

УДК 633.11321: 631[559+811.1]

**И. И. Берестов**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», Жодино

## УРОЖАЙНОСТЬ И ПОТРЕБЛЕНИЕ АЗОТА НОВЫМИ СОРТАМИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Изложены результаты исследований по изучению урожайности новых сортов яровой мягкой пшеницы (Ласка, Любава, Сударыня), а также поглощения и использования ими азота в зависимости от уровня азотного питания и погодных условий в период вегетации. Установлено, что, в сравнении со стандартом (сорт Рассвет), сорта Ласка и Сударыня повышают урожайность зерна в среднем на 6,9—7,6 ц / га, практически в одинаковых с ним количествах потребляют азот в период вегетации, но более рационально используют поглощённый азот на формирование урожайности зерна.

**Введение.** Яровая пшеница — одна из самых важных сельскохозяйственных культур разностороннего и широкого использования. Роль её в питании человека очень велика. Благодаря особым, уникальным свойствам белка, из пшеничной муки можно получить хлеб с высокими вкусовыми и физическими качествами, а также макаронные изделия.

Одним из важных условий получения высоких урожаев высококачественного зерна пшеницы является создание и внедрение в производство сортов с высоким генетическим потенциалом продуктивности и экологической пластичности. Ведь сорт является не только важным, но и менее затратным, экономически выгодным средством увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Его роль в повышении интенсификации сельского хозяйства постоянно возрастает, а вклад в увеличение прибавки урожая оценивается в 35—50% [1], [2], [3]. Отзывчивые на удобрения сорта способны эффективно поглощать и использовать высокие дозы азота и других элементов питания, существенно снижать их расход на формирование единицы хозяйственно-ценной части продукции. В результате этого средства, затраченные на применение удобрений, хорошо окупаются соответствующим

повышением урожая (его количеством и качеством) [4], [5], [6].

В настоящее время в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь внесено 18 сортов яровой мягкой пшеницы, в том числе 9 сортов отечественной селекции.

В последние годы селекционерами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» созданы новые сорта яровой мягкой пшеницы — Ласка, Любава, Сударыня, — которые имеют свои биологические и хозяйственные особенности. Внедрение их в производство должно сопровождаться совершенствованием технологии возделывания, при котором в полной мере проявятся потенциальные возможности, заложенные в наследственных свойствах сортов. Большое значение при этом имеет рациональное применение удобрений.

Целью наших исследований было изучение урожайности новых сортов яровой пшеницы, а также определение количества поглощённого и использованного растениями азота в зависимости от уровня азотного питания и погодных условий в период вегетации.

**Методика и условия проведения исследований.** Полевые опыты проводили в 2011—2012 годах на опытном поле «Научно-

практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию». Почва опытного участка — дерново-подзолистая, легко-суглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт почвы характеризовался слабокислой степенью кислотности ( $pH_{КС1}$  — 5,7—5,9), повышенным содержанием гумуса (2,2—2,4%), подвижных форм фосфора (216—231 мг / кг), калия (234—293 мг / кг), бора (0,75 мг / кг) и низким — меди (1,05 мг / кг) и цинка (2,0 мг / кг). Предшественник — рапс на семена.

Предметами исследований были сорта Ласка, Любава и Сударыня. В качестве контроля использовался сорт Рассвет. Все изучаемые сорта яровой пшеницы — среднеспелые и устойчивые к полеганию.

Сорта возделывали на трёх уровнях азотного питания: 1-й — условно низкий (без применения азотного удобрения); 2-й — средний, на котором возделывается яровая пшеница во многих сельскохозяйственных организациях республики в настоящее время; и 3-й — высокий (на перспективу). На среднем уровне азотного питания суммарная норма азота за вегетацию пшеницы была равна 100 кг / га, из которой 60 было внесено в основную заправку почвы до посева и 40 — в подкормку в начале выхода в трубку; на высоком уровне — 160 кг / га (100 — до посева и 60 — в подкормку в начале выхода в трубку). Эффективность азотного удобрения (в виде карбамида) изучалась на фоне фосфорного и калийного удобрений (в виде аммонизированного суперфосфата и хлористого калия), которые в дозе  $P_{60}K_{120}$  общим фоном вносили осенью под зябь.

Закладка опыта проводилась по методике двухфакторного опыта. Учётная площадь делянки — 10 м<sup>2</sup>, повторность — четырёхкратная.

Предпосевная обработка почвы состояла из культивации с фрезерованием на глубину 6—8 см после внесения азотного удобрения, выравнивания и прикатывания АКШ-3,6 перед посевом. Посев проводился селекционной сеялкой Джон Дир с нормой высева 5 млн всхожих зёрен на 1 га. Уход за

растениями осуществляли в соответствии с отраслевым регламентом [7].

Уборку урожая проводили во второй декаде августа селекционным комбайном Сампо-130. Урожайность зерна была приведена к 100,0%-й чистоте и стандартной (14,0%) влажности. На такую же влажность была рассчитана и урожайность соломы.

Содержание азота в зерне и соломе яровой пшеницы после мокрого озоления серной кислотой определяли по методу Кьельдаля [8]. Для пересчёта общего азота на сырой белок использовали коэффициент 5,7.

Расчёт общего и удельного выноса азота яровой пшеницей, уборочного индекса азота (доли азота зерна от общей массы азота в надземных органах в фазе полной спелости) и индекса физиологической интенсивности азота (отношения абсолютно сухого урожая зерна к сумме азота всей надземной массы в фазе полной спелости) проводили по общепринятым методикам.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась при помощи двухфакторного дисперсионного анализа на ЭВМ, где фактор *A* — сорта пшеницы, фактор *B* — нормы азота.

Погодные условия в период вегетации яровой пшеницы в 2011 году, по данным метеостанции г. Борисова, благоприятствовали формированию высокой урожайности зерна. За май—июль выпало 239 мм осадков (104,0% нормы), и выпадали они достаточно равномерно. Гидротермический коэффициент Селянинова в мае—июле был равен 1,48.

В 2012 году пониженные температуры воздуха в первой декаде июня (в среднем 12,8°C) способствовали хорошему куцению пшеницы. В июне выпало 124 мм осадков, что также благоприятно влияло на рост и развитие растений. Однако погодные условия при наливе зерна сложились неблагоприятно. Среднесуточная температура воздуха в этот период была равна 20,8°C (на 3,0°C выше нормы). Максимальные температуры воздуха достигали 31,0—33,0°C, что на 2,0°C превышало аналогичные температуры

в предыдущем году. При этом количество осадков в период налива зерна было недостаточным: в 2012 году их выпало лишь 10,4 мм (27,0% нормы) против 47,5 мм (82,0% нормы) в 2011 году. Аномально высокие температуры воздуха в период налива зерна в сочетании с дефицитом влаги в 2012 году вызывали депрессию фотосинтеза [9] вследствие чего урожайность зерна и эффективность азотных удобрений существенно снижались.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты исследований показали, что по урожайности зерна в 2011 году новые сорта превышали стандарт (таблица 1). Наиболее урожайным был сорт Ласка. В сравне-

нии с сортом Рассвет, у этого сорта прибавка урожайности зерна на фоне без азотного удобрения составила 9,8 ц / га, при внесении 100 кг / га азота — 10,3 и 160 кг / га — 14,7 ц / га.

Сорт Ласка хорошо отзывался на применение азотного удобрения, которое в норме 100 кг / га повышало урожайность зерна на 9,0 ц / га, а в норме 160 кг / га — на 16,3 ц / га (таблица 2) при оплате 1 кг азота 9,0 и 10,2 кг зерна соответственно.

В среднем по всем сортам в условиях 2011 года от внесения 100 кг / га азота урожайность зерна увеличивалась на 7,8 ц / га (до 68,7 ц / га), от 160 кг / га — на 11,9 ц / га (до 72,8 ц / га), что статистически значимо.

В 2012 году в условиях абиотического стресса в период налива зерна прибавки

Т а б л и ц а 1 — Урожайность яровой пшеницы в зависимости от сорта и норм азотного удобрения (за 2011—2012 годы)

Сорт (фактор А)	Зерно				Солома			
	норма азота, кг / га (фактор В)			среднее по сорту	норма азота, кг / га			среднее по сорту
	0	100	160		0	100	160	
2011								
Рассвет	56,4	64,9	67,8	63,0	51,5	71,0	77,1	66,5
Ласка	66,2	75,2	82,5	74,6	58,5	68,5	73,1	66,7
Любава	58,6	66,3	67,5	64,1	48,7	63,6	75,0	62,4
Сударыня	62,3	68,4	73,5	68,1	59,8	67,9	68,4	65,4
Среднее по нормам азота	60,9	68,7	72,8	67,5	54,6	67,8	73,4	65,3
2012								
Рассвет	50,8	52,0	47,1	50,0	79,2	108,6	97,9	95,2
Ласка	58,7	53,6	48,5	53,6	79,8	99,8	100,8	93,5
Любава	54,0	52,0	45,3	50,4	77,5	100,9	97,9	92,1
Сударыня	61,2	59,8	55,3	58,8	91,4	98,8	107,6	99,3
Среднее по нормам азота	56,2	54,4	49,0	53,2	82,0	102,0	101,0	95,0
Среднее за 2011—2012								
Рассвет	53,6	58,4	57,4	56,5	65,4	89,8	87,5	80,9
Ласка	62,4	64,4	65,5	64,1	69,2	84,2	86,4	79,9
Любава	56,3	59,2	56,4	57,3	63,1	82,2	86,4	77,2
Сударыня	61,8	64,1	64,4	63,4	75,6	83,4	88,0	82,4
Среднее по нормам азота	58,5	61,5	60,9	60,4	68,3	84,9	87,1	80,1

Примечание. НСР<sub>05</sub> по урожайности зерна в 2011 году по фактору А — 5,17; В — 2,24; частных средних — 8,93 ц / га, в 2012 году — 5,14; 2,22 и 8,90 ц / га соответственно.

Т а б л и ц а 2 — Прибавка урожайности сортов яровой пшеницы от применения азотного удобрения (за 2011—2012 годы)

В центнерах с гектара

Сорт	Норма азота, кг / га					
	100			160		
	зерно	солома	зерно + солома	зерно	солома	зерно + солома
2011						
Рассвет	8,5	19,5	28,0	11,4	25,6	37,0
Ласка	9,0	10,1	19,1	16,3	14,7	31,0
Любава	7,7	14,9	22,6	8,9	26,3	35,2
Сударыня	6,1	8,1	14,2	11,2	8,6	19,8
2012						
Рассвет	1,2	29,4	30,6	-3,7	18,7	15,0
Ласка	-5,1	20,0	14,9	-10,2	21,0	10,8
Любава	-2,0	23,3	21,3	-8,7	20,3	11,6
Сударыня	-1,4	7,4	6,0	-5,9	16,2	10,3
Среднее за 2011—2012						
Рассвет	4,8	24,5	29,3	3,8	22,2	26,0
Ласка	2,0	15,0	17,0	3,0	17,9	20,9
Любава	2,9	19,1	22,0	0,1	23,3	23,4
Сударыня	2,4	7,7	10,1	2,6	12,4	15,0

урожайности зерна от азотного удобрения не было. Более того, от применения повышенной нормы азота (160 кг / га) урожайность зерна существенно снижалась. Значительно возрастала лишь урожайность соломы: от внесения 100 кг / га азота в среднем по всем сортам повысилась на 20,0 ц / га (в 2011 году — на 13,2), от 160 кг / га — на 19,1 ц / га (в 2011 году — на 18,8).

Наиболее продуктивным в 2012 году оказался сорт Сударыня, по урожайности зерна превысивший стандарт в среднем на 8,8 ц / га, в том числе на фоне без азотного удобрения — на 10,4 ц / га, на фоне внесения 100 кг / га азота — на 7,8 и 160 кг / га — на 8,2 ц / га.

Сорта Сударыня и Ласка были более урожайными и в среднем за 2011—2012 годы. Прибавка урожайности зерна от их возделывания в сравнении с сортом Рассвет составляла 6,9—7,6 ц / га.

Азотные удобрения существенно увеличивали содержание азота в растениях яровой

пшеницы (таблица 3). В среднем по всем сортам от внесения 100 кг / га азота в зерне оно возрастало на 0,47, в соломе — на 0,24%, от 160 кг / га азота — на 0,66 и 0,36% соответственно. Наибольшее увеличение количества азота в зерне наблюдалось у сортов Рассвет и Любава, менее значительное — у сортов Ласка и Сударыня.

Аналогичным образом изменялось и содержание сырого белка в зерне пшеницы (таблица 4). У сортов Рассвет и Любава на фоне внесения 100 кг / га азота оно превышало аналогичный показатель сортов Ласка и Сударыня на 1,0—1,5%, а на фоне внесения 160 кг / га азота — на 0,4—1,4%. В тоже время сбор белка зерна с 1 га у сортов Ласка и Сударыня не снижался или несколько возрастал (в сравнении с сортом Рассвет — в среднем на 35—42 кг / га).

В процессе вегетации все сорта активно поглощали азот из почвы и минерального азотного удобрения (таблица 5). При этом новые сорта яровой пшеницы несколько

Т а б л и ц а 3 — Содержание азота в зерне и соломе возделываемых сортов яровой пшеницы (среднее за 2011—2012 годы)

В процентах в абсолютно сухом веществе

Сорт	Зерно				Солома			
	норма азота, кг / га			среднее по сорту	норма азота, кг / га			среднее по сорту
	0	100	160		0	100	160	
Рассвет	2,11	2,72	2,92	2,58	0,56	0,80	1,02	0,79
Ласка	2,02	2,47	2,66	2,38	0,54	0,76	0,90	0,73
Любава	2,10	2,64	2,78	2,51	0,57	0,82	0,90	0,76
Сударыня	2,16	2,46	2,70	2,44	0,56	0,82	0,86	0,75
Среднее по нормам азота	2,10	2,57	2,76	—	0,56	0,80	0,92	—

Т а б л и ц а 4 — Содержание и сбор сырого белка зерна сортов яровой пшеницы (среднее за 2011—2012 годы)

Сорт	Содержание сырого белка, %				Сбор сырого белка, кг / га			
	норма азота, кг / га			среднее по сорту	норма азота, кг / га			среднее по сорту
	0	100	160		0	100	160	
Рассвет	12,0	15,5	16,6	14,7	553	778	820	717
Ласка	11,5	14,1	15,2	13,6	618	781	856	752
Любава	12,0	15,1	15,8	14,3	581	769	768	706
Сударыня	12,3	14,0	15,4	13,9	653	771	853	759
Среднее по нормам азота	12,0	14,6	15,7	—	601	775	824	—

Т а б л и ц а 5 — Вынос азота сортами яровой пшеницы при разных уровнях азотного питания (среднее за 2011—2012 годы)

Сорт	Общий вынос урожая зерна и соломы, кг / га				Вынос в расчёте на 1 т зерна с соломой, кг			
	норма азота, кг / га			среднее по сорту	норма азота, кг / га			среднее по сорту
	0	100	160		0	100	160	
Рассвет	128,6	199,7	223,6	184,0	24,0	34,4	39,6	32,7
Ласка	140,0	191,6	218,1	183,2	22,4	30,4	34,6	29,1
Любава	132,8	192,8	201,2	175,6	23,6	32,9	36,4	31,0
Сударыня	149,6	193,8	216,2	186,5	24,2	30,2	34,0	29,5
Среднее по нормам азота	137,8	194,5	214,8	—	23,6	32,0	36,2	—

лучше стандартного сорта использовали азот из почвенных запасов, тогда как сорт Рассвет эффективнее использовал азот из минерального удобрения. Общее же потребление азота на формирование урожая зерна и соломы при внесении азотного удобрения у сортов Рассвет, Ласка и Сударыня было практически одинаковым, однако несколько выше, чем у сорта Любава.

Следует отметить, что новые сорта пшеницы более рационально использовали поглощённый азот на формирование единицы хозяйственно-ценной части продукции. В сравнении с сортом Рассвет вынос азота в расчёте на 1 т зерна с соломой у них был ниже (в среднем на 1,7—3,6 кг), снижалось и непродуктивное накапливание азота в соломе. В связи с этим уборочный индекс и индекс

физиологической эффективности азота увеличивались, особенно при высоком уровне азотного питания растений. На фоне внесения 160 кг / га азота уборочный индекс азота у сортов Ласка и Сударыня был выше, чем у стандарта, на 3,4—4,8%, у сорта Любава — на 1,8%, индекс физиологической эффективности азота — на 3,5—3,6 и 1,9 кг соответственно (таблица 6).

Азот карбамида, внесённого под яровую пшеницу, в период вегетации активно потреблялся растениями. В среднем по всем сортам коэффициент использования азота из азотного удобрения при норме внесения 100 кг / га д. в. составил 56,7%, при норме 160 кг / га д. в. — 48,1%. У всех сортов существенно возрастал общий вынос азота урожаем. Однако значительная часть азота использовалась непродуктивно, накапливалась в соломе. В связи с этим удельный вынос азота урожаем повышался, а уборочный индекс и индекс физиологической эффективности азота снижались.

**Заключение.** Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Новые сорта яровой мягкой пшеницы более урожайны, чем стандарт (сорт Рассвет). В сравнении со стандартом сорт Ласка повышает урожайность зерна в среднем на 7,6 ц / га, сорт Сударыня — на 6,9 ц / га. При нормальных погодных условиях сорт Ласка хорошо отзывается на применение азотного удобрения.

2. Общее потребление азота на формирование урожайности зерна и соломы при внесении азотного удобрения у сортов Ласка и Сударыня такое же, как и у сорта Рассвет, и несколько выше, чем у сорта Любава.

3. Новые сорта яровой пшеницы в сравнении со стандартом более рационально используют поглощённый азот на формирование единицы хозяйственно-ценной части продукции.

#### Список цитируемых источников

1. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (Экологогенетические основы) : в 2 т. / А. А. Жученко. — М.: Изд-во РУДН, 2001. — Т. 1. — 780 с.
2. Гриб, С. И. Приоритеты селекции растений на этапе адаптивной интенсификации земледелия Беларуси / С. И. Гриб // Земляробства і ахова раслін. — 2004. — № 6. — С. 12—13.
3. Кадыров, М. А. Селекция основных сельскохозяйственных культур в Беларуси: состояние, проблемы, приоритеты / М. А. Кадыров // Принципы и методы оптимизации селекционного процесса сельскохозяйственных растений : материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Минск : ИВЦ Минфина, 2005. — С. 3—14.
4. Климашевский, Э. Л. Проблема генотипической специфики корневого питания растений / Э. Л. Климашевский // Сорт и удобрения : сб. ст. / Сиб. ин-т физиологии и биохимии раст. ; Э. Л. Климашевский (отв. ред.). — Иркутск : [б. и.], 1974. — С. 11—53.
5. Воуз, П. Б. Оценка и использование отзывчивости сортов сельскохозяйственных растений на условия минерального питания / П. Б. Воуз // Сорт и удобрения : сб. ст. / Сиб. ин-т физиологии и биохимии раст. ; Э. Л. Климашевский (отв. ред.). — Иркутск : [б. и.], 1974. — С. 61—71.

Т а б л и ц а 6 — Уборочный индекс и индекс физиологической эффективности азота в зависимости от сорта и уровня азотного питания растений (среднее за 2011—2012 годы)

Сорт	Уборочный индекс азота, %				Индекс физиологической эффективности азота, кг			
	норма азота, кг / га			среднее по сорту	норма азота, кг / га			среднее по сорту
	0	100	160		0	100	160	
Рассвет	75,6	68,5	64,4	69,5	35,8	25,1	21,9	27,6
Ласка	77,2	70,9	67,8	72,0	38,3	28,8	25,4	30,8
Любава	76,8	69,6	66,2	70,9	36,4	26,3	23,8	28,8
Сударыня	76,8	70,0	69,2	72,0	35,5	28,4	25,5	29,8
Среднее по нормам азота	76,6	69,8	66,9	—	36,5	27,2	24,2	—

6. Гамзикова, О. И. Генотипические реакции яровой пшеницы на удобрения / О. И. Гамзикова, Г. П. Гамзиков, Д. А. Шамрай // Сорт и удобрения : сб. ст. / Сиб. ин-т физиологии и биохимии раст. ; Э. Л. Климашевский (отв. ред.). — Иркутск : [б. и.], 1974. — С. 180—187.

7. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. — Минск : Беларус. наука, 2005. — 460 с.

8. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания азота и сырого протеина : ГОСТ 13496.4-93. — Введ. 01.01.95. — Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1995.

9. Коновалов, Ю. Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя / Ю. Б. Коновалов. — М. : Колос, 1981. — 176 с.

Материал поступил в редакцию 27.02.2013 г.

The paper offers the results of studying the new spring wheat varieties yield (Laska, Lyubava, Sudarynya), as well as their nitrogen absorption and use depending on the level of nitrogen nutrition and weather conditions during the growing season. It is stated that, compared with the standard (variety Rassvet), the varieties Laska and Sudarynya increase the grain yield by 6.9—7.6 cent / ha on average, consume almost the same quantity of nitrogen during the growing season, but they use nitrogen absorbed for the formation of grain yield in a more rational way.