

УДК 633.11.004.12 321:631.811.1

## СОСТАВ БЕЛКОВ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*T. AESTIVUM*) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Н.Н.НОВИКОВ, А.А. ЖАРИХИНА

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*В опытах с яровой мягкой пшеницей, проведенных на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, установлено, что при повышении уровня азотного питания пшеницы существенно возрастает продуктивность растений, накопление в зерне клейковинных белков, но увеличивается активность  $\alpha$ -амилаз в зрелом зерне и ухудшаются реологические свойства клейковины. Некорневая азотная подкормка пшеницы в фазе начала формирования зерна увеличивает накопление в нем клейковинных белков и снижает активность  $\alpha$ -амилаз. Выявлено положительное действие на технологические свойства зерна фиторегуляторов эпин-экстра и альбита и последствие высокого уровня азотного питания на амилазную активность прорастающего зерна.*

*Ключевые слова:* яровая мягкая пшеница, оптимизация азотного питания, фиторегуляторы, качество зерна, состав белков, активность амилаз.

При выращивании пшеницы в природно-климатических условиях Нечерноземной зоны важной задачей является правильный подбор сортов, способных формировать высококачественное зерно, отвечающее требованиям перерабатывающей промышленности, и совершенствование технологий их выращивания, при этом следует обращать особое внимание на создание оптимального режима питания растений, прежде всего питания азотом, который оказывает влияние не только на формирование величины урожая, но и его качества [1, 5, 6, 9, 14].

В опытах по изучению действия удобрений на урожайность и качество зерна хлебопекарной пшеницы выяснено, что для формирования высококачественного зерна с улучшенными технологическими свойствами необходимо обеспечивать такой режим питания растений, при котором достигается оптимальное соотношение азота, фосфора и калия. При дефиците азота понижается как продуктивность растений, так и накопление в зерновках запасных белков, что ухудшает их технологические показатели [7, 8, 13, 14, 16].

Вместе с тем при высоких дозах азота, вносимого до посева пшеницы, хотя значительно и возрастает сбор зерна и белка, однако могут ухудшаться реологические свойства клейковины и структурно-механические свойства хлебопекарного теста вследствие повышения в зерновках активности гидролитических ферментов. Кроме того, в результате усиления азотного питания происходят определенные изменения в составе белков зерна, снижающие его технологические свойства [5, 8, 9].

Наряду с оптимизацией питания на формирование урожая пшеницы и синтез запасных белков существенное влияние могут оказывать фиторегуляторы, которые вызывают интенсификацию физиолого-биохимических процессов в вегетирующих растениях и биохимические изменения в созревающем зерне [4, 9, 11, 12, 15, 17]. Однако действие фиторегуляторов на формирование качества зерна и обмен веществ в вегетативной массе и созревающих зерновках пшеницы изучено еще недостаточно.

В задачи наших исследований входило изучение влияния факторов внешней среды, уровня азотного питания растений и фиторегуляторов на формирование урожая, на качество зерна и состав запасных белков яровой мягкой пшеницы при ее выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в условиях Центрального района Нечерноземной зоны.

### **Объекты и методы исследований**

Исследования с яровой мягкой пшеницей сорта Иволга проводились на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева в 2010–2011 гг. Почва на опытном участке дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса — 2,4–2,5%,  $P_2O_5$  (по Кирсанову) — 220,  $K_2O$  (по Масловой) — 160 мг на 1 кг почвы, рН солевой вытяжки — 5,8. Площадь делянок — 1 м<sup>2</sup>, повторность опытов пятикратная, норма высева — из расчета 5,5 млн всхожих семян на 1 га. Схема опытов по изучению режима азотного питания пшеницы включала следующие варианты: 1 — без внесения азота (контроль); 2 — N60; 3 — N90; 4 — N120; 5 — N150; 6 — N150 + N30 (некорневая подкормка); 7 — N120 + N30 (некорневая подкормка). Основную дозу азота вносили до посева в виде аммиачной селитры, некорневую азотную подкормку пшеницы проводили раствором мочевины в фазе начала формирования зерна. В качестве общего фона на всех делянках опыта предусматривалось фосфорно-калийное питание — P20K20 (в виде суперфосфата и хлористого калия).

На фоне внесения дозы азота 150 кг/га изучалось действие фиторегуляторов — альбит, эпин-экстра, новосил и рибав-экстра. Обработку растений пшеницы фиторегуляторами проводили в фазе колошения при следующих концентрациях рабочего раствора: эпин — 0,003, рибав — 0,01, альбит — 0,003, новосил — 0,006 мл/л; расход рабочего раствора — 30 мл/м<sup>2</sup>.

Оценку технологических показателей зерна проводили стандартными методами [2]. Состав белков изучали по растворимости белковых фракций в воде, 10%-м растворе KCl, 70%-м этаноле, 0,1%-м растворе NaOH. Активность амилалитических ферментов определяли методом йод-крахмальной пробы, количество белков в ферментном экстракте — по Лоури [10]. Зерно проращивали на воде при температуре 25°C. Для диагностики азотного питания растений в соке листьев определяли концентрацию свободных аминокислот [8]. Диагностику проводили с использованием пробы вегетативной массы, которая включала второй лист сверху, взятый с главных побегов растений в фазе выхода в трубку при образовании первого стеблевого узла. Статистическую обработку экспериментального материала выполняли по Б.А. Доспехову [3] с использованием компьютерных программ в модификации информационно-вычислительного центра РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

### **Результаты исследований**

В 2010 г. растения пшеницы подверглись действию не только сильного вододефицитного стресса, но и высоких температур во время созревания зерна, поэтому зерновая продуктивность пшеницы была на низком уровне — 134–256 г/м<sup>2</sup>. Однако

даже в таких условиях наблюдалось положительное действие азотного удобрения, внесенного до посева. При внесении дозы азота 60 кг/га наблюдалось существенное повышение продуктивности растений от 134 до 157 г/м<sup>2</sup> (табл. 1). Каждое последующее увеличение дозы азота на 30 кг/га также сопровождалось существенным повышением продуктивности пшеницы, в результате прибавка урожая от максимальной дозы азота (150 кг/га) составляла 76% по отношению к контролю (без внесения азота).

Таблица 1

**Зерновая продуктивность, технологические свойства зерна и концентрация аминокислот в соке листьев пшеницы в полевом опыте 2010 г.**

Вариант	Урожай зерна, г/м <sup>2</sup>	Стекловидность, %	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Сырая клейковина, %	ИДК, ст. ед.	Концентрация аминокислот в соке листьев, ед. оптической плотности
Без внесения азота	134	82	661	26,8	25,7	70	0,73
N60	157	85	673	27,2	25,9	73	0,65
N90	175	86	682	28,5	27,6	78	0,59
N120	210	87	694	28,4	28,5	78	0,56
N150	236	92	708	30,7	30,0	80	0,53
N150+N30 подк.	240	90	707	29,7	33,5	81	х
N120+N30 подк.	215	87	702	28,6	31,8	80	х
N150+альбит	247	88	715	30,7	29,2	80	х
N150+рибав	243	87	710	29,5	30,1	80	х
N150+эпин	256	85	718	29,8	28,6	73	х
N150+новосил	230	88	707	30,5	30,0	80	х
НСР <sub>05</sub>	14	5	5	2,2	2	5	х

В каждом из вариантов с увеличением дозы азота существенно возрастала натура зерна, а такие показатели, как масса 1000 зерен, стекловидность зерна, содержание сырой клейковины, существенно повышались при высоких дозах азота (120–150 кг/га), но при этом наблюдалось некоторое ухудшение реологических свойств клейковины (увеличение показателя ИДК — индекса деформации клейковины). В варианте с дозой азота 150 кг/га по сравнению с контролем (вариант без внесения азота) стекловидность зерна возрастала на 10%, натура — на 47 г/л, масса 1000 зерен — на 3,9 г, содержание сырой клейковины — на 4,3%, однако наблюдалось ослабление клейковины на 10 единиц ИДК. Зерно с содержанием сырой клейковины более 28% (отвечающее требованиям, предъявляемым к сильной пшенице) сформировалось при дозах азота 120 и 150 кг/га, однако в этих вариантах качество клейковины (II группа) не отвечало требованиям, предъявляемым к сильной пшенице.

Некорневая азотная подкормка в фазе начала формирования зерна не оказывала существенного влияния на продуктивность растений пшеницы, стекловидность зерна и массу 1000 зерен как на фоне внесения дозы азота 120, так и 150 кг/га, но повышала содержание в зерне сырой клейковины на 3,3–3,5% без изменения ее рео-

логических свойств (определяемых по ИДК). Поздняя некорневая азотная подкормка также способствовала увеличению natyры зерна в варианте с дозой азота 120 кг/га.

Главная цель применения фиторегуляторов в наших опытах — изучение их воздействия на физиолого-биохимические процессы в созревающем зерне, связанные с формированием его качества, поэтому обработка растений этими регуляторными веществами проводилась в фазе колошения пшеницы. Однако в варианте с применением фиторегулятора эпин-экстра не только улучшались технологические показатели зерна (увеличение natyры зерна и упругости клейковины), но и получена существенная прибавка урожая пшеницы. Положительное действие данного регуляторного препарата, очевидно, связано с его влиянием на функционирование клеточных мембран растений, в результате чего повысилась их устойчивость к водodefицитному и высокотемпературному стрессам. Альбит несколько увеличивал natyру, а рибав-экстра понижал стекловидность зерна.

В более благоприятном по погодным условиям 2011 г. сбор зерна в опыте превышал показатели 2010 г. в среднем на 29%. Под действием возрастающих доз азота (до 150 кг/га) существенно повышались продуктивность растений пшеницы (на 47%) и natyра зерна (на 38 г/л). Стекловидность зерна и содержание сырой клейковины возрастали лишь при высоких дозах азота — 120–150 кг/га, масса 1000 зерен — при дозах 90–150 кг/га (табл. 2). В варианте с дозой азота 150 кг/га по сравнению с контролем стекловидность зерна возрастала на 5%, масса 1000 зерен — на 9,9 г, содержание сырой клейковины — на 3,4% и наблюдалось небольшое ослабление клейковины (на 5 ед. ИДК).

Поздняя некорневая азотная подкормка, как и в опыте 2010 г., существенно не влияла на продуктивность растений пшеницы, однако на фоне допосевного внесения

Т а б л и ц а 2

**Зерновая продуктивность, технологические свойства зерна и концентрация аминокислот в соке листьев пшеницы в полевом опыте 2011 г.**

Вариант	Урожай зерна, г/м <sup>2</sup>	Стекловидность, %	Натyра, г/л	Масса 1000 зерен, г	Сырая клейковина, %	ИДК, ст. ед.	Концентрация аминокислот в соке листьев, ед. оптической плотности
Без внесения азота	201	80	710	28,5	24,4	70	0,64
N60	210	83	721	30,5	25,3	70	0,60
N90	254	80	731	33,7	25,8	65	0,53
N120	281	86	728	36,1	27,1	70	0,50
N150	296	85	748	38,4	27,8	75	0,50
N150+N30 подк.	283	87	751	38,2	30,5	75	х
N120+N30 подк.	285	83	738	35,5	29,7	75	х
N150+альбит	302	87	750	38,5	27,8	75	х
N150+рибав	315	86	752	38,8	28,3	80	х
N150+эпин	310	83	754	38,2	28,0	70	х
N150+новосил	295	85	748	38,1	27,5	80	х
НСП <sub>05</sub>	15	5	5	2,1	2	5	х

азота 120 кг/га наблюдалось увеличение натуре зерна на 10 г/л, содержания сырой клейковины на 2,6% (и снижение ее упругости на 5 ед. ИДК), а на фоне допосевого внесения азота 150 кг/га — повышение содержания в зерне сырой клейковины на 2,7% без изменения ее реологических свойств.

В условиях вегетации 2011 г. отмечено положительное действие на продуктивность пшеницы фиторегулятора рибав-экстра, который однако ослаблял клейковину. Такое же действие на клейковину оказывал и новосил. Эпин-экстра увеличивал натуре зерна и упругость клейковины.

Под воздействием возрастающих доз азота (0–150 кг/га) в зерновках пшеницы повышалось общее накопление белков на 4,2% (табл. 3) за счет увеличения доли глиадинов и глютеинов, тогда как концентрация альбуминов, глобулинов и неэкстрагируемых белков существенно понижалась.

Таблица 3

**Содержание и состав белков в зерне пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения фиторегуляторов в полевом опыте 2010 г.**

Вариант	Общее содержание белков, %	Азот фракций, % от белкового азота				
		альбумины и легкорастворимые глобулины	глобулины	глиадины	глютеины	неэкстрагируемые белки
Без внесения азота	10,5	13,3	13,7	28,8	31,2	13,0
N60	11,7	12,0	12,7	30,0	33,6	11,7
N90	13,0	12,3	12,6	30,5	34,4	10,2
N120	14,1	10,5	12,8	31,2	36,2	9,3
N150	14,7	10,2	11,5	31,5	37,8	9,0
N150+N30 подк.	15,8	9,1	10,2	32,2	40,4	8,1
N120+N30 подк.	14,7	9,8	10,9	32,0	38,6	8,7
N150+альбит	15,1	10,3	11,0	31,6	38,0	9,1
N150+рибав	15,0	10,1	11,0	31,7	38,2	9,0
N150+эпин	14,5	10,3	11,3	31,5	37,6	9,3
N150+новосил	14,4	10,5	11,4	31,3	37,4	9,4
НСР <sub>05</sub>	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4

Наибольший эффект от действия поздней некорневой азотной подкормки получен в варианте с допосевным внесением дозы азота 150 кг/га, при котором содержание в зерне белков повышалось на 1,1% за счет увеличения доли глиадинов и глютеинов (клейковинных белков), а концентрация альбуминов, глобулинов и неэкстрагируемых белков понижалась. Изучаемые фиторегуляторы в условиях вегетации 2010 г. существенно не влияли на содержание и состав белков в зерне пшеницы.

При увеличении дозы азота, вносимого до посева, повышался уровень  $\alpha$ -амилазной активности в зрелых зерновках пшеницы, что отрицательно влияет на их хлебопекарные показатели. Это особенно заметно наблюдалось в варианте с дозой азота 150 кг/га (табл. 4, 5).

**Активность амилаз в зрелом и прорастающем зерне пшеницы урожая 2010 г., мг гидролизованного крахмала в расчете на 1 мг белка за 1 ч**

Вариант	Зрелое зерно		Длительность проращивания, сут.							
			1		3		5		7	
	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы
Без внесения азота	1,3	18,9	8	46	42	68	203	186	456	254
N60	1,5	20,2	10	52	48	65	244	178	483	218
N90	1,9	18,7	11	66	47	70	241	184	531	174
N120	2,1	21,7	14	67	55	78	270	137	554	83
N150	3,4	21,1	17	70	63	66	287	134	568	79
N150+N30 подк.	1,5	24,3	17	68	72	69	223	135	511	101
N120+N30 подк.	1,1	23,6	15	70	65	78	219	149	537	169
N150+альбит	2,3	22,1	17	70	65	66	277	103	539	66
N150+рибав	2,8	21,9	17	68	68	70	281	136	502	125
N150+эпин	3,2	20,7	15	60	60	62	260	122	577	44
N150+новосил	2,8	21,7	18	67	67	79	285	144	581	103
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,7	1,3	4,0	3,6	6,9	10,9	10,8	10,3	9,6

Некорневая подкормка пшеницы мочевиной существенно снижала активность  $\alpha$ -амилаз в зрелых зерновках за счет некоторого увеличения  $\beta$ -амилазной активности, которое обычно не вызывает ухудшения хлебопекарных свойств зерна. Значительное снижение уровня  $\alpha$ -амилазной активности в зерне пшеницы отмечалось также в варианте с применением альбита и небольшое — в вариантах с рибав-экстра и новосилом в опыте 2010 г.

Амилолитические ферменты влияют не только на хлебопекарные свойства, но и на семенные качества зерна, а также на технологические свойства получаемого из зерна солода. В связи с этим была проведена оценка последствий азотных удобрений и фиторегуляторов на активность амилаз в прорастающих зерновках пшеницы (см. табл. 4, 5).

В вариантах без азота и с дозой азота 60 кг/га происходило интенсивное нарастание  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазной активности в зерне к 7-м сут. его проращивания. В вариантах с более высокими дозами азота (90–150 кг/га) максимум  $\alpha$ -амилазной активности наблюдался на 7-е сут., а  $\beta$ -амилазной активности — на 6-е сут. проращивания.

Зерно, полученное в вариантах с высокими дозами азота, на 7-е сут. проращивания имело более высокую активность  $\alpha$ -амилаз по сравнению с контролем (рис. 1, 2), а также вариантами с поздней некорневой азотной подкормкой; в данном случае это свидетельствует об улучшении семенных качеств зерна и технологических свойств солода, которое может быть получено из данного зерна.

В опыте 2010 г. альбит и рибав-экстра снижали активность  $\alpha$ -амилаз в прорастающем зерне, а в опыте 2011 г. все изучаемые фиторегуляторы понижали ак-

Таблица 5

**Активность амилаз в зрелом и прорастающем зерне пшеницы урожая 2011 г.,  
мг гидролизованного крахмала в расчете на 1 мг белка за 1 ч**

Вариант	Зрелое зерно		Длительность проращивания, сут.							
			1		3		5		7	
	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы	$\alpha$ -амилазы	$\beta$ -амилазы
Без внесения азота	2,3	21,8	11	73	75	115	254	256	481	429
N60	2,5	24,9	14	78	84	131	237	297	555	356
N90	3,0	22,7	15	84	88	109	204	335	586	178
N120	3,6	28,7	22	72	94	100	128	384	592	114
N150	5,1	19,3	26	70	76	111	142	399	613	156
N150+N30 подк.	3,5	20,4	29	71	76	87	268	247	483	170
N120+N30 подк.	1,4	26,5	25	67	83	96	249	261	573	96
N150+альбит	4,2	19,3	25	71	70	85	151	388	566	100
N150+рибав	4,7	20,0	28	68	72	81	267	271	500	206
N150+эпин	4,9	16,9	26	68	75	82	197	310	495	172
N150+новосил	5,6	21,7	27	70	71	73	253	323	579	129
HCP <sub>05</sub>	0,6	1,2	3,2	5,1	5,0	6,3	7,6	10,5	7,8	8,7

тивность в прорастающем зерне не только  $\alpha$ -амилаз, но и  $\beta$ -амилаз. Следовательно, наблюдается их отрицательное последствие на семенные качества зерна и технологические свойства солода.

В вариантах с разными уровнями азотного питания пшеницы в соке листьев (второй лист сверху на главном побеге растения), которые отбирали в фазе образования первого стеблевого узла, определяли концентрацию свободных аминокислот с целью оценки интенсивности синтеза структурных и функционально активных белков в ходе роста и развития растений. Ранее нами было показано, что при низком уровне азотного питания растений пшеницы интенсивность синтеза белков и ростовых процессов ослабляется, в результате чего концентрация свободных аминокислот в соке листьев возрастает. Повышение уровня азотного питания растений изменяет ход указанных процессов в обратном направлении, поэтому концентрация аминокислот в соке листьев уменьшается [8].

В опытах двух лет (2010–2011) установлено, что при повышении уровня азотного питания пшеницы отмечается устойчивая тенденция снижения концентрации свободных аминокислот в соке листьев вегетирующих растений, находящихся в фазе образования первого стеблевого узла, что свидетельствует о возрастающем их потреблении на синтез структурных и функционально активных белков в вегетативной массе пшеницы (см. табл. 1, 2).

Из представленных данных видно, что изменение концентрации аминокислот в соке листьев достаточно хорошо отражает уровень азотного питания растений пшеницы, о чем свидетельствуют высокие значения коэффициентов корреляции данного показателя с дозой азота:  $r = -0,99$  (2010 г.),  $r = -0,96$  (2011). Кроме того, установлено,



что концентрация аминокислот в соке листьев тесно коррелирует с уровнем зерновой продуктивности пшеницы,  $r = -0,96$ ; натурой зерна,  $r = -0,91$ ; массой 1000 зерен,  $r = -0,92$ ; содержанием в зерне сырой клейковины,  $r = -0,93$ ; общим содержанием в зерне белков,  $r = -0,98$ ; содержанием альбуминов и легкорастворимых глобулинов,  $r = 0,90$ ; содержанием глобулинов,  $r = 0,85$ ; глиадинов,  $r = -0,99$ ; глютеинов,  $r = -0,97$ ; неэкстрагируемых белков,  $r = 0,99$  (корреляция достоверна при  $r > 0,87$  и уровне вероятности 0,95).

Таким образом, на основе результатов исследований в опытах 2010–2011 гг. можно отметить, что при повышении дозы допосевого внесения азота до 150 кг/га продуктивность яровой мягкой пшеницы сорта Иволга возрастала на 47–76%, содержание в зерне сырой клейковины — на 3,4–4,3%, белков — на 4,2%, стекловидность зерна — на 5–10%, натура — на 38–47 г/л, масса 1000 зерен — на 3,9–9,9 г, но наблюдалось ослабление клейковины на 5–10 единиц ИДК и увеличение активности  $\alpha$ -амилаз в зрелом зерне. Поздняя некорневая азотная подкормка растений пшеницы мочевиной способствовала повышению содержания в зерне белков на 0,6–1,1%, сырой клейковины — на 2,6–3,5% и понижению активности  $\alpha$ -амилаз в зрелом зерне до минимального уровня.

Под воздействием высоких доз азота, вносимого до посева пшеницы, и поздней некорневой азотной подкормки в зерновках увеличивалось накопление глиадинов и глютеинов, имеющих значительный дефицит по содержанию лизина, триптофана и метионина, но уменьшалось содержание альбуминов, глобулинов и неэкстрагируемых белков, которые лучше сбалансированы по содержанию незаменимых аминокислот, в результате чего понижалась общая биологическая ценность суммарного белка зерна.

В условиях воддефицитного и высокотемпературного стресса в период созревания зерновок пшеницы (опыт 2010) выявлено положительное действие фиторегулятора эпин-экстра при обработке растений в фазе колошения, который повышал продуктивность растений (на 8%), увеличивал натуру зерна и улучшал реологические свойства клейковины (уменьшение ИДК). Под действием этого фиторегулятора указанные технологические показатели улучшались также в условиях более благоприятного 2011 г. В стрессовых условиях 2010 г. отмечалось увеличение натуре и понижение  $\alpha$ -амилазной активности зерна под действием фиторегулятора альбита. Рибав-экстра в условиях 2011 г. повышал продуктивность пшеницы, но ослаблял клейковину (увеличение ИДК), а в 2010 г. понижал стекловидность зерна и активность  $\alpha$ -амилаз в зерне. Новосил в условиях 2010 г. понижал активность  $\alpha$ -амилаз в зерне, а в опыте 2011 г. ослаблял клейковину.

В опытах с проростками пшеницы наблюдалась более высокая активность  $\alpha$ -амилаз в прорастающем зерне, выращенном в вариантах с высокими дозами азота, что является показателем улучшения семенных качеств зерна и технологических свойств солода, который может быть получен из такого зерна. Выявлено также отрицательное последствие изучаемых в опытах фиторегуляторов на амилазную активность прорастающего зерна.

Установленные в ходе исследований корреляционные связи между концентрацией свободных аминокислот в соке листьев, дозами азота, продуктивностью растений, составом белков и технологическими показателями зерна свидетельствуют о том, что по результатам определения в соке листьев свободных аминокислот можно проводить диагностику азотного питания и прогнозировать уровень урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы.



## Выводы

1. В опытах с яровой мягкой пшеницей сорта Иволга, проведенных на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, установлено, что при увеличении доз азота до 150 кг/га существенно возрастают продуктивность растений (на 47–76%), содержание в зерне белков (на 4,2%), сырой клейковины (на 3,4–4,2%), масса 1000 зерен, показатели стекловидности и натуре зерна, но при этом понижается упругость клейковины и повышается активность  $\alpha$ -амилаз в зрелом зерне, что в определенной степени ухудшает его технологические свойства.

2. При некорневой азотной подкормке пшеницы раствором мочевины в фазе начала формирования зерна на фоне допосевого внесения высоких доз азота (120–150 кг/га) увеличивается накопление в зерне белков (на 0,6–1,1%), сырой клейковины (на 2,6–3,5%) и понижается активность  $\alpha$ -амилаз, в результате чего улучшаются хлебопекарные свойства зерна.

3. При повышении уровня азотного питания пшеницы путем внесения азота до посева и проведения поздней некорневой азотной подкормки в ее зерновках увеличивается накопление менее сбалансированных по содержанию незаменимых аминокислот белков — глиадинов и глютеинов, но уменьшается концентрация альбуминов, глобулинов и неэкстрагируемых белков, в результате чего понижается общая биологическая ценность суммарного белка зерна.

4. Выявлено положительное действие фиторегуляторов на формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы при их применении в фазе колошения. Под действием эпин-экстра увеличивался показатель натуре зерна и улучшались реологические свойства клейковины. Фиторегулятор альбит увеличивал натуре зерна и снижал активность  $\alpha$ -амилаз в зерне, которое формировалось в стрессовых гидротермических условиях 2010 г.

5. Установлена тесная корреляционная связь между концентрацией свободных аминокислот в соке листьев яровой мягкой пшеницы, находящейся в фазе образования первого стеблевого узла, и дозами вносимого азота, уровнем зерновой продуктивности растений, содержанием и составом белков, технологическими показателями зерна, что обосновывает возможность использования указанного показателя для диагностики азотного питания и прогнозирования урожайности и качества зерна пшеницы.

6. Зерно пшеницы, сформировавшееся в вариантах с высоким уровнем азотного питания, при прорастании имеет более высокий уровень  $\alpha$ -амилазной активности, что улучшает семенные качества зерна и технологические свойства солода, который может быть получен из этого зерна. Поздняя некорневая азотная подкормка в фазе начала формирования зерновок и обработка растений фиторегуляторами альбит и рибав-экстра в фазе колошения пшеницы понижают активность  $\alpha$ -амилаз в прорастающем зерне.

## Библиографический список

1. Бебякин В.М., Старичкова Н.И., Дорогобед А.А. Качество зерна пшеницы в зависимости от сорта и условий его произрастания // Зерновое хозяйство. 2003. №3. С. 22–24.
2. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. 206 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Завалин А.А., Сергалиев Н.Х. Влияние условий азотного питания и физиологически активных веществ на формирование величины и качества урожая зерна яровой пшеницы // Агрохимия. 2000. №1. С. 23–29.
5. Личко А.К., Личко Н.М., Новиков Н.Н. Агрохимические основы повышения качества зерна озимой пшеницы в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны // Известия ТСХА. 2011. Вып. 5. С. 61–71.
6. Мелешкина Е.П. Развитие системы оценки качества пшеницы для повышения хлебопекарных свойств муки: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2006. 52 с.
7. Минеев В.Г., Павлов А.Н. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы. М.: Колос, 1981. 188 с.

8. Новиков Н.Н. Формирование урожая и качества зерна хлебопекарной пшеницы при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Известия ТСХА. 2010. Вып. 1. С. 59–72.
9. Новиков Н.Н., Войсеса Б.В. Формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта, условий выращивания и уровня азотного питания // Известия ТСХА. 1994. Вып. 4. С. 14–29.
10. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1985. 255 с.
11. Прусакова Л.Д., Чиждова С.И. Роль brassinosteroidов в росте устойчивости и продуктивности растений // Агрехимия. 1996. № 11. С. 137–150.
12. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О.А. Шаповал [и др.]. М.: ВНИИА, 2009. 60 с.
13. Albert E., Jauert R., Zerche S. Computergestutzte Stickstoffdungung des winter-getreides // Tag.-Ber./ akad. Land wirtsch — wiss DDR, Berlin. 1989. 275 s.
14. Braziene Z. Spring wheat yield and productivity components as affected by nitrogen fertilization and weather conditions // Zemdirbyste / Lietuvos zemes ukio univ. Akademija. 2007. T. 94. № 1. P. 89–99.
15. Friebe A. Brassinosteroids in induced resistance and induction of tolerances to abiotic stress in plants // Natural Products for Pest Management, ACS Symp. Ser. / eds. A.M. Rimando, O.M. Duke, D.C. Washington. 2006. Vol. 927. P. 233–242.
16. Strong W.M. Effect of late application of nitrogen on the yield and protein content of wheat // Australian J. exp. Agric. Anim. Husb. 1982. Vol. 222. №114–115. P. 54–61.
17. Thompson M.J. Effect of phyto-regulators on spring wheat // Cereal chemistry. 2004. Vol. 8. № 3. P. 112–117.

Рецензент — д. с.-х. н. И.В. Кобозев

PROTEINS COMPOSITION AND SPRING SOFT WHEAT GRAIN QUALITY  
(*T. AESTIVUM*) DEPENDING ON BOTH NITRIC NUTRITION LEVEL  
AND PHYTO-REGULATORS APPLICATION WHEN GROWING  
ON SODDY-PODZOLIC MIDDLE LOAMY SOIL

(N.N. NOVIKOV, A.A. ZHARIKHINA)

(RTSAU named after K.A. Timiryazev, Moscow)

*During field experiments on soddy-podzolic middle loamy soil it has been established that the high level of nitrogen application increases grain productivity of spring soft wheat, gluten proteins content and  $\alpha$ -amilases activity in forming seeds but resulting in gluten attenuation. Nitrogenous spray dressing at the beginning of seeds formation increases grain gluten proteins content and decreases  $\alpha$ -amilases activity, resulting in positive effect on grain technological properties. The application of phyto-regulators: Albit and Epin-extra, in a wheat heading stage, improves technological grain qualities. Under the influence of nitrogen fertilizers on wheat growing, high level of amilase activity in growing seeds has been revealed .*

*Key words: spring soft wheat, optimization of nitrogen nutrition, phyto-regulators, grain quality, protein composition, amylases activity.*

**Новиков Николай Николаевич** — д. б. н., проф. кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49. Тел.: 499-976-29-71; e-mail: Ali\_baul@mail.ru).

**Жарихина Анастасия Аркадьевна** — аспирант кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел.: 499-976-29-71; e-mail: Ali\_baul@mail.ru.