

Original article

## Proposition d'une méthode subhumide de traitement des pailles à l'urée

Aristide LARWENCE<sup>a\*</sup>, Saddeck TRIKI<sup>b</sup>, Rabéha CHABACA<sup>b</sup>,  
Abderahmane REZZOUG<sup>b</sup>

<sup>a</sup> ENSIA-SIARC, BP 5098, 34033 Montpellier Cedex 1, France

<sup>b</sup> INA, Dpt. de zootechnie, 16200 El-Harrach, Algérie

(Reçu le 30 août 1999 ; accepté le 6 décembre 2000)

**Abstract** — **Study of a subhumid method of straw processing with urea.** We tested a subhumid processing method which reduces water content by 50% without the contribution of exogenous urease sources. The principle consisted in applying a 7% urea solution to one out of two layers of straw at a 40% humidity level, the last upper layer being systematically watered. The stack was then sealed as for classic ammoniation. At the same time, a classic treatment (also with 7% urea) was performed. At the end of the treatment which lasted for 75 days during the summer, four straw-based diets were evaluated: untreated straw (NT), classically treated straw (UC), non-damped straw (ULNH) and damped straw (ULH). Intake and organic matter digestibility were measured in rams (6 per diet) fed on straw supplemented daily with 200 g concentrate. After processing, the nitrogenous matter content increased from 5.8% (NT) to 11.0, 12.6, and 16.1% for ULNH, UC, and ULH, respectively, whereas the dry matter intake of pure straw was 47.5, 52.7, 54.1 against 59.7 g·kg<sup>-1</sup>·PV<sup>-0.75</sup> for NT, UC, ULH, and ULNH, respectively. Organic matter digestibility was higher for ULNH (59.4%) than for ULH (56.3%), UC (51.1%) and NT (46.0%). The amount of digestible organic matter intake was 23% higher for straw derived from the subhumid treatment than that resulting from the classical treatment.

**urea / subhumid-treated straw / ingestibility / digestibility**

**Résumé** — Nous avons testé un procédé qui réduit de 50 % le volume d'eau recommandé pour le traitement des pailles à l'urée sans apport de sources d'uréase. Le principe consiste à arroser avec une solution de 7 % d'urée un lit de paille sur deux à 40 % d'humidité ; le premier lit de paille n'étant pas arrosé, et le dernier lit supérieur étant obligatoirement arrosé. L'opération achevée, la meule est fermée comme pour un traitement classique à l'ammoniac. À la fin du traitement qui a duré 76 jours (en été), quatre lots de paille ont été constitués : paille non traitée (NT), traitée classiquement (UC), non humidifiée (ULNH) et humidifiée (ULH). Nous avons mesuré chez des ovins pour chacun des 4 lots de paille distribuée avec 200 g de concentré, la quantité de matière sèche ingérée (MSI), les

---

\* Correspondance et tirés-à-part  
Fax: 33 (0)4 67 61 70 55 ; e-mail: larwence@siarc.cnearc.fr

digestibilités de la matière organique (dMO) et des matières azotées (dMA). Après traitement, la teneur en matières azotées passe de 5,8 (NT) à 16,1 ; 12,6 et à 11,0 % ; respectivement pour ULH, UC et ULNH. De même, La dMA a augmenté en moyenne de 42 % mais, est restée inchangée au sein des pailles traitées. La MSI de la paille seule a été de 47,5, 52,7, 54,1 et 59,7 g·kg<sup>-1</sup>·PV<sup>-0,75</sup> respectivement pour NT, UC, ULH et ULNH. La dMO est également plus élevée pour ULNH : 59,4 % contre 56,3 ; 51,1 et 46,0 % respectivement pour UC, ULH et NT. En moyenne, la paille issue du procédé subhumide de traitement permet un niveau alimentaire supérieur de 23 % à celle issue du traitement classique.

#### **paille / urée/ traitement subhumide/ ingestibilité / digestibilité**

## **1. INTRODUCTION**

L'intérêt de l'urée est maintenant connu comme source d'ammoniac pour traiter des fourrages pauvres en remplacement de l'ammoniac anhydre, pas toujours disponible dans les pays en développement [5, 8]. L'urée, totalement dégradée, génère environ 57 % de son poids sous forme d'ammoniac. Les conditions de cette dégradation : température supérieure à 20 °C, durée de traitement de 30 à 60 jours, dose d'urée de 60 à 80 kg, volume d'eau de 400 l par tonne de paille brute et addition ou non de sources d'uréase sont maintenant établies [7, 16, 17] ; tout comme les agents responsables de l'uréolyse et leur mode d'action [18].

La technique classique de traitement en meule repose sur l'aspersion manuelle de la solution d'urée sur les bottes de paille. La mécanisation de l'aspersion [6, 10] est pratiquée, mais plus que la contrainte de l'aspersion, c'est le grand volume d'eau nécessaire à la réussite du traitement qui limite le développement de la technique dans certains pays du sud, en raison du coût et de la rareté de l'eau. En outre, l'excès d'humidité occasionne un supplément de travail (transport et répartition dans la masse à traiter) et provoque des pertes importantes de matière sèche (le lit de paille du bas de meule trop humide est souvent perdu). Associé à l'alcalinité du milieu, ceci entraîne l'ouverture des bottes de paille par rupture des fils d'attache gênant considérablement le transport et le stockage du produit traité. Un

apport de sources exogènes d'uréase, permet certes de diminuer le taux d'humidité [17] ; mais à l'exception de la farine de soja et du pois sabre, les sources d'uréase actives d'origine végétale sont rares.

L'objectif de ce travail a donc été de mettre en œuvre un procédé de traitement des pailles qui ne consomme que 20 % d'eau (% poids de paille), sans apport d'uréase ; puis d'étudier sur des ovins la valeur des pailles ainsi traitées.

## **2. MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **2.1. Méthode de traitement**

Le traitement a porté sur environ 2 tonnes d'une paille de blé tendre (assez riche en mauvaises herbes) récoltée en Algérie et conditionnée en bottes de moyenne densité pesant environ 17 kg.

Un premier lit de 30 bottes de paille (environ 500 kg) a été disposé sur un film en plastique. Ont ensuite été superposés un deuxième lit de paille arrosé avec 200 l d'une solution apportant 70 kg d'urée pour une tonne de paille ; puis un troisième lit non arrosé ; et enfin, un quatrième et dernier lit recevant 200 l de la solution d'urée. Ainsi, une rangée non arrosée est toujours emprisonnée entre deux rangées arrosées (le dernier lit étant toujours arrosé) ; le nombre de rangées est toujours pair. L'opération achevée, la meule a été bâchée comme pour un traitement classique à l'ammoniac.

La durée de traitement a été de 76 jours (du 3 juillet au 17 septembre 1994). L'humidité finale et la dose d'urée s'établissent respectivement à 20 l d'eau et à 7 kg d'urée par 100 kg de paille.

Parallèlement, un lot de 2 tonnes de la même paille a subi un traitement classique à la dose de 7 % d'urée et de 40 % d'humidité, tous les lits de paille étant arrosés. Un autre lot de paille n'a subi aucun traitement.

## 2.2. Constitution des lots de paille

À l'ouverture des meules, les pailles laissées en bottes ont été aérées (température extérieure de 27 °C) pendant 72 heures, puis quatre lots ont été constitués :

- un lot de paille non taitée (NT),
- un lot réunissant les lits de paille non humidifiée (ULNH),
- un lot réunissant les lits de paille humidifiée (ULH),
- un lot réunissant les bottes de paille qui ont subi le traitement classique à l'urée (UC).

Chaque catégorie de paille a été hachée séparément (brins de 6 cm) puis stockée. Six échantillons de paille d'environ 500 g ont été prélevés en vue des analyses, à différents endroits de chaque lot, après aération et hachage. La matière sèche (MS), les matières minérales et les matières azotées (MAT), ont alors été déterminées pour chaque échantillon en triple, selon les procédures de l'AOAC [2] et les composés pariétaux selon la méthode séquentielle de van Soest [15]. Nous n'avons pas mesuré les quantités d'urée résiduelle dans les pailles. Cependant, dans nos conditions de température de traitement (été), l'urée est rapidement dégradée [5].

## 2.3. Mesures

Les mesures d'ingestibilité ont eu lieu de fin septembre à début décembre avec des températures extérieures variant de 22 à

12 °C. Pour chaque paille, les quantités de matière sèche volontairement ingérées (MSI), ont été mesurées simultanément. Pour cela, 4 lots homogènes de 6 ovins mâles non castrés de race Ouled-Djellal pesant entre 39 et 43 kg, ont été placés en cage individuelle. La période d'adaptation a duré 21 jours, celle des mesures 2 mois.

Chaque jour, les animaux ont reçu une ration de paille égale à la moyenne de la consommation des jours précédents augmentée de 15 %, plus 200 g de concentré en deux repas (9 h et 17 h). Le concentré comprenait 75 % de pulpes d'agrumes déshydratées et 25 % de farine animale (sous-produits d'abattoir de volaille). Sa teneur en matières azotées était de 20 %.

Les refus de paille ont été mesurés chaque jour. Des pierres à lécher et de l'eau de boisson ont été laissées à la disposition des animaux. Les résultats ont été exprimés en g de MSI par jour par animal et par kg de poids métabolique ( $\text{kg PV}^{0,75}$ ).

À l'issue des mesures d'ingestibilité, pour chaque paille, 4 des 6 moutons ayant servi à cette mesure ont été placés en cage à métabolisme. La digestibilité de la matière organique (dMO) et des matières azotées (dMA) de la ration totale (RT) a alors été mesurée par récolte totale des fèces des animaux pendant 10 jours. La matière sèche (MS) et les matières azotées (MAT), ont alors été déterminées pour chaque échantillon en triple, selon les procédures de l'AOAC [2].

La digestibilité de la paille seule (PS) a été calculée par la méthode des différences [9] en supposant d'une part, l'absence d'interactions digestives entre pailles et concentré et d'autre part, en estimant la digestibilité de la matière organique et celle de l'azote des concentrés à 85 et à 81 %, respectivement [11].

Le niveau alimentaire (NA) a été calculé selon l'équation :

$$\text{NA} = \text{MODI} (\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{PV}^{-0,75}) / 23 \quad [11]$$

où MODI représente la matière organique digestible ingérée et 23, la quantité en g de

**Tableau I.** Effet de la technique de traitement et de la nature des lits de paille sur la composition chimique des pailles.

	NT	ULNH	ULH	UC	ET	R <sup>2</sup>	ETR
MS (%)	87,6	86,7	84,8	85,0	–	–	–
MO	91,1	91,3	92,8	92,2	–	–	–
MAT	5,8 <sup>a</sup>	11,0 <sup>b</sup>	16,1 <sup>c</sup>	12,6 <sup>b</sup>	**	0,96	0,91
NDF	66,3 <sup>a</sup>	66,7 <sup>a</sup>	67,3 <sup>a</sup>	72,0 <sup>b</sup>	**	0,82	1,48
ADF	39,1	41,0	39,7	39,6	NS	0,18	1,66
Lignine	6,2	6,7	7,6	7,8	NS	0,37	0,84

Les valeurs d'une même ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0,01$ ). ET : effet traitement ; R<sup>2</sup> : coefficient de détermination ; ETR : écart-type résiduel du modèle ; \*\* :  $p < 0,01$ .

MODI nécessaire par kg de PV<sup>0,75</sup> pour satisfaire les besoins d'entretien.

#### 2.4. Analyse statistique

Les données ont été soumises à une analyse de variance selon le modèle :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

où  $Y_{ij}$  représente la variable expliquée,  $\mu$  la moyenne générale,  $\alpha_i$  l'effet traitement et  $e_{ij}$  l'erreur résiduelle du modèle. Pour chaque traitement, elles ont ensuite été comparées deux à deux par le test de Student. Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel S PLUS [14].

### 3. RÉSULTATS

Le traitement a eu un effet significatif ( $p < 0,01$ ) sur les pailles. Il explique respectivement, 96, 82, 96, 90, 89, 97 et 89 % des variations des teneurs en matières azotées, en NDF, des quantités de matière sèche ingérées, des digestibilités de la matière organique et des matières azotées, du niveau alimentaire et des quantités de matières azotées non digestibles (Tabs. I et II).

La paille NT a eu une teneur en matières azotées de 5,8 % de la MS (Tab. I). Après traitement, elle a augmenté de 90, 117 et 177 %

respectivement pour ULNH, UC et ULH. Sur les 20,6 g de matières azotées d'origine uréique apportées par 100 g de paille brute de meule, 6,8 et 10,3 g ont été fixés respectivement sur UC et sur ULH. En moyenne, les pailles ULNH et ULH ont fixé 15 % de matières azotées de plus que UC.

La teneur en NDF et en hémicelluloses de UC a été plus élevée ( $p < 0,01$ ) que celle de ULNH et de ULH.

En moyenne, les refus ont varié entre 12 et 16 % des quantités distribuées. La MSI pour NT, a représenté 47,5 g·kg<sup>-1</sup>·PV<sup>-0,75</sup> (Tab. II). Elle a augmenté avec le traitement à l'urée de 26, 14 et 11 % ( $p < 0,01$ ) respectivement pour les lots ULNH, ULH et UC. Entre les lots traités, l'ingestion a été légèrement plus élevée pour ULNH ; les différences respectives entre les couples ULNH-UC et ULNH-ULH ont été de 13 % et de 10 % ( $p > 0,05$ ) contre 3 % pour ULH-UC.

Les données de digestibilité figurent dans le tableau II. Pour la paille seule, le traitement à l'urée a augmenté la dMO de 29, 22 et de 11 % ( $p < 0,01$ ), respectivement pour ULNH, ULH et UC. Par ailleurs, la dMO des pailles des lots ULH et ULNH a été supérieure à celle du lot UC ( $p < 0,01$ ). Le niveau alimentaire du lot NT permis par la paille seule a été de 0,85 ; il a progressé de 66, 44, et de 26 % ( $p < 0,01$ ) respectivement pour ULNH, ULH et UC.

**Tableau II.** Effet de la technique de traitement et de la nature des lits de paille sur la MSI ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{PV}^{-0,75}$ ), les digestibilités (%), le niveau alimentaire et sur les MAND ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  de MS de PS).

	NT	ULNH	ULH	PC	ET	R <sup>2</sup>	ETR
Matière sèche ingérée							
RT	56,9 ± 4,4	68,4 ± 3,5	63,1 ± 10,7	60,4 ± 10,1	–	–	–
PS	47,5 ± 3,5 <sup>a</sup>	59,7 ± 4,6 <sup>b</sup>	54,1 ± 10,0 <sup>b</sup>	52,7 ± 8,1 <sup>b</sup>	**	0,96	1,08
Digestibilité de la matière organique							
RT	53,2 ± 2,1	63,1 ± 2,1	61,0 ± 2,1	56,7 ± 1,8	–	–	–
PS	46,1 ± 2,0 <sup>a</sup>	59,4 ± 2,1 <sup>b</sup>	56,3 ± 1,1 <sup>c</sup>	51,1 ± 2,8 <sup>d</sup>	**	0,90	2,01
Digestibilité des matières azotées							
RT	51,1 ± 3,5	53,1 ± 7,7	54,0 ± 2,4	56,9 ± 2,7	–	–	–
PS	33,4 ± 3,6 <sup>a</sup>	44,7 ± 3,6 <sup>b</sup>	47,7 ± 2,4 <sup>b</sup>	49,7 ± 2,2 <sup>b</sup>	**	0,89	2,61
Niveau alimentaire							
RT	1,20 ± 0,09	1,71 ± 0,16	1,54 ± 0,24	1,37 ± 0,22	–	–	–
PS	0,85 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,41 ± 0,11 <sup>b</sup>	1,23 ± 0,21 <sup>b</sup>	1,07 ± 0,16 <sup>c</sup>	**	0,97	0,04
Matières azotées non digestibles							
PS	–	44,2 <sup>a</sup>	44,3 <sup>a</sup>	36,4 <sup>b</sup>	**	0,89	1,58

Les valeurs d'une même ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0,01$ ). R<sup>2</sup> : coefficient de détermination ; ET : effet traitement ; ETR : écart-type résiduel du modèle ; \*\* :  $p < 0,01$ .

Par rapport à NT, le traitement a amélioré la dMA mais il n'y a pas eu de différence significative entre ULNH, ULH et UC. En revanche, les MAND qui indiquent le degré de fixation irréversible de l'azote uréique sur les pailles ont été plus élevées ( $p < 0,01$  pour ULNH et ULH (Tab. II)).

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Effet comparé des deux méthodes sur la composition chimique

L'effet du traitement à l'urée sur la composition chimique des pailles confirme les données antérieures [4, 5]. De façon générale, la teneur en NDF n'est pas modifiée ou diminue légèrement, tandis que celle en MAT augmente.

Dans ce travail, l'analyse par lit de paille, montre que le lot ULH est mieux pourvu en matières azotées ( $p < 0,01$ ) que le lot ULNH. Cela n'est cependant pas surprenant puisque ULH reçoit une solution d'urée plus concentrée. En effet, la faible part qui ruisselle sur ULNH, s'est appauvrie en urée en traversant le lit humidifié. L'enrichissement du ULNH en MAT résulte donc pour l'essentiel, de l'ammoniac dégagé par les deux couches humidifiées entre lesquelles il est emprisonné.

La teneur en NDF du lot UC a augmenté ( $p < 0,01$ ). Ce résultat est inhabituel, mais a déjà été observé dans des conditions d'humidité élevée et de réchauffement de la masse. Ceci serait dû à la formation de produits (réactions de Maillard) non solubilisés par les solutions neutres de dosage des parois [13]. Une autre explication serait que, dans le traitement classique, chaque couche de paille est arrosée au fur et à mesure que la meule se constitue ; les couches inférieures subissent donc plusieurs vagues de ruissellement d'eau qui entraîneraient par lessivage vers le fond de la meule des éléments solubles de la paille.

La paille ainsi lessivée, serait alors plus riche en parois. Dans le traitement

subhumide, le lessivage ne se produisant pas, les teneurs en NDF ne sont pas différentes entre ULNH et ULH.

### 4.2. Valeur alimentaire des différentes pailles

Après traitement, l'augmentation moyenne de 17, 21 et de 42% respectivement pour la MSI, la dMO et la dMA comparativement à NT est du même ordre de grandeur que celle rapportée par la littérature [1, 5, 10]. Plus intéressant, est l'accroissement de MSI et de dMO ( $p < 0,01$ ) des pailles issues de la méthode subhumide, comparativement à la paille traitée classiquement.

Pour la MSI, une probable inappétence des lots UC et ULH illustrée par un comportement de tri plus exacerbé chez les animaux consommant ces pailles (coefficient de variation de 15 et de 18% respectivement vs 7% pour ULNH) ainsi que leur teneur élevée en MAT (avec présence d'urée résiduelle possible), pourraient être en cause. Cette présence élevée de MAT entraîne en effet, une consommation d'eau accrue (observée mais non mesurée) qui par un rôle de ballast, pourrait diminuer la MSI comme cela avait été constaté chez les bovins [12].

Pour la dMO, on peut évoquer les pertes par lessivage de facteurs de croissance des microorganismes du rumen comme les minéraux et les acides aminés. Cependant, l'apport de 200 g de concentré dans la ration et le libre accès à des pierres à lécher compensent très largement ces pertes. Les quantités de NDF ingérées ne semblent pas non plus éclairer ce résultat puisqu'elles sont légèrement plus élevées en moyenne pour les pailles subhumides que pour UC (39 vs. 36  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{PV}^{-0,75}$ ), ni la teneur en adventices des pailles, les bottes étant de composition botanique homogène.

L'explication la plus probable du meilleur comportement du traitement subhumide et notamment de ULNH comparativement à UC serait que, cette paille, moins humide,

permettrait une meilleure diffusion de l'ammoniac dans la masse. Mieux traitée, elle s'identifierait à une paille traitée classiquement à l'ammoniac anhydre généralement plus digestible mais générant des teneurs plus élevées en MAND (Tab. II), en raison d'une fixation plus forte de l'azote sur la paille [3, 5].

## 5. CONCLUSION

La méthode subhumide de traitement des pailles à l'urée, permet de réduire de 50% le volume d'eau classiquement recommandé. Elle diminue la pénibilité du travail et permet d'obtenir un produit moins humide générant moins de pertes de matière sèche sur moisissures.

Les pailles ainsi traitées, permettent un niveau alimentaire supérieur de 23% à celui enregistré par la méthode classique et son application n'exige aucun moyen supplémentaire. Néanmoins, compte tenu du faible volume d'eau apporté, l'herméticité de l'enceinte de traitement doit être assurée.

## REFERENCES

- [1] Abdouli H., Khorchani K., Kraiem K., Traitement de la paille à l'urée. II. Effets sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité, Fourrages 114 (1988) 167-176.
- [2] AOAC, Official methods of analysis, 12th ed., Washington, DC, 1975.
- [3] Benahmed H., Dulphy J.P., Note sur la valeur azotée des fourrages pauvres traités par l'urée ou l'ammoniac, Ann. Zootech. 34 (1985) 335-346.
- [4] Chenost M., Dulphy J.P., Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité des mauvais foin et des pailles par des différents traitements), in: Demarquilly C. (Ed.), Les fourrages secs : Récolte, traitement et utilisation, INRA Paris, 1987, pp. 199-230.
- [5] Chenost M., Kayouli C., Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes, FAO production et santé animales, 1997, 202 p.
- [6] Chenost M., Besle J.M., Les pailles traitées à l'ammoniac provenant de l'hydrolyse de l'urée dans l'alimentation de génisses de race laitière en croissance hivernale, Ann. Zootech. 41 (1992) 153-167.
- [7] Chermiti A., Nefzaoui A., Cordesse R., Paramètres d'uréolyse et digestibilité de la paille traitée à l'urée, Ann. Zootech. 38 (1989) 63-72.
- [8] Dolberg F., Saadullah M., Haque M., Ahmed R., Conservation des pailles traitées à l'urée, Rev. Mond. Zootech. (FAO) 38 (1981) 37-41.
- [9] Giger S., Sauvart D., Comparaison de différentes méthodes d'évaluation du coefficient d'utilisation digestive des aliments concentrés par le ruminant, Ann. Zootech. 32 (1983) 215-246.
- [10] Houmani M., Effets comparés de l'aspersion mécanique de l'urée en solution sur andain au champ et manuelle sur bottes pour le traitement de la paille de blé sur sa digestibilité et sur la croissance d'agneaux, Ann. Zootech. (1998) 47 197-205.
- [11] INRA, Alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA, Paris, France, 1988, 471 p.
- [12] Ruckebusch Y., Kay R.N.D., Étude critique de la motricité gastrique chez les bovins, Ann. Rech. Vet. 2 (1971) 99-104.
- [13] Schneider M., Flachowsky G., Studies on ammonia treatment of wheat straw: effects of level of ammonia, moisture content, treatment time and temperature on straw composition and degradation in the rumen of sheep, Anim. Feed Sci. Technol. 29 (1990) 251-264.
- [14] S. PLUS STATISTICS 4<sup>e</sup>-5<sup>e</sup> eds., Tokyo, 1998.
- [15] van Soest P.J., Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 2. A rapid method for the determination of fibre and lignin, J.A.O.A.C. 46 (1963) 829-835.
- [16] Williams P.E.V., Innes G.M., Brewer A., Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. 1. Effects of dry matter and urea concentration on the rate of hydrolysis of urea, Anim. Feed Sci. Technol. 11 (1984) 103-113.
- [17] Williams P.E.V., Innes G.M., Brewer A., Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. 2. Addition of soya bean (urease) sodium hydroxide and molasse: Effects on the digestibility of urea-treated straw, Anim. Feed Sci. Technol. 11 (1984) 115-124.
- [18] Yameogo-Bougouma V., Cordesse R., Arnaud A., Inesta M., Identification de l'origine des uréases impliquées dans le traitement de la paille de blé dur à l'urée et caractérisation de la flore microbienne présente, Ann. Zootech. 42 (1993) 39-47.