

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. О. В. КУУСИНЕНА
КАРЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

На правах рукописи

Н. П. БУДЫКИНА

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗАМОРОЗКАМ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ КАРЕЛИИ
СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ**

101 Физиология растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Петрозаводск
1969

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. О. В. КУУСИНЕНА
КАРЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

На правах рукописи

Н. П. БУДЫКИНА

СРАВНИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗАМОРОЗКАМ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ КАРЕЛИИ
СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ

101 Физиология растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Петрозаводск
1969

Работа выполнена в лаборатории физиологии и экологии растений Института биологии Карельского филиала АН СССР в период с 1963 по 1967 год.

Научные руководители — заслуженный деятель Карельской АССР, доктор биологических наук, профессор А. Я. Кокин и старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **С. Н. Дроздов**.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук **Удовенко Г. В.**,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Крашенинников С. М.**

Ведущее учреждение — Ботанический институт им. В. Л. Комарова АН СССР.

Автореферат разослан « *9* » *апреля* 1969 г.

Защита диссертации состоится « *13* » *мая* 1969 г.
на заседании Ученого совета Петрозаводского университета им. О. В. Куусинена (г. Петрозаводск, ул. Лещина, 33).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке.

Ученый секретарь Совета



ВВЕДЕНИЕ

В Карельской АССР вследствие ее географического положения возможно повреждение картофеля заморозками в течение всей его вегетации. Особенно часто картофель подвергается заморозкам на осушенных торфяниках (Толчинский, 1939; Дорожкин, Ровдо, 1949; Барская, 1956; Барская, Кузьмичев, 1957; Эйзен, 1957; Барская и др., 1960; Дроздов и др., 1965), ввиду чего торфяные почвы практически не используются для выращивания картофеля.

Отрицательное влияние повреждающих растения заморозков на продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля, общедоказано (Иванов, 1935; Новиков, 1937; Степанов, 1946, 1948; Заха, 1953; Азаревич, 1955; Буркин, 1955; Язовских, 1955; Герн, 1956; Гончарик, 1956; Shippers, 1958; Вавилова, 1963; Воробьев, 1967).

Заморозки являются главной причиной, препятствующей получению раннего картофеля в республике, так как задерживают посадку весной, а летом затягивают созревание. Повреждение картофеля в летне-осенние месяцы приводит к снижению конечного урожая, тормозит вызревание клубней, что в свою очередь повышает восприимчивость к заболеваниям. В комплексе мероприятий по защите картофеля от действия отрицательных температур ведущее место занимает выведение заморозкоустойчивых сортов, что стало возможным только после завезения из южной Америки и Мексики морозостойких видов этой культуры (Букасов, 1932, 1933, 1934, 1937; Коваленко, 1932; Букасов, Шарина, 1938; Salaman, 1938; и др.). Имевшиеся до этого времени сорта картофеля не отличались по устойчивости ботвы к заморозкам (Новиков, 1937). В последние годы появился ряд работ, указывающих на определенные успехи в решении вопросов заморозкоустойчивости надземной массы картофеля (Зверева, 1945, 1952; Филиппов, 1954; Шубина, 1955; Череева, 1956; Дударь, 1956; Mastenbrock, 1956; Вавилова, 1960 а, б, 1963, 1965; Камераз, 1958; Кисина, 1959; Веселовский, 1963; 1965).

Настоящая работа ставит своей задачей выяснить сравнительную устойчивость к заморозкам перспективных для Карелии сортов и гибридов картофеля.

Исследования были начаты с разработки ряда методических вопросов по оценке заморозкоустойчивости в условиях искусственного замораживания растений, а именно: степень повреждения растений в зависимости от наличия вирусов в скрытой форме, скорости снижения и повышения температуры воздуха в заморозке, длительности промораживания, предварительных заморозков и температуры, при которой снимали переохладение.

Кроме того, в работе изучалось действие на растения кратковременных заморозков, повреждающих ботву и не оставляющих на ней внешних видимых повреждений, изменение заморозкоустойчивости в онтогенезе. Одновременно была предпринята попытка смягчения отрицательного влияния заморозков путем регулирования минерального питания растений.

ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования служили как районированные в Карелии сорта картофеля, так и группа сортов, проходящая в последние 5—7 лет испытание на сортоучастках республики (20 сортов), а также гибриды селекции Всесоюзного института растениеводства им. Н. И. Вавилова, Полярной опытной станции ВИРа и Петрозаводского государственного университета им. О. В. Куусинена, Ленинградского сельскохозяйственного института, Института картофельного хозяйства и Приекульской селекционной станции (70 образцов) и морозостойкие виды *S. punae*, *S. schrefferi*, *S. depexum*, *S. demissum* Lindl., *S. huancabambense*, *S. commersonii* Bitt., *S. megistacrolobum*, *S. semidemissum*.

Семена видов картофеля нам были любезно предложены доктором биологических и сельскохозяйственных наук С. М. Букасовым, клубни — доктором сельскохозяйственных наук И. А. Веселовским, кандидатами сельскохозяйственных наук М. А. Вавиловой, С. М. Крашенинниковым, В. А. Гауером и Д. И. Филипповым, за что приносим всем им свою искреннюю благодарность.

Для изучения сравнительной заморозкоустойчивости ботвы и решения методических вопросов, связанных с процессом замораживания, материал выращивали в вегетационных сосудах типа Митчерлиха на 6 кг песка. В опытах, где изучалось действие заморозков на урожай картофеля, использовали сосуды на 12 кг песка.

Растения во всех опытах, кроме опыта с минеральным питанием, выращивали в проливной культуре: питание вносили одновременно с поливом. Питательным раствором служила видоизмененная смесь Кнопа с добавлением микроэлементов. Кислотность питательного раствора на протяжении всего опыта поддерживалась постоянная, равная 5,5. Периодически, через три—четыре дня вели промывку песка родниковой водой с тем же значением рН.

В опытах с удобрениями изучали действие на устойчивость к заморозкам недостатка одного из элементов минерального питания и его избытка на фоне полных доз двух других элементов. Растения при этом выращивали в вегетационных сосудах типа Митчерлиха на кварцевом песке с подстилающей его гравийной «подушкой». Песок и гравий перед набивкой сосудов промывали 5% HCl, после чего в них обнаруживались лишь следы основных элементов питания. Элементы минерального питания в виде азотнокислого аммония, простого суперфосфата, сернокислого калия и соли микроэлементов вносились при набивке сосудов.

При изучении сравнительной заморозкоустойчивости картофеля растения выращивали из глазков (сорта и гибриды) и семян (виды) по четыре разных образца в сосуде с целью выравнивания микроклимата, особенно в период заморозка. В тех же опытах, где рассматривалось влияние заморозков на продуктивность растений, последние выращивались из целых, пророщенных на свету и откалиброванных по весу и числу ростков, клубней.

Устойчивость к заморозкам изучалась методом прямого замораживания растений в специально построенных холодильных камерах (Дроздов и др., 1966; Хилков, Дроздов, 1968). Искусственные заморозки создавались ночью. Повреждения растений после заморозка отмечали по шкале В. Н. Прокошева (1946) через 1—2 суток.

Параллельно с промораживанием целых растений в холодильной камере определяли устойчивость клеток ко льдообразованию путем промораживания высечек из листьев в термоэлектрическом микрохолодильнике ТЛМ-1-3 при 40-минутной экспозиции по методу В. Я. Александрова и др. (1964) в модификации Н. И. Балагуровой (1967).

Уборка растений проводилась в начале фазы естественного подсыхания ботвы. При уборке учитывался общий и товарный урожай клубней, общее количество и количество товарных клубней, число стеблей, воздушно-сухой вес надземной массы. На второй день после учета урожая в клубнях определяли содержание крахмала в % по удельному весу клубней в солевых растворах (Потапов, 1958).

Фракционный состав азотсодержащих соединений определялся по методике М. И. Смирновой-Иконниковой (1952) в модификации З. Ф. Сычевой и др. (1966).

Изучение вирусного (К, Х, S) поражения растений проводили с помощью серологического метода (Щербакова, 1962). Безвирусный материал сортов Приекульский ранний и Берлинхинген получили из лаборатории вирусологии Всесоюзного института защиты растений, сотрудником которой выражаем сердечную благодарность.

Поражение сортов фитсфторой определялось путем полевых наблюдений (Букасов и Камераз, 1948) и искусственным заражением клубней агрессивной расой 1.3.4 (Веселовский и др., 1963; Петрова, 1965).

Все опыты проведены в 6—10-кратной повторности.

В целях поддержания коллекции сорта и гибриды высаживались в 2-х кратной повторности по десять учетных кустов в каждой. Опыт по динамическому сортоиспытанию проводился на делянках в 4-х кратной повторности по 50 кустов в каждой (Кудрявцева, 1959; Методика исследований по культуре картофеля, 1967). Подготовка почвы и агротехника применялась обычная, принятая для картофеля в условиях КАССР.

Весь цифровой материал обработан по методу вариационной статистики (Константинов, 1955; Рокицкий, 1962). Для определения достоверности разницы средних применялся критерий Стьюдента.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

СТЕПЕНЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ ИСКУССТВЕННЫХ ЗАМОРОЗКАХ В ЗАВИСИМОСТИ

а) От поражения вирусами в скрытой форме и температуры, при которой снимали переохлаждение

При постановке исследований по заморозкоустойчивости картофеля мы, как и ряд других исследователей (Букасов, 1932; Иванов, 1935; Барская, 1957 и др.), столкнулись с фактом большого варьирования экспериментальных данных при оценке степени повреждения растений. Колебания величины повреждения ботвы в заморозке одинаковой силы и продолжительности составляли от 0 до 100% и были отмечены не только для растений, выросших из разных клубней, но и для разных стеблей в пределах одного куста. С. М. Иванов (1935), Ф. В. Реуцкий (1950) и Т. А. Барская (1956) объясняют этот разброс разнокачественностью клубней, Н. С. Чесноков, В. Н. Михайлова (1948) — неоднородностью глазков клубня, Фирбас и Росс (1961) — поражением растений вирусами.

Наши исследования показали, что этот большой индивидуальный разброс данных по заморозкоустойчивости не зависит от местоположения на материнском клубне глазков, из которых выросли отдельные стебли, от поражения растений в скрытой форме вирусами К, Х и S и его нельзя объяснить генетической неоднородностью клубневого материала внутри сортов *S. tuberosum*.

Визуальными наблюдениями за состоянием растений в ходе заморозка установлено, что они в значительной степени отличаются по температуре самопроизвольной кристаллизации воды в их тканях.

Таким образом, покустовое отличие в устойчивости растений внутри одного варианта, достигающее 2—3°C, объясняется разницей во времени наступления самопроизвольной кристаллизации воды и тканях, т. е. различной степенью переохлаждения последних. Поэтому переохлаждение необходимо устранять искусственно в самом начале заморозка. Опрыскивание не дало желаемых результатов, т. к. не устраняло разновременности льдообразования. Нанесение же кристалликов

льда с каплей воды в ходе заморозка на один из листьев каждого самостоятельного стебля снимало переохлаждение, приводило к одновременному замерзанию растений и исключало разброс внутри одного варианта.

б) От скорости снижения температуры в ходе заморозка

Проведенные исследования показали, что при медленном понижении температуры в заморозке со скоростью 1—2° в час надземная масса картофеля имела меньшую величину повреждения в сравнении с вариантом, где замораживание проводилось быстро и снижение температуры до заданной в заморозке протекало в течение нескольких минут.

Результаты наших исследований согласуются с данными других авторов (Самыгин, Матвеева, 1960; Туманов, 1960; Самыгин, 1967). Полученные различия в повреждении растений при быстром и медленном замораживании объясняются разной локализацией кристаллов льда в тканях: при медленном замораживании лед образуется в межклетниках, при быстром — внутри клеток и в межклетниках (Самыгин, Матвеев, 1960, 1967; Туманов, 1960, 1967; Sakai, 1964; Салчева, Самыгин, 1963; Самыгин, 1964, 1966, 1967, 1968).

в) От длительности промораживания

Влияние продолжительности действия минимальной температуры на степень повреждения растений зависит от интенсивности заморозка (табл. 1).

В случае краткосрочного действия отрицательных температур время промораживания тем больше сказывается на степени повреждения растений, чем меньше сила заморозка. Принимая во внимание положение Н. А. Максимова (1913) о том, что степень повреждения растений определяется количеством образовавшегося в их тканях межклеточного льда, при слабом заморозке требуется больше времени для вымерзания из клеток того же количества воды, что и при сильном заморозке. Кроме того, исследованиями Т. М. Захаровой (1926) показано, что чем меньше сила заморозка, тем больше времени требуется для установления внутри ткани температуры, чему препятствует тепло кристаллизации и криогидратные свойства клеточного сока.

**Влияние продолжительности действия
минимальной температуры в заморозке на повреждения
растений картофеля сорта Берлихинген**

Минимальная температура заморозка °С	Время действия	Повреждения ботвы в %	Средний % повреждения
	30 мин.	5 0 2 0 0	1,4
	1 час	15 15 12 10 15	13,4
—1,4	2 часа	25 25 20 20 30	24,0
	3 часа	55 60 65 55 50	57,0
	1 час	80 70 75 75 80 70	75,0
—2,4	3 часа	100 100 100 100 100 100	100,0

**г) От скорости оттаивания и температурных условий
после заморозка**

Литературные данные о влиянии скорости оттаивания на величину повреждения растений противоречивы. Мюллер-Тургау (1886), Н. А. Максимов (1908), Вл. В. Скрипчинский (1965), Firbas und Ross (1961, 1962) считают, что скорость оттаивания не сказывается на степени повреждения растений. Дж. Левитт (1941, 1956), Акерман (1963), Яхтенфельд (1946), Ладария (1960) и др. придерживаются противоположной точки зрения.

В наших опытах, проведенных с видами *S. pinnae* и *S. tuberosum* (Берлихинген) показано, что величина повреждения зависит не только от скорости оттаивания, но и от температуры, при которой находятся оттаявшие растения после заморозка. Резкое поднятие температуры воздуха в камере от минимальной до положительной со скоростью $\approx 1,8^{\circ}\text{C}$ в 1 минуту приводило к более значительным повреждениям ботвы, чем постепенное поднятие со скоростью 2° в час. Выдерживание медленно оттаявших растений при комнатной температуре ($+10$ — $+20^{\circ}\text{C}$) сопровождалось большим повреждением ботвы по сравнению

с вариантом, когда такие же растения находились после оттаивания в течение 24 часов при температуре 0 — +5°C. Если же оттаивание замороженных растений проходило быстро, повреждения их были значительными и одинаковыми независимо от условий, при которых они находились после заморозка.

В тех случаях, когда растения получают более значительные повреждения во время быстрого льдообразования или вследствие более продолжительного промораживания, скорость оттаивания и температурные условия после заморозка уже не имеют существенного значения.

д) От предварительных промораживаний

При излучении влияния предварительных промораживаний на степень повреждения картофеля мы выделили два возможных состояния растений в ходе этих заморозков: переохлаждение тканей и образование в них льда. В связи с этим исследовано действие легких переохлаждений и заморозков со льдообразованием в тканях, не приводящем к видимым повреждениям ботвы. Предварительные заморозки, не оставляющие внешних повреждений интенсивностью —3,0°C для растений *S. schreiteri* и —1,8°C для сорта Приекульский ранний проводились за одни и за двое суток перед более сильным заморозком, после которого учитывались повреждения ботвы. Параллельно находили пороговую температуру гибели, промораживая в термоэлектрическом микрохолодильнике высечки из листьев этих же растений.

Выявлено, что действие повторных слабых заморозков на устойчивость растений обусловлено состоянием последних в ходе этих заморозков. Предварительные заморозки с образованием льда в тканях приводили к снижению устойчивости картофеля, причем это снижение больше у двукратно промороженных растений. Слабые переохлаждения растительных тканей повышали степень их заморозкоустойчивости. И это повышение увеличивается в зависимости от кратности переохлаждения растений.

е) От фазы развития растений

Известно сравнительно немного работ, посвященных изучению устойчивости растений картофеля к действию отрицательных температур в онтогенезе. К тому же приводимые в

этих работах показатели заморозкоустойчивости разноречивы. Так В. Н. Степанов (1948) указывает, что температура гибели ботвы, равная — 3°С, остается постоянной на протяжении всего вегетационного периода. О независимости заморозкоустойчивости от фазы развития растений пишут Firbas und Ross (1961, 1962), Dearborn (1963), Ross und Rowe (1965), П. А. Яхтенфельд (1946). Прямо противоположные результаты приводятся в работах В. И. Разумова (1935) и Вл. В. Скрипчинского (1965). Авторами показано, что растения дикого вида *S. pinnae* в фазе всходов устойчивее, чем в фазе цветения или ягодообразования.

Изменения устойчивости картофеля к заморозкам в процессе их онтогенетического развития изучены нами у трех видов — *S. tuberosum* (сорт Приекульский ранний), *S. pinnae* и *S. schreiteri*. Установлено, что устойчивость растений к кратковременному действию отрицательных температур изменяется в процессе вегетации, понижаясь от фазы всходов к фазам цветения и образования ягод. Характер этих изменений одинаков для устойчивых (*S. pinnae*, *S. schreiteri*) и неустойчивого (*S. tuberosum*) к заморозкам видов картофеля.

ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ЗАМОРОЗКОВ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙ КАРТОФЕЛЯ

а) Заморозки, повреждающие ботву

Действие заморозков на картофель изучалось в фазу всходов, бутонизации, цветения и естественного подсыхания ботвы. Опасность ранних заморозков для только что взошедшего картофеля невелика, т. к. на этой фазе развития растения наиболее устойчивы к действию отрицательных температур. К тому же частые ночные понижения температуры в этот период способствуют закаливанию всходов. С нарастанием вегетативной массы и полным формированием картофельного куста возрастает угроза повреждений ботвы поздними весенними заморозками. Установлено, что заморозок в этот период, повреждая ботву, задерживает наступление последующих фаз развития растений, увеличивает кустистость, значительно затягивает созревание. Увеличение кустистости идет за счет интенсивного отрастания боковых стеблей после полной или частичной гибели главного стебля. Сопоставление урожая клубней промороженных и контрольных растений и анализ его

структуры показали, что заморозок, повреждающий ботву в фазу бутонизации более чем на 50%, снижает общий урожай клубней до 20% в основном за счет уменьшения их товарности.

Повреждение заморозком ботвы в эту фазу развития картофеля задерживает формирование урожая, что и приводит к его снижению или полной гибели товарной продукции.

По степени повреждения ботвы заморозком в фазу цветения можно судить о величине потери конечного урожая.

Заморозки, частично повреждающие ботву в конце вегетации растений (подсыхание нижних листьев), не оказывают отрицательного действия на урожай, т. к. накопление пластических веществ, особенно крахмала и сырого протеина, в клубнях наступает значительно раньше (Коваленко, Темкин, 1966; Rowberry, Johnston, 1966).

б) Заморозки, не оставляющие на ботве внешних повреждений

Проведенные исследования показали, что действие не повреждающих надземную массу заморозков на продуктивность картофеля обусловлено состоянием растений в ходе замораживания. Заморозок, в ходе которого растения замерзли, но после оттаивания не имели видимых признаков повреждения, снижает урожай клубней, если его действие наблюдалось в период активного формирования урожая.

Если растения в ходе слабого заморозка находились в состоянии легкого переохлаждения (до $-1,7^{\circ}\text{C}$), то независимо от фазы развития растений урожай оставался на уровне контроля. При усилении заморозка до $-4,5$ — $-5,5^{\circ}\text{C}$ и соответственно глубины переохлаждения тканей отмечено снижение конечного урожая клубней (табл. 2). С целью вскрытия возможных причин уменьшения урожая в результате переохлаждения тканей были поставлены дополнительные опыты, где изучался фракционный состав азотсодержащих соединений. Результаты анализа показали, что ни в ходе заморозка, ни по окончании его, ни в последствии через сутки не происходило усиления протеолиза: содержание воднорастворимых небелковых форм азота, в том числе и аммиака, оставалось на уровне контроля. Таким образом, накопление токсических доз аммиака, которое наблюдали И. И. Размаев и С. Р. Попов (1965) при действии заморозка на растения кукурузы, в нашем случае не имело места. Наиболее вероятной причиной снижения

**Влияние глубины переохлаждения в фазу бутонизации
на урожай клубней картофеля сорта Берлихинген
(8-и кратн. повторность)**

Варианты		Общий урожай клубней г/куст.		Общее число клубней шт.		Содержание крахмала %	
миним. т-ра заморозка	характер заморажив. растений	$M \pm m$	P	$M \pm m$	P	$M \pm m$	P
	Контроль	691.5 ± 11,4		16.0 ± 1,9		14,2 ± 1,8	
-2,0	переохлаждение	683.0 ± 13,9	>0,05	16.4 ± 1,8	>0,05	13.4 ± 0,9	>0,05
-4,5	переохлаждение	600.2 ± 2,7	<0,001	16.5 ± 2,1	>0,05	13.0 ± 1,0	>0,05

урожаю клубней при действии переохлаждения ($-4,5$ — $-5,5^{\circ}\text{C}$) на растения в период бутонизации может быть нарушение процесса фотосинтеза. Изменения в структуре хлоропластов при переохлаждении тканей картофеля, выражающиеся в их разбухании (Балагурова, 1968), уменьшении содержания белка в них, в снижении извлекаемости пигментов (Нюппиева, 1967, 1968) говорят о нарушении фотосинтетического аппарата. Возможно, происходит разобщение фотофосфорилирования и транспорта электронов, о чем свидетельствует стимулирование реакции Хилла (Нюппиева, 1968). Эти изменения могут быть необратимы при значительном переохлаждении растений и приводят к фотоокислению хлорофилла, за что говорит появление небольших осветленных пятен на верхней поверхности отдельных листьев картофельного куста через несколько суток после заморозка.

Таким образом, проведенными исследованиями показано, что отсутствие внешне видимых повреждений растений еще не говорит, что заморозок прошел бесследно. Его влияние проявляется впоследствии и обусловлено состоянием растений в ходе замораживания.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЗАМОРОЗКОУСТОЙЧИВОСТЬ БОТВЫ И УРОЖАЙ КАРТОФЕЛЯ

Проведены исследования по влиянию недостатка ($1/4$ от нормы) и избытка (2 нормы) одного из трех элементов минерального питания на фоне полных доз двух других на устойчивость к заморозкам надземной массы картофеля. Вариант, в который вносилось по 1 г действующего начала азота, фосфора и калия был принят за контроль. Заморозкам интенсивностью $-2,3$ и $-2,4^{\circ}\text{C}$ растения подвергались в начале фазы бутонизации.

Установлено, что снижение дозы азота и калия не оказывает заметного влияния на устойчивость картофеля к заморозку. Отрицательное действие заморозка усиливалось при уменьшении дозы фосфора. Применение повышенных доз элементов минерального питания показало, что удвоение дозы калийных удобрений по фону полных доз двух других элементов приводит к резкому увеличению заморозкоустойчивости ботвы. Влияние повышенной дозы азотных удобрений на заморозкоустойчивость растений зависит от рН питательного

раствора (табл. 3). При кислом рН питательного раствора увеличение дозы азота усиливает отрицательное действие заморозка, при рН, близком к нейтральному — уменьшает его.

Таблица 3

Влияние азотных удобрений на устойчивость картофеля сорта Берлихинген к заморозку при различном рН питательного раствора

Доза азота по фону фосфор калий	рН питательного раствора	Средний % повреждения ботвы
Одинарная	5,5	46,2
Двойная	5,5	63,9
Одинарная	6,6—7,0	38,0
Двойная	6,6—7,0	27,8

Влияние заморозка на конечный урожай клубней картофеля (рН питательного раствора = 5,5) также зависит от соотношения элементов минерального питания в почве. Действие заморозка на растения, выросшие при недостатке азота (1/4 N PK) привело к наибольшему снижению урожая клубней (38,4%). Урожай клубней у растений картофеля, испытывавших недостаток фосфора (N 1/4 PK) снижен на 25,8%, недостаток калия (N P 1/4K) — на 13,0%, у растений варианта с полной дозой азота, фосфора и калия — на 14,7%. При внесении повышенных доз элементов минерального питания наибольшее снижение конечного урожая (на 42,0%) в результате действия заморозка отмечено в варианте с двойным азотом (2 N PK), в то время, как при внесении двойной дозы фосфора (N 2 PK) или калия (N P 2 K) оно равнялось 14,0% и 15,5% соответственно. В отношении действия повышенных доз фосфора необходимо отметить, что хотя заморозок и незначительно повлиял на урожай растений этого варианта, в абсолютном значении он был наименьшим. Поэтому в отношении картофеля можно говорить об эффективности действия лишь повышенных доз калийных удобрений.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЗАМОРОЗКОУСТОЙЧИВОСТЬ БОТВЫ ВИДОВ, СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ

Сравнительное изучение заморозкоустойчивости ботвы картофеля проводилось в 1963—1967 гг. двумя методами: вегетационным и полевым. Всего было испытано 102 образца. В качестве контроля взяты районированные в Карелии сорта Берлихинген и Приекульский ранний и дикие морозостойкие виды *S. punae*, *S. schreiteri*, *S. demissum*. Критериями оценки служили 1) определение температуры начала повреждений, 2) степень повреждения изучаемых образцов при одинаковых заморозках.

Результаты опытов показали, что находившиеся в изучении сорта картофеля практически не отличаются по устойчивости ботвы. Среди диких видов наиболее устойчивыми были виды группы *Acaulia*, которые располагаются в порядке убывающей устойчивости в следующий ряд: *S. punae*, *S. depexum*, *S. schreiteri*. Виды *S. commersonii* и *S. megistacrolobum* не уступают *S. schreiteri*. Менее устойчив вид *S. huancabambense*, у которого повреждения отмечены при $-2,8^{\circ}\text{C}$. Аналогичные результаты по устойчивости указанных видов картофеля получены и другими исследователями (Букасов, 1932; Веселовский и Кузнецова, 1963; Лехнович, 1965; Скрипчинский, 1965).

Гибриды картофеля характеризовались различной степенью повреждения ботвы, что позволило нам выделить по устойчивости три группы: устойчивые, относительно устойчивые и неустойчивые. В группу устойчивых вошли гибриды селекции ПОВИР, в которых унаследованное свойство устойчивости закреплялось воспитанием пониженными температурами и часто повторяющимися заморозками (Вавилова, 1960).

В целях определения температуры начала повреждений ботвы в разрезе выделенных групп была проведена специальная серия опытов с нарастающей в $0,2$ — $0,3^{\circ}$ интенсивностью заморозков. Исследования показали (табл. 4), что гибриды, отнесенные в группу устойчивых без видимых повреждений выдерживают кратковременные заморозки до $-2,8^{\circ}\text{C}$ и только от заморозков интенсивностью $-3,2$ — $-3,5^{\circ}\text{C}$ имеют повреждения, не превышающие 35%. Относительно устойчивые гибриды без внешних видимых повреждений выдерживают заморозки до $-2,0^{\circ}\text{C}$ и начинают повреждаться при $-2,3$ — $-2,6^{\circ}\text{C}$. Сорта и неустойчивые гибриды повреждаются заморозками в $-2,0^{\circ}\text{C}$. Приведенные температурные пределы не являются

Устойчивость к заморозкам ботвы ряда гибридов картофеля
(фаза бутонизации). 1966 год

Вид, сорт, гибрид	Повреждение ботвы (%) заморозками °С									
	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7	4,0
<i>S. pinnae</i>	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
<i>S. schreiteri</i>	—	—	—	—	0	0	0	0	1	7
<i>S. demissum</i>	—	—	—	—	0	0	0	15	5	25
46-59	—	—	—	—	0	1	12	25	40	60
10-20	—	—	—	—	0	0	20	30	40	50
40-578	—	—	—	—	0	5	15	30	50	60
32-601	—	—	—	—	5	15	30	30	70	—
31-61	—	—	—	—	0	10	20	30	65	60
13-613	—	—	—	—	0	5	15	30	65	80
1-19	—	—	—	—	0	10	20	35	60	70
59-628	—	—	—	—	0	10	30	35	70	80
44-572	0	0	5	15	—	—	—	—	—	—
1-5	5	5	15	25	—	—	—	—	—	—
6-28/536	5	5	35	50	—	—	—	—	—	—
246-552	10	5	40	40	—	—	—	—	—	—
51-571	5	5	40	55	—	—	—	—	—	—
56-605	5	15	30	55	—	—	—	—	—	—
28-612	5	25	35	40	—	—	—	—	—	—
1-611	15	20	35	50	—	—	—	—	—	—
4-618	10	20	40	60	—	—	—	—	—	—
5-5942	10	30	40	50	—	—	—	—	—	—
8-6124	15	20	55	55	—	—	—	—	—	—
316-581	20	20	40	70	—	—	—	—	—	—
11-611	10	20	60	70	—	—	—	—	—	—
7-606	20	30	55	60	—	—	—	—	—	—
Берлихинген	20	30	45	65	50	50	65	80	80	90

для названных групп постоянными, они характеризуют относительную степень устойчивости к заморозкам, т. к. способность растений переносить вредное действие отрицательных температур зависит от фазы развития последних, условий выращивания, характера заморозка и т. д.

Наблюдения за растениями в ходе заморозка показали, что сорта и дикие виды различаются по температуре, при которой наступает образование льда в тканях, что, по-видимому, обусловлено особенностями анатомического строения последних.

ОЦЕНКА СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ И ХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Хозяйственно-биологическая оценка сортов и гибридов картофеля, перспективных для Карелии, проведена в питомнике размножения в течение 4-х вегетационных сезонов. При этом определена скороспелость сортов по наступлению фаз развития и на основании динамических копок, приведены данные урожая и содержания крахмала в клубнях в сравнении с районированными сортами.

По урожаю клубней, их форме, компактности гнезда и скороспелости заслуживают внимания гибриды под номерами: 246-552, 9-543, 59-628, 51-571, 11-611, 5-5942, 7-606, 6-28/536, 56-605. Гибрид 59-628 к тому же характеризуется повышенной заморозкоустойчивостью ботвы. Гибриды 51-571, 9-543, 246-552, 56-605 и 6-28/536 по устойчивости к заморозкам относятся к группе относительно устойчивых.

Изучение отношения сортов и гибридов картофеля к фитофторе *Phyt. infestans de Vary* показало, что относительной полевой устойчивостью к данному заболеванию обладают сорта Изстадес, Петровский, Веселовский, Сиверский и Олев, из гибридов — 8860.14, V-5-4, V-9-1, V1-1-1, V-19-2, V-5-8, V-15-2, V11-2-2 и 10-20. При искусственном заражении расой 1.3.4 относительно устойчивыми клубнями характеризовались сорт Олев и гибриды 9547.31, ВИР-4-752.

В результате изучения коллекции картофеля выделены образцы, представляющие интерес для условий Карелии как раннеспелые и относительно устойчивые к заморозкам, и в течение 2-х лет проведено динамическое сортоиспытание их.

В.Ы В О Д Ы

1. Испытание гибридов картофеля на устойчивость их ботвы к заморозкам в контролируемых условиях вне зависимости от погоды позволит ускорить выявление лучших образцов на ранних этапах селекции.

2. Находившиеся в изучении сорта картофеля не различаются между собой по заморозкоустойчивости ботвы и начинают повреждаться заморозками $-2,0^{\circ}\text{C}$.

3. Гибриды картофеля обладают различной устойчивостью ботвы к кратковременному действию отрицательных температур, что позволило разделить их по заморозкоустойчивости на три группы: устойчивые, относительно устойчивые и неустойчивые.

Устойчивые гибриды без видимых повреждений выдерживают заморозки до $-2,8^{\circ}\text{C}$ и только от заморозков интенсивностью $-3,2$, $-3,5^{\circ}\text{C}$ имеют на листьях повреждения в виде отдельных пятен. Относительно устойчивые гибриды без видимых повреждений выдерживают заморозки до $-2,0^{\circ}\text{C}$ и начинают повреждаться заморозками силой $-2,3$; $-2,6^{\circ}\text{C}$. Неустойчивые гибриды начинают повреждаться при заморозках $-2,0^{\circ}\text{C}$.

4. Заморозкоустойчивость ботвы картофеля не зависит от местоположения на материнском клубне глазков, из которых выросли отдельные стебли, и поражения растений вирусами в скрытой форме. В то же время в условиях искусственного заморозка имеет место переохлаждение (до -4 — -7°C), которое приводит к значительному индивидуальному разбросу повреждения растений при естественном льдообразовании.

5. Величина повреждения ботвы картофеля зависит от интенсивности и продолжительности заморозка, характера льдообразования, хода оттаивания и условий оправления растений после заморозка.

6. Устойчивость картофеля к заморозкам в пределах генотипа зависит от фазы развития растений.

7. Отрицательное действие заморозка на конечный урожай клубней картофеля имеет место не только при наличии внешних повреждений ботвы, но и в отсутствии их.

Переохлаждение тканей картофельного куста до $-4,5$ — $-5,5^{\circ}\text{C}$ приводит к снижению урожая клубней.

Слабые заморозки, в ходе которых растения замерзают, но после оттаивания не имеют повреждений ботвы, снижают урожай клубней, если их действию растения подверглись в период активной вегетации.

Повреждающие ботву картофеля заморозки задерживают наступление последующих фаз развития растений, увеличивают кустистость за счет интенсивного отрастания боковых стеблей, значительно затягивают созревание, отрицательно сказываются на урожае клубней.

Степень влияния повреждающих ботву заморозков на урожай клубней зависит от фазы развития растений в момент действия заморозков. Наиболее опасны заморозки во время цветения картофеля.

8. Устойчивость растений картофеля зависит от соотношения в почве основных элементов минерального питания. Недостаток в питательной среде фосфора приводит к резкому усилению повреждения ботвы; увеличение дозы калия повышает заморозкоустойчивость картофеля и смягчает отрицательное действие заморозка на урожай клубней.

Влияние повышенной дозы азота на заморозкоустойчивость растений картофеля связано с величиной рН питательного раствора. При рН близком к нейтральному азот повышает устойчивость, при кислой реакции среды, равной 5,5 — снижает.

9. Из изученных сортов и гибридов картофеля сельскохозяйственному производству республики можно рекомендовать следующие: гибрид 59-628, выведенный М. А. Вавиловой на Полярной опытной станции ВИРа, сочетающий в себе повышенную заморозкоустойчивость ботвы, урожайность, компактность гнезда, хорошую выровненность клубней; гибриды 56-605, 246-552, 6-28/536, 4-618, 7-606 селекции М. А. Вавиловой и С. М. Крашенинникова — как раннеспелые, имеющие больший по сравнению со стандартом процент крахмала и урожай клубней с хорошими вкусовыми качествами; гибрид 246-552 и сорт Веселовский как относительно устойчивые к фитофторе и урожайные.

Гибриды 31-61, 13-613, 46-59, имеющие устойчивую к заморозкам ботву, и гибрид ВИР-4-752, не поражающийся фитофторой, представляют интерес для дальнейшей селекционной работы.

Диссертация изложена на 215 страницах машинописного текста, иллюстрирована 59 таблицами, 10 графиками, 18 рисунками и фотографиями, состоит из введения, литературного обзора, пяти глав экспериментальной части и выводов.

Список использованной литературы включает 330 источников, в том числе 68 работ зарубежных авторов.

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Дроздов С. Н., Барская Т. А., Ильина И. В., Будыкина Н. П., Нюппиева К. А., Упорова Т. П. К вопросу об устойчивости к заморозкам межвидовых гибридов и культурных сортов картофеля. Тезисы докладов научной конференции по итогам работ Института биологии Петрозаводского государственного университета за 1963 год, Петрозаводск, 1964.
2. Дроздов С. Н., Будыкина Н. П., Упорова Т. П. Сравнительная заморозкоустойчивость ботвы некоторых сортов и гибридов картофеля. Тезисы докладов научной конференции Института биологии, Петрозаводск, 1965.
3. Будыкина Н. П., Упорова Т. П. Устойчивость картофеля к заморозкам в различные фазы развития растений. Тезисы докладов конференции Института биологии по итогам работы за 1965 г., Петрозаводск, 1966.
4. Будыкина Н. П. Влияние характера заморозка на устойчивость ботвы картофеля. Тезисы докладов Института биологии по итогам работы за 1965 г., Петрозаводск, 1966.
5. Дроздов С. Н., Будыкина Н. П. К методике изучения заморозкоустойчивости ботвы картофеля. «Вопросы животноводства и растениеводства в Карелии». Ученые записки Петрозаводского государственного университета им. О. В. Куусинена, т. XIV, вып. 3, Петрозаводск, 1966.
6. Будыкина Н. П. Влияние кратковременных заморозков на рост, развитие и урожай картофеля. Тезисы докладов научной конференции Института биологии, посвященной 50-летию Советской власти, Петрозаводск, 1967.
7. Будыкина Н. П. Влияние глубокого переохлаждения на урожай клубней картофеля. Тезисы докладов конференции молодых биологов Карелии, Петрозаводск, 1968.

8. Будыкина Н. П., Дроздов С. Н. Заморозкоустойчивость картофеля. Сборник «Наука—производству», Петрозаводск, 1969.

9. Дроздов С. Н., Сычева З. Ф., Будыкина Н. П., Балагурова Н. И., Холопцева Н. П., Кучко Л. А. К методике изучения заморозкоустойчивости полевых культур. «Устойчивость растений к низким положительным температурам и заморозкам и пути ее повышения». Сибирский институт физиологии и биохимии растений, «Наука», II квартал 1969 (в печати).

10. Будыкина Н. П., Комулайнен А. А., Кучко Л. А., Холопцева Н. П. Сравнительная заморозкоустойчивость полевых культур «Устойчивость растений к низким положительным температурам и заморозкам и пути ее повышения». Сибирский институт физиологии и биохимии растений, «Наука», II квартал 1969 (в печати).

11. Дроздов С. Н., Будыкина Н. П. Заморозкоустойчивость ботвы различных сортов и гибридов картофеля. Сборник ИКХ (в печати).

Материалы диссертации докладывались:

— на симпозиуме по влиянию низких температур почвы и заморозков на растения (Иркутск, 1966);

— на конференции молодых биологов Карелии (Петрозаводск, 1968);

— на научных отчетных годовых конференциях Института биологии (Петрозаводск, 1964, 1965, 1966, 1967).