

Литература

Heiniger, R.W. 2004. NCSU. [http://www.ces.ncsu.edu/plymouth/cropsci/cornguide/\(verified Mar 4, 2013\).](http://www.ces.ncsu.edu/plymouth/cropsci/cornguide/(verified%20Mar%204,%202013).)

Novacek, M.J., S.C. Mason, T.D. Galusha, and M. Yaseen. 2013. *Agron. J.* 105:268-276.

Olson, R.A., and D.H. Sander. 1988. In, Sprague, G.F. and J.W. Dudley (eds.), *Corn and Corn Improvement*. 3rd Ed. Agronomy No. 18, ASA, Madison, WI. pp. 639-686.

Перевод с английского и адаптация: В.В. Носов.

Рациональные системы применения азотных удобрений под картофель

Л.Р. Ренс, Л. Зотарелли и Д. Кантлиффе

При снижении прибыльности растениеводства возрастает значение таких элементов агротехнологий, как дозы и сроки внесения азотных удобрений. Их проработка необходима и для уменьшения неблагоприятных последствий для окружающей среды. Оптимизация доз и сроков внесения азотных удобрений позволяет повысить эффективность использования азота растениями из удобрений и снизить потери азота от вымывания. Научно-исследовательским коллективом Университета штата Флорида (США) разрабатываются рациональные технологии возделывания картофеля с целью повышения эффективности использования азота растениями из удобрений и снижения потерь азота из почвы.

В штате Флорида (США) площади под картофелем, который возделывается в зимне-весенний сезон, составляют примерно 10.1 тыс. га. Данный штат – один из основных поставщиков картофеля в США в указанный сезон, поскольку обеспечивает более одной трети весеннего сбора картофеля в стране. Затраты на удобрения составляют более 15% от суммарных затрат при возделывании картофеля. При этом стоимость азотных удобрений с 2000 г. выросла на 350% (USDA-NASS, 2013). Азот характеризуется высокой подвижностью в почве. Во Флориде распространены песчаные почвы, и азот подвержен вымыванию, особенно при выпадении большого количества осадков. Следовательно, для повышения эффективности применения азотных удобрений сроки их внесения должны совпадать с периодом максимального поглощения азота растениями.

Эффективность использования азота из удобрений растениями хорошо изучена при выращивании картофеля в условиях прохладного климата Тихоокеанского Северо-Запада. Климат в северо-восточной части Флориды значительно теплее, поэтому вегетационный период здесь короче – посадка картофеля происходит в конце зимы, а уборка идет до начала июня. Традиционно используется подпочвенное орошение, и практикуется дробное внесение азотных удобрений в почву в три приема: примерно за 30 дней до посадки картофеля при проведении фумигации почвы, при появлении всходов и в фазу вегетативного роста растений (при высоте растений 15-20 см).

В 2011 и 2012 годах во Флориде были проведены исследования по определению оптимальной дозы азота при выращивании картофеля. Годовое количество осадков в указанные годы было ниже среднегогодовой величины. Полевые опыты проводились на полях фермеров в трех районах, расположенных на северо-востоке Флориды. Возделывался сорт картофеля Атлантик. Применялась система подпочвенного орошения, при которой вода подается в поливные борозды (неглубокие открытые канавки), расположенные через каждые 16 рядов растений (18.3 м). Вода

просачивается вниз по почвенному профилю и вызывает подъем уровня грунтовых вод, залегающих на водоупорном горизонте. В корнеобитаемый слой влага поступает по почвенным капиллярам.

В двухфакторном полевом опыте изучалось действие азотных подкормок, проведенных при появлении всходов и при высоте растений 15-20 см. В соответствии с общепринятой практикой картофелеводов в период проведения фумигации почвы

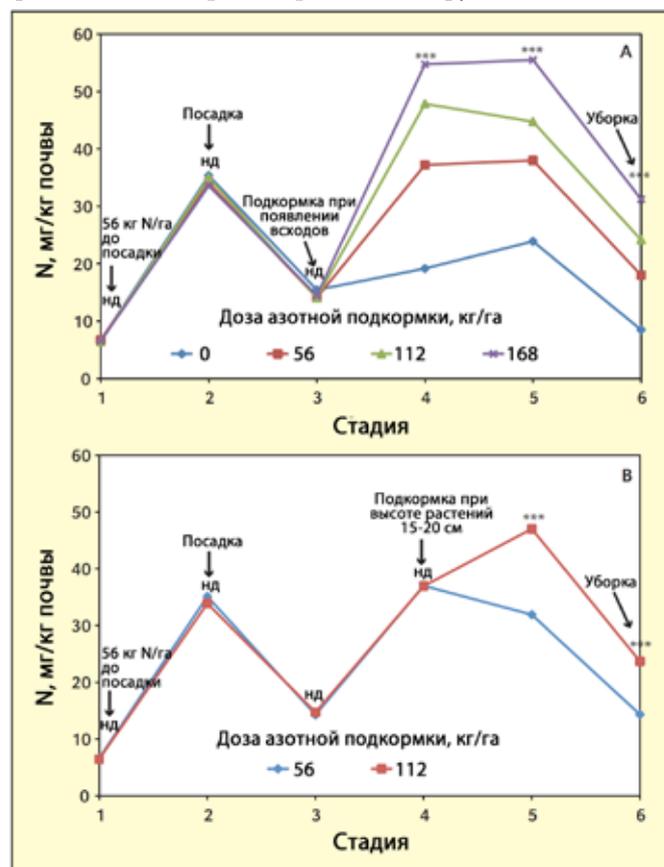


Рис. 1. Влияние междурядных подкормок азотом при появлении всходов (А) и при высоте растений 15-20 см (В) на содержания минерального азота в слое почвы 0-20 см. Примечания: нд – статистически недостоверные различия, *** – статистически достоверные различия (p = 0.0001).

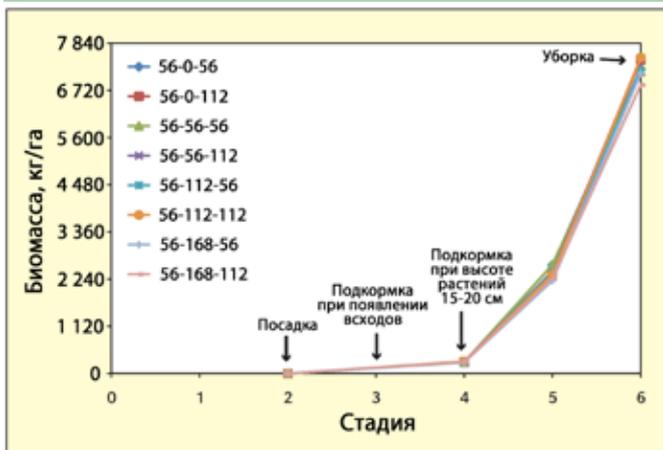


Рис. 2. Динамика накопления абсолютно сухой биомассы растений (листья, стебли и клубни). Влияние азотных подкормок при появлении всходов и при высоте растений 15-20 см на накопление биомассы, а также взаимодействие двух факторов (1-я и 2-я азотные подкормки) статистически недостоверно ($p = 0.05$).

(примерно за 30 дней до посадки) было внесено 56 кг/га азота в виде аммиачной селитры (34% N). При появлении всходов – через 20-30 дней после посадки была проведена 1-я междурядная подкормка азотом в дозах 0, 56, 112 и 168 кг/га в виде раствора КАС (32% N). Через 40-50 дней после посадки (при высоте растений 15-20 см) была проведена 2-я междурядная подкормка азотом в дозах 56 и 112 кг/га также в виде раствора КАС. Общее количество внесенного в почву азота составило 112-336 кг/га. Отбор почвенных и растительных образцов проводился в следующие стадии: 1) фумигация почвы и допосадочное внесение азота; 2) посадка картофеля; 3) 1-я подкормка азотом при появлении всходов; 4) 2-я подкормка азотом при высоте растений 15-20 см; 5) полное цветение; 6) уборка. Определялось содержание минерального азота в почве и общего азота в растениях. Полученные данные, включая урожайность клубней, были усреднены за два года исследований.

Содержание минерального азота в почве

На **рис. 1** показана динамика содержания минерального азота в почве. Исходное значение составило 7 мг/кг почвы (сумма нитратного и аммонийного азота). Допосадочное внесение азота в дозе 56 кг N/га повысило содержание минерального азота в почве к моменту посадки картофеля до 34 мг/кг почвы. Перед появлением всходов данный показатель снизился более чем на 50%. Снижение содержания минерального азота в почве совпало с периодом выпадения сильных осадков. Как показали предыдущие исследования, до появления всходов растения картофеля не поглощают азот из почвы и используют запасы азота из семенного клубня (Ewing, 1978). Однако содержание минерального азота в почве, как показано на **рис. 1**, снизилось между стадиями 2 и 3, несмотря на то, что растения не поглощали азот из почвы в течение данного периода. В связи с тем, что всходы появлялись примерно через 60-70 дней после основного внесения азота в почву, по-видимому, азот вымывался из почвенного профиля в результате выпадения большого

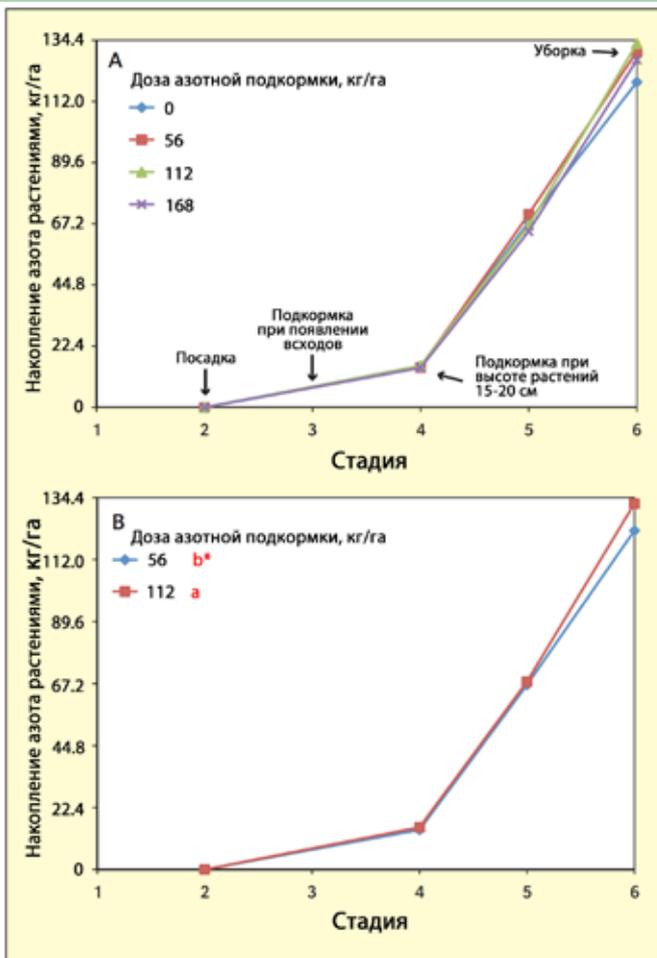


Рис. 3. Влияние азотных подкормок при появлении всходов (А) и при высоте растений 15-20 см (В) на накопление азота растениями картофеля (надземная биомасса и клубни). Влияние азотных подкормок при появлении всходов на накопление азота растениями статистически недостоверно. *Разные буквы указывают на статистически достоверные различия ($p = 0.05$).

количества осадков. Возможно, происходили также и газообразные потери азота из почвы в атмосферу.

После проведения азотных подкормок в период появления всходов и при высоте растений 15-20 см содержание минерального азота в почве повышалось в соответствии с дозами азотной подкормки. При внесении азота в дозах более 224 кг N/га содержание минерального азота в почве после уборки составляло 22-39 мг/кг почвы.

Динамика накопления биомассы и азота растениями

Подкормки азотом в период появления всходов и при высоте растений 15-20 см не оказали влияния на накопление абсолютно сухой биомассы растений. К моменту уборки растения картофеля формировали в среднем 7.2 т/га абсолютно сухой биомассы (**рис. 2**). Растения (листья, стебли и клубни) накапливали 110-124 кг N/га за вегетационный период (**рис. 3**). Подкормка азотом в период появления всходов не оказала влияния на накопление азота растениями. Вторая подкормка азотом (при высоте растений 15-20 см) в дозе 112 кг/га немного увеличивала содержание общего азота в растениях по сравнению с дозой

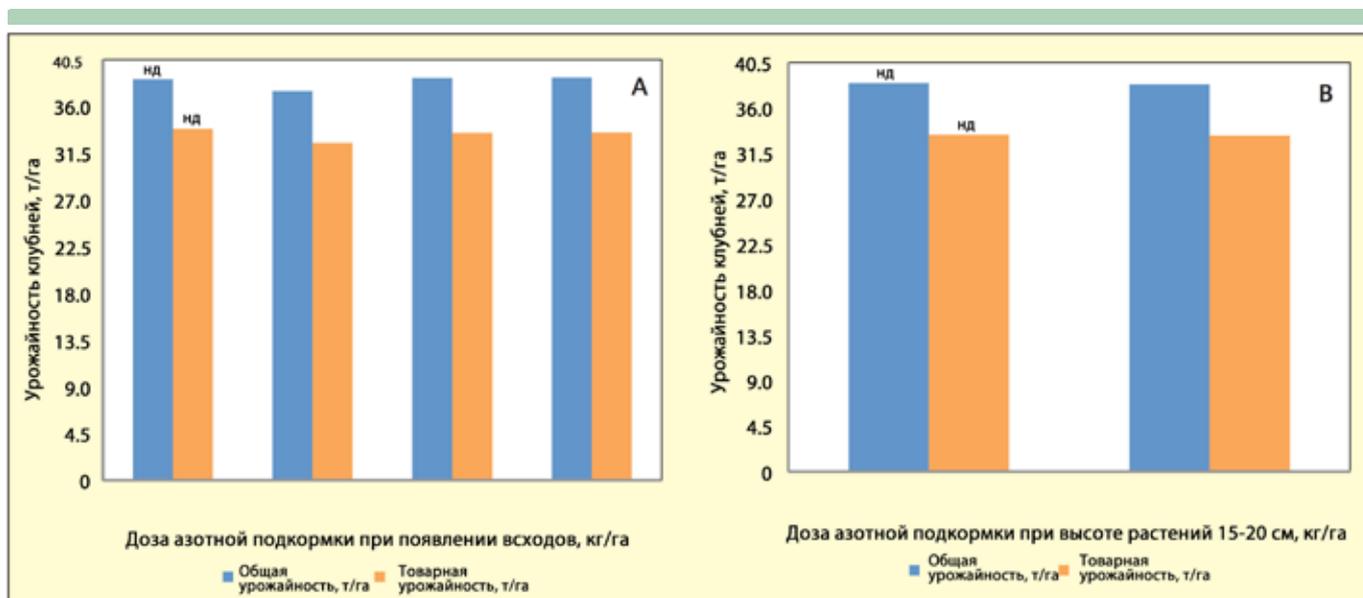


Рис. 4. Влияние азотных подкормок при появлении всходов (А) и при высоте растений 15-20 см (В) на общую и товарную урожайность картофеля (статистически недостоверное влияние, $p = 0.05$).

56 кг/га, но роста урожайности клубней при этом не наблюдалось (рис. 4).

Урожайность

Дозы и сроки проведения азотных подкормок не оказали влияния на урожайность клубней картофеля, которая была в диапазоне 37.0-38.1 т/га. Отмечено изменение плотности клубней при проведении азотных подкормок в изученные сроки. Возрастающие дозы азотной подкормки, проведенной как в период появления всходов, так и при высоте растений 15-20 см способствовали росту вышеуказанного показателя [$p = 0.0001$] (рис. 5). Более высокая плотность клубней свидетельствует о большем содержании в них сухого вещества, и такой картофель лучше всего подходит для жарки.

Выводы

В данном исследовании изучались дозы и сроки проведения азотных подкормок при возделывании

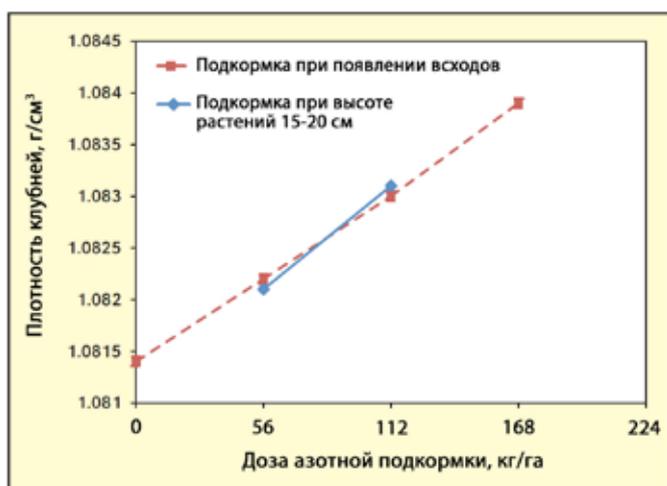


Рис. 5. Влияние азотных подкормок при появлении всходов и при высоте растений 15-20 см на плотность клубней картофеля (г/см³).

картофеля. Суммарные дозы азота составили 112-336 кг/га. Подкормки проводились при появлении всходов и при росте растений 15-20 см. В полевых опытах определялось также и содержание минерального азота в почве.

Подкормка азотом в дозе 112 кг/га при росте растений 15-20 см оказала слабое влияние на содержание общего азота в растениях по сравнению с более низкой дозой (56 кг/га), однако это не отразилось на урожайности клубней. По-видимому, наиболее важный результат данных опытов с экономической точки зрения – это выявленное слабое влияние азотных подкормок на урожайность картофеля сорта Атлантик в засушливые годы, какими были 2011 и 2012 годы. Таким образом, в засушливые годы фермеры могут уменьшить затраты на азотные удобрения, проводя междурядные подкормки меньшими дозами азота, и это не приведет к снижению урожайности.

Полевые опыты, рассмотренные в данной статье, входят в научно-исследовательскую программу по изучению рациональных систем применения удобрений и орошения при выращивании картофеля в северо-восточной части штата Флорида. Проводятся также дополнительные исследования по изучению влияния допосадочного внесения азотных удобрений и систем орошения на продуктивность данной культуры.

Авторы – сотрудники кафедры плодоовощеводства Университета штата Флорида, г. Гейнсвилл, штат Флорида (США); e-mail: lzota@ufl.edu.

Литература

Ewing, E.E. 1978. *Plant Physiol.* 61:348-353.
 USDA-NASS. 2013. *Fertilizer Use and Price.*

Перевод с английского и адаптация: В.В. Носов.