойчивости клубней, вероятно, связано с тем, что препарат способствует продлению у них периода покоя, о чем свидетельствуют данные табл. 4. Обработка растений в фазу бутонизации также заметно повышала устойчивость клубней. Эффективной оказалась и обработка клубней перед закладкой на хранение.

Опрыскивание фузикокцином растений в фазу бутонизации (концентрации 0,68 и 6,8 мг/л) обеспечивало увеличение устойчивости к

Т а б л и ц а 5

Устойчивость клубней картофеля к грибным болезням (масса пораженной ткани, г на клубень) в процессе хранения (через 10 дней после искусственного заражения), 9189 г.

Концентрация препарата, мг/л	Способ обработки	Январь	Март	Май
Контроль	—	1,22	1,60	2,0
		1,54	1,80	2,4
Фк, 0,68	II	0,5	0	0
		0,65	0	0
Фк, 6,8	II	0,8	0	0
		0,8	0	0
Фк, 0,68	III	0,8	0,7	0,2
		0,7	0,3	0,3
Фк, 6,8	III	0,7	0,5	0,2
		1,0	0,4	0,4
Фк, 68	III	0,5	0,4	0,3
		0,8	0,5	0,4
Бр, 0,7	I	0,5	0	0
		0,87	0	0
Бр, 0,01	II	1,2	0,6	0,6
		1,5	0,9	0,8
Бр, 0,01	III	0,78	0,6	0,5
		0,70	0,6	0,7
Бр, 0,001	III	0,90	0,7	0,6
		0,85	0,7	0,5
Бр, 0,0001	III	1,0	0,7	0,5
		0,6	0,5	0,4
Гидрел, 0,2 %	III	1,0	0,8	0,6
		1,2	0,7	0,8
Гидрел, 0,5 %	III	0,9	1,0	1,0
		1,0	1,2	1,4

Пр и м е ч а н и е. Числитель — Ph. infestans; знаменатель — F. sulfuricum.

болезням. Эффект имел пролонгированный характер и проявлялся спустя 8—10 мес после обработки. В начале определений (январь) об-

работанные клубни поражались грибами, однако через 8—10 мес после обработки они приобретали 100 % устойчивость к болезням при искусственном заражении. Вероятно, так же, как и в случае с брассинолидом, это связано с продлением периода покоя (табл. 4). При обработке клубней перед закладкой на хранение их устойчивость к поражению при искусственном заражении была в 6—10 раз выше, чем в контроле, и в 2—4 раза выше, чем в варианте с гидрелом.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют, что в условиях Московской области регуляторы роста и развития растений фузикоцин и брассинолид усиливали процесс клубнеобразования, у картофеля сорта Невский подавляли прорастание клубней и повышали их устойчивость к грибным болезням при хранении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова Г. И., Пахомова С. С., Лейченко С. В. и др. Сокращение потерь при хранении семенного картофеля.— Вестн. с.-х. науки, 1985, № 4, с. 92—95.— 2. Барская Т. А., Коралева Н. П., Морозова Э. В. и др. Фитофтороустойчивость клубней картофеля в зависимости от физиологического состояния.— В сб.: Иммуитет и покой растений. М.: Наука, 1972, с. 172—179.— 3. Барская Т. А., Прокофьева Л. П., Савельева О. Н. и др. Физиологическое состояние клубней картофеля и фитофтороустойчивости.— Вестн. с.-х. науки, 1978, № 6, с. 41—44.— 4. Деева В. П., Шелег З. И., Санько Н. В. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения / Физиолог. основы.— Минск: Наука и техника, 1988.— 5. Матюшенко Л. А., Никитина М. С. Регуляторы роста,

урожайность и проявление вирусов у картофеля.— В сб.: Картофелеводство: селекция, семеноводство, агротехника. Минск: Наука и техника, 1986, с. 185—195.— 6. Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и механическим повреждениям.— М.: НИИКХ, 1980, с. 19—26.— 7. Метлицкий Л. В., Коралева Н. П., Сухова Л. С. и др. Применение гидрела для предупреждения прорастания клубней картофеля при хранении с одновременным сокращением потерь от болезней.— Прикладная биохимия и микробиология, 1982. Т. 18, вып. 1, с. 111—119.— 8. Муромцев Г. С., Чкаников Д. И., Кулаева О. И. и др. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений.— М.: Агропромиздат, 1987.— 9. Немченко В. В., Верещагин Ю. А. Применение хлорхолоинхлорида на посадках картофеля.— Химия в сельск. хоз-ве, 1981, № 1, с. 52—54.— 10. Никелл Л. Дж. Регуляторы роста растений / Применение в сельском хозяйстве.— М.: Колос, 1984, с. 69—70.— 11. Новицкене Л., Юрвичус И., Адамоните Г., Казакова В. Влияние соединений типа фитогормонов на рост картофеля и сахарной свеклы.— Экспериментальная биология, 1990, № 2, с. 121.— 12. Ракигин Ю. В. Химические регуляторы жизнедеятельности растений.— Избр. тр. М.; Наука, 1983.— 13. Серебренников В. С. Регуляторы роста в картофелеводстве.— Сельск. хоз-во за рубежом, 1984, № 5, с. 26—29.— 14. Тютюрев С. А., Мелоян В. В., Матевосян Г. Л. Влияние фосфорилированных бензимидазолов на продуктивность картофеля.— Химия в сельск. хоз-ве, 1984, № 8, с. 28—31.— 15. Marre E.— Ann. Rev. Plant Physiol., 1979, vol. 30, p. 273—288.— 16. Weis G. G., Schoenemann J. A., Groskopp M. D.— Amer. Pothato J., 1980, vol. 57, N 5, p. 197—204.

Статья поступила 18 марта 1991 г.