

УДК 633.11:581.134.04

ДЕЙСТВИЕ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ НА СИНТЕЗ БЕЛКОВ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Н.Н. НОВИКОВ. Б.В. ВОЙЕССА

(Кафедра с.-х. биотехнологии)

В мелкоделяночных полевых опытах установлено, что обработка растений в фазу начала формирования зерна фиторегуляторами (гидразидом малеиновой кислоты, брассинолидом, гиббереллином А₃, абсцизовой кислотой, 6-БАП) вызывает значительные сдвиги процессов синтеза легкорастворимых и спирторастворимых белков, но субъединичный и компонентный состав каждой белковой фракции не изменяется. Некоторые из этих фиторегуляторов оказывали специфическое действие на накопление в зерне клейковинных белков, качество клейковины, седиментационные свойства муки и уровень активности гидролитических ферментов.

В результате электрофоретических исследований выяснено, что при повышении белковости зерна пшеницы под воздействием любых внешних условий (изменения температуры, влажности, освещенности, обеспеченности элементами питания и др.) компонентный состав белковых фракций, выделяемых по Осборну, не изменяется. Аналогичные данные были получены также хроматографическими методами. При изменении условий выращивания пшеницы наблюдаются определенные сдвиги

в процессах синтеза альбуминов, глобулинов, глиадинов и глютеинов, но их качественный состав остается постоянным и может быть изменен лишь генетическими методами [5, 9, 11, 14, 20].

В связи с этим значительный интерес представляет изучение возможных путей улучшения состава растительных белков и качества зерна, связанных с воздействием на регуляторную систему растений, в результате которого происходит изменение экспрессии генов, кодиру-

ющих полипептидные структуры определенных белковых компонентов. В исследованиях последних лет было показано, что на экспрессию генов очень сильное влияние оказывают фитогормоны. Воздействуя на генетический аппарат растений, они вызывают общую активацию или торможение синтеза белков в клетках. Имеются также сведения о том, что в результате гормональной регуляции могут синтезироваться новые белки как продукты экспрессии отдельных генов [4, 8].

Достаточно хорошо изучено действие фитогормонов на синтез ферментов. Выяснено, что кинетин индуцирует синтез нитратредуктазы, гибберелловая кислота — синтез α -амилаз, абсцизовая кислота ингибирует синтез протеолитических ферментов. Проводятся исследования с целью выяснения действия абсцизовой кислоты на экспрессию генов запасных белков [3, 7, 13, 15, 17, 18, 22].

Предпринимаются попытки введения в ткани растений экзогенных гормональных препаратов и других регуляторных веществ с целью направленного воздействия на обмен азотистых соединений, в том числе и на синтез запасных белков. Имеющиеся в литературе сведения свидетельствуют о том, что вводимые извне фитогормоны повышают в растениях содержание белкового азота и водорастворимых белков уже на ранних этапах их развития [2, 6, 10].

С целью изучения влияния фитогормонов на синтетические процессы в колосе пшеницы проводились опыты, в которых регуляторные вещества вводили в стебель путем инъекции. Установлено, что уже на этапе поглощения экзогенных фи-

торегуляторов колосьями проявляется их действие на обмен азотистых веществ [2, 16, 23, 24].

В полевых и лабораторных опытах с различными культурами изучалось действие многих физиологически активных веществ на обмен азотистых соединений и биосинтез белков и выявлены различные химические препараты, оказывающие как стимулирующее, так и ингибирующее действие на синтез белков, что свидетельствует о возможности целенаправленного воздействия на генетический аппарат растений с целью изменения экспрессии генов и улучшения таким образом состава растительных белков и, в частности, запасных белков зерновых культур.

Нами выполнены исследования действия некоторых фиторегуляторов на состав белков и качество зерна у сортов яровой мягкой пшеницы при обработке растений в фазу начала формирования зерна.

Методика

В полевых опытах изучались сорта яровой мягкой пшеницы селекции НПО «Подмосковье», различающиеся по морфобиологическим особенностям и качеству зерна: Московская 35, Родина, Энита, Приокская, Люба. Сорт Саратовская 29 использовался в качестве стандарта по хлебопекарным качествам.

Опыты проводили в учхозе Тимирязевской академии «Михайловское» по следующей схеме: вариант 1 — 160N90P90K — до посева в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия (фон); варианты 2—5 — опрыскивание растений в фазу начала формирования зерна растворами разных

фиторегуляторов: 2 — 6-бензиламинопурином (БАП) из расчета 100 мг/л; 3 — гиббереллином A_3 (GA_3) — 300 мг/л; 4 — абсцизовой кислотой (АБК) — 30 мг/л; 5 — гидразидом малеиновой кислоты (ГМК, Na-соль) — 2% в 1990 г., и эпибрассинолидом-55 — 0,1 мг/л в 1991 г. Объем раствора для опрыскивания — 100 мл на 1 м² посева. Площадь делянок — 1 м², повторность 4-кратная. Посев производили из расчета 5 млн всхожих семян на 1 га.

Почва на опытном участке дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса — 2,6—2,8%, pH_{con} — 6,1, степень насыщенности основаниями — 92%, содержание легкогидролизуемого азота — 4,5—5 мг, содержание подвижного фосфора и обменного калия в вытяжке по Кирсанову — соответственно 9—10 и 15—16 мг на 100 г.

Вегетационные периоды в годы проведения опытов заметно различались по метеорологическим условиям. В 1991 г. в первой половине вегетации (до цветения) среднесуточные температуры были выше и выпало больше осадков, чем в 1990 г.; в период от цветения до полного созревания зерна температура в оба года исследований была примерно одинаковой, а осадков выпало больше в 1990 г.

В зрелом зерне определяли общее содержание белков и клейковины стандартными методами [12], качество клейковины оценивали по ИДК, число падения — по Харбергу — Пертену, показатель седиментации — по набухаемости муки в уксусной кислоте [1]. Легкорастворимые белки экстрагировали из цельносмолотого зерна 0,06 М ТРИС-

НСI буфером (рН 6,8), спирторастворимые белки — раствором, содержащим 55% изопропилового спирта, 5% меркаптоэтанола и 0,5% ацетата натрия. Концентрацию белков в полученных экстрактах определяли спектрофотометрически при длине волны 280 нм.

Для определения субъединичного состава выделенных белковых фракций использовали электрофорез в полиакриламидном геле по U.K. Laemmli [19], применяя в качестве диссоциирующих агентов додецилсульфат натрия и дитиотрейтол. Разделение проводили в 10% геле слоем 0,75 мм (оборудование фирмы «Хойфер»). Для оценки молекулярных масс полипептидов применяли смеси стандартных белков фирмы «Фармация». Разделение недиссоциированных белков выполняли по методу В. Davis [21] в 12% полиакриламидном геле.

Результаты

Менее благоприятные метеорологические условия в вегетационный период 1990 г. в определенной степени компенсировались несколько лучшей агрохимической характеристикой почвы опытных делянок в этом году. В результате средние урожаи пшеницы в 1990 и 1991 гг. оказались довольно близкими: у сортов пшеницы селекции НПО «Подмосковье» — 466—538 г/м² (46,6—53,8 ц/га), у пшеницы Саратовская 29, не относящейся к сортам интенсивного типа, — 356—425 г/м². Наиболее урожайными были сорта Московская 35 (494—538 г/м²), Приокская (491—511 г/м²), Энита (489—505 г/м²).

В опытах установлено, что опрыскивание растений ГМК и брассино-

лидом оказало более сильное воздействие на качественные показатели зерна, чем гормональные препараты (БАП, ГА₃, АБК), которые очень слабо растворяются в водных растворах, применяемых для опрыскивания.

При обработке растений пшеницы водным раствором ГМК отмечалась заметная тенденция к повышению накопления в зерне белков и клейковины, но при этом, как правило, снижалась упругость клейковины (в среднем на 15 ед. ИДК) и ухудшались седиментационные свойства муки, очень сильно снижалось число падения (в среднем на 46%), достигая уровня 83—89 с (табл.1). Последнее свидетельствует о том, что под действием ГМК в зерновках пшеницы резко повышается активность гидролитических ферментов и прежде всего α -амилазы, вызывающей гидролиз крахмала и общее ухудшение хлебопекарных свойств зерна.

Как показывает определение показателей общей и удельной седиментации, некоторое увеличение количества белка и клейковины в зерне, наблюдаемое при обработке растений пшеницы ГМК, не компенсирует снижения показателя седиментации за счет изменения состава белков: снижения концентрации легкорастворимых белков (на 33%) и вследствие этого увеличения отношения спирторастворимые : легкорастворимые белки (табл.2). Можно предположить, что некоторые компоненты легкорастворимых белков, взаимодействуя определенным образом с клейковинными белками, повышают набухаемость муки в уксусной кислоте и поэтому чрезмерное снижение их концентрации в

зерне вызывает ухудшение седиментационной характеристики муки.

Повышение активности гидролитических ферментов в зерновках пшеницы под воздействием ГМК, возможно, происходит двумя путями. Во-первых, установлено, что ГМК снижает содержание легкорастворимых белков, в том числе и, вероятно, концентрацию белков — ингибиторов ферментов, которые связывают ферменты в неактивные комплексы, вызывая тем самым снижение их активности в процессе созревания зерна. Если же белков-ингибиторов синтезируется меньше, то общий уровень активности гидролитических ферментов в созревающем зерне заметно повышается. Во-вторых, вполне вероятно, что ГМК активирует синтез некоторых ферментов, в частности, α -амилазы, вызывающей ухудшение автолитических свойств муки и уменьшение числа падения.

При обработке растений пшеницы брассинолидом снижалось накопление в зерне белков и клейковины, но качество клейковины при этом, как правило, улучшалось (уменьшение ИДК в среднем от 84 до 79). Под воздействием брассинолида заметно повышалась в зерне активность гидролитических ферментов, о чем свидетельствовало уменьшение числа падения (в среднем на 18%). Данный препарат действует на активность гидролитических ферментов, как и в случае с ГМК, по-видимому, двумя путями: либо снижая синтез белков-ингибиторов ферментов, либо непосредственно влияя на синтез ферментных белков. Некоторое улучшение качества клейковины под влиянием брассинолида, возможно, вызвано

**Качественные показатели зерна пшеницы разных сортов
в 1990 г. (числитель) и 1991 г. (знаменатель)**

Сорт	160N90P90K (фон)	БАП	ГА ₃	АВК	ГМК/ брасинолид
<i>Содержание белков, % к сухой массе</i>					
Родина	<u>14,1</u>	<u>14,3</u>	<u>14,5</u>	<u>14,3</u>	<u>13,9</u>
	14,1	14,4	13,2	14,4	13,0
Московская 35	<u>14,6</u>	<u>14,2</u>	<u>13,1</u>	<u>13,9</u>	<u>14,9</u>
	15,3	14,8	14,2	15,0	13,5
Приокская	<u>14,0</u>	<u>14,2</u>	<u>14,3</u>	<u>14,0</u>	<u>15,1</u>
	14,8	14,8	14,7	14,8	13,8
Энита	<u>14,3</u>	<u>13,9</u>	<u>13,9</u>	<u>13,8</u>	<u>14,8</u>
	14,1	13,7	13,6	13,3	13,0
Люба	<u>14,2</u>	<u>14,6</u>	<u>14,3</u>	<u>14,1</u>	<u>14,4</u>
	14,5	15,5	14,4	14,5	13,7
Саратовская 29	<u>13,6</u>	<u>13,5</u>	<u>13,5</u>	<u>13,9</u>	<u>15,1</u>
	14,5	14,3	14,3	14,4	14,0
Средние	<u>14,1</u>	<u>14,1</u>	<u>13,9</u>	<u>14,0</u>	<u>14,7</u>
НСР ₀₅ 0,5	14,6	14,6	14,1	14,4	13,7
<i>Содержание сырой клейковины, %</i>					
Родина	<u>28,8</u>	<u>28,0</u>	<u>28,0</u>	<u>29,2</u>	<u>28,3</u>
	28,8	28,7	26,8	28,0	26,2
Московская 35	<u>29,9</u>	<u>29,0</u>	<u>26,8</u>	<u>26,2</u>	<u>30,4</u>
	31,2	30,2	29,2	30,6	26,9
Приокская	<u>27,8</u>	<u>29,0</u>	<u>29,2</u>	<u>29,2</u>	<u>30,9</u>
	30,0	30,8	30,0	30,1	28,2
Энита	<u>29,2</u>	<u>28,3</u>	<u>29,9</u>	<u>28,2</u>	<u>30,3</u>
	28,7	27,2	27,8	27,2	26,5
Люба	<u>28,5</u>	<u>30,1</u>	<u>28,4</u>	<u>27,7</u>	<u>30,9</u>
	29,5	31,6	29,4	30,8	27,5
Саратовская 29	<u>27,2</u>	<u>27,7</u>	<u>27,6</u>	<u>28,4</u>	<u>30,2</u>
	29,3	29,0	29,0	29,1	28,6
Средние	<u>28,6</u>	<u>28,7</u>	<u>28,3</u>	<u>28,2</u>	<u>30,2</u>
НСР ₀₅ 1,5	29,6	29,6	28,7	29,3	27,3

Сорт	160N90P90K (фон)	БАП	ГА ₃	АВК	ГМК/ брасинолид
<i>Оценка качества клейковины — ИДК, ст.ед.</i>					
Родина	<u>90</u>	<u>95</u>	<u>95</u>	<u>85</u>	<u>95</u>
	92	87	88	90	90
Московская 35	<u>75</u>	<u>85</u>	<u>75</u>	<u>80</u>	<u>90</u>
	85	87	85	87	83
Приокская	<u>70</u>	<u>85</u>	<u>80</u>	<u>75</u>	<u>95</u>
	80	86	80	77	75
Энига	<u>95</u>	<u>95</u>	<u>80</u>	<u>80</u>	<u>95</u>
	85	85	80	82	77
Люба	<u>65</u>	<u>75</u>	<u>75</u>	<u>75</u>	<u>95</u>
	80	86	72	80	72
Саратовская 29	<u>70</u>	<u>65</u>	<u>90</u>	<u>65</u>	<u>85</u>
	82	80	85	82	75
Средние	<u>78</u>	<u>83</u>	<u>83</u>	<u>77</u>	<u>93</u>
	НСП ₀₅ 5	84	85	82	83
<i>Число падения, с</i>					
Родина	<u>152</u>	<u>132</u>	<u>162</u>	<u>146</u>	<u>92</u>
	188	142	180	198	170
Московская 35	<u>236</u>	<u>196</u>	<u>169</u>	<u>131</u>	<u>83</u>
	252	254	202	215	108
Приокская	<u>159</u>	<u>162</u>	<u>146</u>	<u>145</u>	<u>88</u>
	197	202	182	188	179
Энига	<u>164</u>	<u>162</u>	<u>168</u>	<u>152</u>	<u>92</u>
	149	188	199	204	108
Люба	<u>166</u>	<u>228</u>	<u>142</u>	<u>169</u>	<u>92</u>
	234	245	240	222	242
Саратовская 29	<u>129</u>	<u>129</u>	<u>169</u>	<u>134</u>	<u>98</u>
	216	214	209	230	205
Средние	<u>168</u>	<u>168</u>	<u>159</u>	<u>146</u>	<u>91</u>
	НСП ₀₅ 10	206	208	210	169
<i>Седиментация, мл</i>					
Родина	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	<u>6,0</u>	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>
	8,4	6,6	5,6	6,4	7,0

Сорт	160N90P90K (фон)	БАП	ГА ₃	АВК	ГМК брасинолид
Московская 35	<u>7,0</u>	<u>6,0</u>	<u>5,0</u>	<u>6,0</u>	<u>6,0</u>
	8,5	8,5	8,6	8,8	7,4
Приокская	<u>8,0</u>	<u>6,0</u>	<u>6,0</u>	<u>7,0</u>	<u>4,0</u>
	9,4	9,6	9,4	9,2	9,0
Энита	<u>6,0</u>	<u>6,0</u>	<u>5,0</u>	<u>6,0</u>	<u>5,0</u>
	9,2	8,0	7,6	8,0	8,2
Люба	<u>7,0</u>	<u>5,0</u>	<u>5,0</u>	<u>6,0</u>	<u>5,0</u>
	10,6	9,6	9,4	10,3	8,6
Саратовская 29	<u>7,0</u>	<u>8,0</u>	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	<u>8,0</u>
	12,0	10,0	10,5	11,0	10,2
Средние	<u>6,8</u>	<u>6,3</u>	<u>5,7</u>	<u>6,5</u>	<u>5,8</u>
НСР ₀₅ 0,8	9,7	8,7	8,5	9,0	8,4

Удельная седиментация, мл на 100 мг белка

Родина	<u>10,0</u>	<u>9,8</u>	<u>8,2</u>	<u>9,6</u>	<u>10,0</u>
	12,0	9,2	8,4	8,8	10,8
Московская 35	<u>9,6</u>	<u>8,4</u>	<u>7,6</u>	<u>8,6</u>	<u>8,0</u>
	11,2	11,4	12,2	11,8	11,0
Приокская	<u>10,0</u>	<u>8,4</u>	<u>8,4</u>	<u>10,0</u>	<u>5,4</u>
	12,8	13,0	12,8	12,4	13,0
Энита	<u>8,4</u>	<u>8,6</u>	<u>7,2</u>	<u>8,8</u>	<u>6,8</u>
	13,0	11,6	11,2	12,0	12,6
Люба	<u>9,8</u>	<u>6,8</u>	<u>7,0</u>	<u>8,6</u>	<u>7,0</u>
	14,6	12,4	13,0	14,2	12,6
Саратовская 29	<u>10,4</u>	<u>11,8</u>	<u>10,4</u>	<u>10,0</u>	<u>10,6</u>
	16,6	14,0	14,6	15,2	14,6
Средние	<u>9,6</u>	<u>9,0</u>	<u>8,2</u>	<u>9,4</u>	<u>8,0</u>
НСР ₀₅ 0,8	13,4	12,0	12,0	12,4	12,4

его ингибирующим воздействием на протеолитические ферменты, ослабляющие структуру клейковинных белков.

Изучение седиментационных свойств муки показало, что уменьшение показателя седиментации в

варианте с брасинолидом было на 56% (в среднем) обусловлено ухудшением состава и свойств белков и на 44% — снижением накопления в зерне белков и клейковины.

В результате фракционирования белков выяснено, что под действием

Таблица 2

**Содержание в зерне пшеницы спирторастворимых (числитель)
и легкорастворимых (знаменатель) белков и их соотношение**

Сорта	1991 г.					1990 г.	
	90P90K+ 160N	БАП	ГА ₃	АБК	брассино- лид	90P90K+ 160N	ГМК

Содержание фракций белков, % к сухой массе

Родина	<u>3,7</u>	<u>4,0</u>	<u>3,9</u>	<u>3,9</u>	<u>4,2</u>	<u>4,4</u>	<u>5,1</u>
	2,7	2,6	1,9	2,0	1,5	3,3	2,2
Московская 35	<u>4,0</u>	<u>3,7</u>	<u>4,8</u>	<u>4,2</u>	<u>4,2</u>	<u>4,2</u>	<u>4,4</u>
	2,1	2,0	1,6	1,4	1,4	2,8	1,9
Приокская	<u>4,0</u>	<u>4,2</u>	<u>4,6</u>	<u>4,4</u>	<u>4,2</u>	<u>4,2</u>	<u>4,4</u>
	2,1	1,6	1,8	1,7	1,6	2,3	1,8
Энита	<u>4,0</u>	<u>4,0</u>	<u>4,6</u>	<u>4,4</u>	<u>4,8</u>	<u>4,4</u>	<u>4,4</u>
	2,2	2,4	2,2	2,0	1,7	2,8	1,6
Люба	<u>3,9</u>	<u>4,2</u>	<u>4,6</u>	<u>4,4</u>	<u>4,2</u>	<u>4,2</u>	<u>4,4</u>
	2,1	2,0	1,7	1,7	1,4	2,6	1,5
Саратовская 29	<u>3,9</u>	<u>3,9</u>	<u>4,0</u>	<u>4,0</u>	<u>4,0</u>	<u>4,6</u>	<u>4,8</u>
	1,9	1,9	1,4	1,4	1,2	2,6	2,0
Средние	<u>3,9</u>	<u>4,0</u>	<u>4,4</u>	<u>4,2</u>	<u>4,3</u>	<u>4,3</u>	<u>4,6</u>
НСР ₀₅ 0,3	2,2	2,1	1,8	1,7	1,5	2,7	1,8

Соотношение спирторастворимых и легкорастворимых белков

Родина	1,37	1,54	2,05	1,95	2,80	1,33	2,32
Московская 35	1,90	1,85	3,00	3,00	3,00	1,50	2,32
Приокская	1,90	2,21	2,56	2,59	2,63	1,83	2,44
Энита	1,82	1,67	2,09	2,20	2,82	1,57	2,75
Люба	1,86	2,10	2,71	2,59	3,00	1,62	2,93
Саратовская 29	2,05	2,05	2,86	2,86	3,33	1,77	2,40
Средние	1,82	1,90	2,55	2,53	2,93	1,60	2,53

брассинолида в зерновках пшеницы снижалась концентрация легкорастворимых белков (в среднем на 32%) и повышалось содержание спирторастворимой фракции (на 10%), вследствие чего очень сильно возрастало отношение спирторастворимые : легкорастворимые белки, вызывая ухудшение седиментационных свойств муки.

В варианте с ГА₃ отмечалась некоторая тенденция к снижению количества белка и клейковины в зерне (в опыте 1991 г.) и ухудшению физических свойств клейковины (увеличение ИДК в опыте 1990 г.), наблюдалось также ухудшение седиментационных свойств муки, которое в основном было связано с изменением состава белков. Вместе

с тем было выяснено, что под воздействием экзогенного GA_3 в зерновках пшеницы, как правило, снижалась концентрация легкорастворимых белков и повышалось содержание спирторастворимой фракции, в результате чего возрастало отношение спирторастворимые : легкорастворимые белки.

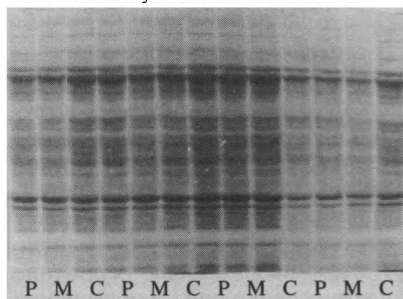
В результате обработки растений пшеницы препаратом АБК в зерновках уменьшалась концентрация легкорастворимых белков и отмечалась некоторая тенденция к снижению показателя седиментации и числа падения. В варианте с БАП наблюдалась тенденция к снижению показателя седиментации и ухудшению физических свойств клейковины. GA_3 , АБК и БАП, как ГМК и брассинолид, по-видимому, также способны в той или иной степени воздействовать на синтез в зерновках определенных групп белков, оказывающих влияние на уровень активности гидролитических ферментов или набухаемость муки в уксусной кислоте, что в конечном итоге может вызывать изменение технологических свойств зерна.

Электрофоретический анализ легкорастворимых и спирторастворимых белков в зерновках пшеницы показал, что их состав не изменился под действием изучаемых фиторегуляторов. Хотя отмечены значительные сдвиги в общем содержании указанных белковых фракций, субъединичный и компонентный состав каждой фракции оставался постоянным (рисунок). Так, при обработке растений пшеницы препаратами ГМК, брассинолида, GA_3 , АБК снижалась общая концентрация легкорастворимых белков, но их субъединичный и компонентный состав не изменялся. Под действием указан-

ных фиторегуляторов несколько повышалась концентрация спирторастворимых белков, субъединичный состав которых при этом тоже не изменялся. Вместе с тем уменьшение числа падения и изменение ИДК под воздействием некоторых фиторегуляторов, возможно, свидетельствуют об их избирательном действии на синтез определенных белков, оказывающих влияние на уровень активности гидролитических ферментов (в вариантах с ГМК, брассинолидом, АБК) и физические свойства клейковины (в вариантах с ГМК, брассинолидом, GA_3).

Сравнивая изменения в составе белков и качестве зерна, происходящие в результате влияния факторов внешней среды и условий питания [9], а также применяемых фиторегуляторов, можно отметить довольно четко выраженную аналогию в их действии. Например, при снижении влажности, повышении уровня азотного питания, а также применении фиторегуляторов (ГМК, брассинолид, GA_3 , АБК) в зерновках пшеницы понижается концентрация легкорастворимых белков и существенно увеличивается отношение

БАП GA_3 АБК Брассинолид



Электрофореграммы субъединиц легкорастворимых белков.

P, M, C — соответственно сорта пшеницы Родина, Московская 35, Саратовская 29.

спирторастворимые: легкорастворимые белки. В то же время при повышении влажности, усилении азотного питания растений и применении некоторых фиторегуляторов (ГМК, брассинолида, АБК) наблюдается понижение числа падения, свидетельствующее о повышении активности в зерне гидролитических ферментов. При повышении влажности, снижении уровня азотного питания растений и применении фиторегуляторов отмечалось ухудшение седиментационной характеристики зерна.

По-видимому, наблюдаемая аналогия в действии внешних факторов и фиторегуляторов на качественные показатели зерна не случайна и связана с их влиянием на один и тот же регуляторный механизм. Причем наиболее вероятно, что и факторы внешней среды, и применяемые фиторегуляторы оказывают влияние на синтез и баланс внутренних гормонов, при изменении концентрации которых в тканях формирующихся зерновок инициируются определенные сдвиги в ходе биохимических процессов, приводящие к соответствующим изменениям качества зерна.

Заключение

В опытах по изучению действия фиторегуляторов выяснено, что при обработке растений водным раствором ГМК (гидразида малеиновой кислоты) у сортов яровой мягкой пшеницы отмечалась заметная тенденция к усилению накопления в зерне белков и клейковины, однако при этом наблюдалось ухудшение качества клейковины и повышение активности гидролитических ферментов. Под воздействием брассинолида в зерновках пшеницы сни-

жалось накопление белков и клейковины, возрастала активность гидролитических ферментов, но качество клейковины, как правило, улучшалось. Под влиянием ряда фиторегуляторов (ГМК, брассинолида, ГА₃, АБК) в зерновках пшеницы снижалась концентрация легкорастворимых белков и отмечалась заметная тенденция к ухудшению седиментационных свойств муки.

Изучение качественного состава зерна пшеницы показывает, что под влиянием условий выращивания и применяемых фиторегуляторов происходят значительные сдвиги процессов синтеза легкорастворимых и спирторастворимых белков, однако субъединичный и компонентный состав каждой белковой фракции не изменяется. В то же время уменьшение числа падения и изменения показателя ИДК в вариантах с некоторыми фиторегуляторами, вероятно, свидетельствуют об их избирательном действии на синтез определенных групп белков, оказывающих влияние на активность гидролитических ферментов или физические свойства клейковины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. — 2.
2. Заиров С.З. Накопление и обмен белков в зерне пшеницы. Алма-Ата: Наука, 1987. — 3. Каравайко Н.Н., Кравяж К., Хохлова В.А., Кулаева О.Н. Сравнение действия абсцизовой кислоты и ингибиторов синтеза белка на рост и метаболизм изолированных семядолей тыквы. — Физиол. раст., 1978, т. 25, вып. 4, с. 803—809. — 4. Клячко Н.П. Посттранскрипционная регуляция синтеза белка фитогормонами. — Автореф. докт. дис. М., 1985. — 5.

Кокурин Н.Л., Новиков Н.Н., Шатилова Т.И., Плешков А.С. Качество зерна и состав клейковинных белков яровой пшеницы в зависимости от сорта и условий азотного питания. — Изв. ТСХА, 1987, вып. 2, с. 58—68. — 6. Кондратьев М.Н., Варфоломеев С.А., Третьяков Н.Н. Перераспределение азота у яровой пшеницы под воздействием 6-БАП при различных уровнях влагообеспеченности. — Изв. ТСХА, 1987, вып. 5, с. 105—111. — 7. Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка. М.: Наука, 1982. — 8. Кулаева О.Н. Фитогормоны как регуляторы активности генетического аппарата и синтеза белка у растений / Новые направления в физиологии растений. М.: Наука, 1985, с. 62—83. — 9. Новиков Н.Н., Войсеса Б.В. Формирование качества зерна яровой пшеницы в зависимости от сорта, условий выращивания и уровня азотного питания. — Изв. ТСХА, 1994, вып. 3, с. 14—29. — 10. Оразбаева Р.С. Действие гибберелловой кислоты и цитокинина на содержание азотистых веществ в проростках пшеницы. — В кн.: Биология развития микроорганизмов и растений. Алма-Ата, 1978, с. 112—120. — 11. Перуанский Ю.В. Молекулярная биология и некоторые вопросы качества зерна. — Вестн. с.-х. науки Казахстана, 1975, № 2, с. 18—20. — 12.

Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений / 3-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. — 13. Соболев А.М., Азаркович М.И., Кулаева О.Н. Влияние абсцизовой кислоты на накопление запасных белков в дозревающем *in vitro* эндосперме клешевины. — Докл. АН СССР, 1983, т. 271, № 23, с. 776—768. — 14. Созинов А.А., Попереля Ф.А. Полиморфизм глиадина и возможности его использования. — В кн.: Растительные белки и их биосинтез. М., 1975, с. 65—77. — 15. Ashton D.B. *Cer. chem.*, 1976, vol. 59, № 5, p. 336—343. — 16. Aufhammer W., Solansky S. — *Pflanzenernahr und Bodentr.*, 1976, № 4, S. 505—515. — 17. Crouch M., *Sussex I.* — *Planta*, 1981, vol. 153, p. 64—74. — 18. Dure L. — *Ann. rev. plant physiol.*, 1975, vol. 26, p. 259—278. — 19. Laemmli U.K. — *Nature (L.)*, 1970, vol. 227, p. 680—685. — 20. Michalik F., Petovsky P. — *Ploch ospodarstvo*, 1981, v. 27, № 3, p. 258—268. — 21. Ornstein L., Davis B.J. — *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1964, vol. 121, p. 321—403. — 22. *Sussex J.* — N.Y. — L.: Plenum press, 1980, p. 283—289. — 23. Tao K.L., Khan A.A. — *Plant physiology*, 1975, vol. 56, № 6, p. 797—800. — 24. Ved R., Yoski Y.C. — *Agrochimica*, 1973, vol. 17, p. 238—245.

Статья поступила 5 мая 1994 г.

SUMMARY

It has been found in small-plot field experiments that treating the plants with phyto regulators (maleic hydrazide, brassinolide, gibberellin A₃, abscisic acid, 6-BAP) in the phase of early grain maturing causes substantial shifts in the processes of synthesis of freely soluble and spirit soluble proteins, but subindividual and component composition of each protein fraction does not change. Some of these phyto regulators had specific effect on accumulation of gluten proteins in grain, gluten quality, sedimentation properties of flour and the level of hydrolytic enzyme activity.