

## ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ («СИЛЫ») КОРНЕОБИТАЕМОЙ СРЕДЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ

ТРЕТЬЯКОВ П. И., ШЕВЧЕНКО В. А., СЕЧКИН Л. Д.

(Кафедра физиологии растений)

**В статье излагаются результаты исследований влияния давления, «силы» корнеобитаемой среды на рост и развитие растений картофеля. В камерах «корневого давления» имитировали условия почвы при плотности примерно 1,1—1,2 г/см<sup>3</sup> (контроль), 1,3—1,4 г/см (давление в камерах 75 кПа), 1,5—1,6 г/см<sup>-3</sup> (давление в камерах 150 кПа). Повышенное давление снижало ростовую функцию растений, несколько ускорило развитие и старение растений, снижало массу, объем и поверхность корневой системы, способствовало формированию поверхностной корневой системы, увеличивало рост столонов и количество клубней при резком снижении общей продуктивности. При давлении на субстрат в камере 75 и 150 кПа масса клубней одного растения составила соответственно 63 и 20% к контролю. Отмечен эффект некоторого увеличения интенсивности фотосинтеза и дыхания листьев растений в опытных вариантах при снижении других фотосинтетических показателей.**

Почвы с повышенной плотностью и твердостью оказывают значительное физическое сопротивление росту корней и других подземных органов растений; очевидно, «требуют» от растений значительных энергетических затрат, что снижает продуктивность растений и посевов. К сожалению, этим вопросам в физиологии растений уделяется недостаточное внимание [2, 4, 11]. По нашему мнению, физическое, механическое сопротивление росту корней и других подземных органов растений следует рассматривать как один из стрессоров, проводить изучение адаптив-

ных процессов растений при взаимодействии их с уплотненной почвой (модельным субстратом). Адаптивные процессы обеспечиваются всеми органами и функциями растительного организма, потенциальными возможностями генома конкретных видов и сортов растений [11]. В более ранних наших исследованиях в лабораторных, вегетационных и полевых опытах с кукурузой, картофелем, ячменем и другими культурами показано многообразие адаптивных свойств, реализуемых растениями при ухудшении физических (плотности, твердости, ограничении объема) условий корнеоби-

таем он среды [9, 10]. В настоящей публикации излагаются результаты исследования влияния давления, «силы» (по С. А. Барберу [1]), корнеобитаемой среды на рост и развитие растений картофеля — культуры, предъявляющей высокие требования к оптимизации агрофизических свойств корнеобитаемой среды [3, 6, 7].

### Методика

Опыты проводили в фитотроне кафедры физиологии растений. Объект исследований — картофель сорта Приор. Температура в камерах — 22—23° С днем и 18—19° С ночью, относительная влажность воздуха — около 70%, продолжительность фотопериода — 16 ч, температура питательного раствора — 19—20° С. Освещенность в камерах поддерживалась на уровне 30 клк. Камеры «корневого давления» (рисунок) через эластичную резиновую мембрану позволяют передавать гидростатическое давление на субстрат, находящийся в объеме (4500 см<sup>3</sup>) внутренней резино-

вой части камеры. Регулируя напор воды, можно менять давление субстрата на корни, столоны и клубни картофеля в объеме камеры. В качестве субстрата использовали стеклянные гранулы диаметром 1-2 мм. В этих условиях сопротивление росту в длину и ширин) испытывали корпи диаметром более 1 мм, столоны и клубни картофеля. Питательный раствор (полная смесь Кюппа) в среду корнеобитания подавали с помощью гидропоники. Замену раствора проводили раз в неделю. Раствор через сосуды прокачивали электронасосом по схеме: 15 мин подача раствора, 15 мин сток. Регулировкой обеспечивали поступление одинакового количества питательного раствора в каждую камеру. Следовательно, в камерах, различающихся по гидростатическому давлению, корни растений картофеля получали одинаковое количество элементов минерального питания. Путем регулировки выравнивали и обеспеченность корневой системы растений воздухом.

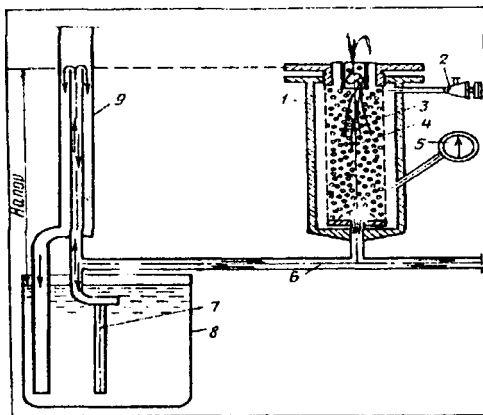


Схема устройства камеры «корневого давления».

1 — камера, 2 — вентиль, 3 — резиновая мембрана, 4 — среда корнеобитания, 5 — манометр, 6 — коллектор, 7 — насос, 8 — бак с питательным раствором, 9 — переливной клапан, 10 — камера постоянной температуры и светового режима.

В камерах сразу же после высадки рассады создавали давление по следующей схеме: 1 — давление корнеобитаемой среды («сила» субстрата) отсутствует — контроль; 2 — давление корнеобитаемой среды 75 кПа; 3 — давление корнеобитаемой среды 150 кПа. При этом твердость субстрата по вариантам опыта составляла 10, 20 и 30 кг/см<sup>2</sup>, что в полевых условиях соответствует плотности примерно 1,1, 1,3, 1,5 г/см<sup>3</sup>. Указанное давление в камерах поддерживали до уборки урожая. Всего в опыте 15 камер, повторность 5-кратная. Для получения рассады маточные клубни картофеля проращивали под рамкой с люминесцентными лампами до образования побегов длиной 5–6 см. Освещенность — 7 клк, температура 18° С. Проростки, образовавшиеся из верхней почки клубня, отделяли от материнского клубня и высаживали в субстрат камеры «корневого давления».

В опытах определяли: интенсивность фотосинтеза и дыхания с помощью газоанализатора ГИП-10 МБ2А, площадь листьев с помощью фотопланиметра Лайкор 3100, концентрацию клеточного сока полевым рефрактометром, прохождение фенофаз, структуру урожая, массу, объем и ряд других параметров корневой системы.

#### Результаты

**Прохождение фенофаз.** Ухудшение условий среда корнеобитания при наложении гидростатического давления ускоряло наступление фенофаз растений и сокращало

межфазные периоды (табл. 1). Если период от посадки до отмирания ботвы в контрольном варианте (без давления) составил 62 дня, то при давлении в камерах 150 кПа — на педелью меньше, 55 дней. Причем наибольшее сокращение межфазных периодов имело место в периодах: посадка — бутонизация — 2,5 дня, цветение — начало отмирания ботвы — 3 дня. Ускорение прохождения фенофаз у картофеля имеет место и в полевых условиях при действии других неблагоприятных абиотических факторов, нарушении агротехники, что приводит к снижению продуктивности посадок.

Таблица 1

**Влияние давления к зоне корнеобитания на длительность межфазных периодов (дни) растений (среднее по 2 опытам. 1 растение)**

Межфазный период	Давление на субстрат в камерах, кПа		
	контроль	75	150
Посадка — бутонизация	34.5	32.0	32.0
Бутонизация — цветение	7.5	6.5	6.0
Цветение — начало отмирания ботвы	20.0	19.5	17.0
Посадка — начало отмирания ботвы	62.0	58.0	55.0

НСР<sub>05</sub> — 0.89

**Линейный рост и формирование поверхности листьев.** Линейный рост растений продолжался до цветения. При некотором ускорении прохождения фенофаз наблю-

далось отставание подопытных растений, особенно в варианте с давлением на корнеобитаемый субстрат 150 кПа, от контрольных в линейном росте и формировании листовой поверхности (табл. 2). Если на 30-й день после посадки различия в высоте растений между растениями контроля и вариантов с давлением 75 и 150 кПа составили лишь соответственно 3,4 и 4,8 см, то в период цветения 9,3 и 16 см. Именно в фазы бутонизации и цветения растений происходит активное образование столонов и клубней; в условиях опыта в камерах с давлением значительно возросло сопротивление росту как корней, так и клубней со стороны субстрата. Давление субстрата привело

Т а б л и ц а 2

Динамика линейного роста (см) и площади листьев (см<sup>2</sup>) растений » зависимости от давления в среде корнеобитания (среднее по 2 опытам. 1 растение)

Фаза развития	Давление на субстрат в камерах, кПа		
	контроль	75	150
20 дней после посадки	17.7	18.3	16.9
30 дней после посадки	42.7	39.3	37.9
Бутонизация	<u>54.1</u> 1126	<u>48.5</u> 943	<u>43.3</u> 871
Цветение	<u>60.5</u> 1107	<u>51.2</u> 888	<u>43.3</u> 844
Начало отмирания ботвы	<u>57.1</u> 1013	<u>48.4</u> 783	<u>41.5</u> 693

Примечание. В числителе — высота растений. НСР<sub>05</sub> — 1.42; в знаменателе — площадь листьев. НСР<sub>05</sub> — 13,26.

к уменьшению листовой поверхности растений. В фазу бутонизации в камерах без давления растения имели поверхность листьев 1126 см<sup>2</sup>, в камерах с давлением субстрата 75 кПа — 943 см<sup>2</sup>, с давлением 150 кПа — 871 см<sup>2</sup>, т. е. по сравнению с растениями контроля соответственно меньше на 16 и 23%, а в период засыхания ботвы - на 23 и 32%.

Следует отметить, что отмирание ботвы в вариантах с давлением на субстрат проходило быстрее. Это можно объяснить интенсивной реутилизацией органических веществ из стареющих листьев и стеблей, которые используются не только для отложения в запас в формирующиеся клубни, но и па физический рост этих клубней, увеличение их объема, что требует значительных энергетических затрат, особенно в среде с невысокой порозностью и сильным давлением корнеобитаемой среды (варианты с давлением 75 и 150 кПа).

**Формирование корневой системы.** Конструкция камер корневого давления позволяет контролировать прирост объема подземной части растений (корней, столонов и клубней) в период вегетации. Зная первоначальный (при закладке опыта и наложении внешнего гидростатического давления) объем пор (порозности субстрата), измеряя в последующем порозность в динамике путем учета объема раствора, заполняющего незанятые корнями и другими частями растений поры, можно определить объем подземной части растений (табл. 3). В условиях опыта наиболее интенсивно увеличивался объем подземной части

Т а б л и ц а 3

Динамика объема (см<sup>3</sup>) подземной части растением (корней, столонов, клубней) и освоения сю морозного объема субстрата (%) при действии давления

(среднее по 2 опытам. 1 растение)

Фаза развития	Давление на субстрат в камерах, кПа		
	контроль	75	150
20 дней после посадки	<u>59,7</u> 10,1	<u>52,6</u> 9,0	<u>41,4</u> 7,3
Бутонизация	<u>115,1</u> 19,5	<u>93,5</u> 16,1	<u>65,3</u> 11,5
Цветение	<u>143,7</u> 24,4	<u>117,1</u> 20,1	<u>83,3</u> 14,7
Начало отмирания ботвы	<u>167,5</u> 28,4	<u>137,3</u> 23,4	<u>93,7</u> 16,5
Период уборки	729,8	493,8	209,3

П р и м е ч а н и е. В числителе — объем подземной части растений, НСР<sub>05</sub> — 8,63; в знаменателе — освоение порозного объема субстрата. НСР<sub>05</sub> — 0,51.

(главным образом корней) растений до бутонизации. Причем в первые 20 дней после посадки во всех вариантах опыта, в том числе и при наложении давления в камерах, прирост корней был максимальный по сравнению с уровнем в другие периоды онтогенеза: у растений в контрольных камерах — 59,7 см<sup>3</sup> при давлении в камере 75 кПа — 52,6 см<sup>3</sup>, 150 кПа — 41,4 см<sup>3</sup>. Следовательно, в данный период растущие корни уже испытывали противодействие («силу») субстрата. В последующий период — до бутонизации — противодействие субстрата росту корней еще более увеличилось, очевидно, в связи с утолщением корней, образовавшихся ранее. Так, прирост объема

корней в камерах с давлением 75 кПа составил 40,9 см<sup>3</sup>, с давлением 150 кПа — только 23,9 см<sup>3</sup>, или соответственно 74 и 43% к контролю.

Следует отметить, что к фазе бутонизации формируется основная масса корневой системы картофеля, а последующее увеличение объема подземных частей растений в период от бутонизации до цветения происходит в основном за счет образования столонов, а позже — за счет развивающихся клубней. В условиях эксперимента общая исходная порозность (объем в см<sup>3</sup>) в контрольных камерах составила 590 см<sup>3</sup>, в камерах с давлением 75 кПа — 582 см<sup>3</sup>, 150 кПа — 567 см<sup>3</sup>. Данные табл. 3 показывают значительное отставание как во времени, так и по абсолютной величине в освоении порозного объема корнями и другими подземными частями растений вариантов с давлением по сравнению с контролем. Уже к фазе цветения практически все доступные для корней по диаметру поры субстрата были заполнены корнями. Избыточное давление субстрата, очевидно, препятствовало раздвиганию корнями частиц (шариков) субстрата, затрудняя удлинение корней и их латеральный рост, рост корневых окончаний. Последующее образование клубней могло проходить только за счет раздвигания частиц субстрата и увеличения объема камеры путем растягивания ее резиновых стенок, па которые действовало внешнее гидростатическое давление разной «силы». Общий объем подземных частей растений (корней, столонов и клубней)

ко времени уборки и контрольном варианте составил 729,8 см<sup>3</sup> а при наложении давления в 75 и 150 кПа — соответственно 493,8 и 209,3 см<sup>3</sup>. Причем прирост объема в период от цветения до уборки практически проходил только за счет новообразования и увеличения объема клубней.

По методике, изложенной А.С. Образцовым [10], определяли динамику поверхности корневой системы растений (табл. 4): в фазу цветения она составила в контрольном варианте 9,8 м<sup>2</sup>, при давлении в камерах 75 кПа — 8,0 м<sup>2</sup>, 150 кПа — 5,8 м<sup>2</sup>. Соответственно по этим вариантам на 1 м<sup>2</sup> листовой поверхности в данную фазу приходилось 8,9 м<sup>2</sup>, 9,0 и 6,9 м<sup>2</sup> площади корней. Важно отметить, что в большинстве фаз развития картофеля большая обеспеченность площадью листьев единицы поверхности корня наблюдалась при максимальном уплотнении субстрата. Так, в фазу бутонизации на 1 м<sup>2</sup> поверхности корня в контрольных сосудах приходилось 0,143 м<sup>2</sup> поверхности листьев, а при давлении 150 кПа — 0,197 м<sup>2</sup>. Можно предположить, что указанная зависимость — это способ адаптации к неблагоприятным условиям роста и метаболизма корневой системы картофеля в условиях корневого пресса.

**Фотосинтетическая и дыхательная активность.** В период от посадки до уборки картофеля фотосинтетический потенциал растения по вариантам составил: в контроле — 49342 см<sup>2</sup>·дн, в вариантах с давлением 75 кПа — 37651, а 150 кПа — 32465 см<sup>2</sup>·дн; чистая продуктивность фотосин-

Т а б л и ц а 4

**Динамика поверхности корневой системы (м<sup>2</sup>) растений**  
(среднее по 2 опытам. 1 растение)

Фаза развития	Давление на субстрат в камерах. кПа		
	контроль	75	150
20 дней после посадки	4,1	3,6	2,8
Бутонизация	7,8	6,4	4,4
Цветение	9,8	8,0	5,8

теза растения в среднем за период вегетации — соответственно 3,1 мг/см<sup>2</sup>, 2,8 и всего 1,4 мг/см<sup>2</sup>, т. е. была вдвое ниже, чем в контроле. Чистая продуктивность фотосинтеза является результирующим показателем процессов фотосинтеза, дыхания и роста растений. В литературе имеются данные о повышении интенсивности фотосинтеза и дыхания для компенсации энергозатрат, связанных с преодолением отрицательного действия стрессоров. Подобные данные получены и нами. В условиях камер корневого давления увеличение давления субстрата приводило к некоторой интенсификации фотосинтеза и дыхания при одновременном снижении ростовых процессов. Достоверные различия в интенсивности фотосинтеза и дыхания имели место в период начала клубнеобразования (в фазы бутонизации и цветения), когда интенсивно росли столоны, произошло «стартовое» увеличение объема клубней. В среднем по 2 опытам в фазу цветения интенсивность фотосинтеза у растений картофеля в контроле составила 6,6 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>·ч, при давлении

75 кПа — 7,3, 150 кПа — 7,8 мг/дм<sup>2</sup>·ч. Максимальная интенсивность дыхания листьев также отмечена в вариантах с давлением (табл. 5). Очевидно, что образовавшиеся в процессе фотосинтеза фотоассимиляты затрачивались растением не на накопление сухого вещества и рост, а на преодоление стрессового воздействия среды корнеобитания.

Т а б л и ц а 5

**Влияние уплотнения среды корнеобитания на интенсивность фотосинтеза и темпового дыхания листьев среднего яруса (среднее по 2 опытам, мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>·ч)**

Фаза развития	Давление на субстрат в камерах, кПа		
	контроль	75	150
Бутонизация	<u>6,3</u>	<u>6,9</u>	<u>7,4</u>
	0,52	0,55	0,59
Цветение	<u>6,6</u>	<u>7,3</u>	<u>7,8</u>
	0,50	0,54	0,58
Начало отмирания ботвы	<u>4,3</u>	<u>4,6</u>	<u>4,8</u>
	0,38	0,40	0,40

**П р и м е ч а н и е.** В числителе — интенсивность фотосинтеза. НСР<sub>05</sub> — 0,44; в знаменателе — интенсивность дыхания. НСР<sub>05</sub> — 0,06.

При проведении экспериментов в эти же фазы картофеля моделировали разуплотнение и уплотнение среды корнеобитания путем сброса или наложения гидростатического давления в камерах с одновременной регистрацией интенсивности фотосинтеза. Повышение давления в корнеобитаемом субстрате камер с 75 до 150 кПа, а также со 150 до 250 кПа приводило к увеличению интенсивности фотосинтеза: в первом случае — с 7,15 до 7,9 мг

СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>·ч, во втором — с 7,4 до 8,2 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>·ч. При возвращении давления в камерах 75 кПа интенсивность фотосинтеза снижалась до 7,3 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>·ч, т. е. практически до исходного уровня. В камерах же с исходным давлением 150 кПа сброс давления с 250 до 150 кПа приводил к снижению интенсивности фотосинтеза с 7,3 до 6,5 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>·ч. В камерах, где давление на субстрат снижалось до уровня контроля, имело место заметное снижение интенсивности фотосинтеза — с 4,8 до 4,55 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>·ч. Последующее повышение давления в камере до первоначального 150 кПа способствовало росту интенсивности фотосинтеза до исходного уровня — 4,9 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>·ч. Указанные изменения фотосинтеза свидетельствуют о быстрой реакции фотосинтетического аппарата на изменения условий давления в корнеобитаемой среде. Полученные в экспериментах данные позволяют заключить, что на сдавливание корней растения картофеля реагировали интенсификацией фотосинтеза, а при разуплотнении среды корнеобитания интенсивность фотосинтеза снижалась.

**Клубнеобразование.** При наложении давления увеличилось количество завязавшихся клубней (табл. 6) с 14 шт. в контроле до 23 шт. при давлении 150 кПа, но одновременно снизилась их масса. В среднем по 2 опытам масса одного клубня в контроле составила 40,2 г, при давлении 75 кПа — 15,5 г, 150 кПа — всего 5,1 г. В варианте с максимальным давлением образовались только очень мелкие, деформированные и угловатые клубни, имело место

образование «воздушных» клубней в пазухах нижних листьев, клубни достигали размера до 2 см в диаметре. Это можно объяснить тем, что в условиях сопротивления росту столонов и образованию на них клубней, при наличии достаточного количества фотоассимилятов растение «создавало» емкости для отложения в запас фотоассимилятов в надземной части растений. Подобные явления иногда наблюдаются в переувлажненной или уплотненной почве на производственных полях, особенно на тяжелых почвах. Образование «воздушных» клубней можно рассматривать как один из способов адаптации растений, сохранения возможности для вегетативного размножения в последующий год.

**Структурно - морфологические признаки.** Анализируя данные табл. 6, следует отметить снижение по мере увеличения давления

в камерах всех основных характеристик растений: сухой массы листьев, стеблей, корней, клубней и всего растения. Однако относительная структура растений менялась иначе. При повышении давления в структуре растений увеличилась доля листьев с 20 до 31 %, стеблей — с 5 до 9,6%, незначительно снизилось участие корней — с 2,8 до 2,3%. Особенно значительно уменьшилась доля клубней в общей биомассе растений — с 73,3 до 49,7%. В целом доля надземных частей (органов) растений картофеля при давлении 150 кПа возросла с 25 до 40% при снижении доли подземных органов, развивающихся в условиях, препятствующих росту, с 75 до 59%. Во всех этих изменениях проявляются адаптивные реакции растений картофеля в созданных в условиях опытов избыточных давлении на корнеобитаемую среду. При завершающем учете

**Т а б л и ц а 6**

**Биометрические показатели растения картофеля при учете урожая**  
(среднее по 2 опытам)

Показатель	Давление на субстрат в камерах. кПа			НСР <sup>05</sup>
	контроль	75	150	
Сухая масса растения. г	153,4	106,2	46,5	10,79
в т. ч. листья	31,1	26,6	14,6	1,47
стебли	7,49	5,34	4,47	0,27
корни	4,31	2,80	2,31	0,22
клубни	112,5	71,3	23,1	6,48
Число клубней. шт.	14	23	23	3,10
Масса сырых клубней, г	562,3	356,5	115,6	49,26
Концентрация клеточного сока клубней. %	4,9	7,4	8,0	0,89
Число столонов. шт.	25	33	35	2,31
Объем корней, мл	47,7	28,0	16,6	11,03
Длина корней, см	36,7	25,0	22,1	4,25
Толщина корней I порядка, мм:				
основание	2,44	1,96	0,96	—
середина	2,62	1,66	0,7	—
конец	2,16	1,0	0,57	



в среднем по 2 опытам в сосудах контрольного варианта масса клубней с одного растения картофеля составила 562,3 г, при давлении 75 кПа — 356, 5 г, 150 кПа — всего 115,6 г, или в 5 раз меньше, чем в контроле. При подобной продуктивности растений в полевых условиях при плотности посадки 55 тыс. растений на 1 га урожайность картофеля в контроле составила бы 30,9 т/га, а в варианте с максимальным давлением, максимальной «силы» корнеобитаемого субстрата — всего 6,36 г/га.

### Заключение

Исследования позволили в модельном эксперименте (в камерах корневого давления) создать условия, в которых корнеобитаемая среда оказывала определенное сопротивление росту подземных частей растений картофеля (корней, столонов, клубней); уровень давления имитировал условия почвы при плотности примерно: в контроле — 1,1—1,2 г/см<sup>3</sup>, при давлении 75 кПа — 1,3—1,4 г/см<sup>3</sup>, 150 кПа — 1,5—1,6 г/см<sup>3</sup>. Причем в опыте при гидропонной культуре действовала главным образом компонента давления, «сила» субстрата, так как условия минерального питания, водоснабжения и аэрации были аналогичными по вариантам. Поэтому представляется возможным выделить основные адаптивные реакции растений картофеля на давление разного уровня, действующего на протяжении всего онтогенеза растений.

При давлении субстрата на корневую систему у растений ускорились наступление и прохождение фаз, снижалась ростовая функция (линейный рост, повер-

хность листьев). К специфическим следует отнести реакции растений на действие давления, «силы» субстрата, выразившиеся в росте, объеме, массе и локализации корневой системы картофеля в предоставленном объеме корнеобитаемого субстрата (4500 см<sup>3</sup>, диаметр 20 см, высота 50 см). Давление субстрата препятствовало росту корней и их утолщению. При наложении давления 75 кПа и особенно при давлении 150 кПа основная масса корней в сосуде располагалась лишь в слое до 20 см. При давлении 75 кПа единичные корни проникали в нижнюю часть сосуда (камеры) и там интенсивно ветвились, образуя корневой «войлок». Подобное явление мы наблюдали и в полевых условиях на дерново-подзолистой суглинистой почве на границе с плотным подзолом [11].

При наложении давления корням, столонам и клубням картофеля сильно деформировались, поверхность их повторяла рельеф соприкасающихся с клубнем структур субстрата. На концах корней образовывались наплывы, вздутия, выше которых наблюдались очень тонкие корни второго порядка, которые также практически не росли, встречая сильное сопротивление уплотненного давления субстрата.

Следует отметить, что механизм роста корней включает «поиск» достаточно крупных пор (крупнее диаметра корня) и рост за счет раздвигания частиц субстрата в результате гидростатического давления, развиваемого клетками растущей зоны корня. Естественно предположить, что при наложении давления раздвигание частиц (гранул) субстрата для роста корня требовало значительных

энергетических затрат. Это отчасти подтверждается полученными нами данными об интенсивности фотосинтеза и дыхания растений картофеля на вариантах с повышенным давлением, повышенной «силой» субстрата. Сопротивление росту особенно испытывали растущие клубни картофеля. Общая масса клубней у растений резко снижалась при одновременном увеличении числа мелких клубней. По нашему мнению, увеличение количества (числа) столонов, их значительная редукция, увеличение числа клубней при крайне низкой их массе — это специфические адаптивные реакции растения картофеля на увеличение сопротивления росту клубней со стороны «сильного» субстрата. В крайних ситуациях функция клубнеобразования реализуется за счет образования «воздушных» клубней.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Барбер С. А.* Биологическая доступность питательных веществ в почве. М.: Агропромиздат, 1988. — 2. *Лархер В.* Экология растений, М.: Мир, 1978. —

3. *Лорха Г.* Картофель. М.: Московский рабочий, 1955. — 4. *Обручева Н. В.* Междунар. симпозиум «Экология корней и ее практическое применение». — Физиол. растений, том. 39, вып. 1, 1992. — 5. *Образцов А. С.* Биологические основы селекции растений. М.: Колос, 1981. — 6. *Писарев Б. А., Ганзип Г. А.* Ранний картофель. М.: Колос, 1973. — 7. Рост и развитие картофеля. Пер. с англ. Под общей ред. и с предисл. В. П. Кирюшина. М.: Колос, 1966. — 8. *Третьяков Н. Н.* Кукуруза в Черноземной зоне. М.: Колос, 1974. — 9. *Третьяков Н. Н., Шевченко В. А.* Использование камер давления для изучения реакции растений на изменение условий среды корнеобитания. — Изв. ТСХА, вып. 6, 1991, с. 204—210. — 10. *Третьяков Н. Н., Шевченко В. А., Сечкин А. Д.* Влияние среды корнеобитания на рост и продуктивность растений кукурузы, ячменя и картофеля. — Изв. ТСХА, 1995, вып. 2, с. 101—117. — 11. Физиологические основы селекции растений. / Под ред. Г. В. Удовенко и В. С. Шевелухи. Санкт-Петербург, ВИР, 1995. *Статья поступила 28 мая 1999 г.*

#### SUMMARY

Results of investigating the effect of pressure, «strength» of root inhabited environment on growth and development of potato plants are presented in the paper. In chambers of «root pressure» soil conditions with density about 1,1—1,2 g/cm<sup>3</sup> (control), 1,3—1,4 g/cm<sup>3</sup> (pressure in chambers is 75 kPa), 1,5—1,6 g/cm<sup>3</sup> (pressure in chambers is 150 kPa) were imitated. Higher pressure reduced growth function of plants, somewhat accelerated development and ageing of plants, decreased weight, volume and surface of root system, promoted formation of surface root system, increased the number of stolons and the amount of tubers with sharp decrease of total productivity. With 75 and 150 kPa pressure on substrate in the chamber the weight of tubers of one plant accounted for 63% and 20% to control respectively. Effect of some increase in intensity of photosynthesis and respiration of plant leaves in experimental variants with decrease in other photosynthetic indicators has been noted.