

УДК 633.491:631.53.01:631.811.1

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ, ВЫРАЩЕННОГО ИЗ КЛУБНЕЙ РАЗНОЙ МАССЫ

В.П. МУХИН, Е.О. ГУЦИНА

(Кафедра применения изотопов и радиации в сельском хозяйстве)

В рамках проведения 2-факторного мелкоделяночного опыта с картофелем сорта Эффект (фактор А — масса посадочных клубней, фактор В — уровень азотного питания) установлено наличие различной реакции растений на дозы азота в зависимости от массы клубней. Эти различия выражались в изменении урожая, а также ряда структурных показателей (числа клубней на 1 куст и средней массы 1 клубня). Не выявлено влияния изучаемых факторов на большинство качественных показателей урожая (содержание в клубнях сухого вещества, крахмала, белка, витамина С). Содержание нитратов в клубнях во всех вариантах не превышало ПДК и было несколько выше в варианте с мелкосемянной фракцией.

Вопросам, связанным с качеством посадочного материала и нормами внесения минеральных удобрений, в практике картофелеводства уделялось и уделяется достаточно много внимания. В этом отношении можно сослаться на широко известные монографии по картофелеводству, где обязательно есть разделы, посвященные минеральному питанию растений и подготовке посадочных клубней [6—9, 12, 18, 21, 23]. Однако возможна постановка вопроса и в другой плоскости: как реагируют на те или иные факторы вегетативно размножаемые

растения, выращенные из разнокачественного посадочного материала. Следует отметить, что этому аспекту (внутрисортовым разнокачественным фракциям) посвящено сравнительно мало работ. И если по репродуктивно размножающимся культурам есть хоть какие-то сведения, то по вегетативно размножаемому обнаружить их пока не удалось. Имеется в виду не сам факт существования разнокачественности вегетативно размножаемого посадочного материала (он достаточно хорошо освещен и проработан морфобиологами), а то, что в при-

кладном плане на этой разнокачественности практически не акцентируется внимание.

У репродуктивно размножаемых культур обычно различают 3 категории разнокачественности семян: генетическую, материнскую, или матрикальную, и экологическую. Генетическая разнокачественность возникает благодаря соединению наследственно неравнозначных гамет родительских форм и множественности оплодотворения, материнская — является следствием различий по местонахождению семян на материнском растении, т.е. неодинаковых условий развития; экологическая — результат взаимодействия развивающегося семени с условиями внешней среды. Все 3 формы разнокачественности взаимосвязаны. Когда речь идет о вегетативно размножаемых растениях, то, естественно, имеют место 2 последние категории. Анализ данных по зерновым культурам показывает, что внутри сорта различия между отдельными группами семян, как правило, значительно больше, чем средневзвешенные различия между сортами практически по любым признакам. Полученные результаты по этим культурам имеют не только сугубо научное, но и важное прикладное значение, например, в случае использования ионизирующей радиации при воздействии на семена с целью получения стимуляционного эффекта, а также в случае применения гербицидов [3, 8—12]. Как ни странно, большинство исследователей не уделяют должного внимания популяционной разнокачественнос-

ти посадочного материала в плане ее практического использования. Вместе с тем анализ литературных данных позволяет с большой долей уверенности говорить о том, что реакция у разных групп семян в популяции одного и того же сорта на разный агрофон может быть существенно различной [14].

Что касается растений, размножаемых вегетативным путем, то здесь, насколько нам известно, реакция растений на разный агрофон в аспекте разнокачественности вообще никем не рассматривалась. В то же время общие предпосылки существования большой неоднородности у вегетативно размножаемых растений совершенно очевидны. Посадочные клубни картофеля отличаются не только своими репродукциями, но и крупностью, удельным весом, содержанием крахмала и т.д. На качество клубней как посадочного материала оказывают влияние все факторы выращивания. Если к ним добавить еще и естественную разнокачественность, определяемую местом и временем закладки столонов на материнском растении, то надо полагать, что будущий посадочный материал окажется достаточно гетерогенным не только по внешним физико-механическим показателям, но и по физиолого-биохимическим свойствам. В качестве иллюстрации, видимо, имеет смысл привести хотя бы одну таблицу, свидетельствующую о значительной разнокачественности клубней по содержанию в них крахмала в одном и том же году.

Т а б л и ц а 1

Распределение клубней по содержанию крахмала в пределах одного сорта [1]

| Сорт | Распределение клубней по классам, % | | | | | | |
|--|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 10—13 | 13,1—16 | 16,1—19 | 19,1—22 | 22,1—25 | 25,1—28 | 28,1—31 |
| Лошицкий (поздний) | 0 | 7,8 | 13,5 | 42,6 | 29,4 | 5,4 | 1,3 |
| Форан | 28,6 | 42,3 | 22,4 | 6,7 | — | — | — |
| Агрономи- ческий (средне- ранний) | 20,0 | 15,8 | 34,2 | 17,5 | 8,3 | 3,4 | 0,8 |

¹Эта таблица интересна будет и для узких специалистов-картофелеводов, поскольку даже в монографиях по картофелю почему-то подобные сведения не приводятся, на них как-то мало акцентируется внимание.

Размах варьирования в данном примере ничуть не меньше, чем у зерна пшеницы по белку, о чем уже говорилось выше.

Естественно задать вопрос, будут ли фракции клубней, различающиеся по содержанию крахмала и другим параметрам, различаться по урожайности или по-разному реагировать на те или иные факторы? Каких-либо сведений по данному вопросу в имеющихся литературных источниках найти не удалось. Это, естественно, побудило нас провести первые самостоятельные рекогносцировочные исследования в указанном направлении. За основу был взят хорошо доступный параметр — разделение исходной популяции клубней в пределах сорта по их крупности. Фактором, на который должна была проявиться реакция этих разнокачественных клубней, являлся разный уровень обеспеченности растений азотом.

Методика

Для эксперимента использовали клубни сорта Эффект первой репродукции. Посадочный материал был репродуцирован первоначально во Всероссийском институте картофельного хозяйства (НИИКХ) как элитный, а затем в 1993 г. размножен на полевом участке эколого-биологического центра Московской области и в 1994 г. использован в опыте.

Сорт Эффект относится к группе среднеранних и является одним из наиболее перспективных сортов, созданных селекционерами НИИКХ за последние годы [22]. Это высокоурожайный сорт интенсивного типа с мощным габитусом куста. Особенно следует отметить его очень высокую устойчивость к фитофторе. Как известно, в 1993 г. вследствие неблагоприятных погодных условий в Подмосковье наблюдалось массовое поражение растений фитофторой. Первые признаки поражения

начали проявляться уже 25 июля, а к 10 августа распространение болезни приняло характер массовой эпифитотии. На фоне практически полного поражения других сортов, выращивавшихся на коллекционном участке, борозды, занятые Эффектом, выглядели как зеленый оазис на общем темнобуром фоне. В 1994—1995 гг. сколь-либо значительного поражения посадок картофеля фитопфторой не отмечалось, поэтому говорить о какой-то большей устойчивости Эффекта по сравнению с другими сортами не приходится.

Клубни, использованные в опыте, перед закладкой на хранение в сентябре 1993 г. озеленяли на рассеянном свете в помещении с температурой 10—15°С в течение 20 дней. Затем их хранили в подвале при температуре 2—4°С. За 3 нед до посадки клубни извлекали из подвала на проращивание. К моменту высадки на них образовались короткие, крепкие, зеленые ростки длиной 1,5—2 см. Клубни высаживали по схеме 25 x 70 см 18 мая в заранее нарезанные тракторным орудием борозды. Агротехника ухода за посадками была общепринятой для картофеля. Урожай убирали в I декаде сентября при полном естественном увядании ботвы. Предшественник — картофель.

Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая средней степени окультуренности, характеризуется следующими агрохимическими показателями: $pH_{\text{вод}}$ — 6,8—7,0, содержание гумуса — 2,8—3,2%, K_2O — 350—450, P_2O_5 — 350—450 мг/кг, аммиачного азота — 35—45, нитратного —

25—35 мг/кг. Из приведенных данных видно, что по содержанию фосфора и калия почва участка относится к 6-й группе обеспеченности этими элементами и, следовательно, нет необходимости вносить их дополнительно. Таким образом, выбор азота как элемента, по которому определяются различия в уровне ответной реакции разнокачественных клубней, вполне оправдан, поскольку при таких агрохимических показателях лимитировать урожайность по обеспеченности макроэлементами может только азот. Естественно, в дальнейшем следует провести соответствующие эксперименты при более широком варьировании условий минерального питания не только по отдельным элементам, но и при разном общем уровне плодородия в целом.

Опыт проводился как полный 2-факторный эксперимент по схеме 3 x 4 x 4: 3 варианта различались по массе посадочных клубней (фактор А) с градациями 140, 70 и 35 г; 4 варианта — по обеспеченности азотом (фактор В): 0, 60, 120 и 240 кг д.в. N на 1 га.

За учетную делянку был принят участок борозды длиной 2,5 м, на котором размещалось по 10 клубней. Повторность опыта 4-кратная.

Азот вносили в форме мочевины, основываясь на следующих соображениях. Результаты многих опытов свидетельствуют о высокой эффективности разных форм азотных удобрений [1, 5, 6—9, 12], но лучшими для картофеля признаются аммонийные — сернокислый аммоний, аммиачная

селитра и амидные — мочевина. По силе своего действия они мало отличаются друг от друга, но на почве с кислотностью, близкой к нейтральной (как, например, в нашем опыте), сернокислый аммоний и мочевина более предпочтительны.

В свое время считалось, что эффективность азотных удобрений увеличивается, если часть их вносить во время вегетации в виде подкормки. Однако в большинстве случаев это положение не оправдывается. Опыты, проведенные в БНИИПОК (Белоруссия), показали, что внесение азота в 3 приема (до посадки, местно и в виде подкормки) на среднесуглинистых почвах не дало положительного результата даже в достаточно влажные годы. И лишь на легких почвах во влажные годы отмечено некоторое повышение эффективности удобрений при внесении их в виде подкормки. В засушливые годы, как правило, удобрения при подкормке действуют очень слабо или совсем не действуют [19]. Поскольку трудно предвидеть, каким будет год в нашем эксперименте, всю дозу азота вносили сразу при посадке в борозду (по имеющимся данным, эффективность удобрений, внесенных в борозду, равна эффективности удвоенной дозы, внесенной вразброс).

В качестве тест-критериев оценки влияния изучаемых факторов служили такие показатели, как масса и число клубней в расчете на один куст, средняя масса одного клубня, число стеблей в кусте, высота растений, качественные показатели клубней. В каждом

отдельном варианте урожай разделяли на фракции по массе клубней: больше 80, 50—80, меньше 50 г — и вычисляли процентное содержание каждой в общей партии по числу клубней и их массе.

В целях обеспечения наглядности и большей доступности для анализа полученных результатов их запись дана в форме итоговых таблиц по каждому показателю, как это принято при оформлении результатов многофакторных опытов, обрабатываемых методом дисперсионного анализа.

Отбор почвенных образцов и их агрохимический анализ осуществлялся по методике, разработанной в ЦИНАО [11]. Качественный анализ клубней проводился в Центральной биохимической лаборатории Госкомиссии по сортоиспытанию (Захарово, Московская область) по общепринятым в работе данной комиссии ГОСТам [24].

Статистическая обработка полученных данных была проведена по программе расчетов полного 2-факторного эксперимента методом дисперсионного анализа для случая организованных повторений [4].

Результаты

По самому основному и наиболее важному показателю, каким является урожай клубней, проявились определенные различия в реакции на разные дозы азота у растений, выращенных из клубней разной массы (табл. 2). Наибольшие прибавки урожая получены при дозе 60N, причем отзывчивость растений, выращенных из наиболее мелких клубней, оказа-

лась наиболее высокой и составила 25%. Повышение дозы до 120N в вариантах с посадочными клубнями массой 140 и 70 г не привело к достоверному изменению урожайности в сравнении с ее уровнем при 60N, и лишь для самой мелкой фракции угнетение от повышенной дозы азота было существенно достоверным. При внесении 240N в варианте с клубнями массой 140 г также не отмечено достоверных изменений в продуктивности растений, а для двух более мелкосемянных фракций наблюдалась тенденция к снижению урожайности по сравнению с ее уровнем при 60N. Значит, можно говорить о том, что растения, выращенные из разнокачественного посадочного материала, неодинаково реагируют на разные дозы азотных удобрений. Достаточно четко проявляется угнетающее действие повышенных доз азота на растения, выращенные из мелких клубней. Причем в варианте с самой мелкосемянной фракцией это проявлялось уже при 120N, для более крупносемянной — при 240N. В чем тут дело и какой механизм этого угнетения предстоит выяснить в будущем, повторив эти опыты в более расширенном виде с большим числом градаций по обоим изучаемым факторам. Что касается усредненных данных по факторам, то они достаточно рельефно выявили закономерности, проявившиеся в частных показателях. По тесту продуктивности растений в зависимости от крупности клубней сенсаций не последовало: здесь отмечена четкая закономерность — для дан-

ных конкретных условий и плотности посадки наивысшая продуктивность была у растений, выращенных из крупных клубней, наименьшая — из мелких. По азоту закономерность выглядит также достаточно отчетливо: наибольшее повышение продуктивности обнаружено при самой низкой его дозе, а при более высоких дозах получены результаты, доказуемо не отличающиеся от контроля и достоверно более низкие, чем при 60N.

Что касается числа клубней в расчете на 1 куст, то здесь выявлены весьма значительные различия между вариантами. Наибольшая стимуляция по этому показателю обнаружена при наименьшей дозе азота, причем в варианте с посадочными клубнями массой 35 г увеличение числа клубней было самым значительным и составило 39%. При общем ингибирующем действии самой высокой дозы азота мелкосемянная фракция отреагировала на нее наиболее резко, снизив число клубней в расчете на 1 куст. По усредненным показателям закономерности проявились совершенно отчетливо. У растений из более крупных клубней число клубней было значительно больше, что вполне понятно, поскольку в кусте, выросшем из таких клубней, закономерно больше стеблей. Влияние уровня азотного питания выразилось в четкой тенденции к снижению числа клубней при увеличении доз до 120N и 240N.

По средней массе 1 клубня закономерности проявились менее отчетливо, хотя в вариантах с самой высокой дозой азота повыше-

Т а б л и ц а 2

Продуктивность растений картофеля, структура урожая, число и высота стеблей в зависимости от массы посадочных клубней и доз азота

| Масса клубней, г (фактор А) | Доза азота, кг/га (фактор В) | | | | | | | Средние по А |
|-----------------------------|------------------------------|----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|--------------|
| | 0 | 60 | % к контролю | 120 | % к контролю | 240 | % к контролю | |

Масса клубней на 1 куст. HCP_{05} по А — 44 г; HCP_{05} по В — 50 г;
 HCP_{05} для частных средних — 88 г

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 140 | 671 | 790 | 118 | 710 | 106 | 741 | 110 | 728 |
| 70 | 583 | 651 | 112 | 671 | 115 | 526 | 90 | 608 |
| 35 | 423 | 528 | 125 | 437 | 103 | 415 | 98 | 451 |
| Средние по В | 559 | 656 | 117 | 606 | 108 | 561 | 100 | — |

Число клубней в расчете на 1 куст, шт.

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| 140 | 9,4 | 10,6 | 113 | 9,2 | 98 | 8,4 | 89 | 9,4 |
| 70 | 6,9 | 8,7 | 126 | 7,9 | 115 | 5,8 | 84 | 7,3 |
| 35 | 5,7 | 7,9 | 139 | 6,4 | 112 | 4,0 | 70 | 6,0 |
| Средние по В | 7,3 | 9,1 | 125 | 7,8 | 107 | 6,1 | 84 | — |

Средняя масса 1 клубня, г

| | | | | | | | | |
|--------------|----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| 140 | 71 | 75 | 105 | 77 | 108 | 88 | 124 | 78 |
| 70 | 85 | 75 | 89 | 85 | 101 | 91 | 107 | 84 |
| 35 | 74 | 67 | 90 | 68 | 92 | 104 | 140 | 78 |
| Средние по В | 77 | 72 | 94 | 77 | 100 | 94 | 123 | — |

Число стеблей на 1 куст, шт. HCP_{05} по А — 44 шт.;
 HCP_{05} по В — 0,55 шт.; HCP_{05} для частных средних — 0,87

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| 140 | 7,5 | 8,3 | 111 | 6,8 | 91 | 7,8 | 104 | 7,6 |
| 70 | 4,8 | 5,0 | 96 | 5,0 | 96 | 4,5 | 90 | 4,8 |
| 35 | 5,7 | 4,5 | 79 | 3,8 | 67 | 3,3 | 58 | 4,3 |
| Средние по В | 6 | 5,9 | 98 | 5,2 | 87 | 5,2 | 87 | — |

Высота растений, см. HCP_{05} по А — 3,7 см; HCP_{05} по В — 4,3 см;
 HCP_{05} для частных средних — 7,4 см

| | | | | | | | | |
|--------------|----|----|-----|----|-----|----|----|----|
| 140 | 56 | 63 | 113 | 51 | 91 | 51 | 91 | 55 |
| 70 | 44 | 48 | 109 | 46 | 105 | 38 | 86 | 44 |
| 35 | 33 | 39 | 118 | 34 | 103 | 30 | 91 | 34 |
| Средние по В | 44 | 50 | 113 | 44 | 100 | 40 | 89 | — |

ние значений этого показателя было весьма значительным как для крупно-, так и для мелкосемянной фракции, но относитель-

но незначительным — для средней. Если более подробно проанализировать все варианты, то здесь обнаружится фундаментальная

общебиологическая связь между числом клубней и их массой. В вариантах, где меньше клубней, больше их масса и наоборот.

По числу стеблей на 1 куст в вариантах с посадочными клубнями разной массы выявились довольно значительные и достоверные различия, амплитуда которых достигала для крайних фракций 33% при 60N и 46% при 240N.

Для теста — высота растений — различия по отношению к контролю, выраженные в процентах, проявились не столь значительно, а по абсолютным значениям они были достаточно отчетливыми. Высота растений, выращенных из мелких клубней, была значительно меньше, чем у выращенных из крупных. В зависимости от доз азота она менялась не столь заметно, хотя при переходе от 60N к 240N проявилась тенденция к уменьшению значения этого показателя при относительно небольшой стимуляции его в варианте 60N по сравнению с контролем.

Из табл. 3, где приведены данные о чистой продуктивности картофеля (т.е. за вычетом массы посадочных клубней), следует, что при таком способе учета не происходит кардинальных изменений, могущих как-то повлиять на интерпретацию полученных результатов. Зная продуктивность растений в расчете на 1 куст, легко сделать соответствующие пересчеты урожайности на 1 га. Согласно схеме посадки 25 x 70 см на 1 куст приходится 1750 см². Следовательно, на 1 га в этом случае будет размещаться 57000 кустов. Произведя простые расчеты по

средним значениям показателей, получим, что при посадке клубнями массой 140 г урожайность составила 335 ц/га, при 70 г — 307, при 35 г — 237 ц/га. Такого рода данные важны с методологической точки зрения, поскольку позволяют представить, при каком уровне урожайности получены экспериментальные данные. Как видим, в нашем опыте она значительно выше средней по стране (105—115 ц/га), хотя и далека от рекордов по этой культуре. Известно, что потенциал картофеля находится на уровне 1000—1400 ц клубней на 1 га [10], и даже есть сведения о том, что в условиях Центрального района России можно получать до 1600 ц/га [2]. Однако на сегодняшний день это сообщение следует рассматривать как «экзотическое».

Важным показателем при работе с картофелем является товарность клубней — их процентное распределение в общем урожае по числу и массе согласно обычно принятым градациям: > 80, 80—50 и < 50 г (табл. 4). Здесь следует учитывать, что при формировании фракции > 80 г в нее попадают клубни до 300 г и даже еще более крупные, как и во фракцию < 50 г, включаются клубни массой от 49 г и вплоть до самых мелких. Именно поэтому для отражения полноты картины в табл. 4 приводятся данные и по числу, и по массе клубней.

Как действие изучаемых факторов отражается на качественных показателях собранных клубней, показано в табл. 5. По содержанию сухого вещества сколько-нибудь значительных, заслуживаю-

Т а б л и ц а 3

**Чистая продуктивность картофеля (г на 1 куст) за вычетом массы
посадочных клубней**

| Масса посадочных клубней, г (фактор А) | Доза азота, кг/га (фактор В) | | | | | | | Сред- ние по А | |
|---|------------------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|----------------------|--|
| | 0 | | 60 | | 120 | | 240 | | |
| | г | г | % к конт- ролю | г | % к конт- ролю | г | % к конт- ролю | | |
| 140 | 531 | 650 | 122 | 570 | 107 | 601 | 113 | 588 | |
| 70 | 513 | 581 | 113 | 601 | 117 | 456 | 89 | 538 | |
| 35 | 388 | 493 | 127 | 402 | 104 | 380 | 98 | 416 | |
| Средние по В | 477 | 575 | 121 | 524 | 110 | 479 | 100 | — | |

$НСР_{05}$ по А — 41 г; $НСР_{05}$ по В — 46 г; $НСР_{05}$ для частных средних — 82 г.

этих внимания различий вариантов не отмечается. Наблюдается слабая тенденция к уменьшению содержания крахмала в клубнях в вариантах с азотом по сравнению с контролем (по усредненным показателям), а также слабовыраженная тенденция к увеличению его содержания по мере снижения массы посадочного материала. В работах ряда авторов, в том числе и одного из крупнейших ученых в области картофелеводства академика П.И. Альсмика, указывается на существование слабовыраженной отрицательной коррелятивной зависимости между крупностью клубней и содержанием в них крахмала [1]. В нашем случае эта зависимость тоже проявилась, но новым явился факт отражения данной зависимости через массу посадочных клубней. В последующем данный факт следует проверить, поскольку в полученном урожае клубни практически не различались по средней массе. По белку зафиксировано полное отсутствие различий во всех вариантах. По витамину С

следует отметить некоторую тенденцию к увеличению его содержания по усредненным показателям в вариантах с мелкими посадочными клубнями. Что касается содержания нитратов, то оно, как и следовало ожидать, повышалось по мере увеличения доз азота. Зависимость значения этого показателя от крупности посадочного материала выразилась в слабой тенденции к его увеличению по мере уменьшения массы посадочных клубней. Все эти изменения содержания нитратов в разных вариантах малозначительны, так как само по себе оно было ниже уровня ПДК, допустимого для клубней картофеля (250 мг/кг).

Наряду с определением нитратов в клубнях проводился анализ надземной части растений на их содержание через неделю после окончания цветения (табл. 6). Сравнивая содержание нитратов в надземной части и в клубнях, можно попытаться выявить корреляционную зависимость между ними. Нахождение такой связи

Т а б л и ц а 4

Распределение клубней (%) по числу (числитель) и массе (знаменатель) в общем урожае

| Масса посадочных клубней, г (фактор А) | Доза азота, кг/га (фактор В) | | | | Средние по А |
|---|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0 | 60 | 120 | 240 | |
| <i>Фракция клубней массой > 80 г</i> | | | | | |
| 140 | $\frac{34}{58}$ | $\frac{35}{59}$ | $\frac{46}{72}$ | $\frac{36}{63}$ | $\frac{38}{63}$ |
| 70 | $\frac{38}{61}$ | $\frac{31}{48}$ | $\frac{36}{60}$ | $\frac{42}{59}$ | $\frac{37}{57}$ |
| 35 | $\frac{40}{47}$ | $\frac{27}{43}$ | $\frac{23}{43}$ | $\frac{45}{67}$ | $\frac{34}{50}$ |
| Средние по В | $\frac{37}{55}$ | $\frac{31}{50}$ | $\frac{35}{58}$ | $\frac{41}{63}$ | — |
| <i>Фракция клубней массой 80—50 г</i> | | | | | |
| 140 | $\frac{28}{27}$ | $\frac{44}{26}$ | $\frac{22}{17}$ | $\frac{30}{24}$ | $\frac{31}{24}$ |
| 70 | $\frac{29}{26}$ | $\frac{34}{36}$ | $\frac{34}{28}$ | $\frac{40}{32}$ | $\frac{34}{30}$ |
| 35 | $\frac{25}{38}$ | $\frac{34}{36}$ | $\frac{33}{38}$ | $\frac{38}{26}$ | $\frac{33}{34}$ |
| Средние по В | $\frac{27}{30}$ | $\frac{37}{33}$ | $\frac{31}{28}$ | $\frac{36}{27}$ | — |
| <i>Фракция клубней массой < 50 г</i> | | | | | |
| 140 | $\frac{35}{15}$ | $\frac{20}{15}$ | $\frac{30}{11}$ | $\frac{29}{13}$ | $\frac{29}{13}$ |
| 70 | $\frac{21}{14}$ | $\frac{30}{16}$ | $\frac{22}{13}$ | $\frac{10}{9}$ | $\frac{21}{13}$ |
| 35 | $\frac{18}{15}$ | $\frac{28}{21}$ | $\frac{26}{19}$ | $\frac{7}{7}$ | $\frac{20}{16}$ |
| Средние по фактору В | $\frac{25}{15}$ | $\frac{28}{18}$ | $\frac{26}{14}$ | $\frac{15}{10}$ | — |

позволило бы в определенной степени прогнозировать возможное наличие нитратов в будущем урожае. В одной из своих работ В.В. Кидин показал, что такая взаимосвязь существует [9].

Поскольку содержание нитратов в надземной части может резко меняться в течение суток, про-

бы листьев отбирали утром и в полдень с тем, чтобы выявить, в какое время суток проявляется большая корреляция.

Из табл. 6 следует, что, действительно, количество нитратов в пробах, взятых в разное время суток, достаточно резко различается.

Таблица 5

Качество урожая посадочных клубней при разном уровне азотного питания

| Масса посадочных клубней, г (фактор А) | Доза азота, кг/га (фактор В) | | | | Средние по А |
|---|------------------------------|-------|-------|-------|-----------------|
| | 0 | 60 | 120 | 240 | |
| <i>Сухое вещество, %</i> | | | | | |
| 140 | 20,6 | 20,2 | 20,7 | 18,6 | 20,0 |
| 70 | 21,1 | 20,8 | 20,2 | 19,9 | 20,5 |
| 35 | 21,1 | 20,2 | 20,4 | 20,5 | 20,3 |
| Средние по В | 20,9 | 20,4 | 20,4 | 19,7 | — |
| <i>Крахмал, %</i> | | | | | |
| 140 | 11,5 | 11,3 | 11,5 | 9,6 | 11,0 |
| 70 | 11,9 | 11,7 | 11,2 | 10,8 | 11,4 |
| 35 | 12,1 | 11,2 | 11,2 | 11,3 | 11,5 |
| Средние по В | 11,8 | 11,4 | 11,3 | 10,6 | — |
| <i>Белок, %</i> | | | | | |
| 140 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,3 | 2,4 |
| 70 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| 35 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| Средние по В | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | — |
| <i>Витамин С, мг%</i> | | | | | |
| 140 | 21,8 | 23,8 | 21,9 | 21,4 | 22,2 |
| 70 | 22,3 | 23,5 | 24,8 | 25,5 | 24,0 |
| 35 | 29,1 | 25,4 | 27,0 | 23,7 | 26,6 |
| Средние по В | 24,4 | 24,6 | 24,6 | 23,5 | — |
| <i>Нитраты, мг/кг</i> | | | | | |
| 140 | 100 | 131 | 180 | 212 | 155,8 |
| 70 | 134 | 116 | 198 | 180 | 157 |
| 35 | 137 | 184 | 184 | 189 | 173,5 |
| Средние по В | 123,7 | 143,7 | 187,0 | 193,7 | — |

В табл. 7 приведены соответствующие данные, сопоставив ряды которых, удалось определить коэффициенты корреляции между содержанием нитратов в клубнях и листьях при взятии проб в разное время суток.

Согласно принятым в биологической статистике критериям, при $r < 0,3$ корреляционная зависи-

мость между признаками считается слабой, при $r = 0,3 + 0,7$ — средней, а при $r > 0,7$ — сильной. В нашем случае выявлена сильная корреляционная зависимость между содержанием нитратов в клубнях и листьях из проб, отобранных утром, и зависимость средней степени — при взятии проб в полдень. Из этого совер-

Таблица 6

Содержание нитратов (мг на 1 кг сырой массы) в пробах листьев растений, отобранных утром (числитель) и в полдень (знаменатель)

| Масса посадочных клубней, г (фактор А) | Доза азота, кг/га (фактор В) | | | | Средние по А |
|--|------------------------------|-------|-------|-------|--------------|
| | 0 | 60 | 120 | 240 | |
| 140 | 18,6 | 46,8 | 123,0 | 117,5 | 76,4 |
| | 91,2 | 114,8 | 186,2 | 114,8 | 126,8 |
| 70 | 31,6 | 39,8 | 70,8 | 114,8 | 64,3 |
| | 182,0 | 173,8 | 275,4 | 288,4 | 229,9 |
| 35 | 28,2 | 223,9 | 182,0 | 141,3 | 143,8 |
| | 263,0 | 158,5 | 248,0 | 338,8 | 252,1 |
| Средние по В | 26,7 | 103,5 | 125,3 | 124,5 | — |
| | 178,7 | 149,0 | 234,5 | 247,3 | — |

Таблица 7

Изменение значений коэффициентов корреляции между содержанием нитратов в клубнях и листьях в зависимости от времени суток

| № | Содержание нитратов, мг/кг | | |
|----|----------------------------|--------|---------|
| | в листьях | | |
| | в клубнях | в 9.30 | в 12.30 |
| 1 | 100 | 19 | 91 |
| 2 | 134 | 32 | 182 |
| 3 | 137 | 28 | 263 |
| 4 | 131 | 47 | 115 |
| 5 | 116 | 40 | 174 |
| 6 | 184 | 224 | 159 |
| 7 | 180 | 123 | 186 |
| 8 | 198 | 71 | 275 |
| 9 | 184 | 182 | 248 |
| 10 | 212 | 118 | 115 |
| 11 | 180 | 115 | 288 |
| 12 | 189 | 141 | 339 |

Коэффициенты корреляции

$r = 0,73 \pm 0,13$

$r = 0,42 \pm 0,28$

шенно четко следует, что для прогнозирования содержания нитратов в клубнях по содержанию их в листьях пробы лучше брать в более ранние часы суток.

Заключение

Рекогносцировочное исследование реакции растений картофеля, выращенных из посадочных клуб-

ней разной массы, на уровень азотного питания показало, что она находится в определенной зависимости от фракции клубней. Дозы 120N и 240N в вариантах с посадкой мелких клубней не только не приводили к повышению урожая, но даже оказывали некоторое угнетающее действие, а в вариантах с крупными посадочными клубнями отмечалось их положительное влияние. Различия в реакции растений выражались и в изменении структурных показателей, определяющих конечный урожай, — числа клубней в расчете на 1 куст и средней массы 1 клубня. По таким важным биометрическим тестам, как среднее число стеблей в расчете на 1 куст и высота стеблей, различия между растениями, выращенными из разных по массе посадочных клубней, оказались также существенно достоверными.

Что касается влияния изученных факторов на такие качественные показатели, как содержание сухого вещества, крахмала, белка, витамина С, нитратов в клубнях, то оно не было выявлено. Единственное различие отмечено по содержанию нитратов, которое оказалось несколько выше в клубнях, выращенных из самой мелко-семянной фракции.

Определение корреляционной зависимости между содержанием нитратов в клубнях и листьях при взятии проб утром и в полдень показало достаточно сильную степень корреляции в первом случае и среднюю — в последнем.

Исследования убеждают в необходимости более тщательного и глубокого изучения фактора раз-

нокачественности посадочного материала в аспекте проведения самых разнообразных агротехнических мероприятий и при использовании разного рода физических и химических воздействий на разнокачественные клубни и выращенные из них растения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Альсмик П.И.* Селекция на повышенное содержание крахмала. — В кн.: Картофель. Минск: Ураджай, 1972, с. 48—60. — 2. *Балтина М.И.* 1,6 тонны картофеля с одной сотки. — Новый фермер (российско-американский журнал), 1993, № 4 (13), с. 10—11. — 3. *Берлянд С.С., Речник С.А. и др.* Варьирование содержания белка в зерне яровых пшениц. — Тр. Ульяновск с.-х. ин-та, 1962, т. 9, № 1, с. 89—92. — 4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. — 5. *Жуков Ю.П., Шатилова Т.И. и др.* Урожайность и качество картофеля при комплексном применении расчетных норм удобрений и пестицидов. — Изв. ТСХА, 1992, вып. 6, с. 45—49. — 6. *Замотаев А.И., Лубенцов В.М., Воловик А.С. и др.* Интенсивная технология производства картофеля. М.: Росагропромиздат, 1989. — 7. *Карманов С.Н., Серебренников В.С.* Картофель от посадки до стола. М.: Сельская новь, 1992. — 8. Картофель. Минск: Ураджай, 1972. — 9. *Кидин В.В.* Трансформация, состав потерь и баланс азота удобрений в системе почва — растение. — Автореф. докт. дис. М.: МСХА, 1993. — 10. *Литун Б.П., Замотаев А.И., Андрушина Н.А.* Картофелеводство за-

рубежных стран. М.: Агропромиздат, 1988. — 11. Методические указания по агрохимическому обследованию почв с.-х. угодий / Изд. 2-е, доп. М.: ЦИНАО, 1985. — 12. *Моисеев А.Г.* Картофель. М.: Спас, 1994. — 13. *Мухин В.П.* Внутрисортные различия в реакции семян пшеницы на гамма-облучение в связи с их разнокачественностью. — Радиобиология, 1978, т. 18, вып. 3, с. 390—394. — 14. *Мухин В.П.* Повышение эффективности минеральных удобрений при использовании биологически ценных семян. М., ВНИИЦ, № 02.82. 3026778, 1983. — 15. *Мухин В.П., Мошаров В.Н.* Реакция разнокачественных семян пшеницы на разные дозы и интенсивность гамма-облучения. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 6, с. 66—74. — 16. *Мухин В.П., Спиридонов Ю.Я.* Реакция растений пшеницы, выросших из разнокачественных семян, на разные концентрации гордона 22К в почве. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 4, с. 115—121. — 17. *Мухин В.П., Спиридонов Ю.Х., Миценко Л.Н.* Действие симазина на растения яро-

вой пшеницы и ячменя, выращенные из матрикально разнокачественных семян. — Изв. ТСХА, 1993, вып. 3, с. 13—28. — 18. *Наумов В.И., Цыварев Д.Е., Заикин Д.В. и др.* Картофелеводство в США. М.: Россельхозиздат, 1981. — 19. *Никитина М.С.* Удобрение и обработка почвы под картофель в зависимости от предшественников. — В кн.: Картофель. Минск: Ураджай, 1972, с. 149—173. — 20. *Овчаров К.Е., Кизилова Е.Г.* Разнокачественность семян и продуктивность растений. М.: Колос, 1966. — 21. *Писарев Б.А.* Книга о картофеле. М.: Московский рабочий, 1977. — 22. *Писарев Б.А.* Выживать — не выжидать. Еженедельник «Подмосковье» от 4.02.1995, № 5 (232). — 23. *Постников А.Н., Ключарев Н.В., Полгаев В.И.* Картофель. Агротехника выращивания, уборка и хранение. М.: ТОО «Рупор», 1992. — 24. Сб. Гос. стандартов. Картофель свежий. Правила приемки и определения качества. ГОСТ 71-94—81. М.: Стандарты, 1988.

*Статья поступила
10 апреля 1996 г.*

SUMMARY

Within the scope of 2-factor experiment conducted on small plots with potato of «Effect» variety (factor A — weight of seed tubers, factor B — level of nitrogenous nutrition) it has been found that plants respond to nitrogen doses in different way depending on tuber weight. These differences were expressed in variations in yield, as well as in a number of structural characteristics (the number of tubers per 1 bush and average weight of 1 tuber). The effect of the factors studied on most of qualitative characteristics of the yield (the content of dry matter, starch, protein, vitamin C in tubers) has not been detected. The amount of nitrogen in tubers in all variants did not exceed limiting concentration and was somewhat higher in the variant with small-seeded fraction.