

14. Яхимович О. В. Вирощування яблуні на клонових підщепах у Житомирському Поліссі / О. В. Яхимович, В. С. Соловська, Т. В. Салата // Садівництво. – 1993. – Вип. 42. – С. 41–46.

15. Scholten Hans. Entwicklung der Muz Fruitiez / Hans Scholten, Roche Laurent, Codarin Sandrine // EFM, European Fruit Magazine; Spezial ausgabe. – 2014. – S. 10–13.

УДК 631.84:633.11"324": 631.445.24

С. И. Ласточкина

к. с.-х. н.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПАЛЕВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ**

*В статье приведены результаты изучения эффективности азотных подкормок в посевах озимой пшеницы при разном планируемом ранневесеннем запасе минерального азота в 0–60 см слое дерново-палево-подзолистой легкосуглинистой почвы в ранневесенний период.*

*Установлено, что продуктивность озимой пшеницы сорта Капылянка, возделываемой на дерново-палево-подзолистой легкосуглинистой почве после озимого рапса, зависела как от уровня ранневесеннего запаса минерального азота в почве, так и от дополнительных азотных подкормок, внесенных в фазу конец кущения-начало трубкования и в фазу флагового листа.*

*Выявлено, что наиболее эффективно возделывание озимой пшеницы при планируемом ранневесеннем запасе минерального азота в 0–60 см слое почвы 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) подкормками азотным удобрением в дозах 30 кг д.в./га. При таких условиях азотного питания средняя урожайность зерна составила 7,0 т/га, отмечены минимальные энергозатраты (334,6 МДж/ц) и максимальный биоэнергетический коэффициент (4,92), получена наибольшая величина чистого дохода (210,96 USD/га) и максимальная рентабельность (104 %).*

*При более высоком уровне ранневесеннего азотного питания (200 кг/га) отмечено снижение урожайности зерна.*

**Ключевые слова:** озимая пшеница, дерново-палево-подзолистая легкосуглинистая почва, ранневесенний запас минерального азота в почве, азотные удобрения.

#### **Постановка проблемы**

Научными исследованиями и практикой сельскохозяйственного производства доказано, что получение высокой урожайности озимых культур с хорошим качеством товарной продукции невозможно без применения азотных удобрений. Поэтому важно знать не только как различные азотные подкормки влияют на величину урожая, но и какова экономическая эффективность их применения. Как правило, для оценки использования минеральных удобрений

зерновыми культурами определяют их экономическую и энергетическую эффективность, что позволяет повысить объективность выводов [1, 2, 5, 6, 7].

В источниках научной литературы встречаются сведения утверждающие, что об эффективности азотных удобрений можно судить по расчетам энергетической эффективности, которая часто имеет более объективное и долгосрочное представление, чем экономическая оценка. Тем более что в современных условиях основной целью энергоэффективной политики агропромышленного комплекса Республики Беларусь является снижение энергоёмкости сельскохозяйственной продукции с постепенным выходом на уровень государств Европейского Союза [4, 8, 10, 11]. Тем не менее именно показатели экономической эффективности позволяют судить во что обходится производство того или иного вида продукции, насколько это выгодно в конкретных экономических условиях. При этом повышение урожайности – важнейший фактор снижения затрат на единицу продукции (снижение себестоимости, рост прибыли и рентабельности, и др.) [2, 3].

#### **Анализ последних исследований и публикаций**

В современных условиях перед агропромышленным комплексом Республики Беларусь стоят две основные задачи: получать высокие и стабильные урожаи сельскохозяйственных культур и при этом снизить себестоимость продукции [8, 10, 11]. В связи с этим все большее значение, особенно при возделывании озимых зерновых культур, приобретают почвенная и растительная азотные диагностики. Исследованиями в этом направлении занимались такие видные ученые Беларуси: Семененко Н. Н., Берестов И. И. и другие [9]. Однако, несмотря на ряд установленных закономерностей, одни ученые (Семененко Н. Н., Денисова А. З., Корзун А. Г. (1988–1989 гг.)) считают, что отбор проб следует проводить в 0–40 см слое почвенного профиля. В то время как другие (Шафран С. А., Гармашов П. И., Пироженов П. С. (1989 г.), Кореньков Д. А., Торилов В. Е., Гайс М. А. (1990 г.), Ларионова Н. В., Гушин И. И., Строкун Н. И. (1991 г.)) рекомендуют отбирать пробы для определения запасов минерального азота в 0–60 см слое почвы. В частности, в 90-е годы прошлого столетия в условиях УО БГСХА под руководством П. М. Шершнева проводились опыты по изучению взаимосвязи между урожайностью зерна озимой пшеницы и запасом минерального азота в 0–20, 0–40 и 0–60 см слоях почвы. В результате этих исследований выявлена наиболее сильная взаимосвязь с запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы.

#### **Цель, задачи и методика исследований**

Исследования проводились в 2005–2008 гг. на территории Оршанско-Горецко-Мстиславского почвенного района, в условиях дерново-палево-подзолистой почвы, развивающейся на лессовидных легких суглинках,

подстилаемых с глубины около 0,5–1,0 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, легкосуглинистой, среднекультуренной. Почва опытных участков характеризовалась близкой к нейтральной реакции среды. Она содержала 1,74–2,56 % гумуса, 151–181 мг/кг подвижных соединений фосфора и 100–166 мг/кг подвижных соединений обменного калия. Индекс агрохимической окультуренности почвы был в пределах от 0,65 до 0,72. По этим показателям почвы исследуемых участков относились к среднекультуренным.

Объектом исследований являлась озимая пшеница среднестебельного сорта Капылянка. На момент закладки опыта в структуре посевных площадей по Могилёвской области сорт Капылянка занимал 50–55 %. Норма высева семян озимой пшеницы составила 5 млн всхожих семян на гектар или 250 кг/га. Предшественник – озимый рапс.

Опыт был заложен на территории учебно-опытного хозяйства УО БГСХА в районе населенного пункта д. Кузовино по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Схема полевого опыта на экспериментальных участках

Фон, кг/га	Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы (N <sub>мин.</sub> + N <sub>уд.</sub> ), кг д.в /га	Дозы азотного удобрения, кг д.в /га	
		вторая азотная подкормка	третья азотная подкормка
N <sub>14</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	Без азотных удобрений (контроль)	–	–
	*N <sub>120</sub>	–	–
		N <sub>30</sub>	–
	*N <sub>140</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>
		–	–
	*N <sub>160</sub>	N <sub>30</sub>	–
		N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>
	*N <sub>180</sub>	–	–
		N <sub>30</sub>	–
	*N <sub>200</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>
		–	–
	*N <sub>200</sub>	N <sub>30</sub>	–
		N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>

Примечание: \* – создавался с помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период.

Общая площадь опыта – 1872,6 м<sup>2</sup>, площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>, боковые защитные полосы – 0,5 м<sup>2</sup>, концевые защитные полосы – 2 м<sup>2</sup>. Повторность

вариантов в опыте – четырехкратная. В качестве подкормок использовалась аммиачная селитра ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Контрольным был вариант без внесения азотного удобрения ( $\text{N}_{14}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ ). В качестве минеральных удобрений в основную заправку осенью на всей площади опытного участка вносили аммонизированный суперфосфат (30 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  и 7 % N) и хлористый калий (60 %  $\text{K}_2\text{O}$ ).

Доза первой ранневесенней азотной подкормки рассчитывалась с учётом запасов минерального азота в 0–60 см слое почвы по формуле, предложенной Н. Н. Семененко [9]:

$$N_{\text{уд.}} = N_{\text{опт.}} - N_{\text{факт.}},$$

где  $N_{\text{уд.}}$  – доза азотного удобрения, кг д.в./га;

$N_{\text{опт.}}$  – оптимальное содержание минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га;

$N_{\text{факт.}}$  – фактическое содержание минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га.

С помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период в посевах озимой пшеницы создавалось пять уровней планируемого запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы: 120, 140, 160, 180 и 200 кг/га (таблица 1). На этих уровнях азотного питания изучалась эффективность двух (II-й и III-й) азотных подкормок, каждая в дозе азота 30 кг д.в./га.

Ранневесеннюю подкормку озимой пшеницы проводили после окончания поверхностного и внутрипочвенного стока избыточной влаги. В это время растения начали активно вегетировать, а среднесуточная температура воздуха превысила  $+5^\circ\text{C}$ . Вторая азотная подкормка проводилась в фазу конец кущения–начало трубкования (стеблевания), перед появлением первого узла. Третья азотная подкормка проводилась в фазу флагового листа.

Ранней весной, в период начала весенней вегетации, отбирали пробы почвы для определения запасов минерального азота в 0–60 см слое. При этом отбор проб почвы проводился буром диагональным способом послойно в трехкратной повторности: для пахотного слоя почвы – в слое 0–20 см; подпахотного – 20–40 см и отдельно в слое почвы 40–60 см. На основании результатов почвенной диагностики, проведенной в ранневесенний период, были рассчитаны дозы для первой ранневесенней (применяемой после перезимовки посевов) азотной подкормки (таблица 2).

Уход за посевами озимой пшеницы включал: опрыскивание посевов гербицидом «Легато плюс» в дозе 0,7 л/га (осенью до всходов), обработку фунгицидом «Рекс Дуо» в дозе 0,5 л/га (в фазу флагового листа-колошение).

Таблица 2. Дозы азотных удобрений, внесенных за вегетацию растений

Фон, кг/га	Азотные подкормки, кг д.в./га.											Всего азота (в среднем), кг д.в./га	
	2006 г.				2007 г.				2008 г.				
	1*	2	3	всего азота	1*	2	3	всего азота	1*	2	3		всего азота
N <sub>14</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	37			37	25			25	72			72	45
	37	30		67	25	30		55	72	30		102	75
	37	30	30	97	25	30	30	85	72	30	30	132	105
	57			57	45			45	92			92	65
	57	30		87	45	30		75	92	30		122	95
	57	30	30	117	45	30	30	105	92	30	30	152	125
	77			77	65			65	112			112	85
	77	30		107	65	30		95	112	30		142	115
	77	30	30	137	65	30	30	125	112	30	30	172	145
	97			97	85			85	132			132	105
	97	30		127	85	30		115	132	30		162	135
	97	30	30	157	85	30	30	145	132	30	30	192	165
	117			117	105			105	152			152	125
	117	30		147	105	30		135	152	30		182	155
117	30	30	177	105	30	30	165	152	30	30	212	185	

Примечание: \* – с помощью первой ранневесенней азотной подкормки в начале вегетации растений создавались изучаемые запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы.

Уборка озимой пшеницы проводилась в фазу полного созревания культуры. Урожайность зерна учитывалась в фазе полной спелости, пересчитывалась на 100 % чистоту и приводилась к стандартной 14 % влажности.

Все полевые и лабораторные исследования проводились согласно общепринятым методикам. Агрохимические анализы выполнены в соответствии с действующими ГОСТами. Экономическая эффективность рассчитана согласно

методике, разработанной в НИГПИПА Беларуси, по уровню цен на 2015 г., при этом цены в долларовом эквиваленте указаны по курсу Национального банка на дату 31 декабря 2015 г.: закупочная цена на зерно озимой пшеницы 2-го класса – 119,05 USD/т, 3-го класса – 111,11 USD/т, 4-го класса – 97,35 USD/т; стоимость 1 т физической массы азотного удобрения – 184,79 USD, калийного удобрения – 65,24 USD, фосфорного – 346,30 USD; стоимость транспортировки и внесения 1 т физической массы минеральных удобрений – 3,36 USD; стоимость уборки и доработки прибавки урожайности зерна озимой пшеницы – 15,87 USD/т.

### Результаты исследований

В наших исследованиях общие энергозатраты возрастали по мере увеличения планируемого ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы и количества дополнительных азотных подкормок. Максимальным (15294,5 МДж) этот показатель был в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 200 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками (таблица 3).

Показатели энергии, содержащиеся в прибавке урожайности зерна, увеличивались до варианта с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 180 кг/га. На этом уровне азотного питания (180 кг/га) с двумя (II-й и III-й) подкормками азотным удобрением этот показатель был наибольшим – 64687,8 МДж. Несколько иная закономерность выявлена по удельным энергозатратам: с каждым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы (кроме уровня 200 кг/га) происходило уменьшение данного показателя (таблица 3). Так, на уровнях азотного питания 120, 140, 160 и 180 кг/га четко просматривалась тенденция к снижению удельных энергетических затрат на производство и применение количеств минеральных туков – 544,9; 440,3; 378,5 и 355,4 МДж/ц соответственно изучаемым уровням азотного питания. Аналогичная закономерность проявлялась и при последующих (II-й и III-й) азотных подкормках.

Коэффициенты энергоотдачи в наших исследованиях были больше единицы и варьировали в пределах 2,49–4,92. Это указывает на то, что азотные удобрения использовались эффективно и их применение под озимую пшеницу, с энергетической точки зрения, являлось оправданным. При этом наибольшая энергоотдача (4,92) отмечена на фоне второй азотной подкормки в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га. На этом уровне азотного питания (180 кг/га) с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками отмечена самая большая прибавка урожайности зерна (3,93 т/га) и максимальное содержание энергии в этой прибавке (64687,8 МДж). Коэффициенты энергетической эффективности находились в пределах от 0,64 до 1,22 (таблица 3). При этом, в вариантах с ранневесенним запасом минерального

азота в почве 120, 140, 160 и 180 кг/га отмечалось снижение этого показателя, в то время как на уровне азотного питания 200 кг/га, наоборот, повышение.

Тем не менее, с точки зрения энергетической эффективности вариант с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с одной (II-й) азотной подкормкой является более оправданным (таблица 3), так как в этих условиях отмечены не только наименьшие удельные энергозатраты (334,6 МДж/ц), но и самая большая энергоотдача (4,92).

**Таблица 3. Энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы при разных планируемых ранневесенних запасах минерального азота в почве**

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы (N <sub>мин.</sub> + N <sub>уд.</sub> ), кг д.в./га	Внесено всего азота, кг д.в./га	Основная продукция озимой пшеницы (в среднем за 2006–2008 гг.)						
		Прибавка урожайности от применения удобрений т/га	Энергозатраты на удобрения, уборку, доработку и реализацию урожая, МДж	Содержание энергии в прибавке урожая, МДж	Удельные энергозатраты, МДж/ц	Энергоотдача	Коэффициент энергетической эффективности	Уровень интенсификации, %
Фон (N <sub>14</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> )	Без азотных удобрений	–	–	–	–	–	–	–
N <sub>120</sub>	45	0,68	3705,5	11192,8	544,9	3,02	1,00	–
N <sub>120</sub> + N <sub>30</sub>	75	1,39	6200,7	22879,4	446,1	3,69	0,82	18
N <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	105	1,88	8688,6	30944,8	462,2	3,56	0,85	15
N <sub>140</sub>	65	1,22	5371,1	20081,2	440,3	3,74	0,81	–
N <sub>140</sub> + N <sub>30</sub>	95	2,07	7870,9	34072,2	380,2	4,33	0,70	14
N <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	125	2,70	10363,5	44442,0	383,8	4,29	0,70	13
N <sub>160</sub>	85	1,86	7040,0	30615,6	378,5	4,35	0,69	–
N <sub>160</sub> + N <sub>30</sub>	115	2,71	9539,8	44606,6	352,0	4,68	0,65	7
N <sub>160</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	145	3,34	12032,4	54976,4	360,3	4,57	0,66	5
N <sub>180</sub>	105	2,45	8707,3	40327,0	355,4	4,63	0,65	–
N <sub>180</sub> + N <sub>30</sub>	135	3,35	11208,8	55141,0	334,6	4,92	0,61	6
N <sub>180</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	165	3,93	13699,7	64687,8	348,6	4,72	0,64	2
N <sub>200</sub>	125	1,73	10331,7	28475,8	597,2	2,76	1,10	–
N <sub>200</sub> + N <sub>30</sub>	155	2,10	12815,7	34566,0	610,3	2,70	1,12	2
N <sub>200</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	185	2,31	15294,5	38022,6	662,1	2,49	1,22	11

При внесении повышенной дозы азотного удобрения (200 кг/га) в ранневесеннюю подкормку отмечено снижение как агрономической окупаемости 1 кг азотных удобрений урожайностью зерна озимой пшеницы (9,74–9,90 кг), так и в целом показателя расчетной прибавки урожайности зерна за счет азотных удобрений (2,19–2,78 т/га).

Для расчета экономической эффективности возделывания озимой пшеницы при разных планируемых ранневесенних запасах минерального азота в почве, в первую очередь, были определены дополнительные затраты на применение минеральных удобрений. С наименьшими затратами, как и следовало ожидать, отмечен вариант без применения азотных подкормок. Далее, с каждым планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве и с увеличением количества подкормок азотным удобрением возрастали и дополнительные затраты на возделывание озимой пшеницы (таблица 4). Так, затраты на приобретение минеральных удобрений колебались в пределах от 80,13 до 154,13 USD/т, из них – на приобретение азотных удобрений израсходовано от 18 до 74 USD/т, фосфорных удобрений – 69,26 USD/т, калийных – 10,87 USD/т. Наибольшие дополнительные затраты отмечены в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 200 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками.

Общие затраты на погрузку, транспортировку и внесение минеральных удобрений составили от 1,23 до 2,58 USD/т, в том числе азотных удобрений – 0,33–1,35 USD/т, фосфорных удобрений – 0,67 USD/т, калийных – 0,56 USD/т.

**Таблица 4. Расчет стоимости дополнительных затрат на возделывание озимой пшеницы при разных планируемых ранневесенних запасах минерального азота в почве**

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы (N <sub>мин.</sub> + N <sub>уд.</sub> ), кг д.в./га	Дозы азотных подкормок, кг д.в./га	Дополнительные затраты (в среднем за 2006–2008 гг.), USD/т					
		на приобретение удобрений		на транспортировку и внесение удобрений		на уборку, доработку и реализацию прибавки урожая	всего
		NPK	в том числе азотного	NPK	в том числе азотного		
Фон (N <sub>14</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> )	Без азотных удобрений	80,13	–	1,23	–	13,27	94,63
N <sub>120</sub>	45	98,13	18,00	1,56	0,33	20,93	120,62
N <sub>120</sub> + N <sub>30</sub>	75	110,13	30,00	1,78	0,55	28,01	139,92
N <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	105	117,13	42,00	2,00	0,76	34,10	158,23
N <sub>140</sub>	65	106,13	26,00	1,71	0,47	25,99	133,82
N <sub>140</sub> + N <sub>30</sub>	95	118,13	38,00	1,92	1,00	34,41	154,46
N <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	125	130,13	50,00	2,14	0,91	41,86	174,13
N <sub>160</sub>	85	114,13	34,00	1,85	0,62	32,00	147,99
N <sub>160</sub> + N <sub>30</sub>	115	126,13	46,00	2,07	0,84	40,90	169,09
N <sub>160</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	145	138,13	58,00	2,29	1,05	48,65	189,07
N <sub>180</sub>	105	122,13	42,00	2,00	0,76	38,03	162,15
N <sub>180</sub> + N <sub>30</sub>	135	134,13	54,00	2,21	0,98	47,67	184,01
N <sub>180</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	165	146,13	66,00	2,43	1,20	55,31	203,87
N <sub>200</sub>	125	130,13	50,00	2,14	0,91	34,82	167,09
N <sub>200</sub> + N <sub>30</sub>	155	142,13	62,00	2,36	1,13	40,06	184,55
N <sub>200</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	185	154,13	74,00	2,58	1,35	44,06	200,77

Затраты на доработку дополнительного урожая были тесно взаимосвязаны с урожайностью озимой пшеницы (таблица 4). В частности, наименьшими они отмечены в фоновом варианте (13,27 USD/т), наибольшими – в варианте с планируемыми ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками (55,31 USD/т).

В целом, производственные затраты на возделывание озимой пшеницы при разных планируемых ранневесенних запасах минерального азота в почве зависели от выхода конечной продукции. Как и следовало ожидать, наименьшим (94,63 USD/т) этот показатель отмечен на контроле, наибольшим (203,87 USD/т) – в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) подкормками азотным удобрением.

Увеличение урожайности основной продукции озимой пшеницы (кроме уровня азотного питания 200 кг/га) сопровождалось увеличением стоимости дополнительной продукции (таблица 5). Наименьшим (81,36 USD/т) этот показатель отмечен в варианте без применения азотных подкормок, наибольшим (414,83 USD/т) – на уровне азотного питания 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) подкормками азотным удобрением.

Себестоимость 1 т дополнительной продукции зерна колебалась в пределах от 51,88 до 177,39 USD (таблица 5), при этом наименьшая себестоимость (51,88 USD) отмечена в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га при двух (II-й и III-й) азотных подкормках. В то же время наибольший чистый доход с 1 га (210,96 USD/га) получен в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками, наименьший (25,90 USD/га) – на уровне азотного питания 120 кг/га без применения азотных подкормок (таблица 5).

Показатель рентабельности варьировал в широких пределах – от 22 до 104 % и зависел как от уровня агротехники, так и от урожайности исследуемой культуры. Так, по расчетным данным наиболее рентабельным (104 %) является вариант с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками.

В итоге показатели экономической эффективности организации производства озимой пшеницы позволили выделить наиболее выгодный планируемый ранневесенний запас минерального азота в почве, который может быть рекомендован к использованию в производстве.

**Таблица 5. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы при разных ранневесенних запасах минерального азота в почве (в среднем за 2006–2008 гг.)**

Фон, кг/га	Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы (N <sub>мин.</sub> + N <sub>уд.</sub> ), кг д.в./га	Дозы азотных подкормок, кг д.в./га	Стоимость дополнительной продукции (стоимость прибавки урожайности зерна от применения азотных удобрений), USD/т	Себестоимость 1 т дополнительной продукции, USD	Чистый доход (прибыль от применения азотных удобрений), USD/га	Рентабельность, %
N <sub>14</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	Контроль (Фон)	Без азотных удобрений	81,36	–	–13,27	–14,0
	N <sub>120</sub>	45	146,52	177,39	25,90	22
	N <sub>120</sub> + N <sub>30</sub>	75	196,05	100,66	56,14	40
	N <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	105	238,70	84,16	80,48	51
	N <sub>140</sub>	65	181,92	109,69	48,09	36
	N <sub>140</sub> + N <sub>30</sub>	95	240,88	74,62	86,41	56
	N <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	125	292,99	64,49	118,86	68
	N <sub>160</sub>	85	224,03	79,56	76,05	51
	N <sub>160</sub> + N <sub>30</sub>	115	286,27	62,40	117,17	69
	N <sub>160</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	145	364,91	56,61	175,84	93
	N <sub>180</sub>	105	266,19	66,18	104,04	64
	N <sub>180</sub> + N <sub>30</sub>	135	333,70	54,93	149,69	81
	N <sub>180</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	165	414,83	51,88	210,96	104
	N <sub>200</sub>	125	243,73	96,58	76,64	46
	N <sub>200</sub> + N <sub>30</sub>	155	300,47	87,88	115,92	63
N <sub>200</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	185	330,48	86,91	129,71	65	

Так, поскольку в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га при двух (II-й и III-й) азотных подкормках отмечены оптимальные показатели экономической эффективности – максимальная урожайность зерна (в среднем 7,0 т/га), самая минимальная себестоимость продукции (51,88 USD), наибольшая величина чистого дохода (210,96 USD/га) и максимальная рентабельность (104 %), поэтому именно этот вариант является самым экономически эффективным вариантом внесения минеральных удобрений и производства растительной продукции озимой пшеницы. Остальные варианты азотных подкормок оказались экономически менее выгодными, так как эффект от их воздействия гораздо меньше тех затрат с помощью которых возможно достичь максимального результата производства растительной продукции. Кроме того, увеличение планируемого ранневесеннего

запаса минерального азота в почве до 200 кг/га с двумя (II-й и III-й) подкормками азотным удобрением привело к снижению урожайности зерна озимой пшеницы (5,38 т/га), а значит к меньшему экономическому эффекту – 330,48 USD/т (таблица 6.4).

### **Выводы и перспективы дальнейших исследований**

1. Наиболее экономически эффективным вариантом внесения минеральных удобрений и производства растительной продукции озимой пшеницы является вариант с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками. Возделывание озимой пшеницы при этом уровне азотного питания способствует оптимизации показателей экономической эффективности. При планируемом ранневесеннем запасе минерального азота в почве 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) подкормками азотным удобрением отмечены – максимальная урожайность зерна (в среднем 7,0 т/га), самая минимальная себестоимость продукции (51,88 USD), наибольшая величина чистого дохода (210,96 USD/га) и максимальная рентабельность (104 %)

2. Возделывание озимой пшеницы в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 200 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками способствовало снижению урожайности зерна озимой пшеницы (5,38 т/га), что привело к значительно меньшему экономическому эффекту (330,48 USD/т).

3. Энергетически оправданным оказался вариант с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с одной (II-й) азотной подкормкой, поскольку в этих условиях были отмечены как наименьшие удельные энергозатраты (334,6 МДж/ц), так и наибольшая энергоотдача (4,92).

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить в направлении снижения производственных затрат на единицу произведенной продукции с наибольшим экономическим эффектом и сохранением плодородия почвы при возделывании озимой пшеницы.

### **Литература**

1. Агроэкономическая эффективность органических и минеральных удобрений в звене севооборота на дерново-подзолистых легкосуглинистой и рыхлосупесчаной почвах / Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, Р. Н. Бирюков [и др.] // Почвоведение и агрохимия : сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии. – 2010. – Вып. 1 (44). – С. 112–123.

2. Босак В. Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений / В. Н. Босак. – Минск : БелНИВНФХ в АПК, 2005. – 44 с.

3. Босак В. Н. Влияние удобрений на продуктивность озимых зерновых культур на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак,

В. В. Цвирков // Почвоведение и агрохимия : сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии. – 2009. – Вып. 2 (43). – С. 120–128.

4. Основы энергосбережения в системе применения удобрений : учеб. пособие / С. П. Кукреш, С. Ф. Ходянкова, В. В. Лапа [и др.]. – Горки, 2001. – 58 с.

5. Лапа В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак ; Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2002. – 184 с.

6. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : Ин-т проблемных исследований в АПК НАН Беларуси, 2010. – 24 с.

7. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых удобрений / Г. В. Василюк, И. М. Богдевич, Н. В. Клебанович [и др.] ; Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 1996. – 50 с.

8. Минько Ф. Ф. О роли энергетики в развитии агропромышленного комплекса Республики Беларусь / Ф. Ф. Минько // Аграрная энергетика в XXI веке : материалы междунар. науч.-техн. конф., г. Минск, 25–26 сент. 2001 г. / РУП «БелНИИагроэнерго». – Минск, 2001. – С. 3.

9. Семененко Н. Н. Азот в земледелии Беларуси / Н. Н. Семененко, Н. В. Невмержицкий. – Минск : Хата, 1997. – 196 с.

10. Экономика предприятий и отраслей АПК : учебник / под ред. П. П. Лещиловского, Л. Ф. Догиля, В. С. Тонковича. – Минск : БГЭУ, 2001. – 575 с.

11. Яковчик Н. С. Энергосбережение в сельском хозяйстве / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко. – Барановичи : Укруп. тип., 1999. – 380 с.

---

УДК 633.2.03:631.816.2

**Ж. А. Молдован**

к. с.-г. н.

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

**ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ТА ЗМІНА БОТАНІЧНОГО  
СКЛАДУ ПАСОВИЩНИХ ТРАВСТОЇВ ЗА РОКАМИ  
ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ**

*Викладено результати досліджень щодо вивчення впливу різних варіантів удобрення на формування врожайності зеленої маси та мінливість ботанічного складу злакового та злаково-бобового травостоїв пасовищного використання.*

*Встановлено, що показники врожайності пасовищної трави змінювалися за циклами та роками використання. Найбільша частка врожаю, впродовж усього періоду досліджень, припадала на перший рік, найменша – на четвертий. Включення до складу*