

КАЧЕСТВО НА ЗЪРНТО НА МУТАНТНИ ЛИНИИ ГОЛОЗЪРНЕСТ ОВЕС ОТ СОРТ МИНА

НАДЕЖДА АНТОНОВА*, ГИНКА РАЧОВСКА
Институт по растителни генетични ресурси „К. Малков“, Садово
*E-mail: nantonova@abv.bg

Grain Quality of the Naked Mutant Oats Lines from Variety *Mina*

N. Antonova, G. Rachovska
Institute of Plant Genetic Resources “K. Malkov”, Sadovo, Bulgaria

Abstract

Seeds of spring oats variety *Mina* (Bulgaria) were treated with gamma rays ^{60}Co in 4 doses of 50, 100, 150 and 200 Gy and 4 concentrations of sodium azide – 0.1 mM, 0.3 mM, 1 mM and 10 mM. Used mutagenic factors have a positive effect on the content of lysine and protein in the grain and protein on lowering the percentage of hull seeds. There is established a positive effect on specific and total mass of grain. After irradiation with gamma rays at doses of 100, 150 and 200 Gy and with sodium azide at a concentration of 0.1 mM were obtained mutant lines M 10/46, M 15/14/2, M 15/21, M 15/25, M 20/26 and Mx 10/43, that exceeds the standard in content of crude protein (22.4) and lysine (0.75 – 1.12%). Line M 10/46 also features a low hull and black seeds.

Key words: experimental mutagenesis, *Avena*, naked oat, grain quality

Прието е, че голозърнестият овес е естествена мутация на плевестия с произход от Китай (Bretschneider, 1881) – теория, потвърдена по-късно от изследователи като Stanton (1923), Vavilov (1924) (by Wang, 2004) и Gustafsson, Gadd (1965). Най-голям полиморфизъм на признаците на голозърнестия хексаплоиден овес се среща в Китай, откъдето тази форма е попаднала в Европа (Вавилов, 1965). И сега Китай е най-големият производител в света на голозърнест овес (Wang, 2004).

Зърното на голозърнестия овес, или т. нар. в ежедневието „ядка“ е без плевя, което му дава редица предимства. Едни са от технологично естество, свързани с икономия на енергия, труд и складова база (Valentine, Sandy, 2004; Valentine & Clothier, 1992; Kirkkari, 2008), други са обусловени преди всичко от богатия му химически състав (Welch, 1995; Антонова и др., 1995; Antonova et al., 2000; Antonova and Mangova, 2003). Зърното на голозърнестия овес е източник на висококачествен протеин и намира приложение в храненето на човека, за фураж на различни видове животни (прасета, птици, млечни крави и др.) и не на последно място – в медицината (Flis et al., 2005; Kirkkari, 2008; Penkov et al., 1999; Kirilov, 2004). Протеинът се доближава до този на соята, поради което може да се използва като заместител при храненето на птици и свине (Пенков, 1996). Ограниченият генетичен фонд налага да се търсят различни източници за увеличаване на съдържанието на протеин. Освен междуви-

довата хибридизация, при която се използват диви видове овес със съдържание на протеин в зърното над 20%, прилагат се и методите на генетичното инженерство (Ladizinsky, 1995; 2000; Saidi et al., 2004; Sophie et al., 2003). Чрез методите на мутационната селекция са получени сортове и линии предимно с морфологични и физиологични промени (Coimbra et al., 2005; Harten, 1998). Verhoeven et al. (2004) съобщават за промени в химичния състав на зърното във вида *A. strigosa* Schreb. Авторите са идентифицирали три мутантни линии: тип lam-1, lam-2 и sga-1, отличаващи се с различна структура на скорбялата в ендосперма.

Целта на изследването беше с помощта на натриев азид и гама-лъчи да се разшири генетичното разнообразие на вида *A. sativa* ssp. *nudisativa* с мутантни линии, отличаващи се с високо качество на зърното.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследванията са проведени през периода 1998 – 2008 г. в ИПГР, Садово. Семена на пролетния голозърнест овес сорт Мина (България) са третирани с гама-лъчи ^{60}Co в 4 дози – 50, 100, 150 и 200 Gy и 4 концентрации натриев азид – 0,1 mM, 0,3 mM, 1 mM и 10 mM. Методът на работа подробно е описан в други наши публикации (Рачовска, Антонова 1995; 1996).

Изследвани са показателите, характеризиращи основните за голозърнестия овес качества на зър-

ното. Химическите определения включват: съдържание на суров протеин (1) и резултативната величина добив на протеин (2); съдържание на лизин (3) и добив на лизин (4); съдържание на лизин в протеина (5). От физичните показатели са обхванати: маса на 1000 зърна (6); хектолитрова маса на зърното (7); процент плевести зърна (8) и процент черни семена (9).

Химическите анализи са извършени съгласно възприетите в института методики: суров протеин – по Келдалс коефициент за овеса $N \times 5,83$ и лизин – колориметрично. Физичните показатели на зърното – хектолитрова и абсолютна маса са по БДС 529-84; процентът на плевестите зърна е изчислен чрез преброяване на плевестите и голи зърна на 25 метлици от повторение, а процентът на черните зърна е определен на същите метлици по формулата на Valentine & Clothier (1992). Зърненият материал и метлиците са взети от конкурсни сортови опити с големина на реколтната площ от 10 m². За стандарт е използван изходният пролетен голозърнест сорт Мина.

Анализът и оценката на данните е извършен с методите на Descriptive statistics, Cluster, Factor and Multiple regression analyses с програмите на Excel, STATISTICA и SPSS 10. Данните са стандартизирани.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Протеинът в зърното варира в границите от 20,1 до 22,4% (табл. 1). Той е по-висок от стандарта при 10 линии. С над 22% протеин се отличиха линиите М 10/46, М 15/21 и М 20/26, обработени съответно с гама-лъчи в дози 100, 150 и 200 Gy и линията Мх 10/43 (натриев азид в концентрация 0,3 mM). Около половината от линиите са с добив на суров протеин над стандарта, а при 10 мутантни линии той е над 4 kg ha⁻¹. Максимален добив от 4,51 kg ha⁻¹, или с 16% над стандарта е показала линията М 20/23.

Обнадеждаващият резултат е съдържанието и добив на лизин и лизин в протеина. Всички изпитвани линии превъзхождат от 11% (Мх 20/24/4) до 65% (М 10/26) стандартния сорт Мина по съдържание на лизин. При 14 линии той е над 1%. Аналогични са резултатите и за добив на лизин. Изключение прави единствено линията Мs 14, чийто добив отстъпва с 4% на стандарта. При линиите М 10/26, М 20/23 и Мх 5/18 добивът е над 0,2 kg ha⁻¹, или с 68 – 74% над стандарта. Мутантните линии са получени при обработка на семената съответно с гама-лъчи в доза 100 Gy, 200 Gy и концентрация на натриев азид 0,1 mM. Съдържанието на лизин в протеина е от 18% (Мх 20/24/4) до 63% (М 10/26) по-високо от това на стандарта.

Хектолитровата маса на зърното е най-висока (61 kg/l) при линиите Мх 10/33 и Мх 20/24/4, третирани с натриев азид в концентрация 0,3 mM и 10 mM. Линията М 15/25 (доза 150 Gy) се откроява с най-ниска хектолитрова маса (47 kg/l) и едро зърно – 20,3 g.

над 20 g/1000 зърна са още линиите М 5/38 (доза 50 Gy) – 21,3 g и М 20/26 (доза 200 Gy) – 20,3 g.

С минимално съдържание на плевести зърна (до 3%) са 10 мутантни линии, а при три от тях, то е до 2% – М 5/24 (доза 50 Gy), Мх 20/24/4 и Мх 20/31 (концентрация 10 mM).

Черните зърна при 7 линии са до 2%, а при линията Мх 5/18 (натриев азид в концентрация 0,1 mM) те практически липсват (0,3%).

Протеините съставляват по-малък процент в сравнение с въглехидратите, но имат по-голямо значение за качеството на зърното при овеса (Antonova et al., 2000; Wang, 2004). Количеството им зависи от редица условия, но определящи са: климатичните фактори, почвата, видът и сортът и не на последно място – приложената агротехника (Филипов, Мънгова, 1994; Мънгова, Янчев, 2002). За условията на Чехия от изпитваните 18 сорта голозърнест овес максималното съдържание на суров протеин достига до 20,5%, докато при стандарта Abel то е 14,8% (Machan, 1998). По изследвания в Канада при три високодобивни и устойчиви на ръжда голозърнести сорта варирането на протеина между тях е в близки граници и варира от 13,75 до 14,4% (Constantinos G et al., 1995). При нашите условия узряването обикновено съвпада с горещо и сухо време, поради което традиционно зърното се отличава с по-високо съдържание на протеин в сравнение със зърното на житните в Западна Европа. Твърдението получи потвърждение и при анализа на данните на проект AVEQ (2011). Това обяснява и консервативното проявление на признака – коефициентът на вариране на протеина е VC = 2%. Приблизително на същата логика е подчинена изменчивостта и при лизина и лизин в протеина.

Общото съдържание на протеин, както и при останалите житни, се лимитира от съдържанието на лизин (Constantinos et al., 1995). Предимството на голозърнестия овес е, че съдържанието на лизин в зърното многократно превишава това на пшеницата и царевичката (Антонова и др., 1995; Пенков, 1996). При отбраните мутантни линии съдържанието на лизин (0,75 – 1,12%) се изравнява не само с на това на нахута (около 1%), а 12 линии дори го превишават.

Физичните параметри са важен показател за количеството и качеството на получената продукция при преработката на зърното. За основния показател – абсолютната маса, преобладават линиите с по-високо тегло на зърното от това на стандарта. По тези показатели зърното на мутантните линии отстъпва на зърното от Западна Европа (Machan, 1998).

Присъствието на плевести зърна в партидата създава редица неудобства при преработката на зърното и семепроизводството на сорта. Ето защо целта на селекцията е да се достигне възможно най-минималното им присъствие в зърнената маса (Antonova & lidanski, 1996; Valentine, 1995). В опита

само при две от линиите процентът на плевестите зърна е равен на стандарта. При останалите той е значително под него, а при 2 линии (M 5/24 и Mx 20/24/40) е дори под 2% и се доближава до технологическите изисквания към културата (Valentine, 1995).

Наличието на черни зърна влошава търговския вид на партидата. Установено е, че основните причинители за потъмняването на зърното са гъби от род *Alternaria* (Valentine & Clothier, 1992; Antonova & Stancheva, 1995; Stancheva & Antonova, 1996;

Newton et al., 2003). Около половината от мутантните линии превишават стандарта по този показател, а линията Mx 5/18 може да се счита като практически чиста.

Чрез клъстер анализа се визуализира генетичното сходство на линиите и изходния сорт (фиг. 1). Установяват се на най-високо йерархично ниво (Евклидово разстояние 23) две основни (а и б) групи на сходство на признаците. Първата основна група (а) е идентична с формираните първа и втора подгрупи на сходство под ниво 10. Тук се отнасят

Таблица 1. Химически и физически показатели на мутантни линии от сорт Мина
Table 1. Chemical and physical properties of the mutant line seeds from variety Mina

Mutant lines	Chemical composition					Physical properties				Yield, kg/da
	protein		lisine		lisine/% protein	test weight, kg/hl	1000 grain weight, g	hull grains, %	black grains, %	
	N x 5.83	kg/da	%	kg/da						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mina - St.	21.9	38.9	0.68	1.21	3.21	59	18.7	6.8	1.29	178
M 5/3/12	21.3	37.0	0.92	1.59	4.29	57	17.7	6.3	1.26	173
M 5/5	21.6	41.6	0.93	1.78	4.15	58	17.7	7.5	1.20	192
M 5/16	21.6	40.4	0.91	1.7	4.21	57	18.0	2.3	1.31	187
M 5/21	20.7	40.5	0.91	1.79	4.41	59	20.0	5.8	1.26	196
M 5/24	21.0	38.6	0.87	1.59	4.07	57	20.0	1.8	1.25	184
M 5/31	22.0	39.8	0.97	1.75	4.42	59	18.0	5.3	1.26	181
M 5/36	20.6	35.0	0.87	1.48	4.24	59	18.7	5.5	1.23	170
M 5/38	21.1	36.7	0.94	1.64	4.50	59	21.3	6.0	1.40	174
M 5/50	22.0	38.0	0.93	1.61	4.29	58	17.3	4.8	1.88	173
M 10/21	21.6	37.7	0.91	1.60	4.30	59	18.3	4.8	1.26	175
M 10/26	21.2	39.9	1.12	2.10	5.22	58	18.3	6.0	1.49	188
M 10/27/2	21.6	37.8	0.92	1.61	4.35	57	19.3	3.3	1.60	175
M 10/37	21.4	37.0	0.95	1.64	4.48	57	18.0	4.5	1.43	173
M 10/46	22.3	39.4	1.10	1.95	4.95	59	18.7	4.8	1.33	176
M 10/48	21.5	39.4	1.06	1.94	4.87	58	18.3	5.3	1.44	183
M 15/2	21.5	44.8	0.94	1.96	4.38	59	17.7	5.3	1.49	209
M 15/14/2	22.1	36.8	1.08	1.79	4.87	58	18.7	5.5	1.48	167
M 15/21	22.4	37.4	0.96	1.49	4.28	55	19.3	6.0	1.31	155
M 15/25	21.4	40.9	0.98	1.87	4.80	47	20.3	5.0	1.44	192
M 15/44	21.0	39.7	0.96	1.81	4.53	57	18.0	5.8	1.61	189
M 15/7/1	21.0	38.2	0.95	1.73	4.54	59	18.7	3.3	1.66	182
M 20/23	21.7	45.1	0.98	2.03	4.52	58	18.0	6.8	1.25	208
M 20/26	22.4	35.4	1.02	1.62	4.55	57	20.3	4.3	1.21	158
M 20/48	21.9	39.6	1.05	1.90	4.27	58	20.0	5.0	1.23	181
Mx 5/3	21.1	34.7	0.94	1.54	4.48	57	18.7	3.3	1.65	165
Mx 5/13	21.0	39.4	1.03	1.92	4.87	59	17.0	3.3	1.85	187
Mx 5/18	21.8	45.0	1.02	2.11	4.66	57	18.7	4.5	1.03	206
Mx 5/31	21.4	40.3	1.02	1.92	4.82	58	19.0	4.5	1.25	188
Mx 5/47	21.1	33.5	0.99	1.57	4.75	57	20.0	4.3	1.30	159

Таблица 1. Продължение
Table 1. Continuation

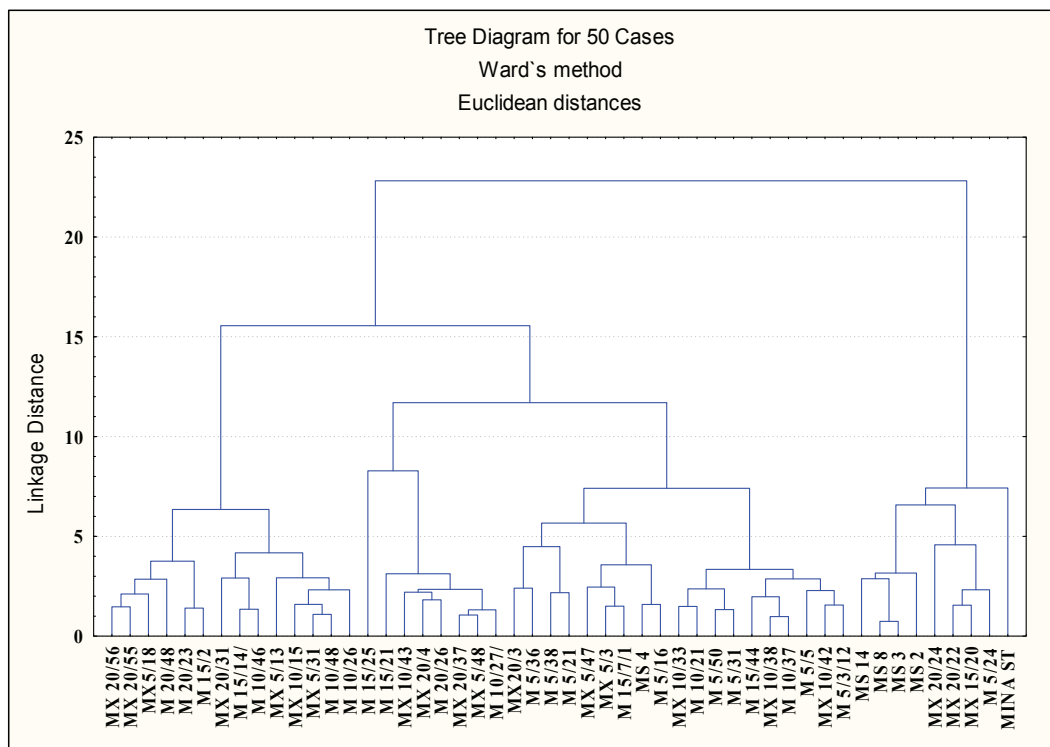
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mx 5/48	22.0	36.4	0.96	1.58	4.40	57	19.7	3.8	1.26	166
Mx 10/15	21.3	39.3	1.06	1.95	4.93	57	17.7	4.3	1.23	184
Mx 10/33	21.3	35.9	0.97	1.63	4.57	61	18.0	4.3	2.14	168
Mx 10/38	21.6	38.2	0.94	1.66	4.36	57	18.7	4.8	1.84	177
Mx 10/42	21.9	36.2	0.96	1.59	4.35	57	18.3	7.0	1.30	165
Mx 10/43	22.3	36.6	1.01	1.66	4.50	55	18.7	3.3	1.27	164
Mx 15/20/7	21.4	33.5	0.84	1.31	3.90	57	19.3	2.5	1.28	156
Mx 20/3	20.3	38.6	0.88	1.68	4.26	56	18.0	5.0	1.13	190
Mx 20/55	22.0	40.3	1.00	1.83	4.52	56	18.3	4.0	1.29	183
Mx 20/56	21.5	41.5	0.97	1.87	4.52	58	18.7	4.0	1.13	192
Mx 20/4	21.7	35.8	1.00	1.65	4.61	55	20.0	3.3	1.41	165
Mx 20/22/7	20.7	35.0	0.82	1.38	3.96	56	19.7	2.5	1.19	169
Mx 20/24/4	20.1	33.5	0.75	1.24	3.78	61	19.0	1.3	1.20	167
Mx 20/31	21.8	37.8	1.07	1.86	4.91	57	19.3	2.0	1.43	173
Mx 20/37	22.0	39.2	0.96	1.71	4.36	57	19.7	3.3	1.40	178
Ms 2	21.8	29.4	0.97	1.31	4.47	58	19.7	5.3	1.37	135
Ms 3	21.6	31.1	0.94	1.36	4.34	57	18.7	2.8	1.41	144
Ms 4	21.8	36.2	0.94	1.56	4.29	57	18.3	2.8	1.65	166
Ms 8	21.5	31.2	0.96	1.40	4.26	56	18.7	2.3	1.60	145
Ms 14	21.7	29.7	0.85	1.16	3.89	58	19.3	2.3	1.40	137
Mean	21.5 ± 0.1	37.7 ± 0.5	0.96 ± 0.1	1.67 ± 0.1	4.43 ± 0.1	57.4 ± 0.3	18.8 ± 0.1	4.4 ± 0.2	1.39 ± 0.03	175 ± 2.31
Variance	0.3	11.8	0.01	0.05	0.12	4	0.79	2.2	0.047	266
VC %	2	9	9	14	8	3	5	3	15.6	9
Rang	2.3	15.7	0.44	0.95	2.01	14	4.3	6.2	1.11	74
Min	20.1	29.4	0.68	1.16	3.21	47	17	1.3	1.03	135
Max	22.4	45.1	1.12	2.11	5.22	61	21.3	7.5	2.14	209

Таблица 2. Средни стойности и отклонение от общото средно на мутантните линии в групите на сходство
Table 2. Mean values and deviation of the total average of mutant lines in groups of similarity

Groups of similarity	Protein, %	Protein, kg/da	Lisine, %	Lisine, kg/da	Lisine/ % protein	Test weight, kg/l	1000 grain weight, g	Hull grains, %	Black grains, %
I group (1)	21.9	38.9	0.68	1.21	3.29	59	18.7	6.8	1.29
± D	0.4	1.2	-0.28	-0.46	-1.22	1.6	-0.1	2.9	-0.1
II group (8)	21.2	32.8	0.88	1.34	4.1	57.5	19.3	2.6	1.34
± D	-0.5	-4.9	-0.08	-0.33	-0.3	0.1	0.5	-1.8	-0.05
III group (10)	21.6	38.1	0.94	1.67	4.37	58	18	5.5	1.54
± D	0.1	0.4	-0.02	0	-0.06	0.6	-0.8	1.1	0.15
IV group (9)	21	37.1	0.93	1.63	4.41	57.8	19.1	4.3	1.4
± D	-0.5	-0.6	-0.03	0.04	-0.02	0.4	0.3	-0.1	0
V group (7)	22.1	36.9	0.98	1.62	4.43	56.1	19.6	3.9	1.34
± D	0.6	-0.8	0.02	-0.05	0	-1.3	0.8	-0.05	-0.05
VI group (1)	21.4	40.9	0.98	1.97	4.8	47	20.3	5	1.44
± D	-0.1	3.2	0.02	0.2	0.37	-10.4	0.15	0.6	0.05
VII group (14)	21.6	40.6	1.04	1.94	4.74	57.9	18.5	4.7	1.35
± D	0.1	2.9	0.08	0.27	0.31	0.5	-0.3	0.3	-0.4

Таблица 3. Анализ на основните компоненти за изследваните признаци
Table 3. Principal component analysis for signs studied

Traits	Components			
	1	2	3	4
Lysine in protein (%)	0.96			
Lysine (%)	0.92			0.28
Lysine (kg/da)	0.79	0.58		
Protein (kg/da)	0.34	0.83		
Hull grains (%)		0.70	0.18	0.34
1000 grains weight (g)		-0.27	-0.78	
Test weight (kg/l)	-0.22		0.64	-0.20
Black grains (%)	0.30	-0.48	0.64	0.15
Protein (%)	0.14		-0.11	0.93
Latent roots (Eigenvalues)	3.2	1.56	1.38	1
% of total variance explained	35.60	17.3	15.30	11.10
Cumulative variation (%)	35.60	52.9	68.20	79.30



Фиг. 1. Дендрограма за сходството на мутантни линии от сорт Мина, групирани по качествени признаци

Fig. 1. Dendrogram of similarity of mutant lines of variety Mina, grouped by quality attributes

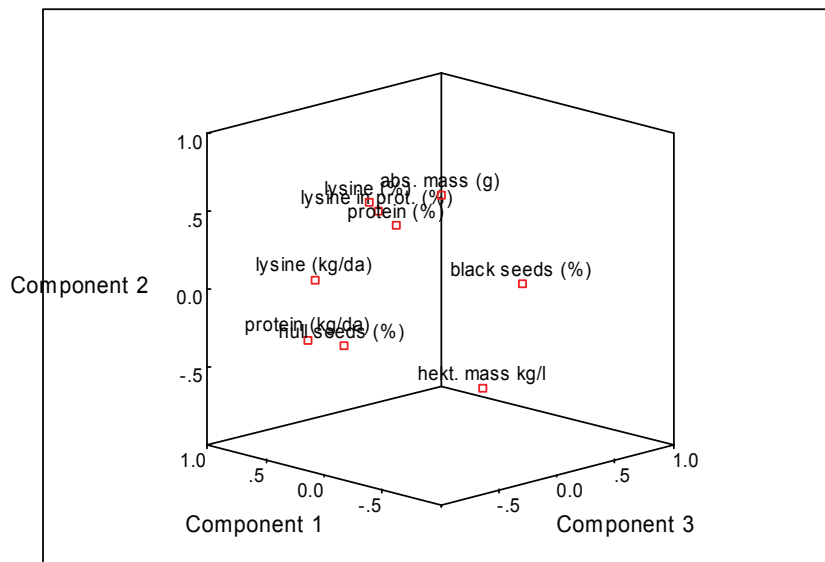
стандартът (формира самостоятелна подгрупа и показва най-голяма генетическа отдалеченост) и втората подгрупа са мутантните линии (8 броя), които с незначителни различия при хектолитровата и абсолютна маса отстъпват по останалите показатели на средния стандарт (табл. 2). Трябва да се отбележи, че това са и линиите с най-нисък процент на плевестите зърна.

Големият брой от мутантните линии и генетично по-отдалечени от стандарта (41 броя) са обединени

във втора (b) основна група, които от своя страна формират 5 подгрупи на сходство. С преобладаващо добри параметри на качествените показатели са подгрупите V, VI и VII. Мутантните линии от тези групи са с протеин около този или над стандарта Мина, превъзхождат го по съдържание на лизин и лизин в протеина. Тук влизат също линии с висока абсолютна маса, нисък процент на плевестите и черни семена.

Влиянието на отделните признаци върху гене-

Component Plot



Фиг. 2. Проекция на сортовете в РС-равнината
Fig. 2. The rotating graph reveals components

тичното групиране е преценено и чрез АОК. Според scree test критерия се оформиха 4 компонента. Данните от табл. 3 показват, че първият компонент най-силно корелира с лизин в протеин, лизин и добив лизин. Лизин в протеина е по-добре представен, тъй като той не корелира в другите компоненти. Тези признаци оказват най-голямо влияние върху разделянето на генотиповете (фиг. 1). Вторият компонент е в най-висока корелация с добив на протеин, третият – с абсолютната маса и четвъртият – със съдържанието на протеин. От всички изследвани показатели за практиката посочените са с най-значими стойности. Корелациите между променливите величини на изследваните признаци и главните компоненти са изразени графично (фиг. 2). В отделните компоненти са разположени високите положителни корелации на лизин в протеин, лизин и добив лизин, съдържание и добив на протеин. Чрез четирите главни компонента се обясняват 79% от общото вариране на признаците на изследваните мутантни линии.

Представените резултати показват, че чрез използваните мутагенни фактори по-ефективен е отборът към повишаване на съдържанието на протеин, лизин и лизин в протеина. Подобни данни при пшеницата са получени и от Рачовска и др. (2002).

ИЗВОДИ

Използваните мутагенни фактори оказват положителен ефект върху съдържанието на лизин и лизин в протеина на зърното и върху снижаването на процента на плевестите зърна. Не е установен положителен ефект върху обемната плътност на

зърното и абсолютната маса.

След облъчване с гама-лъчи в дози 100, 150 и 200 Gy и с натриев азид при концентрация 0,1 mM са получени мутантните линии М 10/46, М 15/14/2, М 15/21, М 15/25, М 20/26 и Мx 10/43, които превъзхождат стандарта по съдържание на суров протеин, лизин и лизин в протеина. Линия М 10/46 се отличава също и с нисък процент плевести и черни зърна.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонова, Н., Й. Станчева, Д. Добрев, Й. Караджова.** 1995. Пролетен голозърнест овес сорт Мина. Юбилейна научна конференция „90 години институт „Образцов чифлик“ – Русе“. Научни трудове, т. I, 51-55
- Мънгова, М., И. Янчев.** 2002. Ефект на азотното торене върху технологичното качество на пшеничното зърно. Юбилейна научна сесия. Селекция и агротехника на полските култури, т. II, ДЗИ – Г. Тошево, 462-468
- Пенков, Д.** 1996. Установяване на истинската обменна енергия и истинската смилаемост на аминокиселините на някои фуражи при опити с гъски. Дисертация.
- Филипов, Хр., М. Мънгова.** 1994. Влияние на агротехническите фактори върху зърнения протеин, глутен и седиментационната ценност на пшеницата отглеждана при сухи условия. Научни трудове на ВИХВП, т. XXI, 2, 91-98
- Рачовска, Г., Н. Антонова.** 1995. Действие на натриевия азид и гама лъчите върху хексаплоидния овес в първо и второ мутантно поколение. –В: Юбилейна научна сесия. ВСИ – Пловдив, т. IV, № 1: 375-379
- Рачовска, Г., Н. Антонова.** 1996. Действие на натриевия азид при пролетния голозърнест овес в първо

мутантно поколение. Научни трудове. ИЕ – Карнобат, т. VII, 189-192

Рачовска, Г., Д. Димова, Б. Божинов. 2002. Приложение на кластерния анализ и анализа на основните компоненти за оценка на селекционни материали от зимна обикновена пшеница. Scientific Session of Jubilee, Sadovo. Scientific reports, Vol. III, 58-72

Станчева, Й., Н. Антонова. 1996. Оценка на генетична плазма от *Avena sativa* var. *nuda* спрямо някои семенопреносими гъбни патогени. Научни трудове, т. VII, СА – София, Институт по ечемика – Карнобат, с. 193-196

Вавилов, Н. И. 1965. Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений. Избранные труды, т. 5, 108-119

Antonova, N., J. Stancheva. 1995. Pathogenic microflora on the seeds of naked oats. *Petria*, 5, No 1: p. 73

Antonova, N., T. Lidanski. 1996. Research on the stability of the hulledness characteristic of the naked oats genotype. Proceeding of the 5th International Oat Conference & VII International Barley Genetic Symposium, Vol. 2, 452-454 (Canada)

Antonova, N., P. Ivanov, I. Lozanov, G. Rachovska. 2000. Amino acid and protein analyse in the kernel of naked oat cultivars. In: Proceedings of the 6th International Oat Conference, NZ, 86-91

Antonova, N., M. Mangova. 2003. Grain Biochemical Characterization of Mina Naked oat. 10th Yugoslav Congress of Nutrition. Belgrade, 16-19 October. *Journal Zito-Hleb.*, Vol. 30, 2: 65-69

Avena Genetic Resources for Quality in Human Consumption (AVEQ) AGRI GEN RES action 061. <http://aveq.jki.bund.de>.

Coimbra, J. L. M., Carvalho, F. I., Oliveira, A. C., Silva, J. A. G., Lorencetti, Cl. 2005. Comparisation between chemical and physical mutagen in oat populations. *Cienc. Rural.*, Vol. 35, 1: 215-219

Gustafsson, A., W. Gadd. 1965. Mutations and crop improvement. VI. The Genus *Avena* L. (Gramineae). *Nereditas*, Vol. 53, 3, 327-373

Flis, M., A. Maślanek, Z. Antoszkiewicz. 2005. Growth performance, nutrient digestibility and protein utilization in growing pigs fed naked oat with β -glucanase supplementation as a substitute for wheat. *Veterinarija ir zootechnika*, V. 31: 49-53

Harten, A. M. 1998. Mutation Breeding. Theory and Practical Applications. Technology & Engineering. 353 p.

Kirilov, A. 2004. Fodder oats in Europe. In Suttie, J. M. and S. G. Reynolds (ed.). Fodder oats: a world overview. No 33. FAO. Rome: 179-195

Kirkkari, A-M. 2008. Comparative economic analysis for production of naked vs. conventional oat. *Acta Agriculture Scandinavica, Sec. B. Plant Soil Science*, Vol. 58, 4: 305-313

Ladizinsky, G. 1995. Domestication via hybridization of the tetraploid oats *Avena magna* and *Avena murphyi*. *Theoretical and Applied Genetics*, 91: 639-646

Ladizinsky, G. 2000. A synthetic hexaploid ($2n = 42$) oat from the cross of *Avena strigosa* ($2n = 14$) and domesticated *A. magna* ($2n = 28$). *Euphytica*, Vol. 116: 231-235

Machan, Fr. 1998. Performance and quality of Naked oat Cultivars of the World collection. Czech republic 1995-1997. *Oat newsletter*, Vol. 44: http://wheat.pw.usda.gov /gg-pages/ oatnewsletter/oatnew_main.html.

Newton, A. C., A. K. Lees, A. J. Hilton and W. T. B. Thomas. 2003. Susceptibility of oat cultivars to grout discoloration: causes and remedies. *Plant Breeding*, Vol. 122, 2: 125-130.

Penkov, D., M. Nickolova, N. Antonova, T. Georgieva. 1999. Comparatively study on apparent and true metabolizable energy of oats (*A. sativa*) and naked oats (*A. nuda*) in experiments with geese. Proc. of I-st World Waterfowl Conference, Taiwan: 383-389

Saidi, N., G. Ladizinsky, C. Al. Faiz, N. Shaim. 2004. Domesticated tetraploid oat *Avena magna* Murph. Et Terr. And *A. murphyi* Ladiz. And their potential use in the improvement of Moroccan hexaploid oat cultivars of *A. sativa*. Proc. of 7th IOK. Agrifood Research Reports, 51, 147

Sophie, J. P., J. Valentine, J. M. Leggett, Ph. Morris. 2003. Integration, expression and inheritance of transgenes in hexaploid oat (*Avena sativa* L.). *Journal of Plant Physiology*, Vol. 160, 8, 931-943

Valentine, J. 1995. Naked oats. In: Welch R. W. (ed). The Oat Crop: Production and Utilization. London. *Chapman & Hall*, London, p. 504-532

Valentine, J. and R. B. Clothier. 1992. The Development of Naked Oats in the UK. Proc. of the 4th International Oat conference, Vol. 1: 38

Valentine, J., C. Sandy. 2004. New directions in breeding for high quality oats. Proceedings of 7th International Conference. Agrifood Research Report, 51, 45-50

Van Harten, A. M. 1998. Mutation breeding: Theory and Practical Applications. Cambridge University Press, UK, 355

Verhoeven, T., Fahy, B., Leggette, M., Moates, G. and Denyer, K. 2004. Isolation and characterization of novel starch mutants of oats. *Journal of Cereal Science*, Vol. 40, 1: 69-79

Wang, S. 2004. Fodder oats in China. In Suttie, J. M. and S. G. Reynolds (ed.). Fodder oats: a world overview. No 33. FAO, Rome, p. 123-143

Welch, R. W. 1995. The Chemical composition of oats. In: Welch, R. W. (ed.). The Oat Crop.

Zarkadas, C. G., Yu Z, Burrows, V. D. 1995. Protein Quality of Three New Canadian-Developed Naked Oat Cultivars Using Amino Acid Compositional Data *J. Agric. Food Chem.*, 43 (2), 415-421